

# RADIOPROTECCIÓN

LA REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Nº 83 • OCTUBRE 2015

edición digital



- ▶ EMPLEO DE UN MÉTODO MULTIESCALA DE SIMILITUD ESTRUCTURAL PARA LA VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN EN PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TCMC PEDIÁTRICO
- ▶ HERCA, UN FORO PARA LA COOPERACIÓN PRÁCTICA ENTRE LAS AUTORIDADES EUROPEAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

ENTREVISTA:

**Eduardo Gallego y Mercé Ginjaume**




PRESIDENTES SALIENTE Y ENTRANTE DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

ESPECIAL: RESUMEN DEL IV COGRESO CONJUNTO SEFM-SEPR

## UN GRAN RETO

En la reciente Asamblea General de la SEPR se aprobó el Plan Estratégico 2015-2019, tras su elaboración por la Junta Directiva y con el apoyo de la Comisión de Asuntos Institucionales. Para lograr avanzar en sus tres líneas principales, que son la del “Progreso de la protección radiológica”, los “Servicios a los socios” y las “Relaciones con la Sociedad”, la utilización de la página web resulta esencial. En ella se han cargado recientemente el propio Plan Estratégico y la documentación de la Asamblea General que os invitamos a consultar y descargar tanto a los que pudisteis asistir a ella como a los que no os resultó posible hacerlo.

En la sección sobre la página web publicada en el último número de RADIOPROTECCIÓN, Juan Carlos Mora nos hablaba de los “vientos de cambio” que llegaban a la página web de la SEPR. Así, nos ha pasado el guante y el reto de mantener y mejorar la web como mejor vehículo de comunicación para la mayoría de los socios, y también de cara al exterior. La web, junto con las redes sociales en que la SEPR mantiene su presencia, son la ventana que muestra nuestras actividades y las de otras organizaciones de relevancia en nuestro ámbito de la Radioprotección. En los casi ocho años que Juan Carlos ha coordinado la web, él y el equipo formado por Sofía Luque, Fernando Usera, Rosa Gilarranz, Marisa Tormo, Alegría Montoro, Teresa Durán, Pedro Ruiz, Patxi Rosales, Olvido Guzmán, Xavier Gilarranz, Inmaculada Sierra, Cristina Garrido, Leopoldo Arranz y otros, han conseguido atraer con regularidad la atención de todos nosotros, y de los aproximadamente 5.000 seguidores que desde Hispanoamérica nos visitan con regularidad. Gracias a la web nuestro impacto se multiplica.

Por otro lado, la SEPR participa en las redes sociales a través de Facebook , Twitter  y LinkedIn . Desde 2013, la actividad en estas tres redes sociales está gestionada por Pedro Ruiz. Cada una de ellas tiene más de 200 publicaciones al año a las que se llega a través de sus correspondientes accesos directos en la parte superior central de la página web de la SEPR. Las tres están configuradas de manera que cuando hay una novedad en la página

web de la SEPR ésta es publicada automáticamente en las redes sociales utilizando *twitterfeed*. Hasta octubre de 2015, la SEPR disponía de una página de Facebook personal con el máximo número de amigos que estaba permitido (5.000 amigos) y una página asociada para no tener límite de seguidores. A partir de octubre de 2015, las dos páginas de Facebook se han fusionado en una sola. Actualmente nos siguen por este medio casi 9.000 personas o instituciones con unas 300 interacciones semanales y más de 4.000 contactos alcanzados por semana. En Twitter tenemos más de 320 seguidores y seguimos a 30 organizaciones y en LinkedIn tenemos más de 700 contactos.

Atender a estos colectivos es una responsabilidad que se extiende también a las personas ajenas a nuestra profesión, pero que sienten curiosidad o están preocupadas por alguna cuestión relacionada con ella, y que en el último periodo han formulado sus preguntas, las cuales son canalizadas por Leopoldo Arranz y Marisa Tormo, que desde este verano ha sustituido a Marta García-Talavera, y son respondidas por los grandes profesionales y expertos que tenemos entre nuestros socios. Desde su arranque en 2013, el flujo de preguntas ha sido incesante, y así se han respondido ya, al día de la fecha, a 121 preguntas, de las cuales, 20 cuestiones son de tipo general, 28 sobre radiaciones no ionizantes, 70 sobre aplicaciones médicas, y 3 sobre radiación natural.

Para que socios y usuarios sepáis quienes son los se ocupan de mantener nuestra web, no queremos dejar de mencionar a los que voluntariamente se han prestado a coordinar cada una de las secciones de la misma, empezando por Sofía Luque, Pablo Belinchón, Marisa Tormo, Estela García, Paco Navarro, Santiago Miquélez, María Ángeles Trillo, Inmaculada Sierra, Rosa Gilarranz y Alegría Montoro; algunos continuando en su labor, y otros, como los que firmamos esta sección, como “novatos”, por lo que os rogamos vuestra indulgencia si no somos capaces de alcanzar pleno rendimiento en los primeros meses. Pondremos todo nuestro empeño en cuidar y mejorar esta valiosa herramienta que es la [www.sepr.es](http://www.sepr.es).

# RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

**Directora**  
Cristina Correa

**Coordinador**  
Juan Carlos Mora

## Comité de Redacción

Pablo Belinchón  
Estela García  
Rosa Gilarranz  
Santiago Miquelez  
Alegría Montoro  
Juan Francisco Navarro  
Matilde Pelegrí  
José Ribera  
Beatriz Robles  
Pedro Ruiz  
Inmaculada Sierra  
María Luisa Tormo  
M<sup>º</sup> Angeles Trillo

## Coordinación de la página web

Eduardo Gallego  
Carlos Puras

## 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 comparta necesariamente.



EDICIÓN Octubre 2015

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** 5
- **Entrevista** 6  
Eduardo GALLEGO y Mercè GINJAUME  
*Presidentes entrante y saliente de la SEPR*
- **IV Congreso Conjunto SEFM-SEPR** 12
- **Colaboraciones** 30
  - Empleo de un método multiescala de similitud estructural para la valoración de la calidad de imagen en procesos de optimización en TCMC pediátrico  
*M. Giner Sala, P. García Castañón, G. Pozo Rodríguez, P. Chamorro Serrano y M.L. España López* 30
  - HERCA, un foro para la cooperación práctica entre las autoridades europeas de protección radiológica  
*O. Guzmán* 34
- **Notas Técnicas** 39
  - Constantes de tasa de Kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental de algunos radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas  
*N. Cornejo, A. Brosed y P. Ruiz* 39
  - Programa H2020 de EURATOM-Fisión. Resumen de resultados de la convocatoria correspondiente al Programa de Trabajo 2014-2015 y de la participación española  
*J. Gutiérrez* 43
- **Noticias** 48
  - de la SEPR 48
  - de España 53
  - del Mundo 56
- **Proyectos I+D** 57
- **Publicaciones** 60
- **Convocatorias y Cursos** 61

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](http://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.



# IRPA 14

*50 years*

9 - 13 May 2016

PRACTISING RADIATION PROTECTION  
sharing the experience | new challenges

[www.irpa2016capetown.org.za](http://www.irpa2016capetown.org.za)

14th International Congress of the  
International Radiation Protection Association



**EXHIBITION PROSPECTUS**

Cape Town International Convention Centre, South Africa

Más  
Información

# 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.

El pasado mes de junio, en la Asamblea de nuestra sociedad, se procedió al preceptivo relevo de la Junta Directiva. Aprovechando esta coyuntura también se renovó la comisión de redacción de la revista Radioprotección, en particular su directora, el coordinador del comité de redacción y el presidente del comité científico, así como el coordinador de la página web. Así mismo, también se han producido cambios en la coordinación de la sección de la web Pregunta a la SEPR. Es signo de dinamismo y madurez que estos cambios se produzcan con normalidad y que se incorporen nuevos colaboradores, con nuevas responsabilidades e ideas renovadas. A todos ellos, a los que han impulsado las actividades de la SEPR y de nuestra revista los últimos años y también a las nuevas incorporaciones, les quiero agradecer su compromiso con la SEPR y reiterarles nuestra gratitud y nuestra confianza en que su colaboración permitirá reforzar el papel de la SEPR como sociedad de referencia en el desarrollo de la protección radiológica en todos los ámbitos de aplicación. Por mi parte inicio esta etapa con optimismo, satisfacción y responsabilidad, ilusionada por la profesionalidad del equipo que me acompaña y también por el progresivo cambio generacional, que es la garantía de futuro de nuestra sociedad.

En la ya tradicional entrevista de los presidentes saliente y entrante, hacemos

un breve balance sobre los dos últimos años en la SEPR. Os presentamos también nuestra visión de futuro que fundamentalmente se enmarca en impulsar el desarrollo del Plan Estratégico, 2015-2019, recientemente aprobado. Nos esforzaremos para mejorar los servicios a nuestros socios y para aproximar la SEPR a los ciudadanos y a las sociedades profesionales afines.

En mi primera editorial como presidenta, antes de presentaros los principales contenidos de este número, quiero felicitar a Miguel Calvin Cuartero por su excelente trabajo en la coordinación del número monográfico anterior sobre emergencias nucleares y radiactivas. Es un acierto del Comité de Redacción programar periódicamente la edición de números monográficos sobre temas actuales de interés, asegurando una completa revisión del estado del arte y de las capacidades nacionales.

El Congreso Conjunto SEFM-SEPR se celebró este año del 23 al 26 de junio en Valencia. Una vez más se superaron las expectativas y nos reunimos 650 profesionales de los distintos ámbitos de la protección radiológica y de la física médica. Se recibieron aproximadamente 550 trabajos entre pósteres y comunicaciones. En este número se presenta un exhaustivo resumen de las principales actividades desarrolladas, preparado por el comité de redacción, con la ayuda del vicepresidente del Comité Científico y

de los moderadores y secretarios de las distintas sesiones. También se han seleccionado uno de los trabajos premiados en el congreso. El artículo, presentado por un grupo de investigadores del Hospital de la Princesa, se enmarca en el ámbito de la optimización. Se propone un nuevo método para la valoración de la calidad de imagen en pediatría.

Además, se presenta un detallado artículo de Olvido Guzmán, Jefe de la Secretaría Técnica de HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities) sobre esta organización. Dos notas técnicas completan esta edición de RADIOPROTECCIÓN. La primera presenta valores de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para algunos de los radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas. La segunda resume los resultados de la participación española en la convocatoria 2014-2015 del Programa H2020 de Euratom-Fisión.

Estoy convencida de que nuestra revista, al igual que nuestra página web, son dos de nuestras principales herramientas para facilitar la comunicación entre los socios y conseguir nuestros retos de futuro.

MERCÉ GINJAUME  
Presidenta de la 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

Presidenta: Mercè Ginjaume  
Vicepresidenta: Borja Bravo  
Secretaría General: Sofía Luque  
Tesorero: Elena Alcaide  
Vocales: Amparo García, Antonio Gil,  
Carlos Prieto, Ana María Romero,  
Francisco Javier Rosales y Waldo  
Sanjuanbenito

## Comisión de Actividades Científicas

Presidente: Borja Bravo  
Secretaría: Sofía Luque  
Vocales: Julio Almansa, Pío Carmena,  
Cristina Correa, Carlos Enriquez, Eduardo  
Gallego, Antonio Gil, Margarita Herranz,  
Alegria Montoro, Juan Carlos Mora,  
Teresa Navarro, Carmen Rueda, Pedro  
Ruiz, Alejandro Úbeda y Esteban Velasco

## Comisión de Publicaciones

Presidenta: Sofía Luque  
Secretaría: Cristina Correa  
Vocales: Eduardo Gallego, Carlos Puras,  
Beatriz Robles y Pedro Ruiz

## Comisión de Asuntos Económicos

Presidenta: Elena Alcaide  
Secretario: Borja Bravo  
Vocales: Pío Carmena, Eduardo Gallego y  
Alejandro Úbeda

## Comisión de Asuntos Institucionales

Presidenta: Mercè Ginjaume  
Secretario: Borja Bravo  
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 Y Eduardo Sollet

# Eduardo Gallego y Mercè Ginjaume

## Presidentes saliente y entrante de la SEPR

### EL PERIODO 2013-2015

La Junta Directiva presidida por Eduardo Gallego tomó posesión en 2013. Más de dos años han transcurrido desde entonces.

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

**Eduardo Gallego:** Efectivamente, nuestro trabajo empezó en el verano de 2013, con una Junta Directiva renovada, en la que, por ejemplo, todos los vocales del sector sanitario eran nuevos. También teníamos nueva tesorera, y por supuesto vicepresidente.

Desde el punto de vista interno, un objetivo declarado era el de facilitar la integración del mayor número de socios posible en las actividades de la Sociedad, estimulando además la participación de los socios más jóvenes, como mejor manera de integrarlos. En ambos sentidos hemos obtenido buenos resultados, aunque siempre cabría mejorarlos. Tenemos activos a cerca de 100 socios en las distintas comisiones y grupos de trabajo, así como en la organización de los congresos, y afortunadamente vamos viendo caras nuevas en esos grupos y actividades. Un tema que nos hubiera gustado potenciar más aún era el de la participación de socios y grupos de socios de zonas fuera de Madrid. No queremos que la SEPR se considere en absoluto centralista, sino todo lo contrario: por sus fines, ha de llegar con la máxima efectividad a todos los profesionales de la protección



radiológica, con independencia de dónde residan o trabajen. Por ello, aunque algunas actividades ya tienen lugar fuera de Madrid, destacando los congresos, sería importante potenciar el uso de las videoconferencias pudiendo contar con medios de calidad que, por ejemplo, facilitasen la emisión de jornadas técnicas a través de la página web. Pero por el momento eso ha quedado en la cartera de cara al futuro.

**Mercè Ginjaume:** En calidad de vicepresidente, estos dos primeros años han sido ante todo un periodo de aprendizaje profundo del funcionamiento de la SEPR. Esta primera etapa en la Junta Directiva me ha permitido valorar mejor el enorme trabajo llevado a cabo por las anteriores Juntas y reforzar mi amistad y colaboración con miembros de la CAI y de la CAC.

Quiero destacar dos actuaciones en las que he participado directamente. En primer lugar, la redacción del nuevo plan estratégico para el periodo 2015-

2019. Esta experiencia, me ha permitido reflexionar sobre los principales objetivos conseguidos en el desarrollo del I Plan Estratégico, sobre los nuevos retos que me gustaría ayudar a conseguir y finalmente colaborar en la definición de las líneas estratégicas comunes.

Otra iniciativa que ha surgido en este periodo ha sido la participación de la SEPR en la creación de la Plataforma Española de I+D en Protección Radiológica (PEPRI) a la que se han adherido más de cincuenta instituciones relacionadas con la materia. La SEPR ostenta la secretaría y facilita a la plataforma una sección de su página web.

**EG:** De cara al exterior, la Sociedad ha tratado de mantener sus lazos institucionales, reforzando algunos de ellos en la medida en que ha sido posible. También ha sido muy importante mantener la presencia internacional, sobre todo en el seno de la IRPA, donde hemos mantenido un nivel destacado. También hemos mantenido la presencia de cara al públi-



co, en particular a través de la página web y de la atención a los medios de comunicación siempre que lo han requerido.

Por otro lado, nos encontrábamos en un momento en el que las ayudas económicas externas a las actividades de la Sociedad estaban reduciéndose en general y, por ello, otro reto que nos marcamos fue el de mantener la autonomía sin renunciar a desarrollar un plan anual de actividades suficientemente ambicioso. También era un objetivo para lograr la estabilidad de cara al futuro el poder contar con un buen apoyo profesional para la gestión administrativa y económica, puntos todos que hemos consolidado en el periodo 2013-2015.

### **LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES**

El Congreso Conjunto SEFM-SEPR constituye el evento más importante de la Sociedad. En 2013 se celebró el tercero en Cáceres, y el cuarto ha tenido lugar el pasado mes de junio en Valencia.

- *¿Cuáles son las principales lecciones aprendidas de este trabajo conjunto?*

### **El Congreso Conjunto SEFM-SEPR**

**MG:** El Congreso Conjunto SEFM-SEPR es una ocasión única para compartir entre los profesionales de la protección radiológica y la física médica los últimos avances en protección radiológica, nuestros conocimientos e inquietudes. El hecho de que sea un congreso conjunto propicia una mayor asistencia, en particular de nuestros socios del área sanitaria. Ha habido una gran representación de las casas comerciales que en sus *stands* y en sesiones técnicas específicas han dado a conocer sus últimas novedades. También debemos destacar la participación de expertos nacionales e internacionales e interesantes mesas redondas y, cómo no, una oportunidad de encuentro entre compañeros y amigos.

**EG:** Efectivamente, tras cuatro ediciones celebradas ya conjuntamente, es posible

afirmar que la celebración conjunta de los congresos de la SEFM y la SEPR se ha consolidado. No siendo sencillo coordinar todas las áreas y temas, es cierto que aproximadamente la mitad de los socios pertenecen a ambas sociedades, y lo mismo se puede afirmar de las áreas temáticas. Por ello, con la organización conjunta se optimizan esfuerzos, costes y tiempo, además de incrementar la interacción entre los profesionales y con las casas comerciales. Para mí, una lección clave a retener para los próximos congresos, es que siendo de ambas sociedades ganamos todos, y por ello hay que cuidar al máximo la integración, en especial de los temas que resultan más horizontales, pero mirando siempre con el doble prisma que un gran número de nuestros socios tienen. También quiero destacar lo importante que resulta la participación en un congreso de esta naturaleza para los jóvenes profesionales e investigadores. Atraer e incentivar su asistencia es fundamental, y yo creo que en el caso de Valencia se ha logrado hacerlo bastante bien.

Con respecto a la última edición, hay que decir que el entorno y las instalaciones cedidas por la Universidad Politécnica de Valencia han sido excepcionales. El congreso conjunto, gracias a la participación de todos sus asistentes pero principalmente al enorme esfuerzo de los comités y del presidente del congreso, Gumersindo Verdú (UPV), ha vuelto a ser el principal evento de la Sociedad en este periodo. Científicamente, ha tenido un gran nivel, y la actividad social ha sido también muy intensa, propiciada por el programa social tan atractivo que organizaron nuestros colegas valencianos, buscando entornos únicos y enormemente atractivos.

- *¿Podemos avanzar algún detalle del próximo congreso?*

**MG:** La organización de un congreso conjunto no es sencilla, conseguir

un buen equilibrio entre los distintos sectores de las dos sociedades organizadoras es siempre complejo. Uno de los elementos claves es el apoyo de las juntas directivas y asegurar una comunicación fluida entre ambas y los comités organizador y científico. En este sentido, la presidenta de la SEFM y yo misma tenemos mucho interés en trabajar conjuntamente para facilitar el trabajo de dichos comités y consensuar las líneas de actuación para satisfacer las expectativas de los socios de ambas sociedades.

El próximo congreso se celebrará en Girona, en 2017. Carles Muñoz (ICO), presidente del comité organizador, ya ha empezado a trabajar en su configuración. Ha manifestado su voluntad de seguir los consejos de la guía publicada por ambas sociedades después del Congreso de Cáceres y de integrar las lecciones aprendidas en Valencia.

### **Jornadas Técnicas**

Además del congreso, como evento singular, 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?*

**EG:** La *Jornada de Protección Radiológica*, que organiza anualmente nuestra Sociedad, es ya una tradición en la que los profesionales de la protección radiológica compartimos las novedades, retos y logros más destacados del año anterior. Los programas se elaboran por la Junta Directiva con la ayuda de la Comisión de Actividades Científicas. La jornada suele iniciarse con una presentación de la visión del organismo regulador en el ámbito de la protección radiológica y, a continuación, se invitan a diversos ponentes para que presenten los temas de interés y actualidad seleccionados. La jornada suele concluir con la presentación del Plan de

Actividades de la SEPR durante el año en curso. Hasta el momento ha sido un formato de éxito que pensamos que es bueno mantener.

Otro evento que también viene organizándose regularmente con periodicidad bienal son las *Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental*. En junio de 2014, se celebraron las VIII Jornadas en Huelva organizadas por la Universidad de Huelva. Se trata de un evento monográfico en el campo de la radiactividad ambiental a la que asisten la mayoría de socios de la SEPR de este sector. La SEPR colabora en las mismas, a través de Margarita Herranz (U. País Vasco), miembro de la CAC y vocal del Comité de seguimiento de las jornadas y también adjudicando dos becas para los mejores trabajos de jóvenes investigadores. Los preparativos para las IX Jornadas ya están en marcha y su celebración está prevista en Sitges (Barcelona), del 15 al 17 de junio de 2016.

## PLAN DE ACTIVIDADES

En líneas generales,

- *¿Cómo ha evolucionado el cumplimiento del Plan de Actividades?*

**MG:** El esquema general del Plan anual de Actividades se ha mantenido en los últimos años. Además de los eventos periódicos ya citados, congreso conjunto, jornada de PR y jornadas de calidad en el control de la radiactividad ambiental, se organizan distintas jornadas monográficas y cursos y se preparan publicaciones y notas técnicas en nuestro ámbito, gozando algunas de ellas de una difusión extraordinaria, mediante las descargas desde la página web.

El periodo 2013-2015 ha sido especialmente activo. Se han organizado cuatro cursos, ocho jornadas monográficas, un simposio europeo y se ha trabajado en la elaboración de cuatro documentos técnicos.



## Relaciones institucionales CAI

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

- *¿Qué iniciativas destacan en este sentido?*

**EG:** Desde su fundación, la SEPR ha mantenido una implicación directa con los organismos y organizaciones clave en su área, y muy en particular con el Consejo de Seguridad Nuclear, pero sin olvidar al Ministerio de Sanidad, al Ciemat, a Enresa, Unesa y Enusa, por citar los más destacados. Esa relación se cuida por ambas partes, y la mejor prueba ha sido el apoyo recibido de las mismas y su participación en el congreso y en otras actividades de la Sociedad.

Con el CSN y con otras organizaciones implicadas, hace ya años que se establecieron los Foros de protección radiológica en el ámbito sanitario, de las aplicaciones industriales y de las UTPR. La participación de la SEPR depende directamente de la Junta Directiva, y gracias a la implicación de muchos profesionales en sus grupos de trabajo,

se han producido frutos más que notables, que están permitiendo desarrollar pautas de tipo práctico que facilitan a los profesionales de cada ámbito el abordar y resolver las cuestiones más críticas con criterios comunes. Es un magnífico ejemplo de diálogo fructífero, no muy habitual entre el regulador y los profesionales.

Por otro lado, la Comisión de Asuntos Institucionales (CAI) tiene también un grupo de trabajo sobre Cultura de PR, que ha participado en la elaboración de la Guía de IRPA sobre esta cuestión tan esencial, y que actualmente está preparando su versión en español.

**MG:** Efectivamente, en las relaciones con otras sociedades, organismos públicos y en las actividades de comunicación externa, la CAI, que está formada fundamentalmente por ex-presidentes de la SEPR, es un apoyo importante para la Junta Directiva. Creo que es un honor para nuestra sociedad poder contar con la ayuda incondicional de la CAI. Aporta solidez y continuidad constructiva en la gestión de la SEPR.

Respecto a sus actuaciones durante este último año, deseo agradecerles, en particular, su participación en la definición de las nuevas líneas estratégicas y su orientación en el planteamiento y organización del congreso conjunto SEPR-SEFM.

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

- *¿Qué papel tiene la SEPR en las instituciones internacionales?*

**MG:** La SEPR está afiliada a la *International Radiation Protection Association* (IRPA), que reúne a más de 18.000 profesionales de todo el mundo, y además, por razones históricas y geográficas, mantiene relaciones privilegiadas con las sociedades europeas y de Iberoamérica. También disponemos de socios en las principales organizaciones internacionales de nuestro ámbito: Unsear,





OIEA, ICRP, ISO y en las juntas directivas de las plataformas de I+D europeas Alliance, Eurados, Melodi y Neris.

**EG:** Desde luego, está claro que nuestra proyección internacional se plasma fundamentalmente a través de la IRPA. En ella participamos en los grupos de trabajo, como por ejemplo el relativo a la limitación de dosis al cristalino o el de cultura de la PR. También colaboramos en la preparación de los congresos europeos e internacionales de la IRPA, estando presentes en los comités científicos de todos los congresos europeos e internacionales. Por ejemplo, de cara al Congreso IRPA14 que tendrá lugar el año próximo en Ciudad del Cabo (Sudáfrica), nuestra presidenta Mercè Ginjaume forma parte del Núcleo del Comité y además otras dos socias destacadas, Beatriz Robles y Teresa Ortiz, forman parte del mismo. En el contexto europeo somos una de las sociedades más activas, con aportaciones periódicas a los foros de sociedades. En febrero de 2015 organizamos en Madrid, con otras sociedades IRPA europeas y con la ICRP, el segundo taller europeo sobre la dimensión ética del sistema de protección radiológica. Y, en relación a Latinoamérica, es constante el intercambio de noticias y la colaboración en la organización de simposios y congresos. En los dos últimos congresos conjuntos de la SEPR-SEFM hemos contado con una nutrida participación de colegas latinoamericanos, gracias a la sinergia con el OIEA. Y en los congresos regionales de Río de Janeiro en 2013 y de Buenos Aires en 2015, la SEPR estuvo bien representada. Estas son relaciones que hemos de mantener y en la medida de nuestras posibilidades potenciar.

**MG:** En efecto, en este ámbito uno de los retos que tiene la nueva Junta es el de ser capaz de mantener la importante influencia que hemos tenido hasta ahora en IRPA a través de nuestro presidente saliente Eduardo Gallego (UPM).

En este sentido tenemos mucho interés en relanzar el grupo de trabajo sobre relaciones internacionales que Eduardo ha aceptado coordinar.

### CAC

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?*

**MG:** La Comisión de Actividades Científicas (CAC) se encarga de dar apoyo a la Junta Directiva en la elaboración de propuestas de actividades científicas y técnicas: organización de jornadas, seminarios, cursos, congresos. En calidad de vicepresidenta de la SEPR me ha correspondido presidir la comisión estos dos últimos años. Ha resultado ser una experiencia muy gratificante y me siento satisfecha de los planes de actividades que hemos impulsado.

Sin ánimo de ser exhaustiva, porque toda la documentación está en nuestra página web y también en los números correspondientes de RADIOPROTECCIÓN, me gustaría destacar:

- La segunda jornada sobre transporte radiactivo y nuclear organizada en colaboración con Enresa.
- Las jornadas de dosimetría interna y de dosimetría del cristalino.
- El curso *Protección Radiológica a pie de tubo: arcos en C*, cuyo material didáctico está disponible para nuestros socios y también hemos compartido con los socios de la Seram.
- El *Second European Workshop on the Ethical Dimensions of the Radiological Protection System* organizado en colaboración con la IRPA y las sociedades italiana, francesa y británica de protección radiológica, además de la ICRP.
- La publicación del documento de consenso SEPR-SEFM-Seram-Fenin sobre los criterios de aceptación de equipos de radiodiagnóstico (equipos de

grafía y de fluoroscopia) como primer resultado del grupo de trabajo de estas cuatro organizaciones.

La composición de la CAC se renueva periódicamente. Buscamos un equilibrio entre la presencia de representantes de los distintos sectores y de los nuevos grupos de trabajo, así como de los responsables de la revista y la página web. Considero que esta dinámica facilita la participación de un mayor número de socios.

**EG:** Poco que añadir a lo ya indicado por Mercè. Realmente la CAC es uno de los motores principales de la SEPR, pero por las numerosas contribuciones que lo alimentan. Ese esfuerzo de muchos socios, que de una u otra manera ayudan a organizar la actividades, es lo que mantiene viva a la SEPR y lo que la caracteriza, como gran colectivo de profesionales comprometidos con la excelencia en la protección radiológica.

## LA COMUNICACIÓN EN LA SEPR Y LA WEB

### Revista

*- ¿Qué papel tiene RADIOPROTECCIÓN como nexo de unión entre los socios, y cuáles son las líneas de mejora que propone la Junta Directiva?*

**EG:** RADIOPROTECCIÓN es la revista de nuestra sociedad desde 1993. Desde sus inicios ha sido un excelente canal de comunicación entre los socios que ha facilitado la difusión de artículos científicos originales en español y la difusión de noticias de dentro y fuera de la SEPR. Sus responsables han sabido adaptar sus contenidos y formato a los nuevos cambios manteniendo su objetivo de informar a los socios de las novedades en protección radiológica manteniendo una alta calidad. En este sentido, desde abril de 2014 se edita únicamente en formato digital, adaptándose así a los nuevos tiempos. Se han introducido contenidos multimedia y se dispone de visualización

interactiva. Se ha consolidado la publicación periódica de números monográficos, las entrevistas y las secciones de noticias e información.

El comité de dirección de la revista trabaja paralelamente en la edición de la revista y en la actualización de la página web asegurando una excelente simbiosis entre ambos canales de comunicación de la SEPR.

**MG:** Con la renovación de la Junta Directiva, también se ha llevado a cabo una renovación importante de los responsables de la Revista. Desde la Junta Directiva agradecemos la excelente labor llevada a cabo por los equipos salientes, en particular a Ángeles Sánchez (CSIC) en la dirección de la revista y a José Gutiérrez (Ciemat) en la Presidencia del Comité Científico. También damos la bienvenida y reiteramos nuestro apoyo al nuevo equipo liderado por Cristina Correa (Enresa) en la dirección y por Beatriz Robles (Ciemat) en el Comité Científico.

### Web

*- ¿Cómo valora la Junta el papel que tiene la web, no sólo como nexo de comunicación entre los socios sino como elemento de consulta para el ciudadano?*

**EG:** La web de la SEPR es una de nuestras principales herramientas para difundir información actualizada de interés, para compartir conocimiento, en particular facilitar el acceso a publicaciones, guías técnicas, presentaciones docentes y científicas. Compartimos en ella gran parte de las actividades que organizamos. También es lo que mantiene al socio al tanto de lo que ocurre en la Sociedad y le permite intervenir con comentarios a través del foro de socios.

Entre las novedades de este último bienio podemos destacar la creación de la sección *Pregunta a la SEPR* impulsada por la anterior presidenta María Luisa España (H. Princesa) y coordinada por Leopoldo Arranz (CAI). El objetivo principal de esta sección es suministrar infor-



mación sobre protección radiológica a los ciudadanos, y muestra del éxito es el número de preguntas que se reciben, del orden de dos por semana en promedio.

**MG:** Coincido en que la consolidación de la web ha sido uno de los mayores éxitos de estos últimos años. También, a través de los canales ya comentados, es una vía para garantizar la comunicación y la transparencia de nuestra sociedad. Sin embargo, queremos trabajar para su continua mejora y estudiar la posibilidad de llevar a cabo una renovación de su formato que mantenga la gran cantidad de contenidos actual pero que agilice su localización y acceso. En este ámbito tenemos un gran reto. Eduardo Gallego (UPM) con la ayuda de Carlos Puras (IDOM) han tomado el relevo en esta responsabilidad de Juan Carlos Mora (CIEMAT), artífice y alma de nuestra web en estos años.

Otro nexo importante de comunicación, que confío que continúe creciendo, es la presencia de la SEPR en las redes sociales. En este apartado, confieso mis limitaciones si bien soy consciente de su necesidad en nuestros días. Bajo la dirección y el impulso de Pedro Ruiz

(HCUZ), seguro que el número de seguidores seguirá creciendo.

### LOS SOCIOS

Los socios constituyen la base de la Sociedad.

- *¿Cómo se ha propiciado, en los últimos años, su participación?*
- *¿En qué áreas se propone la SEPR promover su actuación para la captación de socios?*
- *¿Cuáles son los objetivos que se marca la nueva Junta Directiva en este sentido?*

**MG:** Evidentemente, los socios son la razón de ser de nuestra sociedad. En el marco del nuevo plan estratégico queremos continuar mejorando los mecanismos de comunicación entre ellos y con la Junta Directiva, en particular a través de la página web y las redes sociales. Trabajaremos para identificar las necesidades de los socios de cara a organizar actividades atractivas y de interés. También queremos fomentar el uso de las nuevas tecnologías para mejorar la difusión de nuestras actividades, ya sea mediante video-conferencias o grabando las actividades y compartiéndolas luego con nuestros compañeros. La sección de descargables de nuestra web ya es actualmente una de las que tiene un mayor número de visitas. Las tecnologías deben facilitar una mejor deslocalización de las actividades y también un mayor aprovechamiento.

**EG:** En el capítulo de socios, además de los individuales, no podemos olvidar a los socios colectivos de la SEPR, que mantienen su apoyo de forma desinteresada y decidida desde hace años. En buena parte, gracias a ellos, la Sociedad ha podido mantener su estabilidad económica. Y me gustaría agradecerse-lo explícitamente.

También, comentar que las principales vías de captación de nuevos socios que hemos tenido en los últimos años, se han basado en darnos a conocer en



los congresos, los cursos y las jornadas y también a través de nuestra página web. También se ha tratado de organizar actividades atractivas para algunos colectivos que no tenían mucha relación con la Sociedad, como el de las aplicaciones industriales o el del transporte. Y ciertamente este esfuerzo se ha notado. Pero todavía



queremos propiciar nuevas sinergias y contribuir a desarrollar un elevado nivel de cultura de la seguridad radiológica en los sectores que utilizan las radiaciones y que hasta ahora no habían participado en la SEPR.

## UNA MIRADA AL FUTURO

**EG:** De cara al futuro, le cedo la palabra a Mercè, ya que a ella le corresponde como nueva presidenta. Y por supuesto, le ofrezco todo mi esfuerzo y la ayuda que necesiten ella, y el magnífico grupo que compone la Junta actual. Es un relevo natural y que me llena de optimismo para el futuro de la SEPR.

**MG:** Gracias. En la última Asamblea de la SEPR que se celebró durante el congreso de Valencia, se aprobó el nuevo Plan Estratégico para el periodo 2015-2019. Nuestras prioridades se enmarcan principalmente en impulsar las líneas de actuación y los objetivos trazados en el Plan. El objetivo principal es consolidar el papel de la SEPR como sociedad de referencia en la promoción científica y la divulgación de la protección radiológica de acuerdo con los tres puntos siguientes.

1. Consolidar y ampliar el papel de la SEPR como sociedad científica promotora de la difusión y desarrollo de la protección radiológica en todos sus ámbitos de aplicación.
2. Promover la colaboración entre pro-

fesionales mediante el uso de nuevas herramientas de comunicación.

3. Crear nuevas vías de interacción con la sociedad que permitan transmitir con rigor y objetividad los riesgos asociados al uso de las radiaciones y las mejores prácticas de protección.

Afrontamos este reto con ilusión y responsabilidad. La situación actual de la SEPR es fruto de sumar el esfuerzo de las juntas directivas que nos han precedido, de los miembros de las comisiones y grupos de trabajo de la SEPR y de muchos otros socios que han contribuido a desarrollar las principales actividades de la SEPR y a consolidar su reconocimiento. Su dedicación y esfuerzo han contribuido a hacer visible la SEPR en los diversos sectores de aplicación de la protección radiológica. Sin embargo, en esta Junta Directiva, sabemos que crecer o sencillamente mantenernos sólo puede hacerse teniendo acierto en la definición de los objetivos y con el apoyo del máximo número de compañeros y de las instituciones.

Queremos que la SEPR sea la referencia en el ámbito de la Protección Radiológica, debe ser un referente para los distintos sectores y en este sentido queremos reforzar nuestra relación con las sociedades profesionales afines. Queremos aportar a la sociedad una visión científica y actualizada respecto al uso de las radiaciones ionizantes y no ioni-

zantes y de sus riesgos. Fomentaremos el uso de las nuevas tecnologías para garantizar una mayor difusión de nuestro trabajo. Trabajaremos para dar respuesta a las preocupaciones de la sociedad, en particular en lo que se refiere a los riesgos asociados al uso de las radiaciones ionizantes y no ionizantes. En este aspecto quiero resaltar nuestro apoyo e interés en impulsar la sección *Pregunta a la SEPR*, que intentaremos completar con más contenido en relación a respuestas a preguntas frecuentes y a nuevos temas de interés.

Esperamos ser capaces de desarrollar con éxito los retos que nos plantea el nuevo Plan Estratégico y a su vez estaremos abiertos para adaptarnos a las nuevas necesidades o intereses que puedan surgir. En este sentido, acabamos de formar un grupo de trabajo sobre la Directiva 2013/59, coordinado por Teresa Macías (CSIC), que pretende proponer iniciativas de actuación en relación con los principales cambios que se prevén en el marco de la transposición de la Directiva y tener una posición proactiva respecto a este inminente cambio legislativo.

