

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



▲ Entrevista:

RADIOPROTECCIÓN.

La información en el campo de la protección radiológica

- ▲ *Desarrollo de un Dosímetro Multicomponente (DM) para dosimetría de partículas calientes (HP)*
- ▲ *Las exposiciones médicas en UNSCEAR 2000 y los datos del Comité Español*
- ▲ *Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de radiación. El informe UNSCEAR 2000*
- ▲ *Nota Técnica*

Nº 30 • Vol. IX • 2001



Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60 - 28020 Madrid
Tel.: 91 749 95 17 - Fax: 91 749 95 03
e-mail: secretaria.sociedades@medynet.com

Junta Directiva

Presidente: *Ignacio Hernando*
Vicepresidente: *Pedro Carboneras*
Vicepresidente (IX Congreso): *Fernando Legarda*
Secretaría: *María Luisa España*
Tesorero: *Eduardo Gallego*
Vocales: *Juan Manuel Campayo, Antonio Delgado, Belén Hernández, María Jesús Muñoz, Paloma Marchena*

Comisión de Asuntos Institucionales

Leopoldo Arranz, David Cancio, Pío Carmena, Eugenio Gil, Juan José Peña, Montserrat Rivas
Responsable: *Ignacio Hernando*.

Comisión de Actividades Científicas

Ignacio Amor, Josep Baró, Jerónimo Íñiguez, Fernando Legarda, M^a Teresa Macías, Patricio O'Donell, Pilar Olivares, Juan José Peña, Rafael Ruiz
Responsable: *Pedro Carboneras*.

Comisión de Normativa

M^a Luisa Chapel, Isabel Gutiérrez, Mercé Ginjaume, Araceli Hernández, Jerónimo Íñiguez, M^a Jesús Muñoz, Teresa Ortiz, Turiano Picazo, Eduardo Sollet
Responsable: *María Luisa España*.

Comisión de Comunicación y Publicaciones

Beatriz Gómez-Argüello, José Gutiérrez, Olvido Guzman, M^a Teresa Macías, Carlos Prieto, Almudena Real, Eduardo Sollet
Responsable: *Paloma Marchena*.

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Mercedes Bezares, Pío Carmena, Jesús de Frutos, Antonio López Romero, Marisa Marco, Patricio O'Donell, María Teresa Ortiz,
Responsable: *Eduardo Gallego*.

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Director: *Eduardo Sollet*

Coordinadora: *Paloma Marchena*

Comité de Redacción

Beatriz Gómez-Argüello, José Gutiérrez, Antonio López Romero, Matilde Pelegrí, Carlos Prieto, Almudena Real

Comité Científico

Coordinador: *José Gutiérrez*
Josep Baró, Pedro Carboneras, Miguel Carrasco, Felipe Cortés, Antonio Delgado, Eugenio Gil, Ignacio Hernando, Jerónimo Íñiguez, Luis M. Martín Curto, Pedro Ortiz, Vicente Rius, Francisco J. Ruiz Boada, Angeles Sánchez y Luis M. Tobajas

Realización, Publicidad y Edición: SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: *Matilde Pelegrí*
Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid
Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77
e-mail: senda@sendaeditorial.com

Imprime: Neografis, S.L.
Fotomecánica: Gráficas 4, S.A.

Déposito Legal: 17158
ISSN: 1133-1747



S U M A R I O

• Editorial	3
• Noticias	4
- de la SEPR	4
- de España	35
- del Mundo	37
• Entrevista	12
<i>RADIOPROTECCION. La información en el campo de la protección radiológica</i>	
• Colaboraciones	14
- Las exposiciones médicas en UNSCEAR 2000 y los datos del Comité Español.	14
<i>Eliseo Vañó.</i>	
- Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de radiación. El informe UNSCEAR 2000.	20
<i>David Cancio.</i>	
- Desarrollo de un Dosímetro Multicomponente (DN) para dosimetría de partículas calientes (HP).	26
<i>Moaad Bakali, Francisco Fernández, Miguel Tomás, Tayeb Bouassoule, Javier Castelo y Ana González.</i>	
• Nota Técnica	32
- Protección Radiológica a comienzos del siglo XXI: Un informe de progreso.	
<i>Roger H. Clarke.</i>	
• Publicaciones y Convocatorias	41

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

Editorial

Durante los últimos meses, han sido varias las actividades científicas organizadas por la Sociedad en las que se ha puesto de manifiesto el gran interés que suscitan determinadas áreas de actualidad en protección radiológica

Desde las páginas de Radioprotección queremos destacar la gran labor desarrollada en la Jornada sobre "Avances en dosimetría de neutrones", donde se nos ofreció una panorámica de la situación actual en este campo, gracias al fruto de un excelente trabajo realizado por los especialistas invitados, tanto nacionales como internacionales.

También resultó del máximo interés la Jornada científica sobre "Protección radiológica de la mujer embarazada y del feto en el ámbito laboral". En ella se debatieron las implicaciones laborales de la nueva reglamentación, teniendo en cuenta incluso la importancia de las fuentes de radiación natural, y se hizo una revisión actualizada de los riesgos que para el feto supone la exposición a las radiaciones ionizantes.

Con el espíritu de colaboración que se viene manteniendo en los últimos años entre la Sociedad Nuclear Española, la Sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Protección Radiológica, se celebró el pasado mes de noviembre una Jornada de debate sobre "El nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes", con un atractivo programa que demostró poseer un notable poder de convocatoria. A todos los asistentes inscritos se les entregó un libro editado por las tres sociedades convocantes.

El libro ha sido fruto del esfuerzo de una serie de socios entusiastas de las tres sociedades, que han expresado sus opiniones sobre el articulado del reglamento. Es posible que algunos de los lectores no estén completamente de acuerdo con los comentarios allí vertidos, pero no cabe duda de que tales comentarios servirán al menos como punto de partida para la reflexión y el debate.

En la misma fecha en que se celebró la Jornada sobre el Reglamento, ya por la tarde, tuvo lugar la Asamblea ordinaria de la SEPR. En ella se decidió un simbólico incremento de las cuotas y se aprobó una importante renovación en el equipo que a partir de ahora se encargará de dirigir la revista Radioprotección. Hay que señalar que la participación en la Asamblea fue exigua y apenas un puñado de socios acompañaban en ella a la Junta Directiva.