Para lograr nuestros objetivos necesitamos no sólo poder contar con los socios que ya habitualmente colaboran activamente en la SEPR sino también con otros socios que hasta ahora han sido menos participativos, en particular entre los jóvenes profesionales. ■

# IV Congreso Conjunto SEFM-SEPR

## VALENCIA 2015

**El IV Congreso Conjunto entre la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), se celebró entre los días 23 a 26 de junio en Valencia, en la Ciudad Politécnica de la Innovación (Parque Científico de la Universidad Politécnica de Valencia). Se trataba del 15º Congreso de la SEPR y del 20º Congreso de la SEFM, y como en ocasiones anteriores, se organizó con la participación de la American Association of Physicists in Medicine.**

### OBJETIVOS

En esta ocasión, el lema del Congreso fue *Física y Salud: Retos de la Física Médica y la Protección Radiológica*. Tanto la física médica como la protección radiológica son disciplinas con una gran repercusión en el ámbito de la salud de la población, debido a su relación directa con temas vinculados, entre otros, con el diagnóstico y el tratamiento del cáncer. Pero más allá del ámbito sanitario, durante el congreso se abordaron los principales temas relacionados con la protección radiológica ocupacional en los diferentes ámbitos de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes, la protección radiológica del público y del medio ambiente, y la respuesta ante emergencias, entre otros.

Como parte de los objetivos concretos de este Congreso se incorporaron una serie de novedades temáticas, tales como la Iniciativa IRPA en cuanto a mejoras en la cultura de la protección radiológica a nivel mundial, así como un capítulo específico sobre la protección radiológica del paciente. Otros temas abordados durante esta edición fueron los avances en el conocimiento de las dosis debidas a exploraciones médicas y en las mejoras de técnicas y equipos de radiología en baja dosis, la evaluación de los riesgos con diferentes metodologías y su relación con los programas de garantía de calidad.

### Inauguración del congreso

El acto de inauguración tuvo lugar en la sala *Mar Rojo* del *Oceanográfico* de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. La mesa estuvo constituida por Francisco López (director general de Iberdrola Generación Nuclear), Fernando Castelló (consejero del CSN), Pilar Campins (vicerrectora de Investigación Política Científica de la UPV), Gumersindo Verdú, (catedrático e investigador de la UPV y presidente del Comité Organizador), Juan José Peña (presidente de la SEFM), y Eduardo Gallego (presidente de la SEPR).

La conferencia inaugural del congreso fue moderada por José Adolfo de Azcárraga Feliu (profesor emérito de Física Teórica en la Facultad de Física de la UPV, y presidente de la Real Sociedad Española de Física), dando paso a la conferencia *Situación actual del Programa de Cooperación Técnica del OIEA con América Latina y el Caribe en materia de protección radiológica del paciente*, a cargo de Luis Carlos Longoria Gándara, director de Cooperación Técnica para Latinoamérica del Organismo Internacional de Energía Atómica (Viena, Austria).

- Durante la conferencia, Luis Carlos Longoria presentó a los asistentes el programa de cooperación técnica (CT) que el OIEA desarrolla en cuatro regiones geográficas: África, Asia, Europa y América Latina (incluido el Caribe). Este programa está destinado a ayudar a los estados miembros a usar la tecnología nuclear para atender necesidades de desarrollo, mediante la creación de capacidad, el asesoramiento de expertos y el suministro del equipo necesario. Según citó, en 2014, a través de este programa regional de CT, el Organismo prestó apoyo a 24 estados miembros en la región de América Latina y el Caribe. Dicho proyecto se implementa durante el periodo 2014 - 2017, y con un presupuesto de tres millones de euros.
- En referencia a la protección radiológica en la exposición médica, Luis Carlos Longoria manifestó que la situación actual de los países de acuerdo a la información disponible en el OIEA, permite concluir que de los 24 países de la Región, nueve de ellos presentan un nivel bajo de establecimiento de programas de protección radiológica y optimización, principalmente en intervencionismo y tomografía computarizada. Esto pone en evidencia que es de suma importancia promover sinergias en la región iberoamericana en este tema, y asegurar la demanda de la protección en todas las nuevas tecnologías de medicina. Por último, manifestó que en la región de América Latina y el Caribe, la cooperación con los asociados tradicionales en la esfera de la seguridad radiológica, como la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), el Ciemat, y la Unión Europea, es fundamental para fortalecer las capacidades de los reguladores y usuarios finales, entre otras prioridades.



## PROGRAMA CIENTÍFICO

El congreso se compuso de una serie de actividades científicas distribuidas a lo largo de tres días, así como de un taller organizado por el OIEA de un día de duración.

Además de las 33 sesiones de comunicaciones orales, y la exposición permanente de *posters*, dentro de las actividades científicas tuvieron lugar: seis conferencias, 27 ponencias invitadas, ocho cursos de refresco, tres cursos precongreso, cuatro debates, tres mesas redondas, seis sesiones técnicas a cargo de casas comerciales, una sesión técnica a cargo del grupo de trabajo SEPR-SEFM y FENIN, diversas reuniones y simposios técnicos.

En la Tabla 1 se muestra la distribución de las comunicaciones presentadas en función de las diferentes áreas temáticas. En total, de las inicialmente previstas 566 se recibieron un total de 548, compuestas en un 62% por *posters* y un 38% de comunicaciones orales.

## PARTICIPACIÓN

En total, asistieron al congreso 647 personas, de las que aproximadamente la mitad (42%) eran socios de alguna de las sociedades SEPR, SEFM, EFOMP, IRPA y SEOR. El siguiente grupo más numeroso de participantes (18%) fue el constituido por residentes, becarios, técnicos y profesionales desempleados. El resto de participantes se distribuyó entre técnicos, ponentes, empresas colaboradoras, asistentes al taller del OIEA, no socios, miembros del comité científico y organizador, miembros de la Junta Directiva de la SEFM, y acompañantes. En cuanto a las zonas geográficas de procedencia de los participantes, aproximadamente el 30% de los asistentes procedían bien de Madrid o de la Comunidad Valenciana, seguidos de Cataluña y Andalucía, frente al resto de las regiones españolas. Por parte del ámbito internacional, acudieron un total de 34 personas (6% de los asistentes) procedentes de diversos países europeos así como de la mayoría de países de América Latina y Estados Unidos.

## PREMIOS

El Comité Científico premió a las mejores comunicaciones que se citan a continuación:

- *Evaluación de los blindajes de una sala de tratamiento con equipo de braquiterapia electrónica.* Ibáñez Roselló, B.; Bautista Ballesteros, J. A.; Candela Juan, C.; Villaescusa Blanca, J. I.; Ballester Pallarés, F.; Pérez Calatayud, J.
- *KAWA MC – Un software para planificación de tratamientos de RIO para acelerador móvil SORDINA LIAC.* Ayala Lázaro, R.; Sendón del Río, R.; García Marcos, R.; Polo Cezón, R.; García Hernández, M.J.; Gómez Cores, S.; Jiménez Rojas, R.; López Bote, M.A.
- *Dosimetría in vivo en experimentos de radiobiología mediante película radiocrómica EBT3.* Torres del Río, J.;

| ÁREA   | Tipo       | Inicial | Defini | Pub. en pantallas digitales |
|--|------------|---------|--------|-----------------------------|
| BRAQUITERAPIA  | Indistinto | 10      |        |                             |
|  | Oral       | 8       | 9      |                             |
|  | Póster     | 13      | 23     | 23                          |
| DETECCIÓN Y MEDIDA DE LA RADIACIONES                   | Indistinto | 14      |        |                             |
|  | Oral       | 11      | 22     |                             |
|  | Póster     | 17      | 19     | 18                          |
| DOSIMETRÍA CLÍNICA                                     | Indistinto | 33      |        |                             |
|  | Oral       | 21      | 16     |                             |
|  | Póster     | 38      | 79     | 72                          |
| DOSIMETRÍA FÍSICA                                      | Indistinto | 26      |        |                             |
|  | Oral       | 14      | 12     |                             |
|  | Póster     | 24      | 51     | 47                          |
| EXPOSICIÓN EMERGENCIAS                                 | Indistinto | 3       |        |                             |
|  | Oral       | 6       | 10     |                             |
| EXPOSICIÓN EXISTENTE                                   | Indistinto | 4       |        |                             |
|  | Oral       | 4       | 4      |                             |
| EXPOSICIÓN PLANIFICADA                                 | Indistinto | 3       |        |                             |
|  | Oral       | 2       | 6      |                             |
|  | Póster     | 3       | 3      | 3                           |
| FORMACIÓN Y ASUNTOS SOCIALES                           | Indistinto | 2       |        |                             |
|  | Oral       | 8       | 9      |                             |
|  | Póster     | 4       | 4      | 4                           |
| GESTIÓN DE RESIDUOS                                    | Indistinto | 3       |        |                             |
|  | Oral       | 4       | 7      |                             |
|  | Póster     | 1       | 1      |                             |
| IGRT-ART   | Indistinto | 9       |        |                             |
|  | Oral       | 16      | 9      |                             |
|  | Póster     | 4       | 17     | 17                          |
| IMRT   | Indistinto | 15      |        |                             |
|  | Oral       | 3       | 7      |                             |
|  | Póster     | 12      | 22     | 22                          |
| MEDICINA NUCLEAR                                       | Indistinto | 19      |        |                             |
|  | Oral       | 20      | 13     |                             |
|  | Póster     | 6       | 33     | 33                          |
| MISCELANEA   | Indistinto | 2       |        |                             |
|  | Oral       | 2       | 2      |                             |
|  | Póster     | 2       | 4      | 4                           |
| PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE PÚBLICO Y DEL MEDIO AMBIENTE | Indistinto | 5       |        |                             |
|  | Oral       | 18      | 23     |                             |
|  | Póster     | 17      | 17     | 14                          |
| RADIACIONES NO IONIZANTES                              | Indistinto | 3       |        |                             |
|  | Oral       | 2       | 5      |                             |
|  | Póster     | 2       | 2      | 2                           |
| RADIOBIOLOGÍA  | Indistinto | 5       |        |                             |
|  | Oral       | 1       | 6      |                             |
|  | Póster     | 3       | 3      | 3                           |
| RADIODIAGNÓSTICO                                       | Indistinto | 13      |        |                             |
|  | Oral       | 20      | 17     |                             |
|  | Póster     | 27      | 44     | 44                          |
| REGULACIÓN   | Indistinto | 1       |        |                             |
|  | Oral       | 1       | 2      |                             |
|  | Póster     | 3       | 3      | 3                           |
| SYMPOSIUM TÉCNICOS                                     | Indistinto | 27      |        |                             |
|  | Oral       | 27      | 27     |                             |
|  | Póster     | 36      | 36     | 33                          |

Tabla 1: Distribución temática de las comunicaciones del Congreso © C&Events Soluciones.

- Forastero, C.; Moreno-Torres, M.; Molina, M.; Martínez, A. M.; Moreno, Á.; López, J. J.; Guirado, D.
- *Empleo de un método multiescala de similitud estructural para la valoración de la calidad de imagen en procesos de optimización en TCMC pediátrico.* Giner Sala, M.; García Castañón, P.; Pozo Rodríguez, G.; Chamorro Serano, P.; España López, M.L.

## IMPACTO EN LOS MEDIOS Y REDES SOCIALES

El congreso emitió desde su gabinete de prensa un total de tres notas de prensa a los medios de comunicación en los días previos y durante el congreso, además de mantener activo su Twitter y Facebook desde septiembre de 2014 y hasta el desarrollo del congreso con seis *tweets* diarios y una o dos publicaciones en la página de Facebook. Durante el congreso hubo una actualización *in situ* muy seguida y con la participación interactiva de varios usuarios.

Se puso a disposición de los participantes en el congreso una APP, donde encontrar información sobre el Programa Científico y otras cuestiones prácticas como acceso a la sede, información relativa a Valencia, etc. Asimismo, ofrecía al usuario la posibilidad de marcar las actividades o ponencias favoritas.

### DIVULGACIÓN DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

Tras proceder al registro de los participantes a su llegada al congreso, se hizo entrega a cada uno de ellos de un dispositivo de almacenamiento electrónico con todas las comunicaciones incluidas en el Programa Científico.

Igualmente, estas comunicaciones están disponibles en la página web del congreso .

### EVENTOS SOCIALES

Tras el Acto Inaugural del congreso, se ofreció un cóctel de bienvenida en el *Oceanogràfic* de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.

El miércoles 24 de junio se ofreció la posibilidad de realizar una visita guiada a pie por el centro histórico de Valencia, donde se pudo conocer la evolución de la ciudad desde su creación hasta nuestros tiempos.

Finalmente, el jueves 25 de junio, se ofreció la Cena de Clausura del congreso en el Hotel Balneario Las Arenas. Tras la cena, se hizo entrega de los premios concedidos por el Comité Científico a los autores de las comunicaciones premiadas. Asimismo, se nombró socios honoríficos a Paloma Marchena (Tecnatom), Pedro Carboneras (Enresa) y Juan José Peña (Universidad de Extremadura), quienes dedicaron a los asistentes unas palabras de emocionado agradecimiento

(ver información en la sección de Noticias de este mismo número de *RADIOPROTECCIÓN*).

### VALORACIÓN POR PARTE DE LOS ASISTENTES

Se repartió un cuestionario de evaluación sobre el desarrollo del congreso para conocer la opinión de los asistentes. Tras analizar los resultados de los cuestionarios que fueron devueltos cumplimentados total o parcialmente, se pudo concluir que el nivel de satisfacción general fue elevado (8/10). No obstante, se pusieron de manifiesto algunos aspectos susceptibles de mejora que habrán de ser tenidos en cuenta en futuras ediciones del congreso, tales como que se solaparon varias sesiones y conferencias de interés y que habría de reducirse el número de comunicaciones para poder asignar un mayor tiempo a cada una de ellas.

Otras conclusiones derivadas de la evaluación del cuestionario es que hubo satisfacción general sobre los siguientes temas:

- composición del programa científico (86%),
  - frecuencia de envío de información vía e-mail por parte del Congreso (93%),
  - inicio el martes por la tarde en un espacio emblemático distinto a la sede principal del Congreso (89%),
  - distribución de temáticas en cuatro salas en paralelo (82%),
  - adecuación de la cuota de inscripción respecto a resultado obtenido (73%).
- Finalmente, un 73% de los participantes que respondieron el cuestionario consideraron interesante que la SEPR y la SEFM realicen el Congreso Bial de manera conjunta.


## RESUMEN DE LAS COMUNICACIONES PRESENTADAS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

A continuación se presentan por áreas temáticas las principales conclusiones obtenidas durante el Congreso. Queremos reiterar nuestro agradecimiento a los presidentes y secretarios de las mesas que han participado en la elaboración de este resumen

### CURSO DE REFRESCO: **Uso de técnicas de e-learning para la formación en PR**

*Secretario:* Alfonso Calzado (UCM).

*Ponente:* Francisco Javier Ruiz Martínez (Tecnatom).


En este curso se hizo una breve introducción sobre la metodología de e-learning, explicando en qué consiste, cómo se ha desarrollado en los últimos años y haciendo un balance de sus beneficios y desventajas, centrándose en la aplicación específica de estas técnicas para la formación en protección radiológica. 

### SESIÓN: **Detección y medida de la radiación**

*Presidente:* Eduardo Sollet (Iberdrola).

*Secretaria:* Alegría Montoro (Hospital La Fé, Valencia).

*Ponencia invitada:* *Dosis Neutrónica*. Carles Domingo (UAB).

A continuación de la ponencia invitada del Dr. Domingo, en la que explicó al auditorio los fundamentos de la dosimetría neutrónica , tuvieron lugar 6 comunicaciones sobre la detección y medida de la radiación.

El grupo de P. Carrasco, presentó un trabajo cuyo título fue *Dependencia energética del dosímetro de centelleo Exradin W1 en rayos X de baja y media energía*.



La siguiente comunicación fue sobre *Simulación de un escáner PET comercial con el código de Monte Carlo GATE* (J.J. Giner-Sanz). En este trabajo se ha elaborado un modelo del escáner PET Biograph Siemens 2 con el código de Monte Carlo GATE basado en GEANT4. Los resultados muestran que el código GATE puede ser una herramienta complementaria en la mejora del diseño de escáneres PET.

A continuación se habló sobre el *Cálculo de la distribución de dosis de fotoneutrones en un bunker de tratamiento de radioterapia* (B. Juste Vidal).

En el trabajo de título *Estudio preliminar del diamante como detector de neutrones en el entorno hospitalario* (F. Manchado), se presentó el uso de sensores de diamante monocristalino como detector de neutrones en el entorno hospitalario, en las técnicas de radioterapia mediante aceleradores de partículas.

La siguiente comunicación de título *Gantry angle influence in the neutron commissioning of a Linac* (L. Irazola), habló sobre la implementación de un nuevo detector termal activo de neutrones (TNRD) para la estimación de dosis equivalentes de neutrones en órgano en pacientes de radioterapia.

Para finalizar esta sesión se presentó la comunicación *Caracterización computacional del Laboratorio de Patrones Neutrónicos del Ciemat* (X. Campo). El Laboratorio de Patrones Neutrónicos del Ciemat es una nueva instalación que cuenta con dos fuentes neutrónicas calibradas y que constituye el laboratorio de referencia nacional en metrología neutrónica. Se realizaron simulaciones MC empleando el código MCNPX-2.7.e y medidas experimentales sobre la bancada de calibración con monitor neutrónico y con el sistema espectrométrico de esferas de Bonner.

Alegría Montoro y Eduardo Sollet

## SESIÓN: Detección y medida de la radiación

**Presidente:** Xavier Ortega (Profesor emérito de la UPC).

**Secretario:** J.M. Campayo (Hospital La Fe, Valencia).

**Ponencia invitada:** *Dosimetría del Cristalino*. Mercè Ginjaume (Directora de Investigación, INTE, UPC de Barcelona).

Mercè Ginjaume inició su intervención recordando que la ICRP recomienda, para la vigilancia operacional, un nuevo

límite de dosis equivalente en cristalino, para los trabajadores que ha bajado de 150 mSv a 20 mSv. La implementación de dicha reducción de dosis en cristalino representa un reto importante para la protección radiológica ocupacional. El mejor método para estimar la dosis en cristalino consiste en utilizar un dosímetro calibrado en unidades de dosis equivalente personal Hp(3), ubicado en zona próxima al ojo. Los numerosos trabajos que se están desarrollando en la actualidad abarcan estudios epidemiológicos y los procedimientos de medida de cristalino más eficientes.

El interés despertado por esta ponencia quedó de manifiesto en la preguntas de muchos asistentes y también en las nueve ponencias presentadas sobre la temática de la dosimetría del cristalino:

- *Caracterización de un dosímetro personal para la determinación de la dosis equivalente en cristalino, Hp(3)*. Autores: M. Ginjaume y tres coautores más. Instituto de Técnicas Energéticas UPC. Barcelona.

De acuerdo con la norma IEC 63287 se caracterizó un dosímetro que participó en una intercomparación organizada por EURADOS. Si bien no resulta aún práctico su uso rutinario se puede utilizar en estudios piloto de caracterización de dosis en cristalino en diversos puestos de trabajo.






- *Validación preliminar del dosímetro virtual MC-GPU para la estimación de la dosis ocupacional en cardiología intervencionista*. Autores: S. Principi y 7 coautores de: INTE-UPC-Barcelona. Hospital Clínico S. Carlos, Dep. Radiología FAC de Medicina-Universidad Complutense, División of imaging US Food and Drug Administration.


En este trabajo se analizaron las posibilidades de la simulación mediante cálculo MC para estimar la dosis en cristalino de los trabajadores. Se está validando mediante medidas realizadas en hospitales.

- *Dosimetría de cristalino de Gestisa y su aplicación a personal expuesto a radiaciones en el ámbito sanitario*. Autores: K. Sánchez y 5 coautores: UTPR y SPDE GESTSA, Madrid, Servicio de PR Hospital Lozano Blesa, Zaragoza.

Se presentó en esta comunicación un dosímetro diseñado por Gestisa obteniéndose Hp(3) a partir de Hp(10). Los



- resultados de validación obtenidos son satisfactorios por lo que se han efectuado medidas en diversos colectivos de profesionales .
- *Estimación de la dosis en cristalino del personal utilizando un dosímetro personal situado sobre el delantal.* Autores: S. Principi y 10 coautores: INTE-UPC-Barcelona. Hospitales Vall d'Hebron y Clínico San Carlos, U.Complutense, Hospital de la Princesa. Este estudio compara la dosis equivalente en cristalino obtenida con un dosímetro de cuerpo entero situado en el tórax u hombro izquierdo y la dosis obtenida de un dosímetro situado a nivel de la sien izquierda. Se obtienen recomendaciones prácticas para verificar el cumplimiento de la Directiva 2013/59.
- *Utilización de un sistema OSL para la medida de dosis en cristalino.* Autores: C. Koren y tres coautores: Servicio de Radiofísica y Radioprotección, Hospital Universitario La Paz, Madrid. Este trabajo presenta un método de validación de un equipo dosimétrico de luminiscencia estimulada ópticamente (OSL), así como el procedimiento de lectura utilizado para estimar la dosis absorbida en cristalino de los trabajadores expuestos .
- *Dosimetría personal de los facultativos de Cardiología en procedimientos de Hemodinámica.* Autores: M. Salvador y tres coautores. Servicio de Radiofísica, Hospital Universitario Sona Espesa, Palma de Mallorca. Se presentan los resultados de un estudio sobre la dosis equivalente profunda que reciben los facultativos de cardiología en 64 procedimientos de hemodinámica. Se destaca la importancia de la dosis recibida en la preparación de monodosis en el incremento de la dosis del personal .
- *Evaluación de la Dosimetría Ocupacional en Cristalino durante los procedimientos PET.* Autores: J. Guiu –Souto y 12 coautores: Servicio de Radiofísica i PR, Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela. Se ha cuantificado la dosis asociada a personal de enfermería en los procedimientos de PET. Asimismo se han estudiado la contribución de las diversas fases de inyección y preparación de monodosis .
- *Estimación de la dosis en extremidades y cristalino en cirugía de muñeca.* Autores: G. Patiño y 5 coautores: Dep. de Física Atómica y Nuclear, U. de Valencia. SPR del Hospital Clínico. Se recoge el resultado de las medidas realizadas con dosímetros OSL situados en diversos sitios (en ambas manos, piernas y a la altura del cristalino). Los valores de dosis obtenidos son muy inferiores de las dosis permitidas .
- *Estudio retrospectivo de estimación de dosis a cristalino en procedimientos intervencionistas.* Autores: E. Prieto y 7 coautores: Radiofísica y PR de la Clínica Universidad de Navarra, Cardiología, Pamplona.

Esta comunicación recoge los resultados obtenidos en 12 trabajadores mediante un dosímetro colocado en la parte exterior del protector plomado a la altura del hombro. Se destaca que en un facultativo se ha superado la dosis de 20 mSv en cristalino .

Xavier Ortega






### SESIÓN: **Detección y medida de la radiación**


*Presidente:* Borja Bravo (Tecnatom).

*Secretaria:* Teresa Navarro (Ciemat)


En esta sesión se presentaron las siguientes comunicaciones:

- *Estudio de dosimetría personal en el Departamento de Medicina y Cirugía Animal del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Córdoba.* Autores: Raya Hidalgo, P.; Gálvez Delgado, M.; Novales Durán, M.; Vaquero Abellán, M. Se habló sobre la dosimetría del personal expuesto debido a las diferencias entre las técnicas empleadas en pacientes humanos y en pacientes animales que dan lugar a diferentes formas de exposición y por tanto de dosis .
- *Sondas intraoperatorias gamma: Control de calidad e influencia en la detección del ganglio centinela.* Autores: Castanedo Alvarez, M.; Gutiérrez Camuñas, S.; Montes Uruén, A.; Ruiz Martín, J.; Núñez Martín, L. El objetivo de este trabajo era conseguir implantar un protocolo de calidad para las sondas intraoperatorias gamma para la detección de los ganglios centinela, adaptado a las condiciones y recursos disponibles .
- *Preliminary results of a TLD system in the EURADOS Intercomparison IC2014env.* Autores: Rodríguez Jiménez, R.; Romero Gutiérrez, A. M.; Benavente Cuevas, J. F.; López Moyano, J. L.; Hranitzky Mas, C. En esta comunicación se presentaron los resultados preliminares de esta intercomparación, concluyendo que se había comprobado satisfactoriamente la calibración del sistema TLD con Cs-137, así como la determinación de H\*(10) mediante sistema TLD en el campo libre del PTB utilizado en la IC2014env .
- *Planes para la mejora y control de un Sistema de Calidad ISO 17025 en un Servicio de Dosimetría acreditado.* Autores: Martín García, R.; Navarro Bravo, T.



En este trabajo se realizó una descripción de los planes establecidos para la mejora y control del sistema de gestión de la calidad, basado en ISO 17025, implantado en el Servicio de Dosimetría de Radiaciones de Ciemat .

- *Procedimiento para la intercomparación de equipos de medida basado en la ISO 5725:1994*. Autores: del Moral, F.; Ruiz, F.; Salgado, M.

Este trabajo, llevado a cabo por la Galaria, UTPR del Servicio Gallego de Salud, describió el procedimiento utilizado por esta empresa pública para la intercomparación de los equipos de radiodiagnóstico según la ISO 5725 .

Al final de la sesión se abrió un animado turno de preguntas con gran participación por parte del público asistente.

*Borja Bravo*


## SESIÓN: **Detección y medida de la radiación**

*Presidenta:* Teresa Navarro (Ciemat).




*Secretario:* José Peiró (CSN).

En esta sesión se presentaron cuatro comunicaciones cuyo contenido se expone a continuación:

Una primera comunicación denominada: *Calibración y medida in vivo de  $^{239}\text{Pu}$  en pulmón. Respuesta rápida en situaciones de emergencia*. Los autores fueron J.F. Navarro, B. Pérez y M<sup>o</sup>. A. López, pertenecientes al Servicio de Dosimetría de Radiaciones del Ciemat (Laboratorio Contador de Radiactividad Corporal).

En situaciones de emergencia en instalaciones nucleares, accidentes radiológicos relacionados con el transporte de armas nucleares, ataques terroristas, etc. se pueden dar casos graves de contaminación interna con compuestos de plutonio tanto en trabajadores expuestos como en individuos del público. En estos escenarios, es crucial una rápida determinación de la actividad incorporada así como de la dosis efectiva comprometida con el fin de identificar a los individuos que necesitarían tratamiento médico de decorporación para reducir la contaminación. Para mejorar la respuesta en este tipo de escenarios, se ha realizado un estudio de sensibilidad del sistema para la calibración y medida *in vivo* de  $^{239}\text{Pu}$  en pulmón por espectrometría gamma con detectores de germanio de alta resolución espectral y especialmente eficientes en bajas energías, teniendo en cuenta la diferente anatomía de los individuos medidos y los tiempos de medida necesarios para determinar si es necesario aplicar un tratamiento médico urgente de descontaminación en función de la estimación de la dosis efectiva comprometida .

Una segunda comunicación denominada *Procedimiento de Medida de Actividad de Actínidos en Muestras de Orina para Escenarios de Emergencias. Validación en Ejercicios de Intercomparación*. Los autores fueron I. Sierra y C Hernández pertenecientes al Servicio de Dosimetría de Radiaciones del Ciemat (Laboratorio de Bioeliminación).

- Se presenta un procedimiento de análisis desarrollado en el Laboratorio de Bioeliminación del Ciemat en caso de accidentes radiológicos o nucleares con riesgo de contaminación interna donde se necesita dar una respuesta rápida y eficiente que permita conocer el alcance en la población afectada e incluso, la identificación de los radionucleidos involucrados .
- Una tercera comunicación denominada *Proceso de acreditación del servicio de Dosimetría Personal Interna de Tecnatom por la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005*.
- Los autores fueron E. García, B. Bravo; P. Marchena de la empresa Tecnatom.
- Expusieron los trabajos llevados a cabo por el Servicio de Dosimetría Personal Interna de Tecnatom para la acreditación por ENAC, la implantación de la normativa y la adaptación de la metodología de trabajo a los requisitos de gestión y técnicos que exige la citada norma ISO .
- Una última comunicación fue la denominada: *Automatización del proceso de evaluación de dosis en un laboratorio de dosimetría ambiental*. Los autores fueron JF: Benavente, R: Rodríguez, J.L. López; A. Romero pertenecientes al Servicio de Dosimetría de Radiaciones del Ciemat .

*Teresa Navarro*

## • PONENCIA INVITADA: **Nuevas tendencias sobre PR en aplicaciones médicas**. Eliseo Vañó (UCM)

*Presidenta y Secretaria:* Marisa España (Hospital de La Princesa, Madrid)

### • **Lo que ha hecho y lo que está haciendo la ICRP en Medicina**

- La ICRP ha estado muy activa durante los últimos años publicando una serie de documentos con recomendaciones específicas en Medicina: Pediatría, Cardiología, Fluoroscopia fuera de los departamentos de imagen, Radioterapia con iones pesados y CBCT (Cone Beam Computed Tomography).
- Además, son relevantes los cambios en las recomendaciones para los efectos tisulares con umbrales más bajos en los temas cerebrovascular, cardiovascular y en el cristalino.
- Los Grupos de Trabajo activos en el Comité 3 de ICRP son actualmente:
  1. Dosis de radiación en pacientes tratados con radiofármacos (D. Nosske y S. Mattsson) (en colaboración con el Comité 2).
  2. Protección radiológica ocupacional en Braquiterapia (L.T. Dauer).
  3. Niveles de referencia para diagnóstico en Imagen Médica (E. Vañó).
  4. Protección radiológica ocupacional en procedimientos de intervencionismo (guiados mediante fluoroscopia o por tomografía computarizada) (P. Ortiz).
  5. Justificación (aspectos generales) (K.A. Riklund).



6. Protección radiológica en terapia con radiofármacos (Y. Yonekura).
7. Actualización del documento sobre *Radiaciones y protección del paciente: Guía para los profesionales de la salud* (S. Demeter).
8. Protección radiológica en Medicina basada en la radiosensibilidad individual (M. Bourguignon) (en colaboración con el Comité 1).

También se han hecho propuestas de prioridades para investigación en PR en el área médica:

- Metodologías y estrategias para mejorar la PR ocupacional en procedimientos intervencionistas y en medicina nuclear.
- Dosimetría a los pacientes y procedimientos de optimización en procedimientos de imagen de altas dosis (intervencionismo y tomografía computarizada).
- Estimaciones dosimétricas en radioterapia y en los procedimientos de imagen de altas dosis que permitan una mejor evaluación de los efectos de las radiaciones ionizantes en patologías cardiovasculares, fibrosis pulmonar y efectos cerebrovasculares.
- Evaluación del riesgo radiológico y comunicación del mismo a los pacientes.
- Se ha sugerido al Comité 1 la evaluación del riesgo radiológico de los rayos X de 30 kV frente a los de 120 kV para los análisis de riesgo beneficio en mamografía y tomografía computarizada.

#### Lo que ha hecho la Comisión Europea y algunos de los cambios relevantes en la normativa

Se ha publicado recientemente una nueva Directiva europea (2013/59/Euratom) que adapta la normativa a las nuevas recomendaciones de la ICRP (entre otros aspectos) y que tendrá un impacto relevante en los aspectos de seguridad radiológica en medicina.

Se regulan mejor (o por primera vez):

- Las evaluaciones de riesgos de incidentes, accidentes (especialmente en RT) y exposiciones no intencionadas.
- El uso de los *Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRL)*, su actualización periódica y las medidas correctoras.
- El registro y análisis de las dosis a los pacientes (y su incorporación a los informes de las exploraciones).

- Se refuerza el papel del experto en Física Médica en los departamentos de imagen, etc.
- Se han identificado por parte del Grupo de Exposiciones Médicas de Euratom, ciertos aspectos de la Directiva 2013/59/Euratom que podrían representar cambios en la normativa de las exposiciones médicas
- Consideración de los riesgos ocupacionales en la justificación y optimización de algunos tipos de exposiciones médicas.
- Regulación de los procedimientos radiológicos en personas asintomáticas.
- Utilización de los DRL (incluyendo intervencionismo) y su revisión periódica.
- Mayor implicación del experto en Física Médica (Radiofísico Hospitalario en España) en las áreas de imagen.
- Información dosimétrica en los sistemas de imagen y transferencia a los informes de los procedimientos.
- Información dosimétrica individualizada para todos los procedimientos intervencionistas y de tomografía computarizada.
- Responsabilidades del experto en Física Médica en los procesos de optimización de las exposiciones médicas y necesidad de informar sobre los beneficios y riesgos.
- Análisis de riesgos en Radioterapia.
- Registro y análisis de las exposiciones accidentales o no intencionadas.
- Evaluación de las dosis a la población teniendo en cuenta los grupos de edad y sexo.

#### La coordinación internacional y el Plan de Acción de Bonn

La Organización Mundial de la Salud (OMS), así como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), han tenido y tienen una actividad muy relevante en el área de la PR en Medicina (el Plan de Acción derivado de la Conferencia de Bonn es un ejemplo).

Se debe destacar la globalización y coordinación que existe en la PR en Medicina. Hay observadores de la OMS y del OIEA en ICRP. Se coordina el trabajo de estas Organizaciones con el NCRP (*National Council on Radiation Protection and Measurements*) de EEUU para evitar duplicidades. La Comisión Europea y muchas sociedades médicas europeas trabajan conjuntamente y en varios casos también con las de EE.UU. y Canadá.

Se ha planteado una Conferencia Iberoamericana sobre PR en Medicina para octubre de 2016 en Madrid. Se pretende que sea un foro para identificar los problemas y acciones prioritarias en ese campo.

Algunos problemas pendientes:

- El uso adecuado de la dosis efectiva en medicina.
- La formación inicial y continuada de PR en medicina.
- Cómo gestionar los registros de dosis en diagnóstico e intervencionismo.

- Cómo interpretar y utilizar las dosis acumuladas en los pacientes.
- Entender mejor la optimización de la PR en ciertos procedimientos médicos (a veces hay que incrementar las dosis en vez de reducir las).
- Que se valore adecuadamente el riesgo radiológico por parte de la comunidad médica.
- Mejorar el uso de los DRL.

*Eliseo Vañó*

### CONFERENCIA SEMIPLLENARIA: **Un desafío recurrente: la Protección Radiológica de cigotos, embriones, fetos, bebés, niños y adolescentes**

Abel González (Autoridad Regulatoria Nuclear Argentina).

*Presidenta:* Rosario Velasco García.

*Vicepresidenta:* Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

Esta ponencia abordó uno de los mayores retos para la disciplina de la PR: el desafío recurrente de proveer una protección apropiada a cigotos, embriones, fetos, bebés, niños y adolescentes expuestos a la radiación ionizante.

Abel González explicó que la experiencia indica que la sociedad es extremadamente sensible a asegurar una adecuada protección a sus descendencias, nacidas o por nacer, siendo una preocupación particularmente significativa tras el accidente de Fukushima. El análisis de cuestiones que surgieron durante y después del accidente concluyó que la comunidad de la protección radiológica tiene el deber ético de aprender de las lecciones dejadas por el accidente y resolver desafíos tales como disponer de recomendaciones coherentes y comprensibles sobre los niveles de protección del público que incluya a las mujeres embarazadas y sus hijos esperados así como a lactantes, niños y adolescentes. [González et al, 2013]

*Comité de redacción*

### CURSO DE REFRESCO: **Uso de la matriz de riesgo en aplicaciones médicas**

*Presidente:* Carlos Prieto (H. Clínico San Carlos Madrid).

*Secretario:* Julio Almansa (H. Virgen de las Nieves. Granada.)

El curso tenía como objeto realizar una introducción a la metodología de matrices de riesgos aplicada a radioterapia. El trabajo es el resultado del proyecto MARR en el que han participado la SEPR, la SEFM, la de Oncología Radioterápica (SEOR) y la de Técnicos de Radiología (AETR), así como el CSN.

La matriz de riesgos es un método semicuantitativo sencillo que consiste en el análisis de Sucesos Iniciadores que pueden producir consecuencias para el paciente si las barreras no consiguen evitarlo. El riesgo se define como la combinación de tres parámetros: frecuencia de ocurrencia del suceso, severidad de las potenciales consecuencias y probabilidad de fallo del conjunto de barreras.

Durante el curso se mostró también el *software* SEVRRRA que ayuda a aplicar la metodología y que cuenta con un

- listado importante de posibles sucesos iniciadores, barreras, reductores de frecuencia y reductores de consecuencias.

*Carlos Prieto*

### MESA REDONDA: **Cultura de la seguridad radiológica**


*Presidente:* Francisco Sánchez (Tecnatom).

*Secretario:* Fernando González (Tecnatom)

*Ponentes:* Rodolfo Cruz (OIEA) y Fernando González (Tecnatom)

- La primera ponencia corrió a cargo de Rodolfo Cruz (OIEA), quien planteó que a pesar de la amplia difusión y de los intensos esfuerzos que se han llevado a cabo para desarrollar el tema de Cultura de Seguridad en el sector nucleoelectrico, la asimilación e incorporación práctica del concepto de Cultura de Seguridad en las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación se ha dilatado considerablemente. Sólo en fecha relativamente reciente, se han iniciado algunos esfuerzos internacionales en este terreno.
- Con este propósito, el Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares decidió iniciar, en el año 2012, un proyecto para fomentar y desarrollar la Cultura de Seguridad en sus organizaciones, directivos y trabajadores vinculados al trabajo con fuentes de radiación.
- Este primer esfuerzo estuvo dirigido a establecer los fundamentos para una mejor comprensión y difusión del concepto de Cultura de Seguridad dentro de los países miembros del FORO, adecuándolo a las particularidades de la protección y la seguridad radiológica y física de las fuentes de radiación y proporcionando recomendaciones prácticas para su evaluación y mejora así como sugerencias para la actuación de los organismos reguladores que integran el FORO.
- El proyecto, además de lograr un documento enunciativo básico sobre este tema que guíe las acciones tanto de las organizaciones que realizan actividades con fuentes de radiación como de los organismos reguladores, ha permitido también la integración, por primera vez, de un grupo de especialistas iberoamericanos en el debate y desarrollo de estos aspectos. El documento resultante de este proyecto constituye la primera fase del proceso para lograr una Cultura de Seguridad sólida en las organizaciones vinculadas al uso de fuentes de radiación en los países miembros del FORO y en todos aquellos que consideren aplicarlo. Deberá complementarse posteriormente, con otras acciones enfocadas a la difusión y asimilación de su contenido dentro de los países a través de debates, seminarios y cursos para las organizaciones, sus directivos y trabajadores, la implementación práctica y gradual de las herramientas de evaluación, monitoreo y seguimiento de la Cultura de Seguridad hasta lograr la aplicación extensiva y la maduración de este concepto en los países miembros.
- A continuación habló Fernando González explicando que varios documentos y eventos internacionales han reconocido

la contribución que han tenido los problemas de Cultura de Seguridad en la ocurrencia de sucesos radiológicos y lo han recogido en normativas relevantes del sector.

Por su parte, la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA) desarrolló en 2014 un proyecto, del que resultó la publicación de un documento sobre los principios básicos para el establecimiento de la cultura de seguridad . El objetivo de este documento es, por un lado, fomentar la creencia en el éxito de los enfoques culturales, así como orientar a los profesionales de la protección radiológica a la hora de promover la implantación de la cultura de seguridad en su organización y lugar de trabajo. En la actualidad, existe un grupo de trabajo en la SEPR dedicado a la traducción del documento publicado por IRPA.


*Comité de redacción*


### SESIÓN: PR en exposiciones planificadas


**Presidente:** Raúl Muñoz (Unesa).


**Secretaria:** Patricia Mayo (Titania).

La sesión fue presidida por Raúl Muñoz Gómez, secretario de la Comisión de Protección Radiológica y Residuos Radiactivos (PRR), de Unesa y la secretaria fue Patricia Mayo Nogueira, responsable del Área de Protección Radiológica de Titania Servicios Tecnológicos.


La primera ponencia fue presentada por CN Cofrentes y trató sobre las medidas implantadas en la central para reducir el término fuente, mediante la descontaminación química del sistema primario, como un elemento clave para disminuir la exposición de los trabajadores .

La segunda ponencia versó sobre un estudio dosimétrico llevado a cabo en la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Hospital Universitario San Cecilio de Granada, con la colaboración del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Granada, de la medida de la radiación recibida por el personal, por los pacientes sometidos a la exploración y por los que ocupan camas adyacentes durante las exploraciones radiológicas .

La tercera ponencia se centró en el estudio de consultoría llevado a cabo por la UTPR CONTECSAN S.L. de Zaragoza, a una preocupación planteada por un hospital asiático para verificar el blindaje de un acelerador lineal (Linac) .

La cuarta ponencia la llevó a cabo personal de Tecnatom sobre el trabajo encargado por las centrales nucleares españolas acerca de la actualización de la Guía de EPRI para la vigilancia y control de la Contaminación Alfa y su impacto en la dosis de los trabajadores, desarrollando asimismo un procedimiento genérico sobre dicha vigilancia y realizando un estudio de mercado de los equipos disponibles .

Finalmente, la quinta ponencia fue presentada por el CSN en que hizo una exposición del Banco Dosimétrico Nacional como herramienta al servicio de la PR en que se centralizan

- los datos dosimétricos mantenidos por los titulares de las prácticas reguladas en el ámbito de sus competencias .

*Raúl Muñoz y Patricia Mayo*

### SESIÓN: Regulación


- **Presidente:** Pedro Carboneras (Exjefe del Departamento de Seguridad y Licenciamiento de Enresa).
- **Secretaria:** Mariló Rueda (Técnico Área de Servicios Técnicos en Protección Radiológica CSN)
- **Ponencia invitada:** *El principio de Justificación como humanización del sentido común. Un acercamiento a la ética de las indicaciones médicas con radiaciones ionizantes.* Leopoldo Arranz y Carrillo de Albornoz (Ex jefe del Servicio de Radiofísica del Hospital Universitario Ramón y Cajal de Madrid).

- El Dr. Leopoldo Arranz llevó a cabo una brillante exposición sobre la aplicación, en la práctica, de los principios de la ética en la medicina, partiendo de un abordaje personal y enfocado a su relación con los principios de la protección radiológica.


- Se hizo hincapié en la importancia de la formación, experiencia y mejor conocimiento científico de los profesionales de la Medicina, pero no sólo en la materia propia de su licenciatura, absolutamente técnica y específica, sino en los aspectos básicos del sistema de protección radiológica (conociendo los riesgos y beneficios de las radiaciones) y en humanidades, y todo ello encauzado a la mejora de la relación médico paciente y al entendimiento de la psicología del paciente.

- Comunicaciones:

- *Cataratas radioinducidas: Hablemos de Prevención de Riesgos Laborales y Protección radiológica.* Corpas Rivera, L; Marfil Robles, M.V.

- Se hizo una presentación sobre cuestiones relativas a las implicaciones técnicas y legales que en materia de prevención de riesgos laborales se derivarán de los nuevos límites de dosis establecidos en la Directiva 2013/59 Euratom .

- *Criterios objetivos de exclusión, aceptabilidad y constancia para angiografía con sustracción digital.* De las Heras Gala, H; Torres Cabrera, R; Fernández Soto, J.M.; Vañó Caruana, E.

- El objetivo de esta comunicación fue presentar un método para definir criterios objetivos de aceptabilidad en imágenes de sustracción digital, concluyendo que la utilización de la relación contraste-ruido para evaluar la calidad de estas imágenes es un método sencillo y eficaz para definir criterios, así como para comparar protocolos .

- Aspectos generales del desarrollo de la sesión: La participación de congresistas a esta sesión fue realmente notable; se mantuvo el programa establecido por la organización y no hubo ninguna incidencia en su desarrollo.

*Pedro Carboneras y Dolores Rueda*

**SESIÓN: Educación, formación y aspectos sociales**




**Presidente:** Javier Zarzuela (CSN).

**Secretario:** Alfonso Calzado (Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid).

**Ponencia invitada:** Nuevos requisitos en materia de formación de PR Marisa Marco (Ciemat)

La ponente destacó la creciente importancia que está cobrando la formación y la creación de capacidades en todas las iniciativas de la Comisión Europea, poniendo como ejemplo el SET Plan (*The European Strategic Energy Technology Plan*) en cuya hoja de ruta para la formación y capacitación en el sector de la investigación y la innovación, se reconoce que uno de los elementos clave es la disponibilidad y la movilización de recursos humanos debidamente capacitados.

A continuación se presentaron las siguientes comunicaciones:

- *Máster semipresenciales en protección radiológica en instalaciones radiactivas y nucleares.* Autores: Verdú Martín, G. J.; Campayo Esteban, J. M.; Mayo Nogueira, P. 
- *Curso de Experto en Protección Radiológica. Esquema Europeo de Formación del EPR.* Autores: Falcón Cabrera, S.; Fernández Sánchez, F.J.; Llorente Herranz, C.; Marco Arbolí, M. 
- *Capacity building y transferencia del conocimiento en Protección Radiológica. Red Europea de formación y entrenamiento en PR.* Autores: Llorente Herranz, C.; Marco Arbolí, M.; Coeck, M. 



Comité de redacción





**SESIÓN: Educación, formación y aspectos sociales**

**Presidente:** Javier Zarzuela (CSN).

**Secretario:** Alfonso Calzado (Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid).

En esta sesión se presentaron las siguientes comunicaciones:

- *Formación de las personas que intervienen en los transportes de material radiactivo por carretera.* Autores: Aceña, V; Zamora, F. Se presentó la Instrucción de Seguridad (IS) del CSN relativa a la formación de las personas que intervienen en los transportes de material radiactivo por carretera 
- *Introducción de sistemas de robótica educativa e impresión 3D en la rutina de los servicios de radiofísica hospitalaria para aplicaciones en radioterapia.* Autores: A. Bartrés, V. González, V. de los Dolores, V. Crispín Contreras, V. Campo, E. Simarro y D. Moratal. Esta contribución explicaba cómo con los últimos avances en robótica educativa e impresoras 3D, se ha abierto la posibilidad de la fabricación casera de maniqués y otras soluciones para radioterapia sin que sean necesarios conocimientos en profundidad de electrónica ni de mecánica 

- *Medios humanos necesarios en los servicios de Radiofísica hospitalaria y protección radiológica.* Autores: J.L. Carrasco, M<sup>o</sup> A. García, P. Lorenz, M. A. Peinado, M<sup>o</sup> D. Rueda, I. Sierra, M. Alonso, D. Burgos 
- *Sistema integral de evaluación online. Un método de evaluación para formación e-learning.* Autores: J.L. Monroy; J.V. Izquierdo 
- *Desayuno con Fotones, un blog de física médica para todos los públicos.* Autores: N. Pereda, G. Sánchez y M. Vilches. Tras un año de andadura, el blog *Desayuno con Fotones* lleva publicados casi 150 artículos y acumulado unas 150.000 visitas 
- *Network Properties of the Authorship Relations in the Last Ten Years of Activity of the Spanish Journal of Medical Physics.* Autores: G. Sánchez, J. Cortes, R. Lope, J. Ruiz, T. Martín, M.A. García. El trabajo tenía el objetivo de analizar las propiedades de la red de relaciones entre autores exhibida en los trabajos científicos publicados durante los últimos diez años (2004-2014) en la *Revista de Física Médica* 



Comité de redacción





**SESIÓN: Radiaciones no ionizantes**

**Presidenta:** Micaela García-Tejedo (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad).

**Secretario:** Rafael Ruiz Cruces (Facultad de Medicina de Málaga).

**Ponencia invitada:** *Protección ocupacional frente a radiaciones no ionizantes.* Alejandro Úbeda (Hospital Ramón y Cajal de Madrid)

- En una interesante ponencia, Alejandro Úbeda explicó las particularidades de la transposición a la normativa nacional de la Directiva 2004/40/CE sobre "disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los campos electromagnéticos.", que fue derogada y sustituida posteriormente por la Directiva 2013/35/UE, con los cambios introducidos por ICNIRP en sus límites para los niveles de exposición. Tras un análisis en profundidad de la citada Directiva, Alejandro planteó la cuestión de hasta qué punto es realmente útil, desde el punto de vista de la protección ante radiaciones no ionizantes, una norma que deja completamente fuera de su ámbito de aplicación los potenciales efectos a medio y largo plazo de la exposición ocupacional cotidiana 
- A continuación se presentaron las siguientes comunicaciones:
  - *Evaluation of Magnetic Resonance Quality Indicators and Proposal for a Standardized Program.* Autores: Alberich Bayarri, A.; Nombela, R.; Juan de la Cruz, C.; Tomás-Cucarella, J.; Palomo, R.; Pinto-Monedero, M.; Martí-Bonmatí, L. 
  - *Aplicación de técnicas dieléctricas sobre un modelo de evaluación de riesgo ambiental: el embrión del pez cebra.* Autores: Sanchís Otero, A.; Roldán Madroño,

- J.; Sancho Ruiz, M.; Sebastián Franco, J. L.; Martínez López, G.; Pérez, C.; Muñoz San Martín, S. 
- *Application of the Fast Marching Method in Ultrasound Computed tomography for early breast cancer detection.* Autores: Pérez Liva, M.; Lopez Herraiz, J.; Medina Valdes, L.; Camacho, J.; Fritsch, C.; Udias Moineiro, J. M. 
  - *Desing of a hybrid low field MRI-gamma radiation gel detector.* Autores: Agullas-Pedros, L.; Abril, A. 
  - *Metodología para el control de Calidad en los Equipos de Ecografía.* Autores: Tomas, J.; Alberich, A.; Juan de la Cruz, C.; Torres, I.; Martí, L. 

Comité de redacción

### CURSO DE REFRESCO: **Nuevas recomendaciones internacionales sobre protección contra la contaminación interna en medicina**

**Moderador:** Josep M. Martí Climent (Clínica Universitaria de Navarra. Pamplona).

**Ponente:** María Antonia López Ponte (Responsable del grupo de Dosimetría Interna, Unidad de Dosimetría de Radiaciones del Ciemat)

La nueva norma ISO/FDIS 16637 (2015) *Monitoring and internal dosimetry for staff exposed to medical radionuclides as unsealed sources* trata de los programas de vigilancia de la exposición interna para trabajadores expuestos (TE) con riesgo de incorporación de radionucleidos al organismo por inhalación debido al uso de fuentes radiactivas no encapsuladas en medicina nuclear (diagnóstico por imagen y radioterapia). El objetivo es verificar que el trabajador está protegido adecuadamente contra el riesgo de incorporación de radionucleidos y que las medidas de protección cumplen con los requisitos legales. Para ello se precisa: (1) identificar las situaciones de trabajo en las que existe un riesgo de incorporación de radionucleidos por los trabajadores, (2) cuantificar la incorporación probable anual y (3) estimar la dosis efectiva comprometida E(50) resultante. La exposición interna de TE de medicina nuclear puede ocurrir por inhalación de compuestos volátiles (principalmente yodo radiactivo) o de aerosoles.

La vigilancia individual ofrece información necesaria para evaluar la exposición interna de un solo trabajador a partir de la medida *in vivo* en Contador de Radiactividad Corporal (CRC) de la actividad retenida en el cuerpo, a partir de la medida *in vitro* de actividad en excretas del radionucleido incorporado, o a partir de la concentración de actividad inhalada (utilizando muestreadores de aire PAS, SAS).

La vigilancia radiológica en el lugar de trabajo mediante la medida de concentración de actividad en el aire o mediante la medida de la contaminación superficial, ayuda a evaluar la exposición interna por inhalación de los trabajadores y proporciona información sobre el riesgo de



exposición para establecer programas de vigilancia individuales para los trabajadores si fuera preciso. Además complementa la vigilancia individual, proporciona indicadores útiles para estimar las dosis y establecer medidas de protección en cada operación.

Un programa de vigilancia de la exposición interna es necesario si el traba-

jador es ocupacionalmente expuesto y la incorporación de radionucleidos es probable que sea significativa, es decir, si la dosis efectiva comprometida anual E(50) probablemente supera 1 mSv. Para los trabajadores expuestos a incorporación de radionucleidos en fuentes sin encapsular en los departamentos de medicina nuclear, pueden aplicarse diferentes categorías de programas de vigilancia de la exposición interna dependiendo de la evaluación del riesgo: controles de triaje, controles confirmativos, programas de medidas asociadas a una operación determinada, programas de vigilancia de controles rutinarios y programas de seguimiento especiales después de incorporación accidental de isótopos radiactivos al organismo.

El IRSN (D. Franck, X. Moya, C. Challethon-de-Vathaire) ha llevado a cabo varias campañas de medidas y evaluaciones dosimétricas por exposición interna de trabajadores de medicina nuclear en Francia. El IRSN utiliza para la realización de las medidas una unidad de CRC móvil para la medida de la exposición interna *in situ*, en el domicilio del cliente, utilizando un vehículo ligero BOXER de intervención para la gestión de crisis por exposición interna de TE y público, para empresas y hospitales de provincia, fuera de París. Además se realizaron medidas de CRC en la sede del IRSN en *Le Vésinet*, para empresas y hospitales de la





región parisina. Concretamente la Campaña 2006-2010 dio lugar a 31 evaluaciones dosimétricas realizadas a 30 trabajadores. Los radionucleidos detectados fueron I-131 (61%), Tc-99m (26%), Tl-201 (10%), F-18 (3%).

María Antonia López

### SESIÓN: PR de público y medioambiente

**Presidenta:** Lucila Ramos Salvador (CSN).

**Secretario:** Rafael García Tenorio (Universidad de Sevilla).

**Ponencia invitada:** *Recuperación de fuentes radiactivas fuera de control.* Teresa Ortiz (Enresa)

La ponencia invitada fue impartida por D<sup>a</sup> María Tera Ortiz de Enresa y versó sobre *Recuperación de fuentes radiactivas fuera de control.* La muy notable experiencia de Enresa en estas labores de recuperación de fuentes radiactivas y en su apropiada gestión y custodia quedó reflejada en la mencionada ponencia a través de una exposición muy clara y didáctica, siendo destacable los muy bien definidos protocolos de actuación que dicha institución tiene establecidos en la temática abordada en la ponencia.

Las cinco comunicaciones presentadas trataron temas muy diversos. Un par de ponencias se centraron en temas relacionados con la vigilancia radiológica ambiental, otras dos comunicaciones se centraron en métodos de determinación de dosis utilizando en un caso detectores de termoluminiscencia, y detectores de centelleo en el otro, y una comunicación final se centró en el estudio de la radiación dispersa originada por un acelerador portátil.

Dentro de las comunicaciones presentadas estimamos relevante destacar la exposición pormenorizada que realizó Carmen Rey del Castillo de la aplicación informática desarrollada por el CSN para dar acceso público a la base de datos de Vigilancia Radiológica Ambiental de dicho organismo, en la que se almacenan todos los resultados de la Vigilancia Radiológica Ambiental nacional. Esta base de datos tiene importancia tanto para la comunidad científica trabajando en ese campo, como para la población en general al tener ésta acceso a todos los datos generados históricamente por las redes de vigilancia radiológica de nuestro país. También merece especial mención, el trabajo presentado por miembros de la Universitat Rovira y Virgili, que expusieron una metodología para la obtención del equivalente de dosis ambien-

tal H\*(10) a partir de medidas por espectrometría gamma (con detectores de centelleo y/o yoduro sódico), concluyendo que el uso de los detectores de centelleo en vez de detectores Geiger para la medida de H\*(10) proporciona estimaciones más adecuadas y una mayor sensibilidad.

Cabe finalmente reseñar que la sala presentó un aforo casi completo, siendo destacable la implicación de la audiencia en los temas expuestos a través de las numerosas cuestiones planteadas a los ponentes.

Lucila Ramos Salvador

### SESIÓN: PR de público y medioambiente

**Presidenta:** Yolanda Benito Moreno (Ciemat).

**Secretaria:** Margarita Herranz Soler (Universidad del P. Vasco).

**Ponencia invitada:** *Recuperación de fuentes radiactivas fuera de control.* Teresa Ortiz (Enresa).

La sesión fue un foro adecuado para el intercambio científico y de experiencias entre los excelentes grupos de investigación que existen en España en el campo de la protección radiológica del público y el medio ambiente, pudiendo compartir los nuevos retos y perspectivas, y presentando los resultados de las últimas investigaciones en este campo. Las presentaciones versaron sobre:

- *Control radiológico de los alimentos importados en España como consecuencia del accidente de Fukushima.* Ponencia presentada por el Instituto de Salud Carlos III en el que se expusieron los resultados de las muestras analizadas y los reglamentos que la UE ha publicado para adaptarse a los requisitos aplicados en Japón durante la intervención.
- *El proyecto europeo MetroERM: Metrology for radiological early warning networks in Europe* en el que participan la UPC, el Ciemat y la Universidad del País Vasco. Se comentaron las actividades del mismo encaminadas a armonizar las redes radiológicas de alerta rápida en Europa en la temática de metrología ambiental.
- *Los índices de actividad beta total y beta resto en las aguas superficiales de los ríos españoles,* presentada por el Cedex, plantea que los resultados obtenidos en las medidas puedan servir de apoyo a la trasposición de la directiva 2013/51/Euratom de protección sanitaria a la población.
- *La Red de Excelencia Europea STAR* cuyo principal objetivo es la contribución al avance del conocimiento en radioecología, en la que participa CIEMAT y que pretende ser útil a los distintos estamentos involucrados en la protección radiológica del medio ambiente, aportando valor sobre esta temática, a las autoridades nacionales, industria, científicos etc...
- *Natural gamma radiation in El Hierro Island, Canary Islands, Spain,* fue presentada por la Universidad de La laguna, y mostró la influencia que sobre este parámetro tuvieron los episodios volcánicos ocurridos.

- Optimización de la determinación de isótopos de torio en muestras ambientales e industriales, llevado a cabo de forma conjunta entre la Universidades del País Vasco, Salamanca, Huelva y Sevilla, que aborda su detección en matrices diversas y complejas.
- Radiactividad natural en lagunas formadas en antiguas minas a cielo abierto en Huelva, trabajo conjunto entre la Universidad de Sevilla y el Centro Nacional de Aceleradores, que pretende mostrar el uso de radionucleidos naturales como trazadores del impacto que las minas abandonadas tienen sobre el medioambiente.
- Un estudio comparativo de diferentes tipos de medidas in situ de los niveles de radón en el ambiente exterior, por la Universidad de Extremadura, donde se analiza una alternativa con descendientes del radón, mediante centelleo sólido con buenos resultados.
- Las correlaciones del gas Radón, sus descendientes, la tasa de dosis equivalente ambiental y las variables meteorológicas, presentado por el Ciemat.
- Finalmente se presentó por la Universidad de Granada un Estudio radiológico de Lagunas y Fuentes del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada, que formará parte de los indicadores de la salud radiológica del ecosistema analizado.

Yolanda Benito

### CONFERENCIA: Situación radiológica de Fukushima

Juan Carlos Lentijo (Director General Adjunto OIEA)

En esta interesante conferencia se describieron, de forma genérica, las principales misiones realizadas por el OIEA sobre los dos principales proyectos promovidos por las autoridades japonesas, tanto para estabilizar y posteriormente desmantelar la central accidentada como para recuperar las zonas afectadas en el exterior de la misma y, de forma más particular, la última misión realizada en febrero de este año.

La ponencia contó con una gran asistencia de público, llegando incluso a sobrepasar el aforo de la sala en la que se impartió. Igualmente interesante y participativo fue el turno de preguntas, en el que Juan Carlos Lentijo pudo aclarar a los asistentes todas las dudas surgidas sobre dichas misiones en las que había participado en primera persona, así como de las actuaciones previstas presentes y futuras para acometer las actuaciones de desmantelamiento y rehabilitación con éxito,



- haciendo especial énfasis en los aspectos relacionados con la protección radiológica de los trabajadores y del público.

Comité de redacción

### SESIÓN: PR del Público y el Medio Ambiente

- **Presidente:** David Cancio (SEPR).
- **Secretaria:** Margarita Herranz (Universidad del País Vasco).
- En la sesión se presentaron tres ponencias relacionadas de una manera directa o indirecta con el tema de la sesión. La primera presentación se refirió a las dosis que podrían recibir terceras personas por parte de pacientes tratados con gammagrafías óseas. La segunda se refirió a la caracterización neutrónica de contenedores de combustible de la CN Trillo y la tercera presentación presentó la evaluación de programas de cribado mamográfico con la aplicación de herramientas Monte Carlo. El tiempo de coloquio dio lugar a un par de preguntas aclaratorias.
- - **Dosis de radiación recibidas por miembros de público debidas a pacientes sometidos a gammagrafías óseas con  $^{99m}\text{Tc-HDP}$ .** Autores: Morán Velasco V. et al. El estudio se realizó para estimar las dosis al público, ya sean familiares u otros, debidas a los pacientes objeto de gammagrafías óseas con  $^{99m}\text{Tc}$ . Los resultados muestran dosis relativamente pequeñas que se recibirían en el caso que no se utilice la sala de pacientes inyectados.
- - **Caracterización dosimétrica de contenedores de comestible gastado en el ATI de la CN de Trillo.** Autores: Méndez Villafañe R. et al. El trabajo presentado forma parte de un estudio más amplio para caracterizar los contenedores de combustible gastado en el Almacén Temporal Transitorio de CN de Trillo. Se presentan la tasa de equivalente de dosis ambiental y la espectrometría neutrónica en los alrededores de varios contenedores.
- - **Estudio de los principales ensayos aleatorios controlados de cribado mamográfico mediante simulación Monte Carlo.** Autores: Zamora Ardoy L. et al. La ponencia presentó la evaluación de los programas de cribado con la aplicación de herramientas de simulación Monte Carlo y su adaptación para simular los diferentes ensayos clínicos controlados. Los resultados muestran un buen acuerdo entre las simulaciones y los ensayos reales sin necesidad de introducir las características de las poblaciones sometidas al cribado.


David Cancio y Margarita Herranz

### PONENCIA INVITADA: Mecanismos de financiación de proyectos de I+D.

José Gutiérrez (Ciemat)

- En esta ponencia, José Gutiérrez, punto de contacto nacional del Programa Euratom *Fisión en Horizonte 2020*, presentó los mecanismos puestos en marcha tanto a nivel nacional como internacional para financiar proyectos de



investigación en protección radiológica en nuestro país, obteniendo un gran éxito de participación .

Comité de redacción

## CURSO DE REFRESCO: Usos de equipos de protección personal

**Moderadora:** Milagros Montero Prieto (Unidad Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente. Dpto. Medio Ambiente. Ciemat)

**Ponente:** Ernesto Argilés Pérez (Director Servicios Zona Centro GD Energy Services S.A.U. Madrid)

A lo largo de la hora que duró la presentación, Ernesto Argilés realizó un repaso pormenorizado de todos los sistemas pasivos de protección personal disponibles para los colectivos de trabajadores sometidos a algún tipo de riesgo de exposición a la radiación, ya fuera porque en su trabajo tienen que estar en contacto con la misma o manipular material radiactivo, por estar involucrados en tareas de mantenimiento en instalaciones radiológicas o nucleares, o por formar parte de los equipos de intervención en caso de una emergencia radiológica o nuclear. Durante su exposición, diferenció entre los posibles riesgos a los que estos trabajadores podían verse sometidos, explicando en detalle qué sistemas de protección eran los más adecuados para hacerles frente y la forma y el momento de utilizarlos. Completó la charla con un vídeo para ilustrar las medidas de seguridad y precaución que un trabajador debe adoptar a la hora de colocarse y quitarse correctamente un traje completo de protección.

Milagros Montero

## SESIÓN: Radiobiología

**Presidente:** Rafael Herranz (Hospital Gregorio Marañón).


**Secretaria:** M<sup>o</sup> Teresa Macías (CSIC)

**Ponencia invitada:** Biomarcadores de radiosensibilidad y radioprotección. Alegría Montoro (Hospital La Fe, Valencia). Avances en Dosimetría Biológica. J.F Barquinero (Universidad Autónoma de Barcelona).


La sesión estuvo constituida por una ponencia invitada y seis comunicaciones orales, en las que se presentaron trabajos relacionados con diferentes aspectos de la Radiobiología.

A continuación se indican las principales aportaciones de los trabajos expuestos.

- *Effect of irradiation on the antioxidant response and oxidative stress in cultured human blood.* (L. Olivares-González, N. Sebastià, A. Montoro, N. Tardif, Z. León, J. Pérez-Calatayud, J.I. Villaescusa, J.M. Soriano, R. Rodrigo). El trabajo presenta un estudio de la respuesta celular a bajas dosis de radiación, realizado sobre una muestra de 22 trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes de hospitales, dado que se trata de un colectivo profesional expuesto durante largos períodos de tiempo a bajas dosis de radiación. Como grupo control se utiliza un colectivo integrado por profesionales no expuestos.


Los resultados preliminares sugieren que la exposición a bajas dosis de radiación en el colectivo de trabajadores analizado no induce respuesta adaptiva. Sin embargo, la ligera reducción de la capacidad antioxidante en el grupo de trabajadores expuestos después de la irradiación in vitro permite contemplar una mejor respuesta celular a una irradiación aguda .

- *Estudio radiobiológico de células con Leucemia aguda.* (B. García!; M.Zaharia; C.Saravia)

El trabajo presenta un estudio prospectivo de viabilidad celular en leucemias agudas (linfoblásticas y mieloides). Veinte muestras de pacientes portadores de leucemias agudas, se irradiaron con dosis de 1 Gy y se evaluó la muerte celular antes y a los 20 minutos de la irradiación. Los resultados muestran una diferencia moderada (no significativa estadísticamente) en las tasas de viabilidad celular entre los dos tipos de leucemia, señalando una mayor radiosensibilidad en las células de leucemia mieloides aguda en relación con las de leucemia linfoblástica aguda, sugiriendo, que las leucemias de estirpe mieloides son un grupo de radiosensibilidad heterogénea .

- *Frequency of translocations in Ukrainian children and adolescents from areas near Chernobyl 20 years after the nuclear plant accident.* N. Sebastià, A. Montoro U. Kulka, 5D. Samaga, J.I. Villaescusa, C. Arnal, J.M. Soriano, U. Oestreicher.


Los autores presentan una evaluación de la frecuencia de translocaciones cromosómicas estables en una muestra de la población infantil-juvenil (edades comprendidas entre 9 a 27 años), residente en áreas próximas (<100 km) a la zona afectada por el accidente de Chernobyl, con objeto de valorar la influencia de la contaminación e irradiación remanente en el daño genético.

Los resultados obtenidos no demuestran un incremento significativo de la frecuencia de translocaciones en el grupo de estudio, correspondiendo al nivel basal del grupo control de la población así como al nivel propuesto por el OIEA. Los autores indican que la muestra estudiada era de pequeño tamaño, por lo que proponen realizar estudios adicionales aumentando el tamaño de la muestra .


- *Potenciación del efecto de la radioterapia mediante una terapia enzimática de base nanotecnológica.* V.M. Barberá, R.D. Esposito, P. García Morales, P. Dorado Rodríguez, J. Sanz, M. Fuentes, D. Planes Meseguer, M. Saceda, L. Fernández Fornos, M.P. Ventero

La enzima D-amino oxidasa (DAO) convierte D-aminoácidos en sus correspondientes cetoácidos generando en este proceso radicales libres. Se han estudiado las consecuencias que dicho enzima puede ocasionar cuando se administra después de un tratamiento con radioterapia.


Los resultados indican que la DAO administrada después de una irradiación, potencia el efecto de la radiación aumentando la fracción de células muertas, indicando un

efecto sinérgico producido por los radicales libres generados en ambos tratamientos 

- *Un nuevo procedimiento para describir el daño por radiación a nivel molecular. Aplicación a las semillas de 125I en agua.* R. Colmenares, K. Krupa, A. Williard y G. García  
El trabajo presenta la primera etapa de un estudio más general sobre el daño inducido a nivel molecular en agua por semillas de 125I.

El trabajo realizado ha permitido disponer de todos los elementos necesarios (espectro, medio y cámara) para ser modelados en el código MC y poder comparar los valores de ionización calculados con los medidos. A continuación, los autores plantean realizar comparaciones de cálculos basados en dosis absorbida en agua (TG43) y los basados en el modelo propuesto en el trabajo 

- *Parámetros radiobiológicos para el cáncer de mama obtenidos de los resultados de los ensayos START.* Damián Guirado, José M. de la Vega, Rafael Guerrero, Antonio M. Lallena

El trabajo presenta una estimación independiente de diferentes parámetros radiobiológicos tumorales:  $\alpha/\beta$ , factor tiempo y parámetros de la curva de dosis-respuesta, utilizando los resultados publicados de los ensayos START A y START B, en los que se considera el hipofraccionamiento para el tratamiento con radiaciones del cáncer de mama en estadios tempranos 

M<sup>o</sup> Teresa Macías


## SESIÓN: Emergencias


*Presidente:* Miguel Calvín Cuartero (CSN).

*Secretaria:* Belén Juste (Universidad Politécnica de Valencia)

En esta sesión se presentaron las siguientes ponencias:

- *Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo radiológico.* Martín Calvarro, J. M.; Calvin Cuartero, M.; Giménez González, M. S.; Mozas García, A.


En esta ponencia se habló sobre la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo radiológico, que completa el esquema normativo básico en materia de emergencias nucleares y radiológicas aplicable a nuestro país 

- *La gestión de una emergencia nuclear: mejoras implantadas en las centrales nucleares españolas derivadas del accidente de la central nuclear de Fukushima Daiichi.* Gimenez González, S.; Calvin Cuartero, M.; Martín Calvarro, J.M. ; Mozas García, A. 


- *Implicaciones de las emisiones de larga duración en la preparación a la respuesta en emergencia. Análisis con un caso estudio nacional.* Montero Prieto, M.; Trueba Alonso, C.

Este trabajo estaba enfocado a revisar la preparación de las emergencias en caso de emisiones de larga duración, en el marco del proyecto europeo PREPARE (*Innovative integrated tools and platforms for radiological emergency*




*and post-accident response in Europe.* FP7-Fission-2012. GA 323287) 


- *Hacia una mayor coordinación transfronteriza de las medidas de protección a la población y el medioambiente durante la fase temprana de un accidente nuclear.* Mozas García, A.; Calvín Cuartero, M.; Giménez González, S.; Martín Calvarro, J. M.

En esta presentación se habló sobre las propuestas elaboradas por las asociaciones europeas HERCA y WENRA para mejorar la efectividad de las medidas de protección a la población y al medio ambiente durante los primeros momentos de un accidente nuclear en localizaciones divididas por fronteras entre países 


- *El desarrollo de la fase de recuperación post-accidental: una asignatura pendiente.* Gallego Díaz E.

Eduardo Gallego, planteó a los asistentes la necesidad de desarrollar una planificación para la fase de recuperación tras una emergencia nuclear o radiológica, integrando a todos los agentes de la administración a nivel central, autonómico y local, al CSN como regulador y coordinador de los aspectos radiológicos, a Enresa como entidad gestora de los residuos radiactivos, y al resto de partes interesadas 

- *Potenciales mejoras en la representatividad, a escala local, de los mapas de vulnerabilidad radiológica de los suelos españoles.* Trueba Alonso, C.; Montero Prieto, M.; García Puerta, B.

En el ámbito de la recuperación postaccidente nuclear, los mapas de vulnerabilidad radiológica de los suelos están orientados a servir como herramienta de predicción del comportamiento de los RN en el suelo, según las características de éstos 

- *¿Cómo informa la prensa sobre las emergencias nucleares? El caso de Fukushima.* Gallego Díaz E.

Dentro del proyecto europeo Prepare se han analizado los artículos publicados por los doce periódicos más difundidos de seis países (Bélgica, Italia, Noruega, Eslovenia, Rusia y España) en los dos meses posteriores al accidente nuclear de Fukushima. Los periódicos españoles incluidos fueron *El País* y *El Mundo* 

- *Evaluación de las capacidades de la UMA del Ciemat en un ejercicio de campo con fuentes radiactivas.* Pérez-Ce-

juela Rincón, P.; Yagüe Rodríguez, L.; Álvarez García, A.; Quesada, R.; Quiñones Díez, J.