La escasa asistencia a la Asamblea, que no es una novedad, puede tener diversas interpretaciones pero, en cualquier caso, es un motivo más para llamar a la participación de todos los socios. Siguen siendo relativamente pocos los que contribuyen al quehacer cotidiano de la Sociedad. Aun así, la SEPR está embarcada en proyectos numerosos e importantes. El Congreso IRPA 11 es uno de ellos, y de los más relevantes. Son múltiples las jornadas, actos, ediciones de libros y documentos, contribuciones a foros diversos, que se llevan a cabo con el esfuerzo de grupos entusiastas pero demasiado reducidos de socios. Es más necesaria que nunca la aportación de muchos más para que la Sociedad pueda consolidarse como un referente esencial de la protección radiológica en España.

Y hablando del esfuerzo de los socios, la Junta Directiva quiere dejar constancia aquí del agradecimiento de la Sociedad a los miembros que ahora dejan, después de muchos años, la responsabilidad de la dirección de la revista. Muchas gracias especialmente a Eduardo Sollet, a José Gutiérrez y a Paloma Marchena, así como al equipo que con ellos ha trabajado, por su dedicación y entrega, que ha permitido hacer de Radioprotección lo que ya es.

En último término, el mensaje desde estas páginas y en estas fechas debe ser de alegría, de esperanza y de paz. En este espíritu, la SEPR quiere desear a todos sus socios y a todos los lectores de su revista Radioprotección un muy venturoso año 2002.





ASAMBLEA GENERAL 2001

El pasado 15 de noviembre tuvo lugar en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Madrid la Asamblea General 2001 de la SEPR.

Tras la lectura y aprobación del Acta anterior, el presidente de la SEPR tomó la palabra para informar sobre el funcionamiento de las actividades de la SEPR desde la última Asamblea General. Ignacio Hernando solicitó una mayor implicación de los socios, tanto en las Comisiones como en los grupos de trabajo, para lograr una mayor operatividad en la estructura de la SEPR establecida en sus Estatutos.

La SEPR sigue participando en grupos de trabajo junto con otras Sociedades, como el de Redacción del Protocolo español de Radiodiagnóstico, y en otros de la propia Sociedad, como el de Evolución de las Recomendaciones de ICRP.

El presidente de la SEPR destacó la solicitud que ha recibido la SEPR para participar tanto en organismos nacionales e internacionales como en Comités de Comunidades Autónomas. La Junta de Extremadura solicitó la presencia de la SEPR en una sesión con las distintas organizaciones con las que colabora dicha institución. En esta sesión, a la que asistió, en representación de la SEPR, J. J. Peña, fueron aprobadas de forma unánime las actividades de GRIAPPA. Así mismo la SEPR está presente en el Foro de Protección Radiológica en el medio sanitario, formado por el CSN junto con representantes de las Sociedades implicadas.

También se ha solicitado la presencia de la SEPR en el Congreso Europeo IRPA 2002 en Florencia, representando a la SEPR, dentro del Comité Científico, Xavier Ortega.

La revista **RADIOPROTECCIÓN** sigue representado el principal instrumento de difusión de la SEPR. De acuerdo con el espíritu de la Sociedad, reiterado por su actual presidente, de impulsar la participación activa de todos sus socios en las actividades de la misma, se ha iniciado la renovación de sus cargos, que han desempeñado durante varios años, recibiendo el agradecimiento del presidente por su dedicación y el buen hacer que en todo momento han mostrado para lograr que la revista continúe su andadura:

Presidente del Comité Científico: Agustín Alonso

Directora: Pilar López Franco

Coordinadora: Almudena del Real

María Luisa Sánchez Mayoral, quien será responsable de la información sobre IRPA 11, y Marina Téllez son las nuevas incorporaciones del Comité de Redacción.

La gestión de la página web de la SEPR será realizada por una empresa especializada con el objetivo de potenciar su utilidad como instrumento de difusión tanto de actividades como de información.

En lo que a publicaciones de refiere, la SEPR ha realizado la traducción de la ICRP 84, en colaboración con la Sociedad Argentina de Protección Radiológica, abriendo una puerta a futuras colaboraciones. También, se ha editado el texto comentado del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, con la colaboración de la Sociedad Nuclear Española y la Sociedad Española de Física Médica.

Entre los retos inmediatos de la SEPR, cabe destacar la celebración del IX Congreso Nacional y el Congreso Internacional IRPA 11. Además la SEPR tiene programada la publicación de Guías y Protocolos así como la realización de cursos y jornadas relativos a temas de interés.

La información sobre la organización del IX Congreso Nacional fue ofrecida por Raquel Idoeta, en nombre de Fernando Legarda, presidente del Comité Organizador, y Antonio Delgado, presidente del Comité Científico.

Finalmente Eduardo Gallego, tesorero de la SEPR, informó sobre la situación económica de la SEPR. Aunque no se dispone aún de un presupuesto para el año 2002, ante la posible reducción de las aportaciones económicas de algunas entidades colaboradoras a las actividades de la SEPR, y considerando el esfuerzo extraordinario que se está realizando con la preparación del Congreso IRPA 11, la SEPR ha decidido aumentar ligeramente la cuota de los Socios para el año 2002, que se encuentra entre las más bajas de este tipo de sociedades científicas, situándola en 7.000 pesetas anuales (42 €).

Por su parte, la secretaria de la SEPR, M^a Luisa España, presentó en su informe las variaciones en el número de socios de la SEPR, y Eduardo Sollet, director de la revista **RADIOPROTECCIÓN**, destacó la necesidad de que los socios aporten sus colaboraciones y artículos a la revista para facilitar su edición.

La Asamblea General finalizó con los ruegos y preguntas de los asistentes, debatiéndose, entre otras cuestiones, la necesidad de que la SEPR esté presente en el Foro que sobre Protección Radiológica y Ética ha formado IRPA, y planteándose un posible comité dentro de la SEPR que podría estar presidido por Agustín Alonso

Jornada Técnica sobre el nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes

APERTURA

Organizado conjuntamente por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), la Sociedad Nuclear Española (SNE) y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), y con la colaboración del Consejo de Seguridad Nuclear, el Ministerio de Sanidad, ENRESA, ENUSA y UNESA y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIIUP Madrid), se celebró el pasado día 15 de noviembre en el salón de actos de la citada ETSII una

- Jornada Técnica sobre el nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI), RD 783/2001 de 6 de julio de 2001 (BOE 178 de 26 de julio de 2001).
- Es de destacar la masiva asistencia a esta jornada, cifrada en unas 250 personas, fruto no sólo de la relevancia del tema sino también del poder conjunto





Mesa de apertura. De izquierda a derecha: Eduardo Sollet, Teresa Ortiz, Carmen Becerril, Rafael Herranz, Paloma Marchena y Cristina Núñez de Villavicencio.