La Unidad Móvil Ambiental (UMA) del Ciemat participó en un ejercicio de campo diseñado por el regimiento NBQ del ejército de tierra. Los resultados obtenidos permiten evaluar tanto las capacidades de medida del vehículo en una situación real, como la formación y respuesta del equipo humano.

- *Eurados Survey on internal dosimetry of exposed foreigners in Japan during the Nuclear Accident of Fukushima Daiichi NPP.* Lopez Ponte M.A.

El European Radiation Dosimetry Group, EURADOS, recogió muestras de 500 extranjeros de 16 países distintos que se encontraban en Japón en el momento del accidente. Todos ellos fueron monitorizados in vivo y/o in vitro con el objetivo de identificar contaminantes incorporados y cuantificar la actividad retenida en el cuerpo o la tasa de excreta en muestras de orina. En esta presentación se hizo un análisis de los resultados obtenidos.

- *Capabilities in the Nordic region for assesment of accident uptake of radioiodine in emergency situations.* Risco Norrliid, L.

- *Plan especial ante el riesgo radiológico en la Comunitat Valenciana.* Piles Alepuz, I.; Peiró Juan, J.; Calvet Rodríguez, D. La Directriz Básica de planificación de protección civil ante el riesgo radiológico, introduce la responsabilidad de las Comunidades Autónomas de elaborar los correspondientes planes especiales frente a emergencias radiológicas. En esta presentación se describió el caso de la Comunidad Valenciana.

- *Desarrollo de procedimientos de vigilancia para su aplicación en emergencias en instalaciones radioactivas.* Martorell Alsina, S.; Oritz Moragón, J.; Sáez Muñoz, M.

Miguel Calvín

## SESIÓN: PR en Situaciones de Exposición Existente

*Presidente:* José Tomás Ruiz Martínez (GDES).

*Secretario:* José Hernández Armas (Universidad de La Laguna).

*Ponencia invitada:* Nuevos requisitos para la protección radiológica contra el radón. Emilie van Deventer (OMS).

En esta sesión se expusieron aspectos relacionados con la radiación natural, el radón, en diversos ámbitos tales como las aplicaciones médicas, estudios en instituciones de investigación etc.

La sesión comenzó con la ponencia invitada sobre *Nuevos requisitos para la Protección Radiológica contra el Radón*, a cargo de Emilie van Deventer, Responsable de los proyectos de radón y radiación no ionizante de la Organización Mundial de la Salud. En ella se marcaron las pautas futuras y relevancia de la medida del radón como elemento clave en la contribución de la radiactividad natural.

- A continuación se expusieron cuatro ponencias. La primera ponencia desarrollada por la Universidad Nacional de Colombia, acometió aspectos de la protección radiológica en dicho país para la evaluación de los riesgos en procedimientos de fluoroscopia por las altas dosis registradas en dicha modalidad. En este trabajo se expusieron recomendaciones para los protocolos establecidos de dicha técnica, conforme a la legislación colombiana.

- La segunda ponencia trató sobre un programa de vigilancia radiológica en un *Servicio de Imagen Multimodal Experimental implantado por el Servicio de Protección Radiológica del Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols"*. Se presentaron los resultados dosimétricos y las acciones más relevantes llevadas a cabo haciendo especial énfasis en la coordinación entre departamentos y la experiencia del personal como factores clave del éxito el proyecto.

- La tercera ponencia se centró en el estudio llevado a cabo por varios centros y servicios del CSIC para el diseño e implantación de un plan con objeto de optimizar los planes de vigilancia operacional de la contaminación superficial en el ámbito de investigación biológica y biomédica. Tomando como base los sistemas de calidad y los procesos de mejora continua, destaca su aplicabilidad a cualquier instalación radiactiva de investigación biológica o biomédica.

- Finalmente, la cuarta ponencia fue expuesta por el representante del Grupo Radón de la Universidad de Cantabria, sobre la dosis recibida por radiación natural, sobre todo las relativas al radón por ser éste responsable de la mayor parte de dosis recibida. Se destaca la poca atención que hasta este momento ha tenido el radón en los programas de protección radiológica y se hizo un llamamiento a la reflexión sobre cómo actuar de ahora en adelante.

José Tomás Ruiz Martínez

## SESIÓN: Gestión de residuos radiactivos

*Presidente:* Javier Zarzuela (CSN).

*Secretario:* Sergio Gallardo (Univ. Politécnica de Valencia)


*Ponencia invitada:* Desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera. Manuel Rodríguez (Director desmantelamiento, Enresa)


- El desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Zorita) tiene por objetivo el desmontaje integral de la instalación y la restauración del emplazamiento a su estado original, lo que constituye un reto tecnológico de primer orden, en el que las distintas disciplinas de la protección radiológica juegan un papel fundamental. En esta interesante ponencia, se debatió sobre este caso con gran participación del público.

– *Caracterización de residuos radiactivos. CISAM Italia.* Baeza Oliete, G.; Díaz, M.A.; Ruiz Martínez Hernando, J.T.


– *Criterios radiológicos para la desclasificación de parámetros impactados con uranio procesado.* Vico Ocon,

A.; Yagüe Rodríguez, L.; Navarro Ortega, N.; Noguerales Bartolomé, C.; Quiñones Díez, J.


En este trabajo se describieron los criterios radiológicos utilizados para garantizar la ausencia de contaminación radiactiva en edificios impactados, como consecuencia de los procesos relacionados con la primera parte del ciclo del combustible nuclear, utilizando la metodología MARSSIM (*Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual*) 

- *Diseño de equipos para la caracterización de resinas desde el punto de vista de protección radiológica.* Fenoy Cruz, A.; González Gandal, R.; Rodríguez Gómez, M.A.; Sánchez, L. La propuesta presentada del consorcio formado por GNFe y ENSA para el diseño de equipos de extracción, manejo, y almacenaje de muestras en el proyecto de caracterización de resinas gastadas de la central de Kozloduy (Bulgaria), fue el objeto de esta presentación .


- *Estudio para la desclasificación de materiales sólidos metálicos en el desmantelamiento de una instalación nuclear en Italia.* Díaz Hernando, M.A.; Baeza Olite, G.; Ruíz Martínez, J. T.

Con el fin de cumplir con la normativa Italiana para la Gestión de Material Radiactivo se procedió a la realización de un estudio proponiendo unos límites de desclasificación (LD) para la retirada de metales de la I Fase del desmantelamiento del reactor nuclear RTS-1- Galileo Galilei del CISAM, San Piero a Grado Pisa. Italia .


- *Estudio radiológico de la fusión de una fuente de Co-60 en una acería.* Alcaide Trenas, E.; Ortiz Ramis, T.

El objeto de este estudio era ver las distintas opciones para el acondicionamiento, caracterización y tratamiento del material en la propia instalación según las opciones de transporte (cumplimiento ADR) y acondicionamiento en C.A. El Cabril, así como hacer un análisis radiológico de las dosis resultantes como consecuencia del proceso de vertido del producto contaminado con Co-60 a los fosos/conos de emergencia .

- *La desclasificación de materiales metálicos en la central nuclear de Cofrentes como vía de reducción de residuos radiactivos.* Rodríguez Quesada, B.; Lopez Álvarez, L.; Sollet Sañudo, E.

Esta presentación describió la metodología utilizada en CN Cofrentes para la desclasificación de residuos radiactivos procedentes de la sustitución de estructuras, componentes y sistemas de esta instalación .

- *Metodología de caracterización de residuos especiales.* González Gandal, R.; Rodríguez Gómez, M. A. ; Gómez Castaño, N.

En este trabajo se plasmó la metodología desarrollada para la caracterización de los residuos especiales, almacenados temporalmente, de forma que tras la obtención de los resultados pueda establecerse su gestión, ya sea en el C.A. El Cabril o el futuro ATC .

Comité de redacción

● **DEBATE: ¿Debe mantenerse el screening mamográfico?**


- **Ponentes:** Pedro Ruiz Manzano (HCU Lozano Blesa de Zaragoza), Manuel Vilches (Instituto de Medicina Oncológica y Molecular de Asturias) y Marina Benito (Hospital Universitario Reina Sofía)

● El debate fue moderado por Pedro Ruiz Manzano y participaron la doctora y radióloga Marina Álvarez Benito que aportó argumentos a favor de mantener el cribado de mama y el doctor y Radiofísico Manuel Vilches Pacheco aportando los argumentos en contra.

● La polémica sobre el cribado mamográfico surgió para dilucidar la utilidad de los programas que fueron realizados entre los años 70 y 80. Esas primeras críticas se centraron en el riesgo carcinogénico de las dosis de radiación empleadas.

● Ahora encontramos ya otras importantes críticas al cribado, basadas en lo que podemos llamar prejuicios clínicos (falsos positivos, cáncer de intervalo, sobre-diagnóstico/sobre-tratamiento). El verdadero ataque contra los programas de cribado empieza con la revisión Cochrane publicada en el año 2000. El último trabajo que ha sido publicado por Magnus y cols. en 2015 ("beneficios y daños del cribado de mama") aportó datos de interés para la discusión.

● Las presentaciones fueron perfectas a pesar de que Manuel, con su vehemencia habitual, hizo un monólogo de 10 minutos antes de explicar su primera diapositiva. El debate posterior fue intenso entre los dos ponentes, con argumento tras argumento por parte de ambos hasta llegar al punto de enroque... con unos 10 minutos para opiniones y preguntas de los asistentes... El debate se podía haber alargado hasta el infinito... Sigue siendo un tema controvertido.

● Los medios de comunicación se hicieron eco de la sesión, y prueba de ello es el siguiente enlace: 

Pedro Ruiz Manzano

● **MESA REDONDA: Conclusiones del taller del OIEA sobre "Estrategias nacionales para la protección del paciente"**

- **Presidente:** Alejandro Nader (Autoridad Reguladora Nuclear en Radioprotección, Uruguay)
- **Participantes:** N. Roas (Nicaragua), P. Casado (SG de Calidad y Cohesión Dirección General de Salud Pública e Innovación. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad), A. Morales (SERAM), P. Rosales (SEPR), M. Sáez (SEFM).

● Con ocasión del Congreso Conjunto de la SEFM y la SEPR, profesionales procedentes de 19 estados miembros hispanohablantes del OIEA participaron en un taller de coordinación de la protección radiológica del paciente y su relación con la "Llamada a la acción de Bonn". Este taller se celebró en el marco del proyecto regional de cooperación técnica para América Latina denominado *Fortalecimiento de la infraestructura nacional para el cumplimiento de las regulaciones y requisitos en materia de protección radiológica para usuarios* (RLA9075).

En el taller se revisaron las áreas de trabajo de la protección del paciente. Las áreas elegidas fueron las siguientes: aplicación de la matriz de riesgo a los departamentos de radioterapia, optimización de la protección en las intervenciones guiadas por imágenes de rayos X, con énfasis en prevención de radiolesiones y en pediatría, medicina nuclear con énfasis en PET/CT, tomografía computada, transición de radiografía convencional a la digital, incluyendo la mamografía y la justificación de los exámenes de radiodiagnóstico. Además se decidió actualizar un manual de control de calidad en radiodiagnóstico desarrollado en la región en el pasado a fin de incluir en el mismo las técnicas digitales y otras nuevas tecnologías

Para lograr un enfoque sostenible, es necesario que para lo que resta del ciclo 2015 - 2017, se realicen misiones de experto en las diversas áreas y que cada una logre formar 20-25 profesionales en cada una de las seis áreas, los cuales después de la misión realicen trabajos siguiendo un programa de optimización supervisado por el experto y por el oficial técnico del OIEA. Después de cada misión el experto se mantendrá en contacto con los profesionales recién formados y con el oficial técnico del OIEA se celebrarán reuniones virtuales para supervisar el progreso de los trabajos y ayudarles a preparar informes y posibles publicaciones



*Pedro Ortiz López, (OIEA) y Alejandro Nader*

## CONFERENCIA SEMIPLENARIA: **Unidad Militar de Emergencias**

*Presidente:* Miguel Calvín (CSN).

*Ponentes:* Teniente Coronel Carlos Armada (Jefe del Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales, GIETMA) y Comandante José Manuel Martín Palma (2° Jefe GIETMA)

En esta conferencia se realizó una interesante descripción de las capacidades de la UME para hacer frente a las emergencias tecnológicas, mostrando a los asistentes la gran capacidad y agilidad de respuesta, que esta Unidad Militar posee para concentrar sus medios en cualquier punto del territorio nacional en caso de emergencia.

Acompañando a esta conferencia se realizó en el exterior de la sede una exhibición de una parte de los equipos de detección y reconocimiento radiológicos que tienen a disposición.








*Miguel Calvín*

## MESA REDONDA: **Redes sociales y PR**

*Ponentes:* Pedro Ruiz Manzano (Radiofísico adjunto H.C.U. Lozano Blesa Zaragoza), Gaspar Sánchez Merino (Radiofísico adjunto H.U. Araba Álava), Jose Luis Carrasco (H.U. Virgen de la Victoria Málaga), Eduardo Medina Gironzini (Director Centro Superior de Estudios Nucleares del Instituto Peruano de Energía Nuclear Lima, Perú), Juan

López Tarjuelo (Especialista en Radiofísica Hospitalaria Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón).

Las redes sociales han supuesto un cambio de paradigma de Internet: cada vez más, son los internautas los que se asocian, se relacionan, comparten información, divulgan sus conocimientos, sus necesidades y sus expectativas. Dentro de esta corriente de interacción mutua, los profesionales de la Protección Radiológica están usando las redes sociales como herramienta de interrelación, comunicación y difusión. Así, en el IV Congreso conjunto de las sociedades españolas de Física Médica y Protección Radiológica, SEFM y SEPR, se organizó una mesa redonda sobre redes sociales y Protección Radiológica que contó con la participación de cuatro figuras principales en este ámbito.

Eduardo Medina, iniciador y responsable de la red Radioprotección en Yahoo  y administrador de la comunidad Protección Radiológica de Facebook ; Pedro Ruiz, responsable de las redes de la SEPR en Facebook , Twitter  y LinkedIn ; Gaspar Sánchez, editor del blog de Física Médica *Desayuno con fotones* ; y José Luis Carrasco, administrador de la lista de distribución de correo de Radiofísica y Protección Radiológica de la red IRIS , efectuaron al principio sendas presentaciones individuales y breves sobre estas herramientas. Luego iniciaron una amena tertulia en la que al final se intercalaron las preguntas de los asistentes para facilitar la interacción entre los profesionales. Como novedad en esta mesa, durante la sesión los congresistas pudieron responder a una miniencuesta mediante el uso de una aplicación móvil.

A lo largo del acto fueron apareciendo puntos como los siguientes:

- Los usuarios de internet ante dudas referentes a la Protección Radiológica deberían poder acceder a documentos redactados y revisados por los profesionales del ámbito; pero estos últimos también deben estar preparados para contestar a los internautas en tiempo real, tal y como exigen algunas redes sociales y sus usuarios. Este aspecto suscitó bastante diálogo y se planteó la necesidad de alcanzar un equilibrio entre ambas tendencias complementarias.
- El mantenimiento de la red social es intensivo y precisa pues recursos.
- Las miniencuestas evidenciaron que entre los asistentes son pocos los que conocen o usan las herramientas de la SEPR.
- Existen internautas que podríamos calificar de tímidos en la red: muchos acceden solo para mirar o escuchar el mensaje, otros solo lo retransmitirán.
- La penetración de las redes es mayor de lo que pensamos y en concreto la brecha entre generaciones ya no es tan profunda como en años anteriores.
- Al finalizar, moderador, ponentes y asistentes estimamos que la mesa había alcanzado un buen grado de interacción y de variedad de contenidos.

*Juan López Tarjuelo*

# Empleo de un método multiescala de similitud estructural para la valoración de la calidad de imagen en procesos de optimización en TCMC pediátrico

M. Giner Sala, P. García Castañón, G. Pozo Rodríguez, P. Chamorro Serrano y M.L. España López

Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica, Hospital Universitario de la Princesa, Madrid

**RESUMEN:** El objetivo del presente estudio es la evaluación objetiva de la calidad de imagen clínica mediante la aplicación de un método multiescala de similitud estructural (MS-SSIM\*) y la evaluación de ruido, en la imagen obtenida tras procesos de optimización en procedimientos pediátricos de tomografía computarizada multicorte (TCMC) de tórax. Con objeto de cubrir el amplio rango diametral del tórax pediátrico se han utilizado dos maniqués, uno de polimetil metacrilato (PMMA) de 16 cm de diámetro y otro antropomórfico. Se han realizado tres adquisiciones TC diferentes, para cada maniquí, bajo el mismo topograma, la primera de ellas con el procedimiento estándar utilizando modulación en intensidad Z-DOM (imágenes de referencia). Las imágenes a evaluar corresponden a los procesos de optimización de dosis, a saber: modulación de intensidad con protectores de bismuto y reducción de intensidad respecto a la exposición de referencia en el procedimiento estándar. Los resultados obtenidos son un menor ruido y una similitud mayor con la imagen de referencia entre las imágenes adquiridas con modulación de intensidad y bismuto frente a las adquiridas por reducción de intensidad de hasta el 25%. La aplicación del algoritmo de similitud multiescala entre imágenes de TCMC puede aportar información relevante sobre la calidad de imagen obtenida frente a la evaluación mediante métodos subjetivos o dependientes de las condiciones de visualización.

**ABSTRACT:** The aim of this report is the objective evaluation of the clinical image quality through the implementation of a multiscale method of structural similarity (MS-SSIM\*) and the assessment of noise. The method has been applied to analyze multislice computed tomography (MSCT) chest pediatric images obtained with different optimization methods. To cover the broad chest diametrical ranges for pediatric patients, two phantoms have been used a cylindrical polymethyl methacrylate (PMMA) phantom of 16 cm diameter and an anthropomorphic phantom. Three different CT scans have been acquired for each phantom, with the same scout view. The first scan has been acquired with the standard protocol using intensity modulation with patient thickness, Z-DOM (reference image). Then, images from two different optimization procedures have been evaluated: first, intensity modulation with bismuth protectors and then reduced intensity relative to the reference exposure in the standard procedure. The results show lower noise and greater similarity to the reference image on the images acquired with intensity modulation and bismuth versus those acquired by reducing the intensity up to 25%. Multiscale similarity algorithm can provide relevant image quality information without subjectivity or dependence of viewing conditions.

Palabras clave: Covarianza, píxel, índice de similitud, ruido.

Keywords: cross-correlation, pixel, similarity index, noise.

## INTRODUCCIÓN

La función principal del sistema de visión humano es extraer información estructural de una imagen desde un campo de visión dado. La evaluación de imágenes debe por tanto contemplar alguna medida de pérdida de información estructural que informe de la distorsión que puede apreciarse en la imagen.

El Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico [1], establece como parámetros para evaluar la

calidad de imagen TC (Tomografía Computarizada): ruido, ausencia de artefactos, valores medios del número TC, contraste, uniformidad espacial del número TC, resolución espacial y resolución de bajo contraste.

El algoritmo del programa (método multiescala de similitud estructural) MS-SSIM\* [2] parte del cálculo paralelo de los valores denominados luminosidad, contraste y estructura de la imagen a través del valor de píxel, la desviación estándar y la covarianza, respectivamente, entre dos imágenes



estudiadas píxel a píxel mediante un barrido de ventana simultáneo en ambas imágenes. El proceso itera para distintas escalas, con filtros pasa baja, y gradientes de distorsión. El resultado final es un índice de similitud entre imágenes, obtenido aplicando factores exponenciales, ponderados para simular la calidad de imagen percibida por el observador real, sobre los tres valores calculados.

El objetivo del estudio es aplicar dicho índice junto con evaluación de ruido en regiones de interés para valorar de forma objetiva la calidad de imagen clínica en procesos de optimización de dosis en estudios de tomografía computarizada (TC) pediátrica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

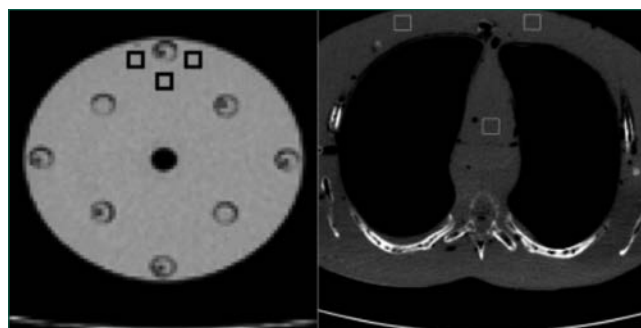
El estudio se ha realizado en un equipo de tomografía computarizada (TC) modelo Philips Brilliance 64, con 64 filas de detectores, implantado en un hospital pediátrico. Los protocolos de adquisición utilizados han sido optimizados para el paciente pediátrico.

Para las medidas de los parámetros físicos de calidad de imagen se han utilizado dos maniqués, uno cilíndrico de PMMA de 160 mm de diámetro y 152 mm de longitud, y otro, antropomórfico de material equivalente al tejido humano (Rando-phantom).

Los blindajes de bismuto (Bi) utilizados, FæLMEDICAL, equivalen a 0,06 mm de plomo. Se ha verificado la atenuación de los mismos para la calidad del haz de tomografía realizando un estudio del valor del índice de dosis en TC (CTDI), con el maniqué cilíndrico, utilizando un detector de estado sólido con *software* CT DoseProfileAnalyzer v.4.0B de Barracuda RTI Electronics (Suecia).

Las imágenes evaluadas sobre cada maniqué se han obtenido con el mismo campo de visión (FOV) y el mismo topograma: 360 x 360 píxeles sobre el maniqué de PMMA y de 263 x 263 sobre el antropomórfico. Se toman como imágenes de referencia las que se obtienen de la adquisición realizada con el protocolo estándar para el tórax pediátrico, que incluye modulación de intensidad con el espesor (Z-DOM). Los procedimientos de adquisición a evaluar consisten en una reducción de la dosis superficial (en mama) aplicando Bismuto posicionado a 2 cm y 4 cm de la superficie del maniqué [3] utilizando así mismo la modulación de intensidad, denominadas Bi2 o Bi4 respectivamente, e imágenes obtenidas con reducción de intensidad (mAs máximos), sin Z-DOM, del 40% y 25% respecto a la intensidad de adquisición de la imagen de referencia, denominadas mAs40 y mAs25, respectivamente.

Se ha evaluado, por un lado, el ruido, considerado como desviación estándar (STD) del valor de píxel, usando las regiones de interés (ROI) de la Figura 1, denominadas según su posición TopDerecha, TopIzquierda y Mediastino.



**Figura 1:** Localización de las ROI estudiadas en cada maniqué denominadas según la posición, vista desde la imagen, por TopDerecha, TopIzquierda y Mediastino.

Por otro lado, el índice de similitud MS-SSIM\*, ha sido evaluado bajo el algoritmo de Rouse/Hemami [4], entre la imagen adquirida y la de referencia. Cuanto más cercano a la unidad sea el índice mayor es la similitud entre dichas imágenes.

Como mejor estimador del valor verdadero tanto del ruido, en cada ROI, como de los índices de similitud se opta por el promedio de estos parámetros en tres cortes consecutivos bajo la región a estudiar, de forma que se puedan asociar incertidumbres de dispersión a cada valor.

## RESULTADOS

### Estimación dosimétrica

La evaluación dosimétrica de la utilización de protectores de Bi se ha realizado utilizando el maniqué cilíndrico, obteniéndose reducciones del 39,2% en la dosis superficial de referencia ( $4,47 \pm 0,07$  cGy), lo que confirma las especificaciones del fabricante, y en un 22,6% en la región central. La disminución del 40% en intensidad reduce la dosis en la región superficial y central en un 33,7% y 39,3% respectivamente.

### Valoración de la calidad de imagen

#### Maniqué Uniforme

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla I (a), en los que se observa un incremento del ruido relativo entorno al 10% tanto al utilizar Bi como reducción de intensidad del 25%. Reduciendo al 40% dicha intensidad el ruido aumenta al 27%.

La representación gráfica del ruido se muestra en la Figura 2 (a).

El estudio de similitud con la imagen de referencia, Tabla II (a), muestra un resultado superior en el caso de usar Bi separado a 2 cm de superficie, con un valor del índice de  $0,6774 \pm 0,0007$  frente a  $0,6712 \pm 0,0011$  obtenido con la reducción de intensidad al 40%. Con una reducción del 25% en intensidad,

| Ruido (STD del valor de pixel). Maniquí Uniforme |               |               |                |
|--|---------------|---------------|----------------|
|  | TopDerecho    | TopIzquierdo  | Mediastino     |
| Ref.   | 6,7 (7,2-5,9) | 6,7 (6,8-6,7) | 7,6 (8,2-7,1)  |
| Bi2  | 8,4 (8,8-7,8) | 7,4 (7,7-7,1) | 8,4 (12,3-9,5) |
| mAs40  | 8,5 (9,1-7,8) | 8,5 (9,1-7,5) | 9,7 (10,0-9,4) |
| mAs25  | 8,5 (8,9-8,1) | 7,5 (7,7-7,3) | 8,2 (8,4-7,8)  |

| Ruido (STD del valor de pixel). Maniquí Rando |                 |                |                  |
|---|-----------------|----------------|------------------|
|   | TopDerecho      | TopIzquierdo.  | Mediastino       |
| Ref.  | 7,4 (8,0-6,9)   | 8,0 (8,1-7,82) | 10,2 (10,6-9,6)  |
| Bi4   | 10,5 (11,4-9,6) | 9,4 (11,3-8,3) | 11,7 (12,9-10,7) |
| mAs40   | 8,7 (9,1-8,4)   | 9,6 (11,1-8,1) | 13,0 (14,1-12,2) |
| mAs25   | 9,9 (10,4-9,6)  | 9,3 (9,5-8,9)  | 11,8 (13,0-10,3) |

Tabla I. Rango de valores y valor promedio de las ROI estudiadas sobre tres cortes consecutivos del maniquí uniforme (a), en la parte superior, y del maniquí Rando (b), parte inferior de la tabla.

| Promedios Maniquí Uniforme |                 |                 |                 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                            | Bi2             | mAs40           | mAs25           |
| Luminosidad                | 0,9998          | 1,0000          | 1,0000          |
| Contraste                  | 0,9876          | 0,9857          | 0,9919          |
| Estructura                 | 0,6860 ± 0,0007 | 0,6809 ± 0,0011 | 0,6831 ± 0,0011 |
| Índice                     | 0,6774 ± 0,0007 | 0,6712 ± 0,0011 | 0,6775 ± 0,0011 |

| Promedios Maniquí Rando |               |               |               |       |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|
|                         | Bi4           | mAs40         | mAs25         | Bi2   |
| Luminosidad             | 0,999         | 1,000         | 1,000         | 0,998 |
| Contraste               | 0,985         | 0,988         | 0,988         | 0,966 |
| Estructura              | 0,745 ± 0,004 | 0,740 ± 0,005 | 0,745 ± 0,006 | 0,720 |
| Índice                  | 0,734 ± 0,004 | 0,731 ± 0,005 | 0,736 ± 0,006 | 0,694 |

Tabla II. Resultados del estudio MS-SSIM\*, se muestran los valores promedio de tres imágenes TC consecutivas y centrales. (a) Resultados obtenidos en el estudio del maniquí homogéneo. (b) Resultados del estudio sobre el maniquí Rando.

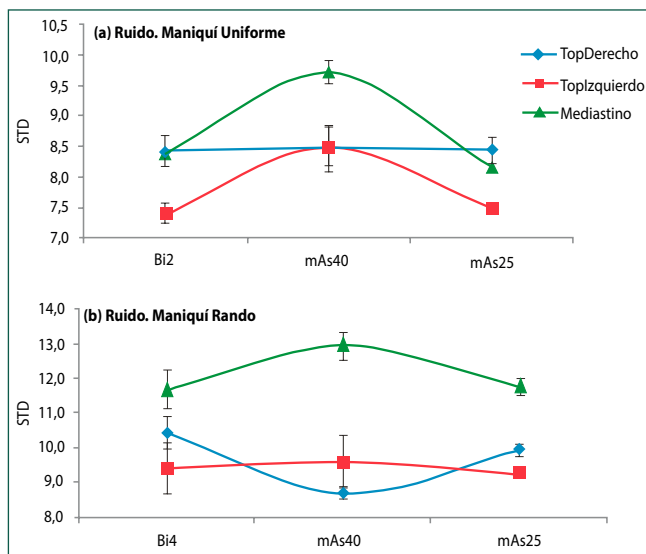


Figura 2: En el eje de abscisas se contemplan los distintos procedimientos estudiados, en ordenadas se representa el valor promedio de las desviaciones estándar del valor de pixel de cortes consecutivos TC para el mismo estudio. En la parte superior (a) se muestran los resultados sobre el maniquí uniforme y en la parte inferior (b) el estudio dedicado al maniquí Rando.

el resultado obtenido ha sido de  $0,6775 \pm 0,0011$ . Gráficamente se representa en Figura 3 (a).

La calidad de imagen posicionando bismuto a 2 cm, para este diámetro de maniquí es suficientemente buena, por lo que no corresponde extender el estudio distanciando el protector de la superficie a 4 cm.

### Maniquí Antropomorfo

En la Tabla I (b) se muestran los valores obtenidos del estudio de ruido en promedio y el rango observado.

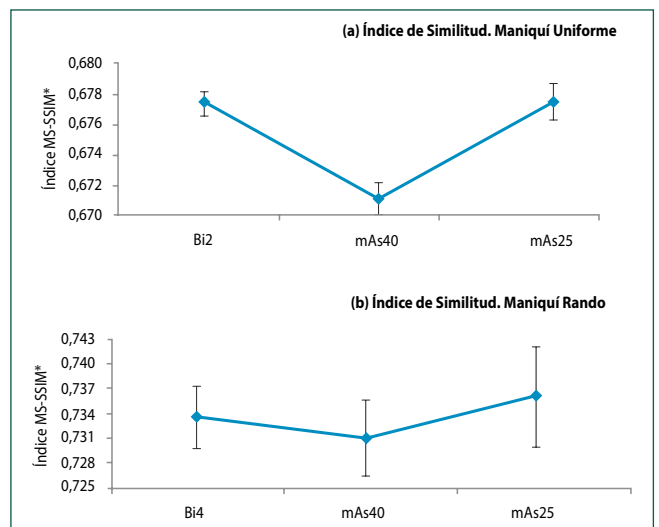


Figura 3: Representación del índice de similitud promedio del valor de tres cortes consecutivos de TC. En la parte superior (a) se muestra el estudio sobre el maniquí homogéneo, en la parte inferior (b) sobre el maniquí Rando. La incertidumbre relativa de las medidas en ambos casos es pequeña aunque la variación en magnitud del índice en el estudio de la parte inferior es comparable a la magnitud de su incertidumbre.

El comportamiento de la desviación estándar es similar al estudiado en el caso del maniquí homogéneo, Figura 2 (b), aunque se encuentra una incongruencia en el caso del estudio de la ROI en la región derecha (TopDerecha).

Los resultados de los índices de similitud se muestran en Tabla II (b).

El índice de similitud entre la imagen de referencia y la adquisición con Bi separado a 4 cm de la superficie es de  $0,734 \pm 0,004$ . Reduciendo la intensidad al 40% y 25%





del valor de referencia los índices obtenidos como promedio han sido  $0,731 \pm 0,005$  y  $0,736 \pm 0,006$ , respectivamente. La representación gráfica de lo anterior se muestra en Figura 3 (b).

Los valores obtenidos con Bi a 2 cm presentan una dispersión inaceptable, del 7%, así como valores claramente inferiores al resto de imágenes, 0,694.

## DISCUSIÓN

La reducción de intensidad consigue una homogenización de la dosis superficial y una reducción dosimétrica superior en órganos centrales frente a la utilización de bismuto para una misma dosis en superficie.

Además la reducción de intensidad no "falsea" el valor de los números CT, cuya evaluación puede resultar de interés en ciertos estudios, aunque por otro lado perdemos la posibilidad de utilizar modulación con el espesor.

El uso de Bismuto aporta niveles de ruido similares a los obtenidos con una reducción del 25% en intensidad y una disminución de dosis, sobre la zona a proteger, cercana al 40%. Además permite el empleo adicional de modulación de intensidad en la adquisición.

El espesor del paciente condicionará la separación mínima protector-piel para conseguir la calidad de imagen deseada.

Aunque los resultados obtenidos con el estudio de MS-SSIM\* convergen con los estudios del ruido, su variación en magnitud, en ciertos casos, ha sido comparable a la incertidumbre estimada para el valor medio del mismo, lo cual se considera una limitación de éste índice. Este hecho se observa únicamente en el estudio del maniquí antropomórfico y por tanto achacamos esta mayor variación entre cortes a la reconstrucción en número CT del tomógrafo en un medio heterogéneo.

Las conclusiones derivadas de este estudio son las mismas si nos centramos únicamente en la métrica  $R^*$ , coeficiente de correlación o estructura.

## CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad de imagen con el índice MS-SSIM\* no se limita a unas regiones seleccionadas por el usuario, como es el caso de la selección de ROI para el estudio del ruido, sino que se obtienen sobre la imagen total.

Los resultados obtenidos son valores objetivos, sin depender en medida alguna del observador ni de las condiciones de visualización de la imagen, y además merece destacar su fácil aplicación.

La utilización del índice de similitud presenta por tanto ventajas sobre los métodos de evaluación habituales, aunque tiene como limitación la ligera variación en magnitud de su índice al cambiar las condiciones de adquisición de la imagen del maniquí Rando, por lo que se debería realizar el estudio de incertidumbres previamente para estudios TC.

## REFERENCIAS

- [1] Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. SEFM-SEPR-SERAM Revisión 2011
- [2] Z. Wang, E. Simoncelli, and A. Bovik, "Multi-scale structural similarity for image quality assessment," in Proceedings of the 37th IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, Pacific Grove, Ca, IEEE (2003), pp. 529-554
- [3] S. Kim, D. P. Frush. Bismuth shielding in CT: support for use in children. *PediatrRadiol* (2010) 40:1739-1743.
- [4] M. Rouse and S. Hemami, "Analyzing the Role of Visual Structure in the Recognition of Natural Image Content with Multi-Scale SSIM," *Proc. SPIE Vol. 6806, Human Vision and Electronic Imaging 2008*.

## AGRADECIMIENTOS

Al servicio de Radiodiagnóstico pediátrico del Hospital Universitario Infantil Niño Jesús por prestar sus instalaciones para este estudio.

# HERCA, un foro para la cooperación práctica entre las autoridades europeas de protección radiológica

Olvido Guzmán

Jefe de la Secretaría Técnica HERCA

(Autoridad de Seguridad Nuclear francesa, ASN Departamento de Relaciones Internacionales)

**RESUMEN:** HERCA (Hheads of the European Radiological Protection Competent Authorities) es una asociación que reúne a los jefes de 51 autoridades de Protección Radiológica de 31 países europeos. Tiene el propósito de desarrollar nuevos enfoques armonizados en materia de protección radiológica sin duplicar otros esfuerzos internacionales. La asociación facilita el estrecho contacto entre las autoridades nacionales, tanto a nivel institucional como entre expertos a través de diversos grupos de trabajo. Asimismo, el estrecho contacto con la Comisión Europea garantiza la relevancia y evita la duplicidad del trabajo. Mediante la constitución de HERCA, se ha establecido un foro de cooperación entre las autoridades de protección radiológica en Europa. HERCA también está disponible y dispuesta a colaborar con otras partes interesadas y asociaciones similares y en este contexto se han desarrollado relaciones con más de cincuenta de ellas, incluidas las organizaciones internacionales. En este artículo se describe el origen de la asociación, la estructura y su composición, y se mencionan algunos de los principales logros de la asociación. Posteriormente, se centra en las relaciones de HERCA con las partes interesadas, para concluir con una perspectiva sobre el papel de HERCA en el ámbito de la protección radiológica.

**ABSTRACT:** HERCA (Hheads of the European Radiological protection Competent Authorities) is an association bringing together the Heads of 51 Radiation Protection Authorities from 31 European countries. It has the ambition to develop new harmonized approaches to radiation protection without duplicating other international efforts. The association enables close contacts between the national authorities both on the managerial level and between experts in several Working Groups. Close contacts with the European Commission ensures relevance and avoids duplication of work. Through the establishment of HERCA, a forum for closer cooperation between the radiological protection authorities in Europe has been established. HERCA is also ready and willing to collaborate with other relevant stakeholders and partners and in this context it has developed relations with more than fifty of them, including international organizations. This article describes, the origin of the association, the structure & membership mentioning some major achievements of the association. It then focus on HERCA's relations with relevant stakeholders to conclude with an outlook on HERCA's role in the radiation protection arena.

Palabras clave: asociación, organismos reguladores, enfoques armonizados, cooperación.

Keywords: association, regulatory bodies, harmonized approaches, cooperation.

## EL ORIGEN DE LA ASOCIACIÓN

La Asociación se creó en 2007 por iniciativa de la autoridad de Seguridad Nuclear francesa (ASN), que consideró que había una necesidad de fortalecer las relaciones entre los jefes de las autoridades de protección radiológica en Europa. Estas autoridades se ocupan de temas generalmente cubiertos por disposiciones del Tratado Euratom. Este Tratado existe desde 1957 para dar forma a una política armonizada en Europa sobre los usos pacíficos de la energía nuclear y la protección radiológica. Sin embargo, las diferencias en la transposición de las normas, directivas, recomendaciones y orientaciones internacionales y europeas, así como las consecuentes diferencias en su implementación práctica en toda Europa, pusieron de manifiesto la conveniencia de disponer de una red/asociación a modo de foro donde intercambiar opiniones sobre la reglamentación en protección radiológica. HERCA satisface esta necesidad.

En el marco de HERCA, y por invitación de la ASN, se celebró una primera Reunión de Reguladores Europeos en Protección Radiológica en París, el 29 de mayo de 2007. El objetivo de la reunión fue identificar con mayor detalle y discutir los desafíos existentes en protección radiológica que no habían sido abordados en toda su extensión por organizaciones o foros ya existentes. Con el fin de iniciar las discusiones, se remitió a los participantes una lista provisional de los desafíos en protección radiológica y se pidió a las autoridades que indicaran las prioridades establecidas para cada uno de estos desafíos. En esa reunión, se decidió la creación de cinco grupos de trabajo sobre los temas señalados por los participantes como los de mayor prioridad en cuanto a la necesidad de su armonización. Con ello, HERCA quedó constituida, si bien los primeros *Términos de Referencia* de la Asociación fueron aprobados en 2008, con ocasión de la reunión que se mantuvo entonces.



## OBJETIVOS Y ÁMBITOS DE COMPETENCIA

El objetivo final de HERCA es contribuir a un elevado nivel de protección radiológica en toda Europa a través de:

- Construcción y mantenimiento de una red europea global entre los reguladores de seguridad radiológica en Europa;
- Promover el intercambio de ideas y experiencias y aprender de las mejores prácticas de cada uno;
- Discutir y en su caso, expresar la opinión de consenso sobre los aspectos más relevantes de la protección radiológica y otras cuestiones reglamentarias;
- Desarrollar, por consenso siempre que sea posible, un enfoque común sobre cuestiones relativas a la protección radiológica;
- Tener un impacto en la práctica de la protección radiológica, en los Estados miembros de HERCA, a través de la aplicación voluntaria de los resultados del trabajo HERCA.

Los ámbitos de competencia de HERCA abarcan:

- Protección radiológica durante el diseño, la construcción, la operación y el desmantelamiento de las instalaciones y las centrales nucleares,
- El transporte, almacenamiento y uso de materiales radiactivos y equipos emisores de radiaciones ionizantes con fines industriales, médicos, veterinarios y de investigación, incluyendo las fuentes de radiación de origen natural y los productos de consumo.

HERCA abarca la protección radiológica tanto en condiciones normales de operación como en caso de incidentes o accidentes y las posibles consecuencias de los actos malévolos.

En resumen, HERCA aborda los aspectos normativos de la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos de la radiación ionizante.

## LA MEMBRESÍA DE HERCA

La singularidad de HERCA, en comparación con otras redes/ asociaciones preexistentes sobre protección radiológica en Europa, radica en que se compone de las Autoridades Europeas en la materia (RPA) representados por la máxima gerencia de cada Autoridad, personas que, o bien tienen capacidad de decisión o pueden al menos influir considerablemente en la definición de las estrategias y decisiones dentro de su país. Actualmente, HERCA reúne a 53 organizaciones (autoridades en protección radiológica y organizaciones de apoyo técnico) de 31 países europeos (los 28 miembros de la Unión Europea, Islandia, Noruega y Suiza). La razón por la que hay más Autoridades de protección radiológica que países es que, en algunos de ellos, las competencias en protección radiológica son compartidas por varias autoridades, siendo éstas además, de distinta índole.

Para participar en HERCA, las autoridades de protección radiológica tienen que nombrar oficialmente a sus repre-

sentantes en cada uno de los diferentes niveles de gestión de la asociación. El nombramiento debe hacerse al nivel organizativo más alto dentro de la organización nacional. Actualmente alrededor de 300 representantes son miembros de HERCA.

## MODELO DE GESTIÓN DE HERCA

La estructura de gestión de HERCA consiste en:

- Un Consejo de Administración (*Board of HERCA - BOH*), que se reúne en sesión plenaria dos veces al año. Está presidido por un presidente o un vicepresidente en ausencia de éste. Los actuales presidente y vicepresidentes de HERCA son:
  - Presidente: Sigurdur Magnússon, director de la Autoridad de Seguridad Radiológica de Islandia.
  - Vicepresidentes: Pierre Franck Chevet, presidente de la Autoridad de Seguridad Nuclear francesa y Karla Petrova, directora adjunta de Protección Radiológica de la Autoridad de Seguridad Radiológica Checa.
- Una serie de grupos de trabajo (*Working groups - WG*) y grupos de acción (*Task Forces - TF*) establecidos por el Consejo de Administración para abordar cuestiones de interés común.
- Una Secretaría Técnica de apoyo al Consejo y al presidente, que asegura la coordinación general y facilita el desarrollo de todas las actividades de HERCA.

Los miembros del Consejo han de ser jefes de sus organizaciones, o, si eso no es posible, altos directivos, con autoridad para tomar decisiones en nombre de la RPA, y para asistir a las reuniones del Consejo regularmente. Este es un requisito previo, ya que se espera que el resultado aprobado por HERCA tenga un impacto en la forma en que la protección radiológica se implementa en la práctica a nivel nacional, y en última instancia en Europa.

Los miembros de los distintos grupos de trabajo también son nombrados por sus respectivas autoridades. En general, se trata de jefaturas a nivel técnico o de expertos de alto nivel. Se distingue entre "miembros permanentes" y "miembros corresponsales" (que no asisten físicamente a las reuniones) con el fin de permitir una participación más amplia, especialmente en aquellos países que no pueden enviar representantes para asistir físicamente a la reunión, pero que pueden contribuir al WG por medio del correo electrónico. El establecimiento de cada WG es responsabilidad del Consejo, quien ha de encomendar formalmente cada grupo.

## METODOLOGÍA DE TRABAJO DE HERCA

La metodología de trabajo de los WG se caracteriza por su flexibilidad para adaptarse en función de las necesidades de cada situación (tipo de tema y limitaciones de tiempo). Sin embargo, algunos principios comunes aplican a todos los grupos de trabajo:

- Trabajar hacia un entendimiento común realizando un análisis o evaluación comparativa sobre el enfoque práctico aplicado por los diferentes países en un tema determinado (por ejemplo, la implementación de las Directivas Euratom) e identificando aspectos comunes, diferencias y buenas prácticas.
- Seguir trabajando hacia un enfoque común, siempre que sea posible, por ejemplo, haciendo propuestas de armonización o enfoques comunes sobre el tema, sobre la base de las buenas prácticas identificadas.

Otro principio importante que aplica HERCA es evitar la duplicidad de los trabajos realizados por otros. En este contexto, como regla general, cada WG debe comenzar su trabajo en un nuevo tema mediante la investigación de lo que otros han hecho o están haciendo, para aprovechar el trabajo realizado y construir sobre el mismo.

Cuando se requiere abordar cuestiones específicas que no están cubiertas por el alcance o mandatos de WG existentes y tienen en general un carácter estratégico o existe limitación de tiempo, el Consejo puede decidir constituir un grupo de acción (*Task Force*) que funcionará de manera similar a los grupos de trabajo.

En algunos casos, una red interna puede resultar más eficiente que el establecimiento de un WG/TF, en particular, cuando el único objetivo es el intercambio de información o el mantenimiento de los contactos de un ex WG/TF. Finalmente, HERCA puede organizar o apoyar la celebración de talleres (*workshops*) con el fin de facilitar el intercambio entre los miembros de HERCA y finalmente, preparar recomendaciones sobre las cuestiones identificadas.

### ACTIVIDADES ACTUALES

El programa de trabajo de HERCA se basa en intereses comunes sobre la implementación práctica y armonizada de

importantes cuestiones reglamentarias que deben aplicarse a nivel nacional. El Consejo de HERCA decide sobre el programa de trabajo y define las prioridades, según sea necesario. Los campos actuales de las actividades de HERCA incluyen:

- Preparación y Respuesta ante Emergencias,
- Aplicaciones médicas,
- Trabajadores externos y el carnet radiológico,
- Fuentes y prácticas no médicas,
- Aplicaciones veterinarias,
- El radón,
- Transposición de la Directiva Euratom-BSS,
- Formación y entrenamiento en protección radiológica.

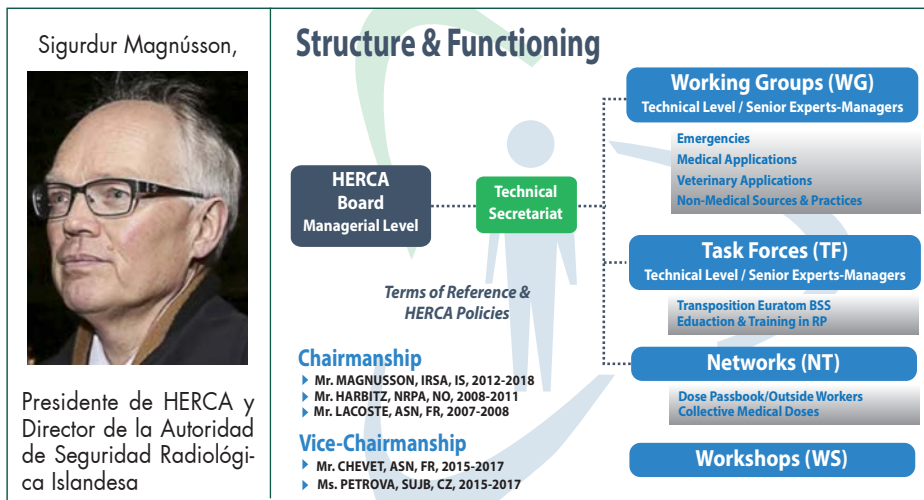
### ALGUNOS LOGROS

Desde su creación, HERCA se ha preocupado por el desarrollo de enfoques regulatorios comunes a la hora de llevar éstos a la práctica, obteniendo como resultado una serie de posiciones comunes, declaraciones y enfoques sobre la preparación para emergencias, el control de las exposiciones ocupacionales, médicas y del público, la justificación de ciertas prácticas, etc.

En octubre de 2014, HERCA aprobó un Plan de Acción en relación con la transposición y aplicación de la nueva Directiva Euratom-BSS<sup>1</sup>. El Plan de Acción aprobado cubre las siguientes áreas: identificación del papel de HERCA en la transposición de las nuevas BSS de la UE a las regulaciones nacionales; definición de acciones para HERCA en relación con la transposición de la BSS; coordinación entre HERCA y la Comisión Europea en relación con las actividades de transposición de las BSS. Este Plan de acción ha tenido una gran influencia en las actividades de los WG de HERCA y está demostrando ser muy útil para ayudar a los miembros de HERCA en el proceso de transposición de algunos temas específicos.

En el ámbito de la preparación y respuesta ante emergencias, un reciente e importante logro es el nuevo enfoque europeo para la mejor coordinación transfronteriza de las acciones de protección durante la respuesta en la fase temprana de un accidente nuclear que ha sido desarrollado en colaboración con WENRA (*approach HERCA-WENRA*). Otros

<sup>1</sup>Las nuevas BSS, Directiva 2013/59/Euratom, se publicaron en el Boletín Oficial de la Unión Europea el 17 de Enero de 2014, y los Estados miembros tienen hasta el 6 de Febrero de 2018 para completar el proceso de su transposición a la normativa nacional.





## LAS RELACIONES CON LAS PARTES INTERESADAS

La cooperación y colaboración con otras organizaciones relevantes es de gran importancia para HERCA, lo que se refleja en los *Términos de Referencia* de la Asociación, que establecen que:

*“HERCA desarrollará y mantendrá, cuando proceda, relaciones adecuadas con las autoridades reguladoras de los países que no son miembros de HERCA así como con organizaciones internacionales y otras partes interesadas.*

*HERCA mantendrá informadas a las partes interesadas sobre sus actividades y estará dispuesta a considerar solicitudes de asesoramiento en materia de protección radiológica y asuntos reguladores”.*

logros en esta materia consisten en propuestas prácticas para una mayor armonización de las respuestas de los distintos países europeos ante cualquier emergencia nuclear o radiológica frente a un accidente en un país lejano (tipo Fukushima) y una guía práctica sobre la viabilidad de las medidas y acciones de protección tempranas.

En el campo de la medicina HERCA ha expresado puntos de vista comunes sobre cuestiones tales como: la aplicación del principio de justificación, el uso de equipos portátiles de rayos X dental, el screening o exploración de individuos asintomáticos, los criterios para el alta del paciente después de la terapia con I-131 y el desarrollo de un modelo de tarjeta europea para la “liberación” o alta del paciente; el proceso de optimización de la dosis recibida por Tomografía Computarizada (TC) mediante la educación y formación y el papel de los fabricantes de estos equipos en este proceso. En este campo se ha establecido un diálogo con las partes interesadas más importantes (por ejemplo, los principales fabricantes de TC a nivel mundial) para discutir un futuro plan de acción dirigido a evitar las dosis elevadas innecesarias e injustificadas a los pacientes. En este contexto, se ha organizado por HERCA una serie de reuniones entre los agentes involucrados sobre la aplicación del principio de justificación y sobre el uso optimizado de los equipos de TC.

Otros logros de la asociación incluyen el carnet radiológico común europeo propuesto por HERCA que ha sido incluido en su mayoría en las nuevas Euratom-BSS, así como puntos de vista comunes sobre temas tales como la justificación de los escáneres de cuerpo entero mediante el uso de rayos X por razones de seguridad (por ejemplo, en los aeropuertos) o aspectos reguladores sobre las lámparas que contienen pequeñas cantidades de materiales radiactivos.

HERCA colabora con las partes interesadas y favorece la participación de los interesados con el fin de maximizar la eficiencia y la eficacia de sus esfuerzos.

En este marco, desde su creación en 2007, HERCA ha sido abordada por un número creciente de grupos de interés. También en un intento de colaborar y evitar la duplicidad de trabajo en algunas áreas, HERCA se ha acercado a algunos foros. El número total de organizaciones, asociaciones, plataformas, proyectos, etc. con el que se ha establecido algún tipo de relación ha ido en aumento, especialmente en los últimos años alcanzando una cifra de más de cincuenta, incluyendo las siguientes categorías: organizaciones internacionales, clubes de autoridades, sociedades médicas, proyectos y plataformas de investigación, organizaciones estadounidenses, fabricantes, etc. Huelga decir que estas relaciones son diversas en cuanto a su naturaleza y formalismo.

Entre todas las partes interesadas, la Comisión Europea tiene un estatus especial, jugando un papel de observador permanente en todas las reuniones del Consejo de HERCA y habiendo nombrado a representantes en todos los grupos de trabajo. Estos estrechos contactos con la Comisión Europea permiten una vez más evitar la duplicidad de trabajo y garantizar la coordinación de esfuerzos.

Otras organizaciones internacionales también han nombrado observadores permanentes en algunos de los grupos de trabajo de HERCA. Este es el caso del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) o la Organización Mundial de la Salud (OMS), que son observadores en el WG de HERCA sobre Aplicaciones Médicas y en el WG sobre Emergencias.

HERCA es una organización de Enlace Especial para la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y para el Consejo Nacional de Protección y Medidas Radiológicas

(NCRP). También ha firmado un memorando de entendimiento con la Autoridad sobre Alimentos y Medicamentos (FDA) de Estados Unidos.

### **LOS ESFUERZOS DE COLABORACIÓN CON LAS PARTES INTERESADAS EN EL CAMPO DE LA MEDICINA**

HERCA, en sus debates, ha llegado a la conclusión de que las acciones aisladas de las autoridades nacionales en protección radiológica –o, de hecho, por cualquier parte interesada a nivel individual– sólo se traduce en un beneficio limitado. Esto ha llevado a establecer una serie de reuniones entre las múltiples partes interesadas donde se discuten los esfuerzos de colaboración entre las mismas, con el fin de que los aspectos relacionados con la obtención de imágenes radiológicas médicas se mejoren sustancialmente. Al ofrecer una plataforma para la colaboración, a través de estas reuniones de múltiples partes interesadas, HERCA persigue que las acciones emprendidas o previstas por los distintos contribuyentes sean transparentes, compatibles entre sí, y, que preferentemente, se complementen y refuercen mutuamente. Al ser consideradas en conjunto, se cubren todas las necesidades identificadas por todas las partes.

Tres productivas reuniones entre múltiples agentes involucrados en el campo de la medicina han demostrado que este enfoque puede conducir a resultados exitosos.

### **LA COOPERACIÓN CON OTROS REGULADORES**

HERCA tiene esfuerzos conjuntos con su asociación hermana WENRA (Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental) para desarrollar un nuevo enfoque en Europa para lograr una cooperación más estrecha en caso de accidente o emergencia nuclear (ver logros).

### **ALGUNAS CONCLUSIONES**

HERCA es una asociación joven creada en 2007 por iniciativa de la ASN, con el objetivo de contribuir a un elevado nivel de protección radiológica en toda Europa. Desde entonces, HERCA se ha convertido en un activo muy valioso para la protección radiológica en Europa, contribuyendo con enfoques comunes en determinados campos de la protección radiológica ocupacional, aplicaciones médicas o de preparación y respuesta ante emergencias.

La cooperación entre las autoridades a través de HERCA ha contribuido a:

- aumentar la eficiencia y eficacia;
  - recopilar buenas ideas y buenas prácticas;
  - mejorar la transparencia general;
  - obtener resultados con un alcance mayor comparando con lo que un organismo regulador puede lograr en solitario;
- HERCA es actualmente una asociación bien establecida. Algunos de los retos para el futuro incluyen:
- Continuar desarrollando, por consenso siempre que sea posible, enfoques y opiniones comunes sobre cuestiones de protección radiológica.
  - El seguimiento y el intercambio sobre la aplicación de los logros HERCA en las prácticas nacionales de protección radiológica.
  - Ofrecer plataformas de colaboración a partes interesadas relevantes con vistas a obtener compromisos transparentes, compatibles y preferentemente complementarios que se refuerzan mutuamente con el objetivo de alcanzar lo más altos niveles de protección radiológica.

La experiencia de HERCA ha sido satisfactoria y se recomienda a los demás, teniendo por supuesto, en cuenta su situación particular. Nuestra breve receta para el éxito es:

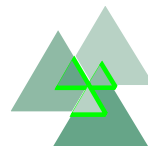
*Identificar necesidades/vacíos para el grupo; organizar una reunión incluyendo trabajos preparatorios, como la identificación de los temas prioritarios; garantizar la capacidad de financiación de los recursos humanos y empezar a trabajar para buscar resultados fructíferos. Si esto ocurre, establecer contactos con las partes interesadas pertinentes para asegurarse de no duplicar el trabajo ya realizado en otros lugares y buscar la colaboración/cooperación con el resto.*

### **REFERENCIAS**

- [1]. HERCA: [www.herca.org](http://www.herca.org) [Inglés]
- [2]. ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire - <http://www.french-nuclear-safety.fr/> [Inglés y Francés]
- [3]. FANC: Federal Agency for Nuclear Control - <http://www.fanc.fgov.be/page/homepage-federalagentschap-voor-nucleaire-control-fanc/1.aspx> [Francés y Flamenco]



Imagen: 10ª reunión de HERCA en París, 30-31 Octubre 2012 © ASN 2012



## NOTA TÉCNICA

# CONSTANTES DE TASA DE KERMA EN AIRE Y DE TASA DE EQUIVALENTE DE DOSIS AMBIENTAL DE ALGUNOS RADIONUCLEIDOS UTILIZADOS EN APLICACIONES MÉDICAS

**Néstor Cornejo Díaz.** Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes (Ciemat)

**Antonio Brosed Serreta .** Comité Científico de la SEFM

**Pedro Ruiz Manzano.** S. Física y Protección Radiológica. HCU "Lozano Blesa". Zaragoza

**RESUMEN:** Se han calculado las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para 32 radionucleidos usados en Medicina nuclear y en Braquiterapia. Se han tenido en cuenta los fotones de rayos X característicos y de radiación gamma con energías iguales o superiores a 20 keV y con una probabilidad de emisión superior al 0,01 % por transformación. En los cálculos se han utilizado los datos actualizados de las energías, las probabilidades de emisión y los coeficientes de transferencia de energía másicos para el aire. Se incluye un análisis de la incertidumbre de las constantes que se pueden calcular con los datos actualmente disponibles y se concluye que esta puede ser aceptable para los fines de la Protección radiológica de los trabajadores y el público.

**ABSTRACT:** Air kerma rate constants and ambient dose equivalent rate constants have been calculated for 32 radionuclides used in Nuclear Medicine and Brachytherapy. All characteristic X-rays and gamma rays photons, with energies equal or greater than 20 keV and a yield per decay event greater than 0,01% have been considered. In the calculation, the latest gamma ray spectral data for all radionuclides and latest data for the mass energy transfer coefficient for air were used. An uncertainty analysis of the constants values that can be obtained with the available data is included, concluding that they could be acceptable for the Radiological Protection of the public and occupationally exposed workers.

Palabras clave: constantes de tasa de kerma, constantes de tasa de equivalente de dosis ambiental, blindajes, medicina nuclear, braquiterapia.  
Keywords: air kerma rate constants, ambient dose equivalent rate constants, radiation shielding, nuclear medicine, brachytherapy.

## INTRODUCCIÓN

El uso de la constante de tasa de exposición, comenzó cuando las fuentes utilizadas en braquiterapia empezaron a caracterizarse en unidades de actividad. El uso posterior del kerma en aire en lugar de la exposición, por la dificultad que representaba su unidad SI, hizo que se estableciera en los comienzos de la década de los 70, la constante de tasa de kerma en aire. Esta constante, que denotaremos con el símbolo,  $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$ , se usó dentro del área de la braquiterapia hasta aproximadamente 1985 cuando ICRU y otras organizaciones nacionales e internacionales recomendaron firmemente la tasa de kerma de referencia en aire (TKRA) como la magnitud a sustituir a la actividad, en el proceso de caracterización de las fuentes usadas en esa área.

Hoy en día, el uso de  $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$  se ha restringido al área de la protección radiológica y, esencialmente, a la radioprotección en el área de la medicina nuclear o más concreta-

mente, al cálculo de blindajes. En el campo de la radioprotección, las magnitudes operacionales son medibles y como es sabido estiman de manera razonablemente conservadora las magnitudes limitadoras como la dosis equivalente en un órgano o tejido y la dosis efectiva. Esto conduce a que siendo muy conveniente la medida del campo de radiación en un punto del espacio o tras un blindaje, las magnitudes operacionales de área y particularmente el equivalente de dosis ambiental,  $H^*(10)$ , se presente con ventajas obvias sobre las limitadoras, esencialmente inmedibles, y con ventajas prácticas también sobre el propio kerma en aire en el seno de aire, pues en niveles de protección no suelen calibrarse equipos en unidades de kerma en aire. Por todo ello, se ha considerado necesario el calcular adicionalmente a  $\Gamma_{\delta}^{K_{air}}$ , la constante de tasa de equivalente de dosis ambiental, que denotaremos con el símbolo,  $\Gamma_{\delta}^{H^*(10)}$ .

El cálculo de ambas constantes se ha realizado para un conjunto de radionucleidos que cubren en gran parte las áreas de la medicina nuclear y braquiterapia y se han empleado los datos más recientes y probablemente con la menor incertidumbre disponible.

**MÉTODO**

Para obtener el valor de la tasa de kerma en aire, en un punto dado en un haz de fotones, se puede partir de la siguiente ecuación:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \int_E \dot{\Psi}_E \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}} dE \tag{1}$$

donde,

$\dot{\Psi}_E$  es la distribución de la tasa de fluencia de energía en energía, correspondiente a los fotones incidentes en el punto de interés,

$\frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}}$  es el coeficiente de transferencia de energía másico para el aire, correspondiente a la energía,  $E$ , de los fotones.

La integral se realiza a través de todos los valores de energía de los fotones incidentes.

La ecuación (1) también se puede escribir a partir de la distribución de la tasa de fluencia en energía,  $\dot{\Phi}_E$ , como:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \int_E \dot{\Phi}_E \cdot E \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E)}{\rho_{\text{air}}} dE \tag{2}$$

A partir de esta ecuación puede calcularse la tasa de kerma en aire a una determinada distancia de una fuente "puntual" conformada por un radionucleido dado, suponiendo que la atenuación y la dispersión de los fotones en el aire entre la fuente y el punto de interés son despreciables. De esta forma, introduciendo en la ecuación (2) la expresión para calcular la tasa de fluencia de fotones para una fuente puntual, se tiene que:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \frac{A}{4\pi \cdot d^2} \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \tag{3}$$

siendo,  $A$ , la actividad de la fuente,  $d$ , la distancia entre la fuente y el punto donde se desea conocer el valor de la tasa de kerma en aire y  $\gamma(E_i)$ , la probabilidad de emisión de un fotón de energía,  $E_i$ , en cada transformación espontánea del radionucleido en cuestión ("yield").

En la ecuación (3), la suma se realiza para todas las líneas de emisión del radionucleido en cuestión, donde  $n$  representa el total de energías o líneas emitidas. Esta ecuación se

suele simplificar notablemente mediante la definición de la constante de tasa de kerma en aire, específica para cada radionucleido. Se tiene entonces que:

$$\dot{K}_{\text{air}} = \frac{A \cdot \Gamma_{\text{air}}^{K_{\text{air}}}}{d^2} \tag{4}$$

Debido a determinados efectos, como la autoabsorción de los fotones en la fuente y su atenuación en el aire, en el cálculo de la constante de tasa de kerma en aire suelen considerarse sólo aquellos fotones con energías iguales o superiores a 20 keV. La aplicación de un límite inferior de energía en el cálculo de la constante se indica con la letra  $\delta$ , como subíndice.

En el presente trabajo, además de las constantes de tasa de kerma en aire se han calculado las constantes correspondientes a la magnitud "Equivalente de dosis ambiental". Se ha partido de las siguientes ecuaciones:

$$\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}} = \frac{1}{4\pi} \cdot \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \{E_i \geq \delta\} \tag{5}$$

$$\Gamma_{\delta}^{H^*(10)} = \frac{1}{4\pi} \cdot \sum_{i=1}^n \gamma(E_i) \cdot E_i \cdot \frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}} \cdot h_K^*(10, E_i) \{E_i \geq \delta\} \tag{6}$$

donde,

$\Gamma_{\delta}^{K_{\text{air}}}$  es la constante de tasa de kerma en aire para un radionucleido determinado,

$\Gamma_{\delta}^{H^*(10)}$  es la constante de tasa de equivalente de dosis ambiental correspondiente,

$\gamma(E_i)$  es la probabilidad de emisión de un fotón de energía,  $E_i$ , en cada transformación espontánea del radionucleido en cuestión,

$\frac{\mu_{\text{tr}}(E_i)}{\rho_{\text{air}}}$  es el coeficiente de transferencia de energía másico para el aire, correspondiente a la energía,  $E_i$ , de los fotones,

$h_K^*(10, E_i)$  es el coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental, para la energía,  $E_i$ , de los fotones

La suma se realiza a través de todas las líneas de emisión para las que se cumpla que  $E_i \geq \delta$ , habiéndose denotado como  $n$  el total de estas líneas o energías.

Los valores del coeficiente de transferencia de energía másico para el aire se han obtenido a partir de la referencia [1]. Los valores del coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental se han tomado de la publicación [2].

Para realizar los cálculos correspondientes a las energías no incluidas en las tablas de la referencia [1] se ha partido del ajuste matemático de la función "kerma en aire", es





decir, del producto de la energía por el coeficiente de transferencia de energía másico. La Figura 1 recoge los gráficos de la función kerma en aire, correspondientes a los valores discretos obtenidos a partir de la referencia [1] y de la función empírica del ajuste. La Tabla I muestra la bondad del ajuste, con desviaciones inferiores a 0,3% en el rango de energías de interés.

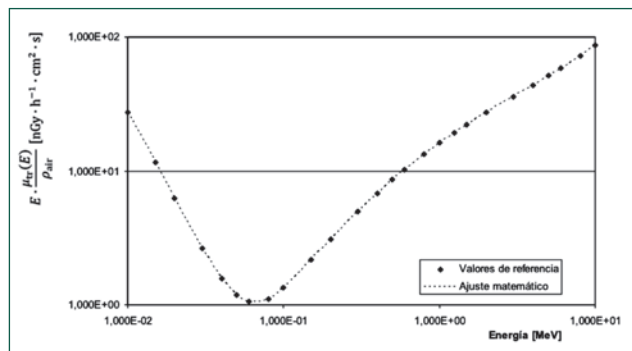


Figura 1. Gráficos de la función de kerma en aire utilizada en los cálculos de las constantes.

| E [MeV]  | $E \cdot (\mu_{tr}/\rho)$ [nGy h <sup>-1</sup> s cm <sup>2</sup> ] | $E \cdot (\mu_{tr}/\rho)$ [nGy h <sup>-1</sup> s cm <sup>2</sup> ] (Ajuste) | Desviación [%] |
|----------|--|---|----------------|
| 1,00E-02 | 2,735E+01  | 2,735E+01   | 0,01           |
| 1,50E-02 | 1,154E+01  | 1,154E+01   | 0,01           |
| 2,00E-02 | 6,216E+00  | 6,215E+00   | -0,02          |
| 3,00E-02 | 2,659E+00  | 2,658E+00   | -0,06          |
| 4,00E-02 | 1,576E+00  | 1,579E+00   | 0,20           |
| 5,00E-02 | 1,182E+00  | 1,180E+00   | -0,12          |
| 6,00E-02 | 1,052E+00  | 1,053E+00   | 0,08           |
| 8,00E-02 | 1,111E+00  | 1,109E+00   | -0,12          |
| 1,00E-01 | 1,341E+00  | 1,342E+00   | 0,11           |
| 1,50E-01 | 2,159E+00  | 2,159E+00   | -0,03          |
| 2,00E-01 | 3,082E+00  | 3,082E+00   | 0,00           |
| 3,00E-01 | 4,969E+00  | 4,969E+00   | 0,00           |
| 4,00E-01 | 6,803E+00  | 6,807E+00   | 0,06           |
| 5,00E-01 | 8,582E+00  | 8,592E+00   | 0,11           |
| 6,00E-01 | 1,025E+01  | 1,028E+01   | 0,26           |
| 8,00E-01 | 1,334E+01  | 1,338E+01   | 0,27           |
| 1,00E+00 | 1,620E+01  | 1,617E+01   | -0,21          |
| 1,25E+00 | 1,936E+01  | 1,931E+01   | -0,23          |
| 1,50E+00 | 2,221E+01  | 2,217E+01   | -0,16          |
| 2,00E+00 | 2,728E+01  | 2,728E+01   | 0,01           |
| 3,00E+00 | 3,594E+01  | 3,605E+01   | 0,33           |

Nota. En este ajuste el valor de 1-P es igual a  $4,1 \times 10^{-6}$ , donde P es el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla I. Comparación de los valores teóricos de la función kerma en aire con los calculados mediante la función ajustada, para el rango de energías utilizado en los cálculos de las constantes.


Para obtener los valores del coeficiente de conversión de kerma en aire a equivalente de dosis ambiental, correspondientes a las energías de los fotones no incluidas en las tablas proporcionadas en la referencia [2], se ha utilizado el método de interpolación *cubic spline*. Los valores de energía de los fotones y sus probabilidades de emisión se han tomado de la referencia [3]. Fueron considerados todos los fotones de energía igual o superior a  $\delta = 20$  keV, con probabilidad de emisión mayor que 0,01 %.

Los métodos de cálculo se han automatizado mediante el código Dosgam, desarrollado en Turbo Pascal para plataformas Windows.

Teniendo en cuenta que la fórmula de la constante es la suma de las contribuciones de cada línea (Véase las ecuaciones (5) y (6)), su incertidumbre típica relativa puede llegar a ser igual a la mayor incertidumbre típica relativa de estas contribuciones, dominadas por la incertidumbre de las energías y probabilidades de emisión. La incertidumbre típica relativa de las probabilidades de emisión pueden ser superiores a 1%, sobre todo en el caso de las emisiones de RX característicos,

como por ejemplo en el <sup>133</sup>Xe [3]. En la Figura 1 puede apreciarse la pendiente pronunciada de la curva para energías inferiores a 50 keV, por lo que la incertidumbre de los valores de energía en esta zona tendrá un mayor peso en la incertidumbre de la constante. Los valores de energía de las emisiones de radiación gamma se conocen con incertidumbres típicas relativas, por lo general, muy inferiores a 0,1 %, sin embargo, la mayoría de los valores de energía correspondientes a las líneas de rayos X característicos se han determinado a partir de los esquemas de niveles energéticos atómicos, como valores orientativos para los que se desconoce su incertidumbre [3].

De lo anterior puede concluirse que la incertidumbre del valor de la constante de tasa de kerma en aire o de tasa de equivalente de dosis ambiental dependerá en gran medida del radionucleido en cuestión. Ahora bien, para los fines de la Protección radiológica de los trabajadores y el público, donde son aceptables incertidumbres del orden de 10 %, parecen ser adecuados los valores de las constantes que pueden calcularse con los datos actualmente disponibles.