Ignacio Lequerica.

de convocatoria de las tres sociedades.

A todos los asistentes se les entregó el libro editado por las tres sociedades organizadoras, que recoge el texto completo del mencionado RPSRI, comentando todos sus artículos, definiciones y anexos, así como la inclusión de dos nuevos apéndices nuevos, uno de ellos representando de forma gráfica los nuevos límites de dosis en comparación con los anteriormente vigentes y otro que recoge una propuesta de valores de Límites derivados de Incorporación Anual (LIAs) y Límites Derivados de Actividad en Aire (LDCA's) para su utilización en la vigilancia y control de la exposición interna de los trabajadores expuestos. Los valores de los LCDAs derivados de los LIA reproducen con toda exactitud los calculados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en su Guía de Seguridad RS-G-1.2 de 1999 (Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides), lo que da una idea de su valor y utilidad.

En la elaboración de los comentarios del li-

bro han participado relevantes socios de las tres sociedades, y aunque algún lector pudiera no estar de acuerdo con algunos de ellos, sin duda que los comentarios reflejados servirán de reflexión y ayudarán a la interpretación del texto del nuevo Reglamento.

La **apertura de la jornada** estuvo a cargo de la Directora General de Política Energética y Minas, **Carmen Becerril**, que dio la palabra a los presidentes de las tres sociedades organizadoras y al Director de la Escuela y destacó el impulso definitivo que la representación española dio al proyecto para finalizar la elaboración de la Directiva 96/29 EURATOM que ahora se transpone con este Reglamento coincidiendo con el anterior mandato español de la Unión. Así mismo reflejó la importancia que a su juicio tiene el actual reglamento para profundizar en la mejora de la protección de los riesgos laborales, en este caso los radiológicos y del medio ambiente como consecuencia de las prácticas consideradas. Finalmente, tras desear el éxito de la jornada, cerró el acto de apertura.

En sus intervenciones, los presidentes de las tres sociedades organizadoras destacaron la importancia del nuevo Reglamento para el ámbito de sus actividades profesionales y mencionaron de forma general algunos aspectos para los que se dan cumplida respuesta en el Reglamento y algunos otros que todavía quedan por clarificar. Todos ellos mencionaron el esfuerzo común de las tres sociedades que se ha visto plasmado en el libro distribuido.

ASPECTOS NOVEDOSOS DEL NUEVO REGLAMENTO

El Ilmo. señor, **Ignacio Lequerica**, Director Técnico de Protección Radiológica del CSN, repasó en una magnífica presentación los aspectos novedosos del nuevo Reglamento.

Tras indicar cuál ha sido y está siendo el proceso de revisión de la reglamentación en pro-



Carmen Becerril.

tección radiológica en España y a nivel internacional, repasó las modificaciones conceptuales más importantes del nuevo Reglamento derivadas de las recomendaciones básicas del ICRP-60: Nuevos límites de dosis, posibilidad de la re-justificación de prácticas, refuerzo del principio de optimización, establecimiento de las restricciones de dosis, distinción entre prácticas e intervenciones, consideración de las exposiciones potenciales y la exposición a fuentes naturales de radiación.

Pasó seguidamente a comentar en detalle los aspectos más significativos del nuevo Reglamento y así incidió en su objeto y ámbito de aplicación, en los principios fundamentales de la protección radiológica, en los nuevos límites de dosis, en la protección especial durante el embarazo y lactancia, en las exposiciones especialmente autorizadas, en la estimación de las dosis efectivas y equivalentes comprometidas, en la protección operacional de los trabajadores, en la nueva clasificación de zonas, en la clasificación de trabajadores y en su información y formación y en la determinación y registro de sus dosis, en la vigilancia sanitaria de los trabajadores, en la protección radiológica de la población, en las intervenciones y en los puntos que aún quedan por resolver como son los niveles de exposición de emergencia que el CSN tendrá que establecer.

Finalmente se refirió a la exposición debida a fuentes naturales de radiación detallando las obligaciones de los titulares, qué actividades laborales tendrán que ser tenidas en consideración y cuáles serán las actuaciones concretas del CSN para este tipo de fuentes naturales de radiación.

Tras comentar el régimen sancionador y los plazos de entrada en vigor del nuevo Reglamento, finalizó su intervención que fue



Paloma Marchena.



Eduardo Sollet.

muy aplaudida, citando los aspectos clave que deben darse en el proceso futuro de revisión de la reglamentación española: utilización de la capacidad normativa del CSN, someter a comentarios de las partes las nuevas propuestas, analizar la idoneidad de la reglamentación, y crear y mantener foros de discusión con las partes interesadas.

MESA REDONDA

Tras la pausa del café se dio paso a la **mesa redonda** sobre los aspectos prácticos de la aplicación del nuevo Reglamento, que contó con la participación de ponentes de las tres sociedades organizadores y que fue moderada por la Ilma. Sra. Dña. Paloma Sendín, Consejera del Consejo de Seguridad Nuclear.

Paloma Marchena González, de Technatom, en nombre de las empresas externas, habló sobre las cuestiones relacionadas con la

dosimetría y las responsabilidades de estas empresas, además de presentar el Libro sobre el nuevo Reglamento. En su intervención se refirió al mayor realismo del nuevo Reglamento en cuanto al nuevo modelo metabólico para estimación de dosis internas, acorde con la publicación ICRP-66, al programa informático INDAC (Código de evaluación de dosis internas), y, por último, con respecto a las empresas externas, resaltó la importante responsabilidad asignada a ellas en materia de formación y dosimetría de su propio personal en materia de protección radiológica, y la necesidad de coordinación entre titulares y empresas externas a efectos del control de dosis de los trabajadores de estas empresas.

Eduardo Sollet, de Iberdrola, representando al sector de las centrales nucleares, habló del impacto del nuevo Reglamento en las centrales nucleares y de la opinión general del sector eléctrico. En su intervención puso de manifiesto el esfuerzo considerable del sector para adaptarse a los requerimientos de la nueva normativa, incluyendo la revisión de los Manuales de Protección Radiológica de las instalaciones, de los Manuales de Cálculo de Dosis al Exterior y el nuevo cálculo de los tarados de la instrumentación de control de efluentes, el esfuerzo de formación/información a trabajadores, actualizaciones informáticas para adaptación de la dosimetría, y desarrollo del código INDAC para poder aplicar los nuevos modelos metabólicos para dosis internas, así como elaboración de niveles derivados para trabajadores externos. Por otra parte, se refirió a la reducción de márgenes operativos en cuanto a la gestión de dosis por los nuevos límites de dosis y sus implicaciones desde el punto de vista empresarial y laboral, y en el apartado de desarrollos pendientes ha mencionado la aplicación del límite de dosis para la piel, la metodología para evaluar dosis realistas de la población y las Guías necesarias para intervenciones en emergencias. Criticó el adjetivo sanitario del nuevo reglamento en vez del más apropiado de radiológico; no obstante, concluyó que el nuevo Reglamento supone en todo caso una importante mejora en la normativa de protección radiológica que va a verse reflejada en una, si cabe, mejor protección radiológica en las centrales nucleares españolas.

Cristina Núñez de Villavicencio, de la Fundación Jiménez Díaz, presentó el punto de vista particular de las instalaciones radiactivas médicas sobre el nuevo Reglamento. En su intervención puso de manifiesto algunos aspectos

positivos en cuanto a la transparencia de las definiciones, objetivo y ámbito de aplicación del Reglamento, con particular agrado en la nueva definición de la clasificación de las zonas, aunque consideró que el problema de los equipos móviles está aún por resolver. Comentando los problemas asociados a la aplicación en el área médica del artículo correspondiente a las exposiciones excluidas del límite de dosis, además de mencionar el problema de la trabajadora gestante.

Rafael Herranz Crespo, del hospital Gregorio Marañón, habló desde el punto de vista de la vigilancia sanitaria. En su intervención mostró dudas sobre el título del Reglamento y respecto a la declaración del embarazo por las trabajadoras gestantes, falta de claridad en cuanto a la posible superación del límite de dosis en caso de exposición especialmente autorizada, el futuro de los Servicios Médicos Especializados ante el protagonismo dado por el Reglamento a los Servicios de prevención en la vigilancia sanitaria, la eventual aplicabilidad de las Guías del CSN para vigilancia médica y actuaciones en caso de accidente radiológico, la conveniencia de efectuar el seguimiento médico de los trabajadores tipo "A" de por vida, la necesidad de un consenso sobre la aplicación de criterios de aptitud de los trabajadores, la ambigüedad en cuanto a lo que se entiende por vigilancia sanitaria especial, la falta de un catálogo público de centros de atención sanitaria en relación con las intervenciones, la falta de publicación de una guía de centros de nivel I y nivel II así como de los mecanismos de contacto y coordinación, y algunas inquietudes respecto a cómo abordar la protección radiológica de las tripulaciones de aviones.

Teresa Ortiz Ramis, de Enresa, centró su exposición en las instalaciones radiactivas de ámbito no médico, otros entes implicados y la ampliación del Reglamento a intervenciones y radiación natural. Reseñó la dificultad de aplicar el Reglamento en este tipo de áreas tradicionalmente poco expertas. Entre los temas de preocupación figuran las trabajadoras embarazadas, clasificación de trabajadores y zonas, cómputo de dosis internas, responsabilidades de servicios de prevención, nuevos límites de vertido, estimación realista de dosis a la población, caso particular de equipos móviles, relación entre SPR/UTPR/servicios de dosimetría y servicios de prevención, la problemática de empresas externas, transportistas y empresas exentas de declaración, así como algunas incertidumbres en

relación con las intervenciones y las actividades con exposición a la radiación natural.

COLOQUIO

Tras esta exposición tuvo lugar un animado **coloquio** en el que la mayoría de las preguntas fueron dirigidas a Ignacio Lequerica y versaron sobre diferentes aspectos del nuevo Reglamento como la vigilancia sanitaria, la formación, los registros dosimétricos, la nueva señalización, las implicaciones laborales de los nuevos límites de dosis, la trabajadora embarazada, la conveniencia de establecer un diálogo entre las partes para la aplicación del nuevo Reglamento y el papel de los servicios de prevención.

MESA REDONDA

Tras el coloquio, la moderadora de la sesión, **Paloma Sendín**, presentó de forma brillante las conclusiones de la jornada incidiendo en los aspectos de mayor relevancia e importancia que se habían tratado en la jornada. En su intervención citó que ha habido aplausos y críticas respecto al nuevo Reglamento, que hay aspectos muy claros y otros que necesitan aclaraciones, pero confió en que el Libro distribuido en esta Jornada ayude a conocer mejor el Reglamento y facilitar su aplicación. Afirmó que el nuevo Reglamento supone indiscutiblemente una importante mejora en la normativa de protección radiológica en España.

Asimismo, son de destacar los importantes esfuerzos realizados por todos los sectores afectados para alinearse a la mayor brevedad con los nuevos requisitos reglamentarios, como se ha podido observar a lo largo de las diversas exposiciones que tuvieron lugar en la Jornada.

La jornada ha servido para identificar algunas inquietudes específicas, puestas de manifiesto tanto en las intervenciones orales como en el coloquio, de las que el CSN ha tomado nota y que serán sin duda objeto de análisis posterior por parte del Organismo Regulador para tratar de encontrar soluciones prácticas a algunos aspectos de especial dificultad del nuevo Reglamento. Así por ejemplo cabe mencionar:

Oportunidad del título del Reglamento: Aunque se mencionó por diversos oradores, no parece ser una cuestión capital la polémica sobre el término más adecuado a utilizar, siendo lo verdaderamente importante el propio contenido del Reglamento. Por otra parte, ha sido destacada la mayor transparencia y precisión en definiciones, objeto y alcance del Reglamento,

Límites de dosis más estrictos: Preocupa la eventual menor disponibilidad de los trabajadores al requerirse una gestión de dosis más severa, es decir, las repercusiones laborales en los trabajadores ante la necesidad de reducir más las dosis que pueden recibir. Es una cuestión de tipo económico-laboral comprensible en el mundo actual, sí bien incontestable desde el punto de vista de protección de las personas.

Dosimetría interna: Entre los aspectos más positivos del nuevo Reglamento se ha hecho alusión al mayor realismo de los modelos metabólicos para evaluación de dosis internas y a la operatividad del código INDAC, aunque también harán falta algunas clarificaciones adicionales para la aplicación rutinaria.

Trabajadoras embarazadas: No constituye una sorpresa que este tema se haya manifestado reiteradamente como uno de los retos en el contexto de este nuevo Reglamento, aunque en cualquier caso, es evidente la intención subyacente en el legislador para aumentar la protección de este tipo de personas, sin deseo de perjuicios colaterales. Se plantean dudas sobre la manera de llevar a la práctica este tema por razones de esencia jurídica (confidencialidad) y de propia aplicación práctica. Es un tema cuya evolución habrá de seguirse con cautela para no lograr objetivos contraproducentes en el ámbito laboral, ni menoscabar el derecho a la confidencialidad.