Conviene señalar que el número de líneas de cada radionucleido y la contribución de cada línea a las constantes de tasa de diferentes magnitudes se encuentra detallado, por su utilidad en el cálculo de blindajes, en las páginas web de la Sociedad Española de Protección Radiológica  y de la Sociedad

| Energías [MeV] | Yield [s <sup>-1</sup> Bq <sup>-1</sup> ] | E(μ <sub>tr</sub> /ρ) [nGy h <sup>-1</sup> s cm <sup>2</sup> ] | Γ <sub>δ</sub> <sup>Kair</sup> [Gy h <sup>-1</sup> GBq <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> ] | Γ <sub>δ</sub> <sup>H(10)</sup> [Sv h <sup>-1</sup> GBq <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> ] |
|----------------|---|--|---|--|
| 8,100E-02      | 3,700E-01                                 | 1,119E+00  | 3,296E-06   | 5,658E-06  |
| 3,097E-02      | 2,500E-01                                 | 2,484E+00  | 4,943E-06   | 5,631E-06  |
| 3,063E-02      | 1,354E-01                                 | 2,545E+00  | 2,742E-06   | 3,086E-06  |
| 3,505E-02      | 7,310E-02                                 | 1,914E+00  | 1,114E-06   | 1,448E-06  |
| 3,590E-02      | 1,780E-02                                 | 1,829E+00  | 2,591E-07   | 3,451E-07  |
| 7,961E-02      | 2,800E-03                                 | 1,107E+00  | 2,466E-08   | 4,244E-08  |
| 1,606E-01      | 6,800E-04                                 | 2,350E+00  | 1,272E-08   | 1,863E-08  |
| 3,029E-01      | 5,800E-05                                 | 5,022E+00  | 2,318E-09   | 3,032E-09  |
| Totales        |   |  | 1,239E-05   | 1,623E-05  |

Tabla II. Cálculo de las contribuciones de las diferentes líneas de emisión del <sup>133</sup>Xe a las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental.

| Radionucleido                          | Γ <sub>δ</sub> <sup>Kair</sup><br>[μGy h <sup>-1</sup> GBq <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> ] | Γ <sub>δ</sub> <sup>H(10)</sup><br>[μSv h <sup>-1</sup> GBq <sup>-1</sup> m <sup>2</sup> ] |
|--|---|--|
| <sup>11</sup> C                        | 139   | 171  |
| <sup>13</sup> N                        | 140   | 171  |
| <sup>15</sup> O                        | 140   | 171  |
| <sup>18</sup> F                        | 135   | 166  |
| <sup>24</sup> Na                       | 435   | 496  |
| <sup>42</sup> K                        | 32,4  | 37,2   |
| <sup>51</sup> Cr                       | 4,19  | 5,44   |
| <sup>57</sup> Co                       | 13,2  | 20,7   |
| <sup>58</sup> Co                       | 130   | 155  |
| <sup>59</sup> Fe                       | 148   | 171  |
| <sup>60</sup> Co                       | 307   | 355  |
| <sup>64</sup> Cu                       | 25,3  | 31,0   |
| <sup>67</sup> Ga                       | 21,0  | 29,0   |
| <sup>75</sup> Se                       | 51,0  | 69,3   |
| <sup>99m</sup> Tc                      | 14,6  | 21,7   |
| <sup>99m</sup> Mo + <sup>99m</sup> Tc  | 33,9  | 45,0   |
| <sup>103</sup> Pd                      | 35,9  | 23,1 (38,0)  |
| <sup>111</sup> In                      | 76,7  | 89,9 (96,1)  |
| <sup>123</sup> I                       | 38,5  | 46,4   |
| <sup>125</sup> I                       | 34,5  | 35,3 (40,9)  |
| <sup>131</sup> I                       | 52,0  | 65,7   |
| <sup>133</sup> Xe                      | 12,5  | 16,3 (16,8)  |
| <sup>137</sup> Cs + <sup>137m</sup> Ba | 77,5  | 93,1   |
| <sup>153</sup> Sm                      | 10,6  | 16,7   |
| <sup>169</sup> Yb                      | 43,0  | 66,8   |
| <sup>170</sup> Tm                      | 0,563   | 0,957  |
| <sup>177</sup> Lu                      | 4,09  | 6,00   |
| <sup>186</sup> Re                      | 2,42  | 3,86   |
| <sup>188</sup> Re                      | 7,08  | 9,44   |
| <sup>192</sup> Ir                      | 109   | 139  |
| <sup>198</sup> Au                      | 54,6  | 68,6   |
| <sup>201</sup> Tl                      | 10,4  | 17,4   |

Notas: δ = 20 keV

Entre paréntesis se indican los valores de la constante de tasa de equivalente de dosis direccional, H'(0,07), en aquellos casos en los que todas las energías de los fotones son inferiores a 300 keV y el valor de H'(0,07) es mayor que el valor de H'(10).

Tabla III. Valores de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para algunos de los radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas.

Española de Física Médica bajo el título *Contribuciones de las diferentes líneas de energía de algunos radionucleidos utilizados en aplicaciones médicas a las constantes de tasa de diferentes magnitudes*.

### RESULTADOS

En la Tabla II, a continuación, se presenta el cálculo detallado de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental para el <sup>133</sup>Xe, aplicando el método descrito en el presente trabajo. En este caso, los valores de la función de kerma en aire, E<sub>i</sub>·(μ<sub>tr</sub>/ρ)<sub>i</sub>, se han obtenido mediante una interpolación parabólica doble. La diferencia con los resultados obtenidos por el programa DOSGAM, son inferiores al 1 %.

En la Tabla III se recogen los resultados de los cálculos de las constantes de tasa de kerma en aire y de tasa de equivalente de dosis ambiental realizados con el sistema DOSGAM para 32 radionucleidos utilizados en Medicina nuclear y Braquiterapia.

### REFERENCIAS

- [1]. Hubbell, J.H. & Seltzer, S.M.: Tables of X-Ray Mass Attenuation Coefficient and Mass Energy Absorption Coefficient from 1 keV to 20 MeV for Elements Z = 1 to 92 and 48 Additional Substances of Dosimetric Interest, NISTIR 5632, Available at: <http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/cover.html>ICRU (1963). Handbook 86, Natl. Bur. Stand. (US) (2001),
- [2]. International Organization for Standardization: X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence. ISO 4037-3 (1999),
- [3]. International Bureau of Weights and Measures: "Table of Radionuclides". Monographie BIPM-5 with the updates on the LNHb website: [http://www.nucleide.org/DDEP\\_WG/DDEPdata.htm](http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm) (2014).

## NOTA TÉCNICA

# PROGRAMA H2020 DE EURATOM-FISIÓN. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA CONVOCATORIA CORRESPONDIENTE AL PROGRAMA DE TRABAJO 2014-2015 Y DE LA PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA

**José Gutiérrez.** Punto Nacional de Contacto para el Programa de I+D EURATOM-Fisión en H2020

**RESUMEN:** Se presenta el listado de las acciones de investigación que han sido objeto de presentación de propuestas en la convocatoria correspondiente al Programa de Trabajo 2014-2015 de EURATOM-Fisión. Así mismo, se ofrece un resumen de los resultados globales en dicha convocatoria y de los correspondientes a la participación española en la misma.

**ABSTRACT:** The list of research actions established in the 2014-2015 Euratom-Fission Work Programme is presented. These research actions were the subject of a call for proposals. A summary of the overall results in this call are also presented, including the specific results corresponding to the Spanish participation.

Palabras clave: Investigación, Fisión nuclear, Protección Radiológica, Euratom  
Keywords: Research, Nuclear Fission, Radiation Protection, EURATOM

Las actividades relacionadas con la fisión nuclear y protección radiológica del programa de trabajo 2014-2015 Euratom-Fisión se organizaron en las cinco secciones principales que se listan a continuación, en las que se agruparon las acciones de investigación objeto de presentación de propuestas en convocatoria abierta que, así mismo, se listan:

### A. Apoyo a la operación segura de los sistemas nucleares

- NFRP 1: Mejora en el diseño y operación de reactores de fisión.
- NFRP 2: Herramienta para la predicción rápida y fiable de la progresión de accidentes severos y anticipación del término fuente de un accidente nuclear.
- NFRP 3: Nuevas aproximaciones innovadoras a la seguridad de reactores.

### B. Contribuir al desarrollo de soluciones para la gestión final de los residuos radiactivos

- NFRP 4: Desarrollo concertado, a nivel de la UE, de la investigación en gestión de residuos radiactivos de los diferentes Estados Miembros.
- NFRP 5: Apoyo al licenciamiento de repositorios geológicos.
- NFRP 6: Apoyo a la implantación de un primer repositorio geológico.

### C. Fomento de la Protección Radiológica

- NFRP 7: Integración de la investigación en protección radiológica en la UE.

### D. Aspectos transversales de la fisión nuclear y la protección radiológica

- NFRP 8: Combustible de uranio de alta densidad para la producción de radioisótopos para usos médicos.
- NFRP 9: Transmutación de actínidos minoritarios.

**E. Apoyar el desarrollo de las competencias nucleares a nivel de la Unión y los aspectos socioeconómicos**

NFRP 10: Educación y Formación (Planes de Bolonia y Copenhague).

NFRP 12: Desarrollos nucleares e interacción con la sociedad.

NFRP 13: Promover la red de Puntos Nacionales de Contacto del Programa Euratom- Fisión.

NFRP 14: Iniciativa regional para la creación de capacidades en investigación y formación nucleares.

NFRP 15: Apoyo específico al trabajo de la Plataforma Tecnológica para la Energía Nuclear Sostenible.

La acción NFRP 11 *Modelización y análisis del sistema energético, su transformación e impactos* se aborda en el Programa de Trabajo del Reto de Energía Social, *environmental and economic aspects of the energy system*, por lo que no se considera aquí.

Se ofrece un resumen de los resultados en esta convocatoria, cuya fecha límite de presentación de propuestas fue el 17-09-2014:

- Se presentaron 62 propuestas elegibles con un coste total de ~295 M€, y una contribución requerida para financiación a la CE de ~228 M€. El presupuesto disponible para la convocatoria ascendió a un total de ~85,6 M€.
- De las 62 propuestas evaluadas, 52 (84%) superaron todos los niveles establecidos en la convocatoria y 10 (16%) no alcanzaron el nivel exigido para optar a financiación.
- De las 52 propuestas que superaron todos los niveles establecidos en la convocatoria, sólo 21 fueron seleccionadas para financiación, de acuerdo a la puntuación obtenida y el presupuesto disponible (total y por tema). La Tabla 1 da información al respecto, distribuida por tema. El resto (31) fueron incluidas en una lista de reserva o descartadas para financiación por razones del presupuesto asignado, global y por tema. Las propuestas incluidas en la lista de reserva, no serán objeto de financiación por la CE, salvo que se produzcan variaciones durante el proceso de firma del *Grant Agreement* de las 21 propuestas seleccionadas para financiación, que conduzcan a la retirada de alguna(s) de esta(s).
- En el proceso de evaluación han participado un total de 34 evaluadores (6 mujeres y 28 hombres) entre los que no ha habido ningún español.
- De las 62 propuestas evaluadas, 48 eran Acciones de Investigación e Innovación (13 de ellas fueron seleccionadas para financiación), 13 eran Acciones de Coordinación y Soporte (7 de ellas fueron seleccionadas para financiaci-

ción) y 1 era una Acción de Cofinanciación EJP (1 seleccionada para financiación).

- La distribución indicativa inicial de los 85,6 M€ por tema puede verse en la Tabla 1.
- La distribución de los 85,6 M€ por sección del Programa de Trabajo ha sido de:
  - 26,7 M (31,2%) para el apoyo a la operación segura de los sistemas nucleares.
  - 16,3 M (19,0%) para contribuir a la gestión final de los residuos radiactivos.
  - 19,8 M (23,1%) para el fomento de la Protección Radiológica.
  - 15,4 M (18,0%) para los aspectos transversales de la fisión nuclear y la protección radiológica.
  - 7,4 M (8,6%) para apoyar el desarrollo de las competencias nucleares a nivel de la Unión y los aspectos socioeconómicos.
- La distribución de los 85,6 M€ por tipo de acción ha sido de 59,1 M€ (69%) para Acciones de Investigación e Innovación, 6,7 M€ (8%) para Acciones de Coordinación y Soporte y 19,8 M€ (23%) para Acciones de Cofinanciación EJP.
- La distribución de la financiación entre países muestra un desequilibrio importante en lo que respecta a los tres primeros países frente al resto. Del total de la financiación asignada por la CE (~85,6 M€) al conjunto de las 21 propuestas seleccionadas para financiación, Alemania es el país que más recibe (~26,4%), seguido de Francia (~22,4%) y Bélgica (~13,0%). España ocupa el cuarto lugar con ~5,2%. No obstante, la propuesta seleccionada para ser financiada dentro de la acción NFRP 7, Acción de Cofinanciación EJP (*European Joint Programme*) CONCERT, implica un determinado sesgo de estos datos. En efecto, dicha propuesta ha resultado seleccionada para una financiación, por parte de la CE, de ~20 M€, de los cuales ~11,6 M€ están destinados a financiar las futuras convocatorias que el propio EJP-CONCERT emita. Por ello, de los ~85,6 M€ totales destinados a la financiación de la convocatoria del Programa, ~74 M€ son los que se están distribuyendo actualmente para financiar las propuestas seleccionadas y ~11,6 M€ están destinados para financiación de las futuras convocatorias del EJP-CONCERT. Ello implica la modificación de los porcentajes de financiación antes citados, quedando, en el momento actual, España con un ~6% de la financiación total asignada por la CE, Alemania con un ~15,7%, Francia con un ~25,9% y Bélgica con un ~15,0%. Estos porcentajes variarán, así mismo, en función del resultado de las convocatorias

| Código del Tema                  | Denominación del Tema  | Tipo de Acción | Propuestas recibidas (con participación española) | Propuestas por debajo del nivel exigido para optar a financiación (con participación española) | Propuestas por encima del nivel exigido para optar a financiación (con participación española) | Propuestas retenidas para financiación (con participación española) | Presupuesto indicativo por tema (M€)* | Financiación de la participación española (M€)* |
|----------------------------------|--|----------------|---|--|--|---|---------------------------------------|---|
| NFRP-01                          | Improved safety design and operation of fission reactors   | RIA            | 22 (13)   | 1 (1)  | 21 (12)  | 4 (2)   | 17,6                                  | 1,03 (5,9%)                                     |
| NFRP-02                          | Tool for the fast and reliable prediction of severe accident progression and anticipation of the source term of a nuclear accident | RIA            | 5 (3)   | 2 (1)  | 3 (2)  | 1 (1)   | 2,8                                   | 0,14 (4,8%)                                     |
| NFRP-03                          | New innovative approaches to reactor safety  | RIA            | 9 (1)   | 0 (0)  | 9 (1)  | 2 (0)   | 6,3                                   |   |
| NFRP-04                          | EU concerted development of Member State research on radioactive waste management  | CSA            | 2   | 1  | 1  | 1   | 1,1                                   |   |
| NFRP-05                          | Supporting the licensing of geological repositories  | CSA            | 1   | 0  | 1  | 1   | 1,2                                   |   |
| NFRP-06                          | Supporting the implementation of the first-of-the-kind geological repositories   | RIA            | 6 (6)   | 2 (2)  | 4 (4)  | 3 (3)   | 14,0                                  | 1,97 (14,1%)                                    |
| NFRP-07                          | Integrating radiation research in the European Union   | Co-Fund-EJP    | 1 (1)   | 0 (0)  | 1 (1)  | 1 (1)   | 19,8 / 8,2**                          | 0,14 (07%)                                      |
| NFRP-08                          | High density uranium fuel and targets for the production of medical radioisotopes  | RIA            | 2   | 1  | 1  | 1   | 6,4                                   |   |
| NFRP-09                          | Transmutation of minor actinides (Towards industrial application)  | RIA            | 1 (1)   | 0 (0)  | 1 (1)  | 1 (1)   | 9,0                                   | 0,29 (3,3%)                                     |
| NFRP-10                          | Education and training (Bologna and Copenhagen processes)  | CSA            | 4 (4)   | 1 (1)  | 3 (3)  | 1 (1)   | 1,0                                   | 0,14 (13,8%)                                    |
| NFRP-12                          | Nuclear developments and interaction with society  | RIA            | 3 (2)   | 2 (1)  | 1 (1)  | 1 (1)   | 3,0                                   | 0,71 (23,5%)                                    |
| NFRP-13                          | Fostering the network of National Contact Points   | CSA            | 1   | 0  | 1  | 1   | 0,5                                   |   |
| NFRP-14                          | Regional initiative aiming at nuclear research and training capacity building  | CSA            | 4   | 0  | 4  | 2   | 2,3                                   |   |
| NFRP-15                          | Specific support to the work of the Sustainable Nuclear Energy Technology Platform   | CSA            | 1   | 0  | 1  | 1   | 0,6                                   |   |
| TOTALES (participación española) |  |                | 62 (31)   | 10 (6)   | 52 (25)  | 21 (10)   | 85,6 / 74 **                          | 4,42 (5,2% / 6%)**                              |

\*Las cifras de estas columnas son indicativas y aproximadas

\*\* De los 19,8 M€ destinados a financiar la acción NFRP 7, ~11, 6 M€ se reservan para futuras convocatorias dentro de esta acción. Esto haría que la financiación total actualmente distribuida sea de ~74 M€ (85,6-11,6) y que el porcentaje de financiación obtenido por España ascienda actualmente al ~6 %, cifra sujeta a variación en función del grado de participación y éxito español en dichas futuras convocatorias.

**Tabla 1.** Resumen general de la convocatoria del Programa EURATOM-Fisión de H2020. Los números entre paréntesis indican la participación española

futuras del EJP-CONCERT, que distribuirán los ~11,6 M€ destinados a las mismas entre los grupos de diferentes países que conformen los consorcios de las propuestas ganadoras.

- La financiación obtenida por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC-Joint Research Center) en esta convocatoria (1,6 M€) está asignada, en los datos ofrecidos de evaluación, a Bélgica, ya que tiene la sede en este país. El porcentaje de financiación obtenido por Bélgica como país (es decir por los grupos belgas de investigación), si se detrae la cantidad obtenida por el JRC, se reduciría al 11,1%.

El resultado de la participación española se resume seguidamente:

- En 31 de las 62 propuestas elegibles hubo participación de alguna organización española.
- En 25 de las 52 propuestas que superaron todos los niveles establecidos en la convocatoria hubo participación de alguna organización española.
- En 10 de las 21 propuestas seleccionadas para financiación hay participación de alguna organización española.
- En conjunto, la financiación de la participación española en las propuestas seleccionadas asciende a ~4,4 M€, lo

| Código Tema         | ACRÓNIMO PROPUESTA | PARTICIPANTE ESPAÑOL | Coste participante español (M€)* | Contribución EC a participante español (M€)* | Coste participación española en propuesta (M€)* | Contribución EC a participación española en propuesta (M€)* |
|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|--|---|---|
| NFRP 1              | SOTERIA            | CIEMAT               | 0,73                             | 0,37   | 1,00  | 0,58  |
|                     |                    | TECNATOM             | 0,15                             | 0,15   |   |   |
|                     |                    | UPC                  | 0,12                             | 0,06   |   |   |
|                     | INCEFA- Plus       | CIEMAT               | 0,23                             | 0,10   | 1,03  | 0,45  |
|                     |                    | U. Cantabria         | 0,41                             | 0,20   |   |   |
|                     |                    | Inesco ING           | 0,39                             | 0,15   |   |   |
| NFRP 2              | FASNETT            | CIEMAT               | 0,18                             | 0,14   | 0,18  | 0,14  |
| NFRP 6              | Cobama             | CIEMAT               | 0,11                             | 0,11   | 1,14  | 0,98  |
|                     |                    | Amphos 21            | 0,68                             | 0,52   |   |   |
|                     |                    | UDC                  | 0,07                             | 0,07   |   |   |
|                     |                    | CSIC                 | 0,13                             | 0,13   |   |   |
|                     |                    | UAM                  | 0,15                             | 0,15   |   |   |
|                     | Modern 2020        | AITEMIN              | 0,72                             | 0,72   | 0,89  | 0,84  |
|                     |                    | ENRESA               | 0,17                             | 0,12   |   |   |
|                     | MIND               | U. Granada           | 0,15                             | 0,15   | 0,15  | 0,15  |
| NFRP 7              | CONCERT            | CIEMAT               | 0,14                             | 0,10   | 0,20  | 0,14  |
|                     |                    | CREAL                | 0,06                             | 0,04   |   |   |
| NFRP 9              | MYRTE              | CIEMAT               | 0,10                             | 0,08   | 0,39  | 0,29  |
|                     |                    | ADEX                 | 0,12                             | 0,09   |   |   |
|                     |                    | EA                   | 0,17                             | 0,12   |   |   |
| NFRP 10             | CORONA II          | TECNATOM             | 0,19                             | 0,14   | 0,19  | 0,14  |
| NFRP 12             | HoNES†             | UPF                  | 0,36                             | 0,36   | 0,71  | 0,71  |
|                     |                    | UPNA                 | 0,15                             | 0,15   |   |   |
|                     |                    | CIEMAT               | 0,13                             | 0,13   |   |   |
|                     |                    | UAB                  | 0,07                             | 0,07   |   |   |
| TOTALES APROXIMADOS |                    |                      |                                  |  | 5,88  | 4,42  |

\*Las cifras de estas columnas son indicativas y aproximadas

Tabla 2. Resumen participación española en propuestas retenidas para financiación

que representaría un ~5,2% de la financiación total asignada por parte de la CE a la convocatoria del Programa (85,6 M€). No obstante, como se razonó anteriormente, el porcentaje de financiación real de España asciende al ~6%, considerando que el montante actual distribuido para financiación no es 85,6 M€ sino ~74 M€, siendo el resto (~11,6 M€) destinado para financiación de las futuras convocatorias del EJP-CONCERT de la acción NFRP 7. Las Tablas 1 y 2 ofrecen información al respecto. En particular, la Tabla 2 ofrece la información detallada por participante español en las propuestas seleccionadas para financiación.

- El número de grupos españoles en las propuestas elegibles presentadas en la convocatoria ha sido de 59, correspondiente a 28 organizaciones distintas.
- El número de grupos españoles en las propuestas seleccionadas para financiación ha sido de 25, correspondiente a 18 organizaciones distintas.
- La organización española presente en más propuestas es el Ciemat, que ha formado parte de 11 propuestas y estará presente en 7 propuestas retenidas para financiación (un 70% de las 10 propuestas seleccionadas para financiación que cuentan con participación española y un 33% del total de las 21 propuestas seleccionadas para financiación).
- La Tabla 3 ofrece la financiación total obtenida por cada participante español, destacando el Ciemat con un total aproximado que supera ligeramente el millón de euros (~23% de la financiación total obtenida por grupos españoles).
- Sólo un grupo español, de la Universitat Pompeu i Fabra, será coordinador de una propuesta seleccionada para financiación, en concreto de la propuesta HoNESt de la acción NFRP 12.
- La Acción de Cofinanciación EJP CONCERT, una de las seleccionadas para financiación por parte de la UE

| ORGANIZACIÓN                             | FINANCIACIÓN OBTENIDA (M€)* |
|--|-----------------------------|
| CIEMAT (7 propuestas)                    | 1,03                        |
| AITEMIN (1 propuesta)                    | 0,72                        |
| Amphos 21 (1 propuesta)                  | 0,52                        |
| U. Pompeu i Fabra (1 propuesta)          | 0,36                        |
| TECNATOM (2 propuestas)                  | 0,29                        |
| U. Cantabria (1 propuesta)               | 0,20                        |
| U. Pública de Navarra (1 propuesta)      | 0,15                        |
| U. Granada (1 propuesta)                 | 0,15                        |
| U. Autónoma Madrid (1 propuesta)         | 0,15                        |
| Inesco ING (1 propuesta)                 | 0,15                        |
| CSIC (1 propuesta)                       | 0,13                        |
| Empresarios Agrupados (1 propuesta)      | 0,12                        |
| ENRESA (1 propuesta)                     | 0,12                        |
| ADEX (1 propuesta)                       | 0,09                        |
| U. Autónoma Barcelona (1 propuesta)      | 0,07                        |
| U. La Coruña (1 propuesta)               | 0,07                        |
| U. Politécnica de Cataluña (1 propuesta) | 0,06                        |
| CREAL (1 propuesta)                      | 0,04                        |
| TOTAL                                    | 4,42                        |

\*Las cifras de esta columna son indicativas y aproximadas

**Tabla 3.** Financiación obtenida por los grupos españoles (entre paréntesis figura el número de propuestas en las que participa el grupo).

con una contribución de ésta de ~20 M€ deberá asignar ~11,6 M€ a financiar las dos convocatorias abiertas previstas que el propio EJP CONCERT emita, por lo que los grupos españoles podrán participar en las mismas, pudiendo incrementarse la financiación de retorno a España respecto a la ya obtenida de ~4,4 M€. El Ciemat, participa como *Programme Manager* español en dicho EJP.

## LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

El pasado 23 de junio tuvo lugar la Asamblea General de la SEPR coincidiendo con el IV Congreso Conjunto SEFM-SEPR en la Ciudad Politécnica de la Innovación. Valencia. Los temas que se trataron según el orden del día establecido fueron:

- **Aprobación del acta de la Asamblea General anterior** que celebrada el 30 de septiembre de 2014. Fue aprobada por unanimidad.
- **Informe del presidente.** El presidente, Eduardo Gallego, presentó las actividades realizadas durante los dos últimos años, incluyendo las reuniones de la Junta Directiva, las reuniones de las distintas Comisiones y el avance de los trabajos de los Foros. Presentó la revisión y actualización del Plan Estratégico 2015-2019, que fue aprobado por unanimidad. El documento puede consultarse en la web.
- **Informe de la Tesorera.** Por ausencia de la tesorera Elena Alcaide, Eduardo Gallego presentó la memoria económica y el balance económico del año 2014 que la asamblea aprobó por unanimidad. Asimismo, solicitó a la asamblea la aprobación para iniciar la tramitación para solicitar que la SEPR sea declarada de utilidad pública.
- **Informe de la secretaria general.** La secretaria, Beatriz Robles, presentó los cambios desde la última Asamblea General en el número de socios de la Sociedad, que tiene en la actualidad 678 socios, se han producido 40 altas, 35 bajas desde la última Asamblea General. Asimismo, se somete a aprobación por los socios la propuesta de la Junta Directiva de hacer Socios de Honor de la SEPR por su contribución a la Protección Radiológica y su dedicación a la Sociedad, a Pedro Carboneras, Paloma Marchena y Juan José Peña. La propuesta fue aclamada por la Asamblea.
- **Aprobación de la candidatura presentada para la renovación de la mitad de la Junta Directiva.** Borja Bravo presenta a los socios para su ratificación, la propuesta de candidatura para la renovación parcial de la Junta Directiva. Ésta la forman:
  - Borja Bravo. Vicepresidente
  - Sofía Luque. Secretaria General
  - Ana M<sup>o</sup> Romero. Vocal
  - M<sup>o</sup> Amparo García. Vocal
  - Carlos Prieto. Vocal

La propuesta fue probada por aclamación por los socios.

- **Presentación de candidaturas para la celebración de los próximos Congresos (2017 y 2019).** Carles Muñoz Montplet, Institut Català d'Oncologia. Director de Sistemes d'Informació, Tecnologia i Física. La candidatura para celebrar el congreso conjunto en 2017 en Gerona. Javier Sánchez Jiménez, jefe de la Sección de Radiofísica y Protección Radiológica del Complejo Asistencial Universitario de Burgos, presentó la capital burgalesa como sede para celebrar el Congreso de 2019. Ambas candidaturas fueron recibida positivamente por los presentes en la Asamblea.

*Beatriz Robles*  
Secretaria General de la SEPR

## Nuevos Socios de Honor de la SEPR

Como se informa en el apartado anterior, en la última Asamblea General de la SEPR y a propuesta de la Junta Directiva, se aprobó el nombramiento como Socios de Honor de tres profesionales que han colaborado estrechamente con nuestra Sociedad. El Comité de Redacción de RADIOPROTECCIÓN solicitó a cada uno de ellos un resumen sobre su experiencia con la SEPR y que, por su interés, reproducimos a continuación:



### JUAN JOSÉ PEÑA BERNAL

Jubilarse ofrece como posibilidad este bonito detalle. Tus amigos y amigos de la profesión tienen la consideración de nombrarte Socio de Honor. Es un gesto por parte de la Junta Directiva de la SEPR que agradezco sinceramente y la verdad es que me sorprendió cuando me lo comunicaron en la cena de nuestro IV Congreso Conjunto SEFM-SEPR. Muchas gracias.

- Me indica Cristina Correa, nuestra nueva directora de la revista RADIOPROTECCIÓN, que cuente mi trayectoria profesional en relación con la Protección Radiológica y con la Sociedad Española de Protección Radiológica.
- Terminé la licenciatura en Ciencias Físicas en 1970 y obtuve el grado de doctor en 1973, ambos en la Universidad de Sevilla. Tuve la suerte de encontrar trabajo pronto y comencé a impartir como profesor ayudante algunas clases de Física General en la Facultad de Ciencias de Badajoz, entonces dependiente de la Universidad de Sevilla. Al finalizar la tesis inicié mi andadura universitaria en el campo de la Física Médica como profesor adjunto interino; en 1979 logré una plaza de profesor adjunto numerario de física para médicos y en 1982 la de profesor agregado de la Universidad de Cantabria, donde conté, entre otros amigos, con la colaboración y afecto de Jesús Soto, que en paz descansa, y de Luis Quindós; la verdad es que me ayudaron mucho y les estoy muy agradecido. Regresé en 1984 a la Universidad de Extremadura como catedrático de Física Médica y en 1993 me propusieron la vinculación como jefe del Servicio de Protección Radiológica con el Hospital Universitario



*Infanta Cristina* de Badajoz, responsabilidades que he venido ejerciendo hasta mi jubilación.

Calcando algunas palabras de Leopoldo Arranz en una sección de la revista similar a ésta, creo haber sido colaborador en nuestro país de una serie de hechos significativos en el desarrollo de la Protección Radiológica Hospitalaria (PRH) a partir de 1988-89, ya que tuve la inmensa suerte de realizar el 7º Curso Superior de Protección Radiológica en el Instituto de Estudios de la Energía (Ciemat).

La realización de dicho curso marcó, a partir de esa fecha, el rumbo de mi vida profesional y mucho de mi universo afectivo: Manuel Fernández, Bartolomé Ballester, Belén Fernández, Natividad Ferrer, Roberto Martín, Emilio Casal, Pedro Galán, Amadeo Gómez, Araceli Hernández, Mariángeles Mengual, Cristina Nuñez de Villavicencio, Marisa Marco,... y mis compañeros extremeños: Jose Luis Calvo, José María Vega, Manolo Gálvez y Mariángeles Rossell.

Como fruto de aquella vivencia tan enriquecedora Manuel Fernández y yo empezamos a coordinar y organizar en la residencia universitaria de Jarandilla de la Vera, a partir de 1991, unas *Jornadas Nacionales de Protección Radiológica Hospitalaria* con periodicidad bianual, donde se abordaba el cómo resolver problemas concretos de PRH con un formato de trabajo muy original, *Formato de Jarandilla*, en un ambiente de exigencia profesional, sin el corseteo de los congresos, adobado con mucha camaradería, afecto y exquisita gastronomía.

A estas jornadas bianuales (se organizaron seis) se fueron incorporando excelentes colegas de toda España: Maricruz Paredes, Pilar López Franco, Montserrat Ribas, Leopoldo Arranz, Marisa España, Juan Pedro Fernandez Letón, Bonifacio Tobarra, Marina Tellez, Manuel Alonso, María Arrate Guisasaola, José Hernández Armas, Eliseo Vañó, Ignacio Hernando, Pablo Gómez, Miguel Herrador, María Jesús Manzananas, Teresa Eulalido, Pilar Olivares, Luis Núñez, Ricardo Torres, Mercedes Bezares, entre otros muchos buenos profesionales.

Las conclusiones de las sucesivas jornadas se hicieron llegar a los ministerios de Educación y Sanidad y a los hospitales de toda España, y tuvieron una valoración muy positiva por parte de las instituciones implicadas y por parte de las juntas directivas de las sociedades españolas de Protección Radiológica y de Física Médica.

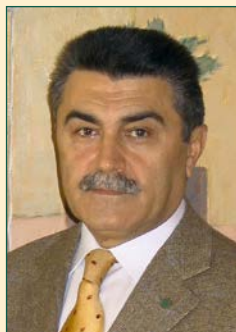
Otro aspecto que considero relevante en el ámbito de la PR, aparte de mi participación científica y organizativa en la mayor parte de los congresos de la SEPR, fue mi colaboración en la constitución, en 1996, del Grupo Iberoamericano de Protección Radiológica (GRIAPRA). Participaron en dicho proyecto las sociedades de protección radiológica de Argentina, Cuba, España, México, Uruguay y Perú y conté con el respaldo de la Junta Directiva de la SEPR para la preparación de un proyecto que pudiera encajar en los programas de cooperación para el desarrollo impulsados desde la Junta de Extremadura.

Deseo destacar en esta iniciativa la aportación económica y académica española en la formación de especialistas latinoamericanos en protección radiológica hospitalaria, mediante la realización de cursos y talleres que tuvieron lugar inicialmente en La Habana coincidiendo con el IV Congreso Regional Latinoamericano sobre Protección Radiológica y, posteriormente, en Morelia, en Lima, en Recife, nuevamente en La Habana y

nuevamente en Lima, así como la organización de estancias de colegas americanos en hospitales españoles a partir de 1999 y la donación de equipamiento a diversas instituciones y hospitales de Cuba y Perú. A los magníficos profesores de aquellos cursos y a cuantas personas colaboraron en el éxito de aquellas acciones deseo expresarles mi más sincera gratitud.

Estas actividades nos permitieron estrechar lazos de amistad con muchos colegas de América Latina: Nora del Pilar Acosta, Juan Tomás Zerquera, Luis Jova Sed, César Arias, Roxana de la Mora, Marlenin Díaz, Marlen Pérez, Elena Cotelo, Raúl Ramírez, Patricia Rojas, Juan García, Yazmyn Paraguay, Maricela Verdejo, Eduardo Gironzini, Rodolfo Touzet, Ana María Bombén ...por citar a algunos de ellos.

Naturalmente todas estas actividades tuvieron en la SEPR excelentes apoyos: Leopoldo Arranz, Manuel Fernández, David Cancio, Pío Carmena, Eduardo Sollet, Xavier Ortega, Pedro Carboneras, Pepe Gutiérrez, Marisa España, Mercé Ginjau-me... a todos ellos y a los que faltan por citar que son muchos, pero ellos y ellas saben muy bien lo que aportaron, mi agradecimiento por haberme hecho sentir en una gran familia.



#### **PEDRO CARBONERAS**

Ayer me llamó mi compañera y actualmente directora de la revista *RADIOPROTECCIÓN*, Cristina Correa, para preguntarme si podía preparar "unas líneas" sobre mi trayectoria profesional y personal, con motivo de mi reciente nombramiento como Socio de Honor de la SEPR. Dado que mañana mismo empiezo una nueva fase de mi vida (recordad que estoy ya jubilado), me he apresurado a cumplir con su petición, aunque el producto me salga bastante emotivo.

Surado a cumplir con su petición, aunque el producto me salga bastante emotivo.

Soy ingeniero industrial, especialidad en Técnicas Energéticas, por la Universidad Politécnica de Madrid, desde 1972, e inicié mi actividad profesional en marzo de 1973 (entonces era así, afortunadamente) dentro del ámbito de la tecnología nuclear, como futuro responsable de "producción" de uno de los nuevos grupos de centrales nucleares en fase de desarrollo (la de Almaraz, concretamente). En aquel momento todo era ilusionante y nada hacía presagiar que tendría la trayectoria profesional que luego he tenido.

En 1979, en pleno proceso de puesta en marcha de Almaraz I y trabajando entonces al 130%, sucedió el accidente nuclear en la central de Three Mile Island, en Estados Unidos, y ya nada pudo ser igual para mí; mi mente y mi actitud cambiaron y ya sólo era capaz de pensar en SEGURIDAD. Tan era así, que poco después (en 1982), fui "trasladado" a las oficinas centrales de Madrid, dentro del Departamento de Seguridad y Licenciamiento. Y allí fue donde tomé contacto con la disciplina de la "protección radiológica", aunque todavía como una actividad "lateral" a mi tarea profesional y ciertamente sólo en sus aspectos más operativos.

A finales de 1985 fui "tentado" por los entonces responsables de organizar y estructurar la nueva Empresa Nacional de gestión de los Residuos Radiactivos (ENRESA) que acababa

de nacer. Tras algunas idas y venidas finalmente fui nombrado responsable de su Departamento de Seguridad y Licenciamiento, cuyas tareas concretas había que definir y perfilar y que englobaba las de protección radiológica, aunque aún no estuviera claro lo que eso quería decir en la práctica. Y entonces fue cuando tuve realmente suerte, profesionalmente hablando, al encontrarme con dos auténticos profesionales, David Cancio y M<sup>a</sup> Teresa Ortiz, que lo fueron TODO para mí, que era en ese momento un auténtico advenedizo en la materia. David me abrió las puertas del mundo internacional, me mostró los aspectos más conceptuales y sistémicos de esta materia y me presentó a sus auténticos protagonistas (apenas los había "nacionales" entonces) y M<sup>a</sup> Teresa (que es quien de verdad ha hecho y hace protección radiológica en Enresa, porque yo sólo la he "pensado") me mostró la práctica diaria de esta disciplina y me demandó el necesario pragmatismo en mis actuaciones profesionales en esta materia.

Desde entonces todo ya fue rodado, incluyendo mi participación progresiva en los lugares donde se cocía la Protección Radiológica y en los foros internacionales más significativos de la Comisión Europea, la Agencia de Energía Nuclear (NEA) de la OECD y el OIEA, y que culminó en 2004 con mi nombramiento como miembro del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), cargo en el que relevé a David, en el que he permanecido hasta 2013 y en el que fui relevado por nuestro último presidente, Eduardo Gallego. En este proceso he tenido la inmensa fortuna de encontrarme con auténticos colosos de los que he podido aprender, entre los que quiero destacar al siempre recordado Dan Beninson y al gran amigo y socio de nuestra Sociedad, Abel González. Mi gratitud hacia ellos, no tiene límite.