Estimación de dosis a la población: La realización de estimaciones de dosis realistas en un nuevo requisito, ya recogido además en las autorizaciones, preocupa claramente a los sectores involucrados y no es un tema fácil que requerirá un desarrollo específico.

Servicios de Prevención: Las responsabilidades asignadas en el nuevo Reglamento a este tipo de servicios en el ámbito de la vigilancia sanitaria han causado amplia preocupación, por lo que supone la ruptura del régimen prevaliente con el anterior Reglamento y la desaparición de la figura de los Servicios Médicos Especializados. Dando por sentado que la atención a la vigilancia sanitaria continúa siendo una alta prioridad en la nueva reglamentación, es obvio que habrá que pulir determinados aspectos y lograr una integración eficiente entre los dos sistemas, anterior y actual, velando en cualquier caso por la debida cualificación de los profesionales involucrados. Se ha abogado por el mantenimiento de la aplicabilidad de las guías específicas actualmente existentes. Se ha manifestado preocupación respecto a la continuidad del seguimiento médico a



Cristina Núñez de Villavicencio.



Rafael Herranz.



Teresa Ortiz.

los profesionales después de su jubilación y por la necesidad de homogeneizar los criterios de aptitud de los profesionales, así como por el devenir profesional de los declarados como no aptos.

Futuro de los Servicios Médicos Especializados: Ante el protagonismo dado por el Reglamento a los Servicios de prevención en el



Maria Teresa Estevan Bolea.



Público asistente.

control sanitario, y la legislación en vigor en el ámbito de la medicina y el trabajo, preocupa sobre qué base es posible que los reconocimientos médicos de los servicios de prevención externos a las instalaciones nucleares se adapten a los requisitos actuales en materia de dosimetría.

Empresas externas: Sus nuevas responsabilidades son objeto de especial atención, destacando la necesidad de proporcionar formación a sus propios empleados y de coordinación con los titulares de las instalaciones para una gestión dosimétrica eficaz.

Instalaciones radiactivas no médicas/Otras: Se indicó la dificultad de aplicar especialmente los requisitos del Reglamento en áreas tradicionalmente poco o nada expertas en el mismo, como por ejemplo instalaciones industriales o empresas externas, dado su elevado número, su alcance bastante amplio y que pueden tener problemas de impacto administrativo, laboral y social, aunque con bajo riesgo radiológico real. Por otra parte, también se aludió al modo práctico de aplicar el Reglamento a los equipos móviles, a las empresas transportistas y a las instalaciones y actividades sólo sometidas a declaración. También existen preocupaciones respecto al modo práctico de realizar la clasificación de trabajadores y zonas, entre otras, así como dificultades desde el punto de vista de la gestión dosimétrica. Hará falta desarrollar guías adicionales para facilitar la aplicación del Reglamento en estas actividades.

Intervenciones: Se subraya la oportunidad de las definiciones sobre emergencia radiológica y exposición perdurable y la necesidad de desarrollar guías prácticas adicionales

les que incluyan niveles de intervención definidos por el CSN y decisión de actuaciones en caso de emergencia radiológica, con especial atención al caso de exposición perdurable. Preocupa la operatividad del requisito general sobre la necesidad de planes internos de emergencia y la necesidad

de desarrollar las directrices de la Dirección General de Protección Civil. Por otra parte, se desconocen las autoridades competentes en relación con las exposiciones perdurables. Existe falta de claridad en cuanto a la posible superación del límite de dosis en caso de exposición especialmente autorizada, falta un catálogo público de centros de atención sanitaria, y puede ser conveniente reconsiderar la dotación nacional de servicios de asistencia a lesionados y contaminados.

Radiación natural: Se destacó la necesidad de concreción y armonización de los modos de evaluar y decidir sobre las situaciones de exposición a la radiactividad natural, y los modos operativos de aplicar el Reglamento de forma armónica en los casos y situaciones en que así se decida. Se trata de indefiniciones en cuanto al modo en que las autoridades competentes y los titulares pueden llevar a cabo los requerimientos del Reglamento. Se destacó la necesidad de desarrollar de manera operativa los requisitos definidos para los profesionales del sector del transporte aéreo, y la existencia de carencias en cuanto a las exigencias administrativas del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas sobre declaración/autorización para la aplicación de las eventuales medidas que se consideren apropiadas en el ámbito de este Reglamento.

Una **conclusión final** de esta Jornada es que los sectores usuarios han puesto claramente de manifiesto la importancia de disponer de Guías que desarrollen el Reglamento, para lo que será necesario que las autoridades mantengan su esfuerzo y su diálogo con los administrados, para los desarrollos prácticos y operativos precisos, con vis-

tas a la aplicación óptima de este nuevo Reglamento, sobre todo en aquellos sectores menos dotados en este campo en la actualidad. En todas estas áreas es especialmente relevante la actuación de las autoridades reguladoras, para ofrecer guías y pautas de comportamiento a los titulares y a los demás agentes responsables o de otro modo implicados.

Finalmente citó que el CSN se hará eco de lo manifestado en esta jornada y tiene previsto de hecho iniciar en breve plazo un proceso de análisis del nuevo Reglamento, a similitud del proceso ya iniciado con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), al objeto de propiciar un adecuado desarrollo de las necesidades reglamentarias que permita una aplicación práctica y efectiva del nuevo Reglamento. Adicionalmente, el CSN tiene la intención de informar en los foros habituales de relación con todos estos agentes de sus intenciones y avances para la adecuada cooperación y dialogo.

CLAUSURA

En la **sesión de clausura**, la Excm. Presidenta del CSN, **María Teresa Estevan Bolea**, felicitó a las tres sociedades por la iniciativa de celebrar una jornada de este estilo, y dijo que el nuevo Reglamento supone la base para mejorar la protección radiológica de los trabajadores, público y medio ambiente, y manifestó que el CSN se va a dotar adecuadamente para cumplir con su función reguladora y de inspección en las nuevas áreas y retos que se le plantean con al aparición del nuevo Reglamento.

Jornada sobre Dosimetría de neutrones celebrada en el CIEMAT

El pasado 1 de octubre se celebró en el CIEMAT la anunciada jornada sobre dosimetría de neutrones, organizada en colaboración entre el CSN, el CIEMAT y la SEPR. Su objetivo fue presentar una revisión de la situación actual de la dosimetría de neutrones, de las técnicas y métodos de medida empleadas en las actividades más relevantes que involucran a radiación neutrónica.

La dosimetría de neutrones es intrínsecamente más dificultosa que la de fotones debido a los muy diferentes procesos por los que los neutrones pueden impartir energía a tejido humano, y también a los espectros usualmente muy anchos de energías que se pueden encontrar en situaciones prácticas. Ello determina que, en algunos aspectos, la dosimetría de neutrones con fines de protección esté aún insuficientemente resuelta y



Van Ryckeghem (Francia) y Antonio Delgado durante un momento de la Jornada.



sea tema preferente de investigación. Un ejemplo de este insuficiente desarrollo es la dosimetría personal, siendo precisas nuevas soluciones tecnológicas que mejoren la limitada capacidad de medida de los actuales dosímetros y además simplifiquen su operación y la interpretación de sus resultados.

La Jornada estuvo estructurada en tres bloques. Una introducción presentando los problemas específicos y la dificultad intrínseca de la dosimetría de neutrones, y las aproximaciones seguidas para la construcción de dosímetros. Siguió un bloque presentando las características de los métodos de medida más relevantes: espectrométricos, microdosimétricos y los empleados para la dosimetría personal. Un tercer bloque consistió en la presentación de los proyectos nacionales sobre dosimetría personal, incluyendo la del programa del CSN en este sector. Al finalizar las ponencias tuvo lugar un animado coloquio con numerosas intervenciones.

La Jornada fue inaugurada por José Gutiérrez, Director del Departamento de Impacto Ambiental de la Energía del CIEMAT, acompañado en la Mesa por María Jesús Muñoz, del CSN; Eduardo Gallego, en representación de la SEPR; y Antonio Delgado, coordinador de la Jornada. Los ponentes fueron expertos nacionales e internacionales de cualificación reconocida: Helmut Schuhmacher (PTB, Alemania), el Dr. Christian Wernli (PSI, Suiza), Laurent Van Ryckeghem (IPSN, Francia), M^a Jesús Muñoz (CSN; España), Francisco Fernández (U. Autónoma de Barcelona, España), Eduardo Gallego (U. Politécnica de Madrid, España) y Antonio Delgado (CIEMAT, España).

Antonio Delgado
CIEMAT

Eliseo Vañó, nuevo miembro del ICRP

El profesor Eliseo Vañó Caruana, distinguido socio de la SEPR, ha sido designado miembro del Comité 3 (Protección Radiológica en Medicina) de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Con este nombramiento son tres los españoles



miembros del ICRP, todos ellos socios de la SEPR: Eliseo Vañó y Pedro Ortiz, miembros del Comité 3, y David Cancio, miembro del Comité 4. Desde estas líneas, nuestra más cordial enhorabuena para el profesor Vañó por esta designación, que viene a corroborar su excelente trayectoria profesional en dicho campo.

A continuación, detallamos una breve reseña del cargadísimo currículum vitae del profesor Vañó.

Eliseo Vañó es licenciado y doctor en Ciencias Físicas (1974), especialista en Radiofísica Hospitalaria, catedrático de Física Médica del Departamento de Radiología de la Universidad Complutense y jefe del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos.

El profesor Vañó inició su formación como investigador en la antigua Junta de Energía Nuclear (área de espectrometría nuclear), donde se diplomó en Ingeniería Nuclear (1970). Es miembro del Grupo de Expertos del Artículo 31 del tratado EURATOM de la Comisión Europea (CE) y forma parte del Grupo de Trabajo de Exposiciones Médicas de la CE a propuesta del Ministerio de Sanidad y Consumo.

Ha actuado en varias ocasiones como experto en protección radiológica para el Organismo Internacional de la Energía Atómica de Viena y ha colaborado con la Comisión Internacional de Protección Radiológica en la elaboración de documentos de su especialidad. Colabora también regularmente con el Consejo de Seguridad Nuclear.

Además de dirigir, desde hace más de 10 años, un grupo de investigación financiado por Instituciones Nacionales y por la Comisión Europea, que desarrolla trabajos relacionados con la protección radiológica de los pacientes, el profesor Vañó ha presentado a España en numerosos foros científicos europeos y en grupos de trabajo

de organizaciones internacionales de normalización y de protección radiológica.

Jornada sobre protección radiológica de la mujer gestante profesionalmente expuesta a radiaciones ionizantes

El pasado 5 de octubre se celebró en el Hospital Ramón y Cajal de Madrid una Jornada sobre "Protección Radiológica de la mujer gestante profesionalmente expuesta", organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica con el patrocinio del Consejo de Seguridad Nuclear y del INSA-LUD.

Tras la inauguración y bienvenida ofrecida por el director gerente del Hospital Ramón y Cajal, tomaron la palabra Ignacio Lequerica, por parte del CSN, e Ignacio Hernando, por parte de la SEPR, quienes destacaron la problemática del tema de la Jornada.

Tras ellos los ponentes, expertos reconocidos en diferentes ámbitos laborales, expusieron sus puntos de vista. En primer lugar el Dr. Rafael Herranz, jefe del Servicio de Oncología Radioterápica del Hospital Gregorio Marañón, explicó el desarrollo embrionario y fetal y los posibles efectos que en las distintas fases del desarrollo pueden tener las radiaciones ionizantes. A continuación, la Dra. M^a Luisa R. Frías, del Centro de Información sobre Teratógenos de la Universidad Complutense, mostró los datos sobre fetos irradiados de los que dispone tras largos años de experiencia. Finalmente, el Dr. Pedro de la Fuente, jefe del Departamento de Ginecología y Obstetricia, expuso su punto de vista como asesor directo de las mujeres gestantes. Finalizadas sus intervenciones, se estableció un interesante primer turno de debate.

La segunda parte comenzó con la exposición del catedrático de Física Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria, Luis Quindós, quien, de manera brillante, explicó los riesgos asociados a las exposiciones naturales, tema contemplado por vez primera vez en nuestra legislación. Por su parte, Ignacio Amor, del CSN, y Emilio Casal, del CND, explicaron el problema de la dosimetría. La dosis al feto está



En la Inauguración vemos de izquierda a derecha: Leopoldo Arranz, Joaquín Martínez, Ignacio Hernández e Ignacio Lequerica. En la foto inferior los ponentes de izquierda a derecha: Rafael Herranz, Luis Quindós, Belén Fernández, M^a Luisa Martínez, Ignacio Amor, Emilio Casal y Pedro de la Fuente.

legislada y no puede medirse, la de la madre no lo está y es la que se mide. ¿Qué hacer? El último turno de debate suscitó una animada participación en la sala.