A nivel nacional, ¿qué deciros? Además de tratar de que esta disciplina fuera parte REAL e IMPORTANTE de las actividades de mi empresa (Enresa) junto con mis colaboradores como M<sup>a</sup> Teresa, Jesús, Alejandro, Cristina, Inmaculada y Elena, poco a poco fui adentrándome en las actividades de nuestra Sociedad (la SEPR), de la mano de David, de Leo, de Xavier, de Ignacio, de Pío, de Eugenio, de Manolo, de Eliseo, de Eduardo y de tantos y tantos compañeros, hasta que llegué (ya me tocaba) a formar parte de su "núcleo duro" (otros lo llaman de otra manera) y empecé a sentirla como algo propio y a implicarme netamente en su estructura y funcionamiento. En 2002 me tocó presidirla, hasta 2004, lo que incluyó el evento del IRPA11 en Madrid, que supuso realmente nuestra puesta de largo y nuestro posicionamiento internacional, que ya no hemos dejado desde entonces.

El tiempo ha ido pasando y en los últimos años (hasta mi reciente jubilación) he ido dejando progresivamente espacios para otros en algunos foros y llegado a una nueva fase de mi carrera profesional y personal, en la que hay que cambiar de énfasis y de prioridades en las actividades que uno lleva a cabo. En esos momentos, parece que es también llegada la hora en que algunos compañeros deciden que te deben "honrar" (quiero creer que es porque te aprecian y no porque te has hecho mayor) y eso en muy de agradecer, y así lo hice yo en Valencia, este mismo año, cuando la Junta Directiva de la SEPR decidió nombrarme Socio de Honor de la misma. Como dije entonces y ratifico ahora, he entendido bien claro el mensaje

de que aún se espera algo de mí y me ofrezco, de forma totalmente desinteresada, a seguir trabajando por esta sociedad en lo se me necesite. ¡Un fuerte abrazo a todos!



### PALOMA MARCHENA

Ante la solicitud de la revista *RADIOPROTECCION*, en la figura de su directora Cristina Correa para que escribiera una breve síntesis de mi vida profesional, me sentí un poco dubitativa, no es fácil escribir con objetividad de uno mismo pero finalmente me he decidido a hacerlo porque de esta manera se me concedía la oportunidad de manifestar el inmenso agradecimiento a las personas que

año tras año han estado a mi lado.

Debo comenzar desde cuando me licencié en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Complutense. Mientras realizaba la tesina quería dedicarme a la enseñanza y quedarme en la facultad como PNN (antiguos Profesores No Numerarios), pero esto me duro poco porque me casé, tuve hijos y cuando retomé mi actividad profesional ya era tarde para esto. Las cosas habían cambiado y conseguí un contrato anual en el Servicio de Medicina Nuclear del hospital Gómez-Ulla, concretamente en el laboratorio de Radioinmunoanálisis. Este contrato que era de muy escasa remuneración (comparado con los actuales no llegaría a ser ni mileurista), me permitió mediante becas realizar una toma de contacto en el tema de las radiaciones ionizantes y de la protección radiológica. Creo que en esta época realicé casi todos los cursos que impartía por entonces la JEN.

Estando en el hospital y mediante un familiar muy querido conocí lo que era AMYS (Asociación de Medicina Y Seguridad en el Trabajo para el sector eléctrico) donde se estaba iniciando la idea de montar un Servicio de Dosimetría Móvil que diera cobertura y apoyo a los servicios de dosimetría de las centrales nucleares españolas. Animada por participar en este nuevo proyecto envié mi currículo para hacer una entrevista, a ver si podía optar al puesto. La entrevista fue bastante curiosa, las dos principales y primeras preguntas fueron: "¿Estas casada? .... ¿Tienes hijos?" Ante mi respuesta afirmativa a ambas preguntas, comprendí que la decisión ya estaba tomada: "Pues no encajas en este puesto de trabajo ...." (!!!) Cómo se quedó mi cara... imaginaos, eso hoy día sería "casi" impensable. Años más tarde me aclararon las razones de aquella decisión, el puesto de trabajo podría tener muchas dificultades para la conciliación familiar.

Total que continué en el hospital y al cabo de dos años volví a contactarme desde AMYS. El Servicio de Dosimetría que se había montado, estaba empezando a funcionar sin tantas incompatibilidades de dedicación y familia como se pensaba al principio. Gracias a Eduardo Sollet que como "padre de la criatura" siempre estuvo y está a nuestro lado procurando darnos de forma altruista el conocimiento científico necesario para estar siempre en primera línea y a Pío Carmena que con sus ideas de gestión económica, conseguimos un buen balance económico y unos iniciales acuerdos, pudimos por fin ponernos en marcha.

Fue ahí donde me encontré con un gran equipo de profesionales que se convertirían más tarde en mis grandes amigos, Pío, Jero, Pepe, Lola, Parraga.....que hoy en día y después de casi treinta años hemos conseguido mantener esta estupenda relación. Ya en esta etapa y desde AMYS conocí a la SEPR. Bueno la conocía ya en el hospital, pero no había tomado parte activa en ella hasta entonces, que fue cuando pasé a ser socia y a involucrarme en sus actividades. Me gustaba su gente, sus jornadas, los cursos, los congresos que permitían establecer interesantes vínculos entre colegas de la Protección Radiológica y conocí a un gran número de socios entusiastas que con su ilusión y su esfuerzo conseguían llevar hacia adelante a nuestra Sociedad.

Al cabo de unos años, la parte nuclear de AMYS se integró en la División Nuclear de Unesa, lo que supuso desde un punto de vista personal un compromiso esencial para reforzar nuestras líneas de trabajo. Fueron unos buenos años en los que tuve la suerte de coincidir con un equipo humano de técnicos y expertos con los que congenié desde el primer momento, fue un periodo de magníficos compañeros con gran ilusión y estímulo al trabajo. Juntos tuvimos experiencias de lo más interesante, recuerdo especialmente el apoyo a la dosimetría y la protección radiológica del desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I, el primero en España, o sucesos como el de Acerinox lo que me permitió conocer más de cerca situaciones de emergencia reales y respuestas personales como la de Juan Carlos Lentijo que fue altamente gratificante.

Continuamos con la dedicación a la Comisión de Protección Radiológica y Residuos Radiactivos de Unesa y de nuevo tengo que tener un recuerdo para el grupo de jefes de Protección Radiológica de las centrales nucleares españolas, para todos aquellos con los que conocí el día a día la protección radiológica y la dosimetría de una manera mucho más directa. Los hay que ya no están, los hay que están en el jubileo, y los hay que siguen en la operación diaria, pero de cada uno de ellos guardo un bonito recuerdo, en especial, de Ildelfonso Irún, de Alfredo Muntión y cómo no, de Juanma Gamo. Fue también en esta etapa cuando se produjo la entrada en vigor de los servicios de prevención, un hecho muy relevante a nivel nacional.

En paralelo, continuaba y aumentaba mi dedicación a la Sociedad. Haciendo un breve repaso me viene a la memoria cuando estuve en las juntas directivas presididas por Ignacio Hernando y Pedro Carboneras disfrutando de la oportunidad de conocer más profundamente a la Sociedad; o en mi larguísimo y divertido paso por la revista de RADIOPROTECCION, desde mis inicio en el Comité de Redacción hasta llevar su dirección, todo a lo largo de ocho años con Marisa, Matilde, Agustín, Almudena, Pilar y tantos otros compañeros; la creación de su página electrónica con Juan Carlos, o cuando se diseñó un tríptico divulgativo con una precisa información de la Sociedad; o como miembro del Comité Organizador del congreso de Huelva, el más divertido y con más jamón de Jabugo, de verdad. Otro hecho importante en el que me vi implicada fue coincidir con la publicación del *Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizante*. Liderando la SEPR, un importante esfuerzo conjunto con la SNE y la SEFM, se consiguió en un tiempo récord lanzar un "Texto Comentado" donde se recogían sus aspectos más novedosos y sus



*Durante el Congreso Conjunto SEFM-SEPR, los nuevos Socios Colectivos de la SEPR recibieron una placa conmemorativa.*

implicaciones prácticas. Como miembro del amplio grupo que colaboró en la organización del congreso internacional de IRPA-11, que bajo la coordinación de Leopoldo Arranz estuve trabajando duramente unos cuantos años entre la candidatura, la preparación y su ejecución, siendo recordado por todos como la madurez y el prestigio internacional de la Sociedad; o cuando la Sociedad cumplió sus 25 años y se hizo una publicación conmemorativa y como decía Pepe Gutiérrez "sudamos la camiseta" para que nuestro cumpleaños fuera todo un éxito, culminando con la entrega de unas magníficas caricaturas dibujadas por el hermano de Leo de cada presidente que había tenido la Sociedad hasta entonces. En fin, podría estar relatando hechos de la SEPR sin parar, pero sería complicado narrarlos todos, dejo aquí constancia del reconocimiento hacia alguno de ellos.

Volviendo a mi devenir profesional, por suerte o por desgracia, me ha tocado vivir la época de los expediente de regulación de empleo también conocido popularmente como ERE y en el primero de mi vida me vi trasladada de Unesa a Tecnatom y así "tome tierra" en una empresa dedicada a la ingeniería y servicios nucleares con lo que ello conlleva de cambio de mentalidad profesional. Por eso, muy recelosa y con algo de miedo, por qué no decirlo, estuve a la expectativa algún tiempo, pero.... encajé perfectamente. Encontré los mejores apoyos para seguir adelante y prevaleció desde el primer momento la idea de potenciar el Servicio de Dosimetría. Con Fernando González comienza nuestra andadura hasta llegar hoy día a tener un equipo humano muy comprometido y excelente, que gracias a su esfuerzo y dedicación nos hemos convertido en un referente sectorial con un espíritu emprendedor y ambicioso, hemos conseguido disponer de una manera conjunta de la dosimetría por bioeliminación y la consecución de nuestro último reto ha sido la acreditación del Servicio por la entidad de ENAC, tarea ardua y tediosa pero casi indispensable en estos tiempos. Pepe, Borja, Eva, Estela, Teresa, Javier, Anahi, Pacos, Tomás, Matías...., continuamos haciendo camino, mi único mérito ha sido anuar las voluntades de este fantástico equipo. Y llegamos al periodo actual donde me encuentro

con el segundo ERE de mi vida, esta vez mis años no son los mismos, la dosimetría está muy consolidada y está cercano un horizonte de jubilación. Así que después de casi treinta años en "el tajo" es buen momento para dejar paso a los jóvenes, con Borja Bravo como responsable del Servicio y como vicepresidente de la Sociedad comienza una nueva etapa no menos difícil y complicada aunque firmemente apoyada por mi empresa como se puso de manifiesto en el último congreso de la SEPR celebrado en Valencia donde se dejó constancia de ello: gracias Jorge, gracias Paco y muchas gracias Javier.

Echando la vista atrás han sido muchas las personas que están en mi recuerdo, Pepes, Pío, Eduardos, Pedro, Marisa, Merçe, M<sup>a</sup> Jesús, Anas, Pílares, Cristina, Eugenio, Xavier, Leo.....pero no puedo nombrarlas una a una porque la lista sería afortunadamente interminable. Quiero finalizar esta reseña dejando aquí mi agradecimiento hacia todas ellas quedándome con el sentimiento de amistad y de compañerismo, de nuevo gracias a vosotros porque os llevo a todos en mi corazón.

### PEPRI: Plataforma Nacional I+D en Protección Radiológica

El pasado 25 de junio, en el marco del Congreso Conjunto de la SEPR y la SEFM, en la Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), se ha celebrado la 2<sup>a</sup> Asamblea de la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica – PEPRI.

Esta Asamblea ha estado precedida por la conferencia *Mecanismos de financiación de proyectos de I+D*, impartida por José Gutiérrez, del Ciemat.

En esta Asamblea se presentaron los trabajos realizados por la Plataforma desde julio del año 2014, que se agrupan en tres líneas.

La primera se refiere a la elaboración de un informe titulado: *La I+D en Protección Radiológica en España*, que presenta cual es la situación actual de este sector en nuestro país, sobre la base de la información recopilada para el periodo 2009-2014 entre los miembros de PEPRI. Este informe está disponible en la web de la SEPR, dentro del apartado de PEPRI.

Otra de las actividades de la Plataforma es la de apoyar al Ciemat, como *program manager* nacional para la participación de entidades nacionales en programas de I+D que se ges-



De izquierda a derecha: Pío Carmena, Francisco Fernández y Alegría Montoro.

Asistentes a la Segunda Asamblea de PEPRI



tionan dentro del consorcio europeo Concert. En este sentido se comentaron las últimas novedades de este consorcio, lo cual fue de gran interés para los asistentes.

La tercera línea de trabajo de PEPRI es poner en comunicación a usuarios demandantes de conocimientos y tecnología con desarrolladores, para que estos últimos cubran las necesidades de los primeros a través de proyectos de investigación conjuntos. En este sentido, en la Asamblea se presentaron dos iniciativas sobre sistemas de respuesta en emergencia, promovida por el Centro Nacional de Aceleradores, Tecnatom y Unesa. Se crearon sendos grupos de trabajo para el desarrollo de estas ideas y su concreción como proyectos PEPRI.

Finalmente, se confirmó la aprobación de la incorporación de 11 nuevos miembros en PEPRI y se procedió a la renovación del Consejo Gestor de acuerdo a las propuestas de los diferentes sectores representados en el mismo. Asimismo, se procedió al relevo en la secretaria de PEPRI asignándose a Alegría Montoro esta función, en sustitución de Pío Carmena, manteniéndose como presidente el profesor Francisco Fernández Moreno.

*Pío Carmena, Mercè Ginjaume y Alegría Montoro*



## Simposio La Física del Cáncer

El 19 de junio de 2015 se celebró en Valencia el Simposio de *La Física del Cáncer* organizado por la Fundación del Instituto Valenciano de Oncología (FIVO) y la Universidad de Valencia.

Dirigido principalmente a estudiantes, investigadores, profesores y profesionales de la medicina interesados en el campo de la oncología, el objetivo del simposio ha sido estimular la innovación en la investigación sobre el cáncer, fomentando las discusiones acerca del papel de la física, las matemáticas y la ingeniería –junto con la biología– en la comprensión de la génesis y la lucha contra el cáncer. La física, matemáticas e ingeniería pueden ayudar a describir la complejidad de la biología del cáncer abriendo nuevos caminos para su manejo y tratamiento. La jornada contó con prestigiosos investigadores nacionales e internacionales en las diversas disciplinas mencionadas.

La presentación del simposio corrió a cargo de la directora general de Evaluación, Investigación, Calidad y Atención al Paciente de la Consejería de Sanidad de la Generalitat Valenciana, D<sup>a</sup> Teresa de Rojas. La vicerrectora de Investigación y Política Científica de la Universidad de Valencia, D<sup>a</sup> Pilar Campins Falcó, y el presidente de la Fundación Instituto Valenciano de Oncología, D. Antonio Llobart Bosch.

Abrió la parte técnica la ponencia del profesor de Física de la Universidad de Valencia, José Bernabéu con su interesante presentación sobre la *IFIMED Instalación de investigación en Física Médica para imagen y aceleradores* en la que destacó entre otras cosas, la importancia del IFIMED de Valencia y habló de su marco internacional, la participación española y el interés científico de la instalación de próxima apertura, que dispondrá de un servicio de tratamiento con protonterapia.

Siguió la ponencia sobre *La heterogeneidad del diagnóstico del cáncer: conocimiento interdisciplinar*, a cargo del doctor Estanislao Arana, del Departamento de Radiología de la Fundación IVO.

D. Carlos Peña Garay, del CSIS, presentó la ponencia *Transiciones de fase en Oncología*.

D. Miguel A. F. Sanjuán, jefe del Departamento de Física de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, presentó una ponencia *Sobre la ley que gobierna la lisis de los tumores sólidos*.

D. Víctor M. Pérez García disertó sobre *Una aproximación física a los tumores cerebrales usando las matemáticas: historias de éxito*. Centrando su charla en el pronóstico de los glioblastomas cerebrales. Posteriormente, se presentaron dos interesantes ponencias sobre las aplicaciones y avances en la hadronterapia, impartidas por D. Josep F. Oliver, investigador del CSIC y D<sup>a</sup> Silvia Verdú-Andrés, del Brookhaven National Laboratory (Upton, NY, USA).

Más tarde se presentaron tres ponencias: *Impacto de la Innovación tecnológica en los resultados en sanidad frente al cáncer*, impartida por D. Antonio Llobart, jefe del Servicio de Oncología Médica del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Valencia.

*Collective dynamics of dividing chemotactic cells*, impartida por Ramin Golestanian, profesor de física teórica de la materia condensada en la universidad de Oxford, UK. Y finalmente, D<sup>a</sup>

- Gloria Bueno, de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Castilla-la Mancha en Ciudad Real, y líder del grupo VISI-LAB (*Machine Vision and Artificial Intelligence Group*) cerró las ponencias de este simposio con una interesante presentación sobre *Adquisición y clasificación de Microarray de tejido mamario en Anatomía Patológica*.

Resultó de sumo interés el conocer de primera mano de investigadores destacados el estado actual de investigaciones punteras en campos muy diversos que inciden en el mismo problema: abordar y tratar de curar el cáncer.

Asunción Díez Sacristán, CSN

## Curso sobre Transporte de material radiactivo

Entre el 8 y el 12 de junio tuvo lugar en las instalaciones de la Unidad de Formación en Protección Radiológica y Tecnología Nuclear del Ciemat, el curso sobre transporte de material radiactivo que organiza esta entidad junto al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), con la colaboración de Unesa y Enresa.

Este curso se viene celebrando desde mediados de los años noventa, con una periodicidad de entre dos y tres años, siguiendo los ciclos de revisión de la reglamentación sobre transporte de mercancías peligrosas, y se trata del curso sobre esta materia más completo que se ofrece en nuestro país. El curso tiene una duración de una semana y es impartido por expertos reconocidos en este ámbito en las instalaciones nucleares y radiactivas y el CSN.

El objetivo del curso es formar sobre los requisitos exigibles al transporte de material radiactivo y los procedimientos a seguir para alcanzar la máxima seguridad en el desarrollo de la actividad. Está dirigido al personal de las instalaciones nucleares y radiactivas que desarrollan actividades en alguna de las etapas del transporte: preparación de los bultos, preparación de la documentación de transporte, carga y descarga, al personal de las de las empresas que realizan el transporte del material radiactivo y al de las autoridades con competencias en el ámbito general del transporte de mercancías peligrosas y en el particular de la materia radiactiva.

El enfoque de este curso es eminentemente práctico, por ello se dedican un gran número de horas lectivas a la operativa real de preparación y recepción de las expediciones, para lo que se ha contado con la participación de docentes involucrados en el día a día de esas operaciones, y también se incluye la realización de ejercicios y de supuestos prácticos.

Esta edición se ha centrado en la última revisión de las reglamentaciones de transporte de mercancías peligrosas (ediciones de 2015) en la vía terrestre, aérea y marítima. Las sesiones impartidas abordaron el marco legal, la clasificación de los materiales y de los bultos de transporte, los requisitos de protección radiológica, los de etiquetado y marcado de bultos y vehículos, los de aprobación de los bultos y de las expediciones, la formación del personal, los requisitos de los vehículos, la confección de la documentación de acompañamiento, la planificación y la organización de los transportes, las responsabilidades de los diferentes participantes en un transporte (expedidor, transportista y receptor) y la actuación

ante emergencias, la garantía de calidad, la responsabilidad civil nuclear y la protección física en los transportes.

La parte final del curso consistió en la realización de ejercicios de clasificación de remesas de material radiactivo para determinar los requisitos exigibles a su transporte y en la resolución en grupo de casos prácticos que permitieron afianzar los conocimientos impartidos previamente.

Como conclusión, indicar que la edición de 2015 del Curso sobre transporte de material radiactivo ha tenido un resultado altamente satisfactorio, destacando el interés y la intensa intervención del alumnado en las sesiones teóricas y prácticas y la gran calidad de los debates generados alrededor de los temas impartidos

F. Zamora Martín, CSN

## El Laboratorio de Bioeliminación del Ciemat organiza la XX Reunión Anual PROCORAD

El Laboratorio de Bioeliminación del Ciemat reunió en Toledo durante los días 17 a 19 del pasado mes de junio, a los expertos internacionales en medidas de actividad en muestras biológicas con motivo de la XX Reunión Anual de resultados de Ejercicios de Intercomparación de PROCORAD.

PROCORAD es una asociación francesa sin ánimo de lucro cuyos fundadores, biólogos y farmacéuticos procedentes de los laboratorios de los servicios médicos de las centrales nucleares, participaban y/o eran responsables de los servicios de salud ocupacional para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Anualmente organiza diez tipos de ejercicios de intercomparación internacional, que permiten chequear y validar los procedimientos y protocolos de medida de actividad en muestras biológicas con el fin de asegurar la calidad de este tipo de análisis. Aunque en origen, los destinatarios de los ejercicios de intercomparación eran únicamente los laboratorios franceses, posteriormente se extendieron a los laboratorios ingleses hasta que, en 1992, se internacionalizó la participación a los laboratorios procedentes de todo el mundo.

Este año han participado 71 laboratorios procedentes de 23 países, siendo seis de ellos de España, de los cuales cuatro pertenecen a diversos laboratorios del Ciemat. Desde 1999 el Laboratorio de Bioeliminación del Servicio de Dosimetría de Radiaciones participa anualmente en los ejercicios de intercomparación y, este año, ha colaborado también en la organización de la reunión anual. En el acto inaugural, D<sup>o</sup> Yolanda



Participantes en PROCORAD.

Benito Moreno, directora del Departamento de Medioambiente mostró las capacidades técnicas y humanas del Ciemat, presentando un mayor hincapié al área de Dosimetría y Protección Radiológica de su departamento.

Finalmente, en la reunión anual los responsables de la elaboración de cada ejercicio describen la preparación y envío de muestras de intercomparación, así como los resultados obtenidos por los laboratorios participantes, incluyendo un extenso análisis estadístico. Se cumple así con el objetivo de presentar al colectivo de profesionales en esta área, los estándares de calidad necesarios en esta disciplina.

Comité de Redacción

## Nombramiento de Javier Dies como nuevo consejero del CSN

El Consejo de Ministros aprobó el pasado 29 de septiembre el nombramiento de Javier Dies Llovera como nuevo consejero del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), en sustitución Antonio Gurguí Ferrer, que deja el organismo regulador por finalización de mandato.

Nacido el 14 de julio de 1962 en Lérida, es doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Cataluña y catedrático de Ingeniería Nuclear en el Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona de esta misma Universidad, donde dirigió la Sección de Ingeniería Nuclear.

Su larga trayectoria en el ámbito de la seguridad nuclear y la protección radiológica tanto en el marco nacional como internacional se ha visto avalada por su nombramiento en distintos puestos destacados del sector, tales como su actual cargo como vicepresidente de la European Nuclear Education Network (ENEN), o su participación en 12 misiones del OIEA, entre otras.

Ha trabajado en diversas líneas de investigación, abarcando un amplio espectro dentro de la seguridad nuclear y la protección radiológica, desde la optimización de la dosimetría por termoluminiscencia para los programas de vigilancia radiológica ambiental de las centrales nucleares hasta la utilización de análisis probabilísticos de seguridad (APS) para la evaluación

de la seguridad de las centrales pasando por la fusión nuclear, dando su fruto en la publicación de más de 240 artículos en revistas de alto índice de impacto, 11 tesis doctorales dirigidas y una publicación multimedia sobre *Física de reactores nucleares* distribuida a más de 83 países y traducida a seis idiomas.

Contando con esta amplia experiencia, Javier Dies comienza su andadura al frente del CSN por un periodo de seis años.



Comité de Redacción

## 41ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

Durante los días 23, 24 y 25 de septiembre se celebró en la ciudad de A Coruña (Galicia) la 41ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española (SNE).

En esta ocasión se reunieron alrededor de 700 participantes que durante tres días tuvieron la oportunidad de acercarse a los temas más actuales relacionados con la energía nuclear, además de disfrutar del excelente panorama turístico, cultural y gastronómico que ofrecen las tierras gallegas.



Participantes en la sesión de apertura.

Este año, junto con las sesiones plenarias que abordaron temas como la *Necesidades de I+D+i para afrontar los retos del sector nuclear: operación a largo plazo, gestión del combustible y nuevos proyectos*; *El Informe OIEA "Report on the Fukushima Daiichi Accident"*; o la *Gestión inteligente de las ciudades. Nuevo modelo de suministro energético*, se impartió una interesante charla-coloquio en la que se planteaba *¿Cómo definir la estrategia energética española?*, además de tres talleres en los que se analizaron cuestiones como el liderazgo, el relevo generacional o la negociación intercultural.

En lo que se refiere a la protección radiológica, en el amplio programa técnico que se presentó en esta reunión compuesto por cursos, conferencias y más de 300 ponencias,



Participantes en la sesión de clausura.

- cías, destacan el curso organizado por WiN España titulado *Aplicaciones médicas de la radiaciones ionizantes. Medicina Nuclear* y tres sesiones dedicadas a la protección radiológica y medioambiental con un total de 25 ponencias.

- Además de un divertido programa lúdico también tuvo lugar en esta 41ª edición la exposición comercial en la que 34 empresas del sector presentaron sus productos y servicios, y firmar acuerdos de colaboración.

Comité de Redacción

## Women in Nuclear España en el IV Congreso Conjunto SEFM 20-SEPR 15

- Women in Nuclear (WiN) España ha participado en el IV Congreso Conjunto SEFM 20-SEPR 15 que se celebró en Valencia del 23 al 26 de junio bajo el lema: *Física y Salud: Retos y Perspectivas de la Física Médica y la Protección Radiológica*.

- El viernes 26 de junio, WiN España participó en el Congreso organizando una sesión informativa con el objetivo de dar a conocer a todos los asistentes lo que WiN significa, a quién agrupa y cuáles son sus principales cometidos.

- De mano de su presidenta, Matilde Pelegrí, los participantes pudieron conocer las actuaciones que se realizan en esta

- asociación de mujeres involucradas profesionalmente en el mundo de las radiaciones ionizantes y en sus aplicaciones de producción de energía, médicas e industriales, así como en el campo de la comunicación en este sector.



Mesa presidencial

- Enmarcando la conferencia en la dimensión internacional que WiN España como integrante de WiN Global tiene, se destacó nuestro principal objetivo: proporcionar información objetiva al público acerca de temas nucleares y de aplicaciones de la radiación.

- Al término de la charla se abrió un debate donde en forma de coloquio los asistentes compartieron con Pelegrí sugerencias y comentarios de gran interés. Esta acción supone un importante acercamiento de WiN, tanto a la Sociedad Española de Física Médica como a la Sociedad Española de Protección Radiológica, de manera que las asociadas han podido conocer de cerca Women in Nuclear, invitándolas a participar en las actividades previstas para los próximos meses.

- El viernes 26 de junio, WiN organizó una jornada sobre *Radiaciones, salud y nutrición* en la localidad de Torrent (Valencia). Con la colaboración del Ayuntamiento de la ciudad, de diversas empresas locales y de la asociación Tyrius de consumidores y amas de casa de Valencia, un centenar de personas se dieron cita, interesadas en conocer la relación entre radiación, salud y nutrición.

Tras una bienvenida de la presidenta de WiN España, Vicenta Alcácer, presidenta de Tyrius y María Muñoz, representante del Ayuntamiento de Torrent, Marisa España (jefa del Servicio de PR del HU *La Princesa* y miembro de WiN) explicó el uso de las radiaciones en medicina, dando paso a Natividad Sebastià (tecnóloga de alimentos y nutricionista) quien informó a la audiencia del uso de las radiaciones en investigación biomédica, para dar la palabra posteriormente a Juan Serrano (Asesor científico del Instituto Mas Palop) quien desgranó la relación entre cáncer y nutrición.

La jornada concluyó con un amplio debate entre los asistentes y los ponentes y con talleres de nutrición llevados a cabo por Elisa Escorihuela de la empresa Nutt, junto con una

- degustación de alimentos ecológicos de *La Finestra del Cielo* y
- Horchata Panach, que junto con Dietéticos Intersa e Hidrotelial, obsequiaron a los participantes con muestras de sus productos.
- Alegría Montoro, radiobióloga del Hospital Universitario y Politécnico La Fe y vocal de la Junta Directiva de WiN, junto con Natividad Sebastià, fueron las encargadas de organizar esta Jornada, la cual fue un éxito, tanto en convocatoria como en participación, ponentes y patrocinadores. Desde aquí, nuestro agradecimiento a todos los ponentes por su amable participación y a las organizadoras valencianas por el resultado final gracias al cual consumidores y amas de casa de Torrent (Valencia) conocen más sobre el tema *Radiaciones, salud y nutrición*.

Matilde Pelegrí y Alegría Montoro

## NOTICIAS de MUNDO

### El workshop sobre la Plataforma ESOREX

Los pasados 30 de Junio y 1 de julio de 2015 tuvo lugar en París el segundo Workshop sobre la Plataforma ESOREX (European Platform for Occupational Radiation Exposure), a la que asistieron expertos de 22 países europeos designados por la autoridad competente en protección radiológica de cada país como administrador nacional o corresponsal, así como representantes de la Comisión Europea y de organizaciones internacionales. En total, aproximadamente 30 asistentes, entre los que se encontraba representación del CSN.

#### Antecedentes

La Comisión Europea (CE) inició en 1997 el Estudio Europeo sobre Exposición Ocupacional a la Radiación (ESOREX).

Tras el primer simposio ESOREX celebrado en Praga (República Checa) en 2010, se propuso el establecimiento de una plataforma sobre la exposición ocupacional en los países de la Unión Europea, países asociados y voluntarios en la que los representantes de los registros dosimétricos nacionales y servicios de dosimetría pudieran discutir temas emergentes, evaluar tendencias en las dosis e intercambiar experiencias.

La CE encargó al Instituto de Radioprotección y de Seguridad Nuclear francés (IRSN) el desarrollo de la citada Plataforma ESOREX (en adelante, la plataforma) en un periodo de tres años, empezando a contar desde diciembre de 2012.

En septiembre de 2014 tuvo lugar en París un primer Workshop sobre el proyecto de plataforma, al que asistió el personal designado por el CSN. Durante este Workshop, se presentó el prototipo de la plataforma a los representantes de los registros nacionales de dosis de los países de la UE, y se desarrolló un taller práctico sobre su uso.

#### Presentación de la versión final de la Plataforma ESOREX

A la plataforma se accede libremente a través de Internet. Veintidós países tienen acceso a la plataforma: Austria, Bélgica, Bulgaria, República Checa, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Lituania, Luxem-

- burgo, Noruega, Polonia, Rumanía, Eslovenia, España, Suecia, Suiza y Países Bajos.

- La plataforma está compuesta, en primer lugar, de una base de datos en la que se incluyen no sólo los datos de la exposición ocupacional europea (ordenados por países y sectores profesionales) sino también las estrategias seguidas por cada país para llevar a cabo la vigilancia de la exposición ocupacional (normativa, tipos de dosimetría, servicios de dosimetría autorizados, organización de las bases de datos nacionales sobre datos dosimétricos, etc.). Pero además, pone a disposición de los usuarios una herramienta donde desarrollar debates técnicos e intercambiar información entre expertos en protección radiológica.

- Una vez en el sitio web de la plataforma, se puede navegar por ella con diferentes perfiles de acceso, en función de si se dispone de perfil de usuario registrado y clave de acceso: administrador web (IRSN), administrador nacional, corresponsal nacional, experto y público.

- El administrador nacional es designado por la autoridad competente en protección radiológica de cada país, a través de HERCA (Heads of the European Radiation Competent Authorities). Por su parte, el administrador nacional podrá designar a uno o varios corresponsales a nivel nacional, con capacidad para introducir, modificar y consultar datos en la plataforma. El perfil de experto, es igualmente otorgado por el administrador nacional, y da acceso tanto a explorar la plataforma, como a los gráficos y al foro de expertos. El público, sin embargo, tiene acceso a la página principal de la plataforma encontrándose habilitados en modo consulta los apartados relativos a la información sobre los marcos reguladores de cada país (clicando en cada una de las banderas) y a una serie de gráficos sobre exposición ocupacional.

- A fecha de la celebración del Workshop, trece países habían rellenado las plantillas relativas a la descripción del marco regulador en cada país. El análisis de estos datos por parte del comité gestor de la plataforma puso de manifiesto las diferencias existentes entre los países, si bien no puede descartarse que algunas de ellas fueran atribuibles a errores de



interpretación a la hora de introducir los datos. No obstante, se confirmó el interés de mantener la plataforma, especialmente durante la transposición de la Directiva 2013/59/EURATOM a cada reglamentación nacional.

Como conclusión, la plataforma ESOREX ya se encuentra plenamente operativa, si bien aún han de pulirse alguno de los aspectos relativos al formato de los datos presentados en la misma, tal como se debatió entre los participantes en el Workshop.

- Puede tratarse de una herramienta útil para intercambiar información sobre la vigilancia ocupacional implementada en otros países de forma ágil y rápida, comparar datos entre los distintos países, y como fin último, contribuir a la armonización de las prácticas dentro de la Unión Europea. No obstante, se destacó una vez más a lo largo del Workshop que para asegurar el éxito de la plataforma resulta clave el interés de HERCA en mantenerla, lo que trataría de garantizarse a corto plazo.

M<sup>a</sup> Luisa Tormo, CSN



## Finaliza STAR, la Red de Excelencia Europea en Radioecología financiada por el 7PM de Euratom

En julio de 2015 finalizó STAR (*Strategy for Allied Radioecology*), una Red de Excelencia en Radioecología Europea cuyas actividades han estado financiadas por el 7 Programa Marco de Euratom desde febrero de 2011. En STAR han participado nueve instituciones europeas, que incluyen al Ciemat.

En los cuatro años y medio que ha durado STAR han sido muchos los resultados obtenidos, los cuales han permitido avanzar de manera significativa en varias áreas del conocimiento de la radioecología. Con objeto de dar a conocer a la comunidad científica y a otros grupos interesados los principales resultados obtenidos en STAR y discutir la integración futura de la radioecología con otras disciplinas de protección radiológica, tuvo lugar durante los días 9 a 11 de junio de 2015 en Aix-en-Provence (Francia), el evento final de STAR.

En dicho evento participaron alrededor de 100 personas, procedentes no sólo de Europa sino también de EE.UU., Canadá, Japón y Australia. También asistieron representantes de organizaciones internacionales como la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica), el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) y la IUR (Unión Internacional de Radioecología), así como de las cuatro plataformas europeas en temas de protección radiológica: ALLIANCE (Alianza Euro-

- peía de Radioecología), MELODI (Riesgos de dosis bajas de radiación), NERIS (Preparación de la emergencia y la postemergencia radiológica) y EURADOS (Dosimetría de radiaciones).

El programa del evento incluyó presentaciones, sesiones de discusión, debates, pósters y demostraciones interactivas. Toda la información está disponible en la página web de STAR.

- Los temas a tratar durante el evento se estructuraron en tres sesiones:

### 1. La integración de la radioecología a nivel europeo.

Sesión en la que se presentó el éxito alcanzado en STAR en cuanto a la integración de las nueve instituciones que han participado en el proyecto. Dicho éxito se puso de manifiesto en las cinco presentaciones realizadas sobre el tema de la integración de la radioecología sobre los cimientos de STAR, en las que se mostró el trabajo realizado en la Red de Excelencia para crear: (1) La agenda estratégica de investigación en radioecología; (2) La página web *The Radioecology Exchange*; (3) La base de datos de infraestructuras en radioecología y el laboratorio virtual; (4) Los observatorios de radioecología; y (5) La plataforma de educación y formación en radioecología.

En esta sesión también se escucharon los mensajes que las plataformas europeas en protección radiológica tenían para la comunidad de radioecología, transmitidos en las presentaciones realizadas por los representantes de Melodi, Eurados y Neris.

Para finalizar la sesión, se celebró el debate *Buscando la sostenibilidad y la integración*, en la que tras la presentación sobre retos y soluciones identificadas en STAR en relación a la sostenibilidad de los desarrollos realizados durante la duración del proyecto, los asistentes pudieron dar su opinión y plantear preguntas sobre el tema. Las conclusiones de está



sesión de debate están disponibles en la página web de STAR.