Fue evidente la preocupación existente por asegurar las condiciones de trabajo para la mujer, tanto su seguridad y la de su futuro hijo, como la propia estabilidad en el puesto que ocupa. ¡Un posible embarazo no debe ser motivo de discriminación!

Se anunció finalmente la inmediata disponibilidad del documento nº 84 de ICRP, traducido al castellano por las Sociedades Argentina y Española de PR, y un documento sobre el tema, que está elaborando el Foro para la Sanidad (CSN, SEFM, SEPR).

*Belén Fernández
Coordinadora de la Jornada*



Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de radiación El Informe UNSCEAR 2000

Bajo este título, la SEPR organizó una jornada que tuvo lugar el 14 de junio en el CIEMAT, con la colaboración del propio Centro.

En este número de RADIOPROTECCIÓN se incluyen dos artículos que analizan la información presentada en esta jornada.



IRPA 11

Al cierre de este número se ha celebrado la reunión del Comité Organizador de IRPA 11, en la que se ha informado de las actividades realizadas por los grupos de trabajo a lo largo de 2001, definiéndose también los objetivos de actuación para 2002.

A esta reunión, en la que han participado los miembros del Comité, han asistido como invitados Annie Sugier, presidenta del Comité Científico, y Jacques Lochard, Secretario General de IRPA.

Jornada Anual de Vigilancia Radiológica Ambiental

Madrid, 24 de mayo de 2001

El día 24 de mayo se celebró en la sede del CSN la Jornada Anual de Vigilancia Radiológica Ambiental cuyos objetivos fueron:

- Presentar y discutir los resultados del ejercicio de intercomparación correspondiente al año 2000.
- Analizar el desarrollo de los programas de vigilancia radiológica Ambiental (VRA) gestionados por el CSN durante 2000.

A la Jornada asistieron unos 60 participantes, entre los que se encontraban:

- El consejero del CSN, profesor A. Alonso; el director técnico de Protección Radiológica, Sr. Lequerica; el subdirector general de Protección Radiológica Ambiental, la coordinadora técnica de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente, y la jefa y los técnicos del Área de Vigilancia Radiológica Ambiental del CSN.
- Representantes de los laboratorios de medida de baja actividad de:
 - 19 Universidades
 - CIEMAT
 - CEDEX
 - ENUSA
 - M^o Sanidad
 - Instituto Geológico y Minero
 - 2 Laboratorios comerciales que realizan PVRA
 - CNA/CNT, ANA/ANV.

El consejero del CSN, profesor A. Alonso, dio la bienvenida a los asistentes e inauguró la Jornada. En su presentación señaló el papel relevante de los laboratorios en la puesta en práctica de las nuevas funciones asignadas al CSN por la Ley 14/99, el alto nivel científico alcanzado por el conjunto de los laboratorios españoles de VRA y el

interés del CSN en estos asuntos, que se pone de manifiesto en el incremento del presupuesto que está previsto dedicar en el próximo ejercicio presupuestario tanto a la vigilancia radiológica ambiental como al apartado de investigación en este área.

Lucila Ramos, del CSN, que dirigió y coordinó la Jornada, presentó el programa de trabajo previsto para la misma y resumió las actividades desarrolladas por los Grupos de Trabajo constituidos para normalizar:

- El tratamiento de las incertidumbres.
- La preparación y el uso de patrones.
- El desarrollo de procedimientos genéricos de muestreo, preparación y conservación de muestras, y análisis y medidas, como paso previo a su publicación como normas UNE.

Lourdes Romero, del CIEMAT, presentó un análisis de los resultados del ejercicio de Intercomparación realizado en el año 2000.

El Ejercicio consistió en la realización por cada uno de los laboratorios de una serie de determinaciones analíticas de una muestra de suelo que, por primera vez, había sido preparada por un laboratorio universitario, el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, bajo la dirección de la profesora Monserrat Llauredó.

La muestra fue remitida a los 31 laboratorios que habían sido invitados a participar en el Ejercicio, de ellos 29 eran españoles, 1 cubano y 1 portugués. Finalmente participaron todos los invitados, salvo el Laboratorio de Medidas de Actividad Ambiental (LARA) del Ministerio de Defensa.

Rosario Salas, del CSN, hizo un resumen del desarrollo de los programas de VRA gestionados por el CSN durante 2000, destacando los siguientes aspectos:

- Administración y gestión de la REM.

- Funcionamiento de los programas de VRA.
- Gestión y difusión de los resultados obtenidos en los diferentes programas.
- Actividades desarrolladas para mejorar la calidad de la VRA.
- Incidentes más destacables ocurridos en los laboratorios de la REM en 2000.

El profesor Alejandro Martín, de la Universidad de Extremadura (Badajoz), hizo una breve presentación del desarrollo, consecuencias y lecciones aprendidas en el incidente de inundación ocurrido en diciembre de 2000 en su laboratorio. Un informe sobre dicho incidente fue presentado al Consejo en marzo de este año. El profesor Martín puso especial énfasis en destacar las lecciones aprendidas como consecuencia del suceso, entre las que destacan:

- La necesidad de un análisis de riesgos de los laboratorios.
- La necesidad de mejorar las capacidades de los laboratorios para responder a situaciones imprevistas que pudieran tener implicaciones radiológicas.
- La necesidad de algún sistema de cobertura de este tipo de riesgos.
- La rápida y eficaz ayuda prestada por otros laboratorios de la red para cumplir los compromisos del laboratorio.

En la discusión suscitada tras la presentación del profesor Martín, los representantes del CSN indicaron a los laboratorios que debían hacer un estudio de su situación frente al nuevo RINR para solicitar la correspondiente alta con instalación radiactiva o la exención cuando proceda. Esta indicación se hizo en cumplimiento del Acuerdo adoptado por el Consejo en su reunión del 26 de mayo de 1999. Adicionalmente, la Subdirección General de Protección Radiológica Ambiental les está remitiendo una carta con la misma cuestión.

Enrique Suárez Mahou, del CSN, hizo una breve presentación del Proyecto MARNA. Para el desarrollo de la fase 4 del Proyecto MARNA, que ha sido aprobada recientemente por el Consejo, se ha pedido colaboración a

los laboratorios de la REM, con el fin de que faciliten la realización de medidas en sus puntos de muestreo para el Proyecto MARNIA 4.

La profesora Elisa Navarro, de la Universidad de Valencia, y el profesor Vicente Serradell, de la Universidad Politécnica de Valencia, presentaron el resultado de un programa de vigilancia de aguas residuales que han llevado a cabo en Valencia en el marco del acuerdo existente entre el Consejo y la Generalidad de Valencia.