### 2.El sistema de protección radiológica de la biota: avanzando en el conocimiento científico que constituye su base a través de la integración de la investigación

En esta sesión se evaluó la solidez de los criterios ecológicos de protección radiológica, analizando el conocimiento existente sobre: (1) Los efectos producidos por la radiación ionizante a diferentes niveles de organización biológica (individuos, poblaciones, ecosistemas); (2) Comparación de los efectos producidos por radiación gamma y radiación alfa en la biota; (3) Modelos mecanicistas para enlazar los efectos biológicos producidos por la radiación desde el nivel molecular hasta nivel de población, con objeto de poder aumentar la relevancia ecológica en los criterios de protección radiológica.

Una cuestión planteada en esta sesión fue si los niveles de referencia aplicados para la protección radiológica de la biota, protegen de forma adecuada en un contexto de múltiples factores de estrés. Para intentar dar respuesta a esta pregunta se hicieron presentaciones sobre: (1) ¿Cómo de equivocados estamos si no consideramos mezclas de contaminantes?; (2) Los modelos de mezclas de referencia desarrollados para tóxicos químicos funcionan cuando la radiación es parte de la mezcla de contaminantes; (3) Es necesario entender la bioacumulación para poder explicar y predecir los efectos de una mezcla de contaminantes; (4) Importancia de usar efectos múltiples para explicar y predecir los efectos de mezclas de contaminantes; (5) Contribución de STAR a la protección radiológica de la biota en un contexto de múltiples factores de estrés.

La sesión finalizó con dos debates, uno sobre la solidez de los criterios ecológicos utilizados en protección radiológica y otro sobre los valores de referencia utilizados en protección radiológica de la biota, en un contexto de múltiples factores de estrés.

### 3.La “caja de herramientas” STAR: avance en las evaluaciones de riesgo e intercambio de conocimientos

Para profundizar en el tema de la integración de las aproximaciones que son comunes a humanos y a biota, con el objeto de avanzar en las evaluaciones de riesgo radiológico, se realizaron presentaciones sobre (1) Cómo aprovechar al máximo la información disponible, aplicando aproximaciones de extrapolación en los modelos radioecológicos de transferencia de radionucleidos; (2) Cómo se podrían integrar los sistemas de protección radiológica de humanos y de biota; (3) Cromerica, una herramienta única para llevar a cabo evaluaciones simultáneas de riesgo radiológico en humanos y biota. El Ciemat, en colaboración con la Fundación de Fomento e Innovación Industrial de la UPM, ha tenido un papel primordial en el desarrollo de Cromerica, el cual ha sido posible gracias a la financiación recibida no solo a través de STAR, sino también del OIEA y de Enresa.

Se finalizó esta sesión con un debate sobre la integración de las metodologías empleadas en las evaluaciones de impacto radiológico.

Tras esta sesión tuvo lugar una demostración práctica de varias de las herramientas desarrolladas en STAR, entre las que se encuentran el código Cromerica, y la página web The radioecology exchange. También se presentaron varias herramientas desarrolladas en STAR, como la base de datos en infraestructuras, el laboratorio virtual o la plataforma de formación y educación, en forma de póster.

La última sesión del evento trató sobre el trabajo realizado en STAR en relación al accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi. Se realizaron presentaciones sobre: (1) Bioacumulación de radionucleidos de Fukushima en fauna marina; (2) Radionucleidos derivados de Fukushima en la biota marina; (3) La radioecología al servicio de la mitigación de los impactos sociales de un accidente nuclear.

El evento finalizó con una presentación a cargo de la coordinadora de STAR, Dra. Laureline Fevrier (IRSN, Francia), en la que mostró a los participantes las principales conclusiones de las diferentes sesiones de debate que tuvieron lugar durante el evento.

Toda la información sobre el evento final de STAR, incluyendo las presentaciones realizadas, se encuentran disponibles en [www.star-project.eu](#).

*Almudena Real y Juan Carlos Mora  
Participantes del CIEMAT en STAR*

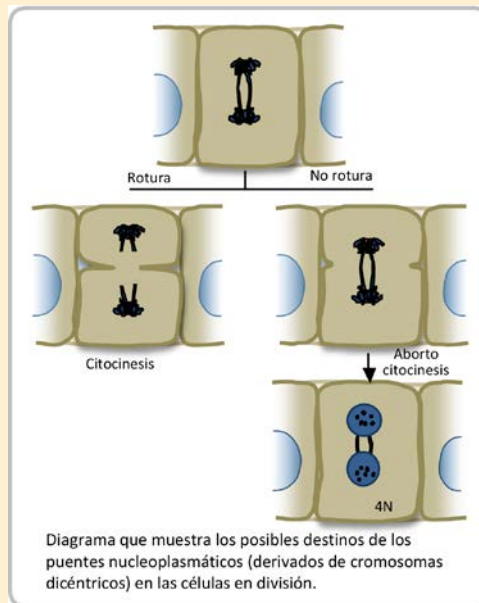
## Hacia una valoración realista de los riesgos de las mamografías (MamoRad)

### Subvención del Consejo de Seguridad Nuclear en convocatoria pública competitiva

La investigación de los efectos de las mamografías de cribado poblacional es relevante en protección radiológica dado que se trata de un procedimiento médico-diagnóstico muy común. No se conoce si los mecanismos de reparación de lesiones de DNA pueden activarse eficazmente ante exposición a dosis bajas de radiación, como la que se produce en el caso de las mamografías, o cuando las células irradiadas están envejecidas. En MamoRad planteamos la hipótesis de que existen diferencias en los mecanismos de respuesta a bajas dosis de radiación de células jóvenes y envejecidas que contribuyen a la sensibilidad individual. Para investigar esta hipótesis planteamos la utilización de células epiteliales derivadas de glándula mamaria normal. Este modelo celular proporciona una aproximación fisiológicamente relevante para el análisis de los efectos carcinogénicos de bajas dosis de rayos X ya la mayoría de los tumores de mama derivan de células epiteliales. El objetivo global de MamoRad es contribuir a la comprensión de las bases moleculares de la respuesta a bajas dosis de rayos X en las células epiteliales mamarias e investigar si existen diferencias interindividuales en la inducción de daño y la generación de una respuesta eficiente. Los resultados obtenidos en MamoRad pretenden contribuir a una mejor evaluación del balance entre riesgos y beneficios de los programas de cribado poblacional por mamografía con la finalidad última de optimizar los protocolos de protección radiológica.

El estudio realizado gracias a la subvención del Consejo de Seguridad Nuclear ha permitido demostrar que las dosis de rayos X equivalentes a las que recibe la superficie de

la mama en una exploración mamográfica causan incremento DSB y de anomalías morfológicas nucleares en las células epiteliales mamarias. Estas anomalías en la morfología del núcleo de las células indican la reparación ilegítima de las roturas de doble cadena de DNA, causando la formación de cromosomas dicéntricos que tienden a formar puentes de cromatina en las células en división y son capaces de desestabilizar el genoma de las células. La rotura del puente origina múltiples extremos de DNA rotos que al reunirse entre ellos forman nuevas reorganizaciones cromosómicas alterando las dosis génicas. A la vez, los fragmentos derivados de la rotura del puente originan nuevos cromosomas dicéntricos capaces de mantener el ciclo de inestabilidad de manera indefinida. Se trata de los ciclos BFB (*Breakage-Fusion-Bridge*) inicialmente descritos por Barbara McClintock en maíz en 1941 (McClintock, 1941), que más recientemente se han relacionado con la inestabilidad cromosómica característica de las células tumorales. Alternativamente, el puente de cromatina que forma el cromosoma dicéntrico puede mantenerse íntegro y originar células con dotación genómica doble a causa de que la presencia de DNA en el surco de segmentación induce el aborto de la citocinesis. La importancia de las células tetraploides en los procesos de tumorigénesis es alta dado que se trata de células que, al presentar además una dotación de centrosomas doble, suelen organizar husos mitóticos con geometría anómala (multipolar) que favorecen la segregación anómala de los cromosomas. Así pues, tanto en un caso como en el otro, los puentes de cromatina están asociados con los procesos de carcinogénesis, dado que son responsables de originar una característica prácticamente universal de las células tumorales, la inestabilidad de su genoma. Así pues, los cromosomas dicéntricos, que a menudo se utilizan en dosimetría biológica para estimar las dosis de radiación, deben de dejar de considerarse simples marcadores de exposición ya que son verdaderos protagonistas en los procesos de carcinogénesis radioinducida al ser capaces de causar la inestabilidad del genoma de las células irradiadas.



ocurre a mayor edad, el riesgo de desarrollar un tumor sólido vuelve a aumentar (Shuryak et al, J Natl Cancer Inst 102(21):1628-36, 2010). En este sentido, los datos obtenidos de estudios epidemiológicos realizados en población adulta expuesta ocupacionalmente a bajas dosis de radiación indican precisamente una mayor radiosensibilidad en los adultos de mayor edad. En trabajadores de plantas nucleares se ha demostrado una asociación positiva entre la edad de exposición y el riesgo de cáncer radioinducido, ya que se observa una relación dosis-efecto más pronunciada en las dosis recibidas a partir de los 45 años (Wing y Richardson, Occup Environ Med 62(7): 465-72, 2005). Se ha sugerido que esta distribución bimodal del riesgo refleja que mientras los riesgos de

- la exposición en niños están más relacionados con procesos de iniciación tumorigénica (inducción de células malignas irreversiblemente alteradas), en los adultos de mayor edad la tumorigénesis radioinducida se debe mayormente a procesos de promoción (inducción de nuevas mutaciones en células premalignas preexistentes) (Shuryak et al, J Natl Cancer Inst 102(21):1628-36, 2010). Es importante señalar que los riesgos de cáncer radioinducido en personas mayores pueden llegar a ser el doble de los estimados previamente cuando solo se tenían en cuenta los procesos de iniciación. Ello podría ser importante en el caso de exposiciones por razón ocupacional o medico-diagnóstica. Los resultados obtenidos en nuestro laboratorio gracias a la subvención del Consejo de Seguridad Nuclear indican que el envejecimiento altera la radiosensibilidad de las células y la eficacia de su respuesta frente a lesiones inducidas en su DNA. Estos resultados podrían estar directamente relacionados con un incremento en el riesgo carcinogénico de las exposiciones recibidas por adultos de mayor edad favoreciendo el desarrollo de células premalignas. En resumen, desde hace décadas se conoce que los niños, y especialmente los fetos, son muy vulnerables a la radiación ionizante. Investigaciones más recientes aportan evidencias sustanciales que la radiosensibilidad incrementa de nuevo en los adultos de mayor edad. Ello nos conduce a concluir que es importante prestar atención a los factores capaces de modificar la asociación entre cáncer y radiación tales como la edad de exposición, a fin de ayudar a proteger mejor a trabajadores y público por medio de una mejor comprensión de las variaciones en la sensibilidad entre la población humana.

Existen evidencias que indican que la radiosensibilidad varía con la edad de exposición, siendo los niños y la población adulta de mayor edad los más radiosensibles. Ello ha supuesto un cambio importante en la estimación de los riesgos de cáncer radioinducido ya que los modelos clásicos sugerían que el riesgo de cáncer en exceso (atribuible a radiación) era mayor en niños y disminuía con la edad de exposición. Sin embargo, los estudios epidemiológicos más recientes indican que, en el caso de la exposición a radiación en edad adulta, el riesgo de cáncer radioinducido disminuye con la edad de exposición sólo en el caso de exposiciones ocurridas hasta los 30 o 40 años. Cuando la exposición

**Investigadora Principal:** Anna Genescà  
**Equipo de Investigación:** Marta Martín, Julio José Puig, Mariona Terradas, Laia Hernández, Purificación Feijoo, David Soler, Teresa Anglada y Joan Repullés  
**Responsable del Proyecto en el CSN:** Asunción Díez


## Publicaciones CSN

### PROGRAMAS DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL. RESULTADOS 2013

Colección Informes Técnicos 41.2014

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha presentado el decimosexto informe anual que recoge los resultados de los programas de vigilancia radiológica ambiental desarrollados durante el año 2013, además se adjuntan los datos históricos que constituyen el marco de referencia. Esta publicación se pone a disposición de los ciudadanos e instituciones, donde podrán consultar los niveles de radiactividad ambiental del país con un cierto nivel de detalle



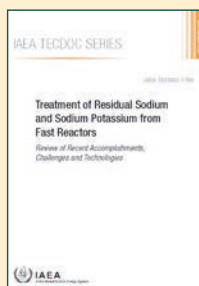
Disponible en: 

## Publicaciones IAEA


### TREATMENT OF RESIDUAL SODIUM AND SODIUM POTASSIUM FROM FAST REACTORS: REVIEW OF RECENT ACCOMPLISHMENTS, CHALLENGES AND TECHNOLOGIES

IAEA TECDOC 1769

Durante el desmantelamiento de una instalación nuclear, además de la radiación habitual y los peligros convencionales, la presencia de sodio residual o de la aleación entre sodio y potasio incorporan desafíos técnicos, profesionales y económicos en el desmantelamiento de la instalación. En esta publicación se analizan una serie de métodos de descontaminación para el desmantelamiento de ciertos componentes que todavía contienen ciertas cantidades de sodio y que se presentaron como documentos en la sesión de la OIEA durante la "5th International Conference and Exhibition on Decommissioning Challenges" celebrada en Abril de 2013 en Aviñón, Francia. ICRP, 2014. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3).

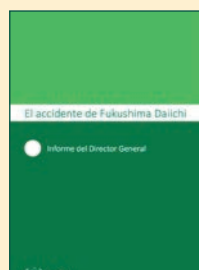


ISBN: 978-1-936366-30-9

Disponible en: 


### THE FUKUSHIMA DAIICHI ACCIDENT

The Fukushima Daiichi Accident consiste en un informe del Director General del OIEA y cinco volúmenes técnicos. Es el resultado de un amplio esfuerzo de colaboración internacional con participación de cinco grupos de trabajo con cerca de 180 expertos de 42 Estados miembros con y sin programas nucleares y de varios organismos internacionales.



- Proporciona una descripción del accidente y sus causas, evolución y consecuencias, con base en la evaluación de los datos y la información de un gran número de fuentes disponibles.
- The Fukushima Daiichi Accident será de utilidad para las autoridades nacionales, organizaciones internacionales, organismos reguladores nucleares y otros expertos en asuntos relacionados con la energía nuclear, así como al público en general. Se compone de seis volúmenes impresos y cinco Cd-ROM suplementarios.

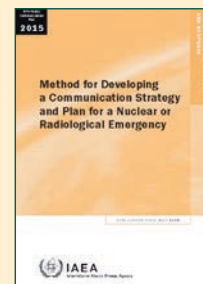
ISBN:978-92-0-107015-9

Disponible en: 

### METHOD FOR DEVELOPING A COMMUNICATION STRATEGY AND PLAN FOR A NUCLEAR OR RADIOLOGICAL EMERGENCY

EPR-Communication Plan 2015

El objetivo de esta publicación es proporcionar un recurso práctico para los planes de emergencia en el área de las comunicaciones al público en el desarrollo de un plan de comunicaciones de emergencia radiológica nacional (RECP). Además, pretende proporcionar orientación a las autoridades nacionales y locales durante el desarrollo de un RECP, incorporando funciones específicas, medidas a tomar y capacidades, las cuales serán necesarias en las comunicaciones al público durante una emergencia nuclear.



Disponible en: 

### DECOMMISSIONING OF POOLS IN NUCLEAR FACILITIES

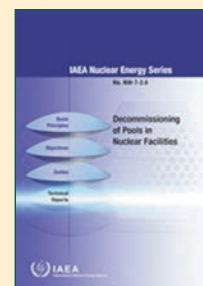
No. NW-T-2.6

Un gran número de instalaciones nucleares utilizan piscinas para la refrigeración del combustible gastado o los blindajes de los núcleos de los reactores de investigación o fuentes irradiador. Durante toda la vida de servicio de estas piscinas nucleares, que puede abarcar décadas, pueden contaminarse como resultado de la deposición de sustancias radiactivas.

Los aspectos relevantes sobre el desmantelamiento de las piscinas están incluidos en esta publicación incluyendo la planificación y gestión de proyectos, la salud y la seguridad, y la gestión de los residuos resultantes.

ISBN:978-92-0-103115-0

Disponible en: 



## Publicaciones EURADOS

### EURADOS Report 2015-02: EURADOS Intercomparison 2012 for Whole Body Dosemeters in Photon Fields


El grupo de trabajo 2 (WG2) de European Radiation Dosimetry Group (EURADOS) ha llevado a cabo con éxito desde 2008 hasta 2012 cuatro ejercicios de intercomparación inter-

nacionales de dosímetros corporales (IC2008, IC2010, IC2012 y IC2012n) y un ejercicio para dosímetros de extremidades en los campos de radiación fotónico y beta (IC2009).

Este documento describe la preparación del ejercicio IC2012, así como una amplia discusión de los resultados.

ISBN 978-3-943701-09-8




Disponible en: 

## Publicaciones NEA

### INTRODUCTION OF THORIUM IN THE NUCLEAR FUEL CYCLE

NEA No.7224

Este informe ofrece una evaluación científica del papel potencial de torio en la energía nuclear, tanto en el corto y largo plazo, abordando diversas opciones, conductores potenciales y los obstáculos actuales a considerar.

Disponible en: 


# CONVOCATORIAS 2015-2016

“más información en [www.sepr.es](http://www.sepr.es)”

## NOVIEMBRE


### 7th MELODI Workshop - Next Generation Radiation Protection Research

Los próximos días 9 a 11 de noviembre de 2015 tendrá lugar en el Helmholtz Zentrum de Múnich, en Alemania el séptimo workshop de la plataforma europea MELODI dedicada a la investigación del riesgo a bajas dosis.

Más información en: 

### Simpósio internacional sobre Educación, Capacitación y Gestión del Conocimiento en Energía Nuclear y sus Aplicaciones


Este Simposio tendrá lugar entre los días 22 y 26 de noviembre de 2015 en Cuzco (Perú) con el objetivo de que las instituciones y personas dedicadas a la educación, capacitación, entrenamiento y difusión de la ciencia y tecnología nuclear en la región latinoamericana y de otras latitudes, puedan dar a conocer sus experiencias en el tema y a su vez sea un foro para plantear alternativas a fin de mejorar la gestión del conocimiento nuclear en las instituciones estatales y particulares.

Más información en: 

## DICIEMBRE

### 8th EAN-NORM Workshop + Topical day

Del 1 al 3 de diciembre de 2015 tendrá lugar en Dresde (Alemania) el octavo *European ALARA Network for Naturally Occurring Radioactive Materials (EAN-NORM)* Workshop en el que se debatirán los principales temas relacionados con los materiales NORM. A continuación, el día 4, se celebrará una jornada temática sobre reutilización de NORM en materiales de construcción.

Más información en: 

## ENERO 2016

### 2016 IAOE ALARA Symposium

Del 10 al 13 de enero de 2016 tendrá lugar en EEUU (Hyatt Regency Pier Sixty-Six 2301 S.E. 17th Street Causeway Ft. Lauderdale, Florida 33316 USA) el Simposio ALARA 2016 organizado por el Centro Técnico de América del Norte (NATC) y el sistema de información de exposición ocupacional (ISOE) en colaboración con la Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Agencia de la OCDE / Energía Nuclear (NEA).

En el congreso se abordarán documentos técnicos y exposiciones sobre los últimos enfoques en el trabajo gestión, control de dosis, monitorización remota y la medición de la dosis. También las lecciones aprendidas de reducción de dosis a nivel mundial para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de los reactores explotados. Los interesados podrán encontrar más información en el siguiente enlace y documento adjunto.

Documento de difusión:  Más información en: 

## FEBRERO 2016

### ICRP Symposium on Radiological Protection

El próximo jueves 18 de febrero 2016 tendrá lugar en la Universidad de Tokio (Facultad de Ingeniería Bldg.2, Campus Hongo) un Simposio sobre Protección Radiológica, organizado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) con el apoyo de la Fundación Nipona.

Los principales bloques temáticos previstos son los siguientes:

- Bases Científicas de cálculos de dosis
- Estado actual del desarrollo de modelos y datos
- Aplicación de los modelos y datos para evaluar las dosis de los trabajadores y el público en las exposiciones ambientales después liberaciones accidentales, evaluación de riesgos y vigilancia de la radiación
- Uso de Dosis Equivalente y efectiva como magnitudes de protección
- Investigaciones y desarrollos futuros

En el documento de difusión los interesados podrán consultar el programa, las posibilidades de alojamiento, como realizar el registro, etc. La asistencia es gratuita sin embargo, es necesario inscribirse ya que existe un aforo limitado a 200 personas.


Documento de difusión:  Más información en: 

## MARZO 2016

### V Congreso de PCR-CPLP

Del 10 al 12 de marzo de 2016 tendrá lugar en Coimbra (Portugal) el V Congreso de Protección Radiológica de la Comunidad de Países de Lengua Portuguesa, organizado por la Sociedad Portuguesa de Protección Radiológica y la Sociedad Brasileña de Radiología Protección.

El Congreso reunirá a profesionales de todas las áreas que se ocupan de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, producidas de forma natural o como resultado de la actividad humana, brindará la oportunidad de intercambiar experiencias y establecer relaciones entre los participantes. El evento contará con el apoyo de la Universidad de Coimbra y de la Escuela de Tecnología de la Salud de Coimbra, con un programa técnico y científico diverso que abarca todos los aspectos de la protección radiológica. También contará con un programa social que incluirá, entre otras actividades, visita al circuito histórico de la Universidad de Coimbra, una de las universidades más antiguas del mundo recientemente nombrada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. La fecha límite de inscripción con cuota reducida es el 31 de diciembre.

Más información en: 

## MAYO 2016

### • IRPA 14 - Novedades: 2º anuncio

El decimocuarto congreso IRPA se celebrará del 9 al 13 de mayo de 2016 en Ciudad del Cabo (Sudáfrica) bajo el lema *Practising Radiation Protection*. Esta edición coincide con el 50 aniversario de la celebración del primer congreso IRPA y además es el primero en celebrarse en el continente africano.

Documento de difusión:  Más información en: 

## JUNIO 2016

### • ISOE International Symposium on occupational exposure management at nuclear facilities

Entre el 1 y el 3 de junio de 2016 tendrá lugar en Bruselas (Bélgica) un congreso internacional sobre la gestión de la dosis ocupacional en instalaciones nucleares organizado por el sistema de información de exposición ocupacional (ISOE) en colaboración con Electrabel. La Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE (NEA) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) copatrocinan este simposio.

Los principales objetivos del congreso son:

- Proporcionar un gran foro de intercambio de información de las exposiciones ocupacionales en centrales nucleares (prácticas, gestión, procedimiento, reducción de dosis, mejoras de técnicas y herramientas, etc).
- Permitir que suministradores puedan presentar sus últimas experiencias y desarrollos en materia de protección radiológica (técnicas de medición, funcionamiento y mejoras en el diseño de las plantas, prácticas Alara durante la operación y paradas, etc.) en exposiciones.

Documento de difusión:  Más información en: 

### • IX Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental


Del 15 al 17 de junio del 2016 se celebrará la novena edición de las Jornadas sobre Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental, en Sitges (Barcelona). En esta ocasión estarán organizadas por el Laboratorio de Radiología Ambiental de la Universidad de Barcelona (LRA-UB).

El programa de las jornadas está estructurado en cuatro sesiones en las que se presentarán diferentes temas que son de interés para los profesionales de los laboratorios involucrados en el control de la radiactividad, y una

sesión destinada a los Jóvenes Investigadores en la que se presentarán nuevas aportaciones relacionadas con la investigación e innovación llevada a cabo en los diferentes laboratorios.

La SEPR, dentro de su política de estímulo a la integración de los jóvenes, concederá dos ayudas de 300 €/ayuda, destinadas a sufragar los gastos de inscripción y asistencia a los dos jóvenes investigadores cuyas ponencias sean consideradas como de mayor calidad científica. Las ponencias serán valoradas una vez sean expuestas en la *Sesión de Jóvenes Investigadores* programada para el jueves 12 de junio.

La SEPR publicará en la revista *RADIOPROTECCIÓN*, a modo de artículo científico, la mejor ponencia de las seleccionadas en función de su calidad científica. En su momento se informará a cerca de las normas de publicación. En la página web los interesados podrán inscribirse rellenando el formulario de inscripción online y consultar el programa, las posibilidades de alojamiento, etc. La fecha límite de inscripción con cuota reducida es el 12 de marzo de 2016.

Más información en: 

## JULIO 2016

### • SSD18 - 18th International Conference on Solid State Dosimetry

Esta conferencia internacional tendrá lugar en Múnich del 3 al 8 de julio de 2016. Los principales bloques temáticos previstos son los siguientes:

- Procesos físicos básicos
- Materiales
- Monitorización y detección
- Dosimetría clínica
- Reconstrucción de dosis y datación
- Instrumentación y detectores

La fecha límite para el envío de resúmenes será el 16 de enero de 2016

Más información en: 

## OCTUBRE 2016

### • Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina

Los próximos días 18, 19 y 20 de octubre de 2016, tendrá lugar en la Casa de América (Palacio de Linares), la Conferencia Iberoamericana sobre Protección Radiológica en Medicina organizada por:

- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España (MSSSI)
- Consejo de Seguridad Nuclear de España (CSN)
- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Organización Panamericana de la Salud (OPS)
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)
- Comisión internacional de Protección Radiológica (ICRP)
- Asociación Internacional de Radioprotección (IRPA)
- Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO)



Los interesados deberán inscribirse en la página web correspondiente, una vez sea dada de alta a partir del mes de octubre de 2015. Los participantes no deberán abonar cuota de registro.

Documento de difusión:  Más información en: 

- **Eighth International Symposium on Naturally Occurring Radioactive Material (NORMVIII)**

Entre el 18 y el 21 de octubre de 2016 tendrá lugar en Río de Janeiro (Brasil) el octavo congreso internacional sobre materiales NORM organizado por el Instituto de Protección Radiológica y Dosimetría (IRD) en colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Como consecuencia de los cambios introducidos por el Título VII de la Directiva Europea 96/29, se organizó un simposio internacional en Amsterdam (Países Bajos) en 1997, que se convirtió en el primero de la serie de congresos NORM. El segundo (NORM II) se organizó en Krefel (Alemania) en 1998, el NORM III en Bruselas (Bélgica) en 2001, NORM IV en Szczyrk (Polonia) en 2004, NORM V en Sevilla (España) en 2007, NORM VI en Marrakesh (Marruecos) en 2010 y el último, el NORM VII, se celebró en Beijing (China) en 2013.

Puede consultarse la información sobre el pasado NORM VII en la web del OIEA , y los proceedings, publicados en 2015 en el documento STI/PUB/1664 del OIEA .

El congreso de 2016 abordará el control radiológico de los materiales radiactivos naturales (NORM), incluirá resultados de nuevas investigaciones y el estudio de casos prácticos de aplicaciones industriales y las prácticas de eliminación

de residuos. También se evaluará la aplicación práctica de las normas internacionales y nacionales, así como la identificación de nuevas necesidades de la sociedad y requisitos técnicos de los reguladores y la industria. Por último se expondrán las posibles soluciones para el uso, reciclado y eliminación de residuos NORM y la calidad de la toma de muestras y mediciones.


La información sobre este congreso se irá actualizando a medida que se publique.

Documento de difusión:  Más información en: 

## DICIEMBRE

- **EAN-NORM workshop**

Del 5 al 7 de diciembre del 2016 tendrá lugar en Estocolmo (Suecia) un workshop europeo organizado por *Swedish Radiation Safety Authority (SSM)* con el objeto de intercambiar experiencias sobre la transposición y aplicación de la nueva BSS de la UE con respecto a las fuentes de radiación naturales y las actividades normativas industriales, resaltando las últimas investigaciones.

Más información en: 

# CURSOS 2015-2016

## NOVIEMBRE

### Monte Carlo Simulation in Medical Physics and Radiation Protection with GAMOS/GEANT4

Organizado por: Ciemat (Unidad de Formación en Energía y Medio Ambiente)

Fecha y lugar: Curso Online, DEL 2 al 27 de noviembre

Objetivo: El principal objetivo del curso es proporcionar a los alumnos los conocimientos necesarios para resolver problemas reales por simulación Monte Carlo en el campo de la protección radiológica, Radioterapia y Medicina Nuclear.

Dirigido a: Graduados en ciencia, tecnología e ingeniería; Expertos en Protección Radiológica, Física Médica y Medicina Nuclear; Estudiantes de último curso.

Página web: 

### Monitores de radiación de tipo pÓrtico (2ª edición)

Organizado por: Universidad Politécnica de Madrid y la Sociedad Española de Protección Radiológica.

Fecha y lugar: Día 10 de noviembre: Laboratorio de Tecnología Nuclear. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. C/José Gutiérrez Abascal, 2 cp 28006 Madrid

Día 11 de noviembre: Laboratorio de Ingeniería Nuclear. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Campus Ciudad Universitaria. C/Profesor Aranguren, 3. cp 28040 Madrid.

Objetivos: En España hay instalados numerosos pÓrticos detectores de radiación, para las emisiones gamma tanto en la industria

- española del reciclado del metal como en otras varias, y para las emisiones gamma y de neutrones en algunos de los puertos de interés general e instalaciones nucleares. En estos equipos es necesario verificar de forma periódica que funcionan correctamente, y también hacer una calibración estática y dinámica, para asegurar que tienen una capacidad de detección apropiada para las fuentes gamma y de neutrones. El objetivo de los procedimientos de verificación y calibración de los pÓrticos, pedestales y otros equipos dinámicos, es asegurar que estos equipos funcionan correctamente, y cuantificar su respuesta estática y dinámica. Con estos procedimientos se asegura que los equipos tienen una capacidad de detección superior a la fijada por las normas internacionales o por los reglamentos particulares. El objetivo principal de este curso es formar a los técnicos relacionados con el manejo y funcionamiento de estos equipos.

### Radiation Protection Course


Organizado por: SCK-CEN Mol.

Fecha y lugar: SCK-CEN Boeretang 201. 2400 MOL (Bélgica). Del 16 al 20 de noviembre de 2015.

- Objetivos: Este curso de formación de 5 días trata la física básica de los fenómenos radiactivos y da una visión general de sus aplicaciones más comunes. Comparte el conocimiento más reciente sobre la dosimetría personal y ambiental, técnicas de detección, manejo de emergencias y efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Además, se centra en los aspectos legales sobre el uso de la radiactividad. Las clases teóricas se complementan con un día completo de ejercicios prácticos sobre el uso de dispositivos de radiación y la correcta aplicación de los equipos de protección personal. Visitas técnicas a algunas de

las instalaciones y laboratorios de SCK CEN enriquecen e ilustran los conocimientos adquiridos.

**Dirigido a:** licenciados, estudiantes PhD o profesionales que estén relacionados con la gestión de actividades nucleares y que requieran una visión de los aspectos fundamentales y prácticos de la protección radiológica.

**Página web:** 

## ENERO 2016

### Cursos de Capacitación para Supervisores de Instalaciones Radiactivas. Año 2016


**Organizado por:** Instituto de Técnicas Energéticas de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y el Hospital Clínic i Provincial de Barcelona realizan, conjuntamente con el Hospital de la Sta. Creu i St. Pau de Barcelona, la Sección de Ingeniería Nuclear del Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la UPC, el Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona (IIBB-CSIC) y la Escuela Española de Oncología Radioterápica de la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (EOR-SEOR).

**Fecha y lugar:** Radioterapia: 1ª edición. Del 18 al 28 de enero 2016

Medicina Nuclear. 2ª edición. Del 13 al 23 de junio 2016  
Control de procesos y técnicas analíticas. 2ª edición. Del 13 al 23 de junio 2016

laboratorio con fuentes no encapsuladas. 2ª edición. Del 13 al 23 de junio 2016.

**Requisitos:** De acuerdo con la normativa vigente, para realizar el curso de supervisores es necesario disponer de titulación universitaria.

La inscripción también puede efectuarse on line desde la página web , deberá cumplimentarse lo antes posible y en todo caso antes del 1 de diciembre de 2015, para los cursos de supervisores de la primera edición (enero 2016) y del 3 de mayo de 2016 para los cursos de supervisores de la segunda edición (junio 2016). No se formalizará la matrícula hasta que se abonen los derechos de inscripción antes de la fecha límite que le será comunicada una vez recibido el boletín. En caso de producirse alguna baja, una vez efectuado el pago, no se devolverá su importe. Las cancelaciones comunicadas por escrito hasta quince días antes del inicio del curso, darán derecho a una reserva de plaza para el próximo curso.

Se tendrá en cuenta el orden de recepción de las solicitudes de preinscripción para la reserva de plazas.

Más información en: 


### Cursos de formación de Supervisores de Instalaciones Radiactivas

**Organizado por:** Instituto de Técnicas Energéticas de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Hospital Clínic i Provincial de Barcelona, Hospital de la Sta. Creu i St. Pau de Barcelona, Departamento de Física e Ingeniería Nuclear (UPC), Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona (IIBB-CSIC) y la Escuela Española de Oncología Radioterápica de la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (EOR-SEOR).

Estos cursos están homologados por el Consejo de Seguridad Nuclear, de acuerdo con la normativa establecida en la Guía CSN 5.12.

**Fecha y lugar:** 1ª edición: 18 al 28 de enero de 2016. Campo de aplicación: Radioterapia.

2ª edición: 13 al 23 de junio de 2016. Campos de aplicación: Medicina Nuclear; Control de procesos y técnicas analíticas; laboratorios con fuentes no encapsuladas.

Más información en: 

## FEBRERO 2016


### Curso de Capacitación para Operadores de Instalaciones Radiactivas (Ciemat)

**Organizado por:** Ciemat (Unidad de Formación en Energía y Medio Ambiente). Con la colaboración de: Unesa, Enresa.

**Fecha y lugar:** Ciemat. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid. Feb-Mar 2016

**Objetivo:** Garantizar la formación y capacitación de las personas que necesiten optar a la licencia de Operador de IRR. El curso incluye conocimientos específicos de los campos de aplicación Medicina Nuclear, Radioterapia, fuentes no encapsuladas, Radiografía Industrial y Control de Procesos y Técnicas Analíticas.

**Dirigido a:** Personas que deseen adquirir los conocimientos necesarios para operar en IRR, con formación, como mínimo, de Enseñanza Secundaria Obligatoria o titulación equivalente. Programa homologado por el CSN.

**Página web:** 

## ABRIL 2016

### Curso de Capacitación para Operadores de Instalaciones Radiactivas (CSIC-UAM)

**Organizado por:** Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM)


**Fecha y lugar:** del 18 al 29 de abril de 2016. Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM). Arturo Duperier, 4. 28029 Madrid.

**Objetivo:** Capacitación para la obtención de la licencia de operador de instalaciones radiactivas en los campos de aplicación:  
- Medicina Nuclear  
- Laboratorios con fuentes no encapsuladas

**Ventajas específicas:**

- Especial atención a las nuevas técnicas de imagen molecular multimodal: PET/SPECT/CT
- Formación especializada en los ámbitos sanitario y de investigación biológica y biomédica
- Elevada capacitación técnica no sólo en Radioprotección, sino también en los procesos utilizados en el ámbito sanitario y de investigación.

**Requisitos:** Formación académica mínima en Bachillerato o Formación profesional.

Documento de difusión: 

## MAYO 2016


### Curso de Capacitación para Supervisores de Instalaciones Radiactivas (Ciemat)

**Organizado por:** : Ciemat (Unidad de Formación en Energía y Medio Ambiente). Con la colaboración de: Unesa, Enresa.

**Fecha y lugar:** Ciemat. Avda. Complutense, 40. 28040 Madrid. Mayo 2016

**Objetivo:** Capacitar a los técnicos interesados en adquirir la formación necesaria para optar a la licencia de supervisor de instalaciones radiactivas. El curso incluye los conocimientos específicos de los siguientes campos de aplicación: Medicina Nuclear, Radioterapia, Fuentes no encapsuladas, Radiografía Industrial y Control de Procesos y Técnicas Analíticas.

**Dirigido a:** Personas que deseen adquirir los conocimientos necesarios para optar a la licencia de supervisor de instalaciones radiactivas, con titulación universitaria, como mínimo, de grado medio o equivalente. Programa homologado por el CSN.

**Página web:** 



## 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](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**.

# SOCIOS COLABORADORES



ASOCIACIÓN NUCLEAR  
ASCÓ - VANDELLÓS II, A.I.E.