En la discusión suscitada tras la presentación, el Sr. Palomares, del CIEMAT, y la profesora I. Vallés, de la UPC, informaron sobre actividades similares realizadas por sus laboratorios en Madrid y Barcelona. Los representantes del CSN informaron a los laboratorios sobre el interés de este organismo en extender el programa a otras ciudades, contando con la colaboración de las universidades para el desarrollo de la metodología.

La profesora Margarita Herranz, de la Universidad del País Vasco, presentó un resumen de las mejoras que ha supuesto para su laboratorio su participación en los ejercicios de intercomparación.

El Sr. Lequerica, del CSN, cerró la Jornada destacando el alto nivel científico y el excelente ambiente de intercambio de información que había observado durante su desarrollo. Así mismo insistió en la consideración de los laboratorios como "aliados" del CSN, utilizando la terminología del modelo EFQM, en cuanto que su colaboración está basada en la coincidencia de objetivos entre el Consejo y los propios laboratorios.

La Jornada se ha desarrollado de acuerdo con el Programa previsto, que incluía la presentación de los resultados del Ejercicio de Intercomparación 2000 y una serie de presentaciones relativas al desarrollo de los programas de vigilancia radiológica ambiental gestionados por el CSN durante 2000.

El Ejercicio de Intercomparación 2000 se ha desarrollado satisfactoriamente siendo de destacar un elevado nivel de participación, el alto grado de homogeneidad entre los laboratorios y un nivel de calidad que mani-

fiesta una tendencia creciente en los últimos años.

Las presentaciones de aspectos particulares de los programas de vigilancia dieron lugar a una discusión muy activa en la que se puso de manifiesto que existe un elevado nivel de colaboración entre los laboratorios de vigilancia radiológica ambiental españoles, que el nivel científico de los laboratorios es equiparable al de sus homólogos de otros países, y la eficacia de los ejercicios de intercomparación para mejorar la calidad de los laboratorios.

Lucila Ramos

50 Aniversario JEN-CIEMAT

El pasado mes de octubre se ha cumplido el 50 aniversario de la JEN-CIEMAT. Para conmemorar este acontecimiento, el CIEMAT ha organizado un conjunto de actos a lo largo del año que, culminados con una cena institucional presidida por Anna M^a Birulés, ministra de Ciencia y Tecnología, han incluido, entre otros, la celebración de seminarios científicos impartidos por relevantes personalidades nacionales e internacionales, la publicación de dos libros ("Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental" y "Energía Nuclear en España. De la JEN al CIEMAT"), la edición de medallas conmemorativas, un amplio conjunto de visitas institucionales y una celebración festiva para todo el personal actual y jubilados de la institución. El CIEMAT ha elaborado una página web con información específica sobre los actos de este 50 aniversario

(<http://www.ciemat.es/aniversario/html/inicio.html>), a la que se puede acceder desde su página principal (<http://www.ciemat.es>).

La revista RADIOPROTECCION quiere felicitar desde estas líneas al actual equipo directivo del CIEMAT y a todos sus profesionales, sin olvidar a todos aquellos que han pertenecido a ambas instituciones y que durante esta larga trayectoria han contribuido al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, muy especialmente en el campo de la Energía Nuclear y la Protección Radiológica.

27 Reunión Anual
24-26 Octubre 2001



SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA

27 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española

Del 24 al 26 de octubre, tuvo lugar en el Museo de las Ciencias "Príncipe Felipe" en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia la 27 Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española.

Como cada año, destacados profesionales nacionales e internacionales del sector nuclear se dieron cita en este importante evento, que sirvió de punto de encuentro y de debate donde compartir y difundir los conocimientos y avances logrados en el sector nuclear en el último año.

Cerca de 250 ponencias fueron presentadas en un total de 21 sesiones, que se centraron en los siguientes temas: aspectos medioambientales, residuos radiactivos, combustible, seguridad nuclear, experiencias operativas, calidad, gestión, ingeniería, mantenimiento e inspección en servicio, I+D, formación y recursos humanos, comunicación social, desmantelamiento, planes de emergencia y medicina nuclear, y gestión de vida. Además, un total de 13 ponencias, 5 de ellas presentadas en la modalidad póster, versaron sobre dos temas de gran importancia en el sector nuclear: la protección radiológica y la medicina nuclear.

RADÓN: Un gas radiactivo de origen natural en casa

El Consejo de Seguridad Nuclear y el Gobierno de Cantabria a través de la Consejería de Medio Ambiente, bajo la dirección del profesor Luis Quindós, activo miembro de la SEPR,

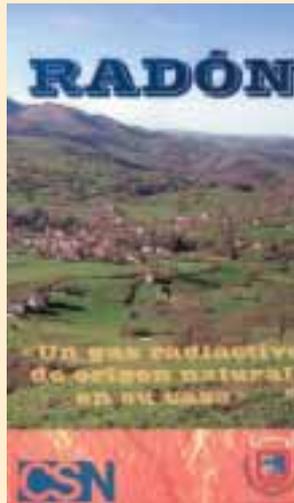
han editado un vídeo de media hora de duración sobre el radón.

El vídeo analiza de forma muy amena los orígenes de la radiactividad y los riesgos más importantes de las radiaciones ionizantes. Describe las fuentes más relevantes de exposición del hombre a las radiaciones, entre las que el radón es la mayor fuente de origen natural. Indica cómo se produce el gas radón y las vías de exposición por las que alcanza al ser humano, el origen de su interés social actual, sus técnicas de medida, los niveles de exposición en España y en el mundo y algunas medidas de prevención para reducir sus niveles de exposición.

Para más información pueden dirigirse a:

Dr. Luis Quindós Poncela
Profesor Titular de la Universidad de Cantabria. Cátedra de Física Médica

Dpto. de Ciencias Médicas y Quirúrgicas; o directamente a la secretaría de la SEPR



Mecanismos básicos: Aspectos físicos y Aspectos físico-químicos; Modelización del daño temprano producido por radiación; Daño al DNA; Inestabilidad genómica, expresión génica y transmisión de señales; Consecuencias moleculares del daño al DNA; Dosis bajas y efectos no dirigidos ("bystander"); Carcinogénesis radioinducida; Irradiación con microhaces; Nuevas técnicas para observar daño biológico; Progreso en microdosimetría experimental; Partículas de alta energía en radioterapia y protección radiológica; y Magnitudes de la radiación: aproximaciones teóricas y pragmáticas.

La conferencia inaugural fue impartida por el Dr. Goodhead, del Reino Unido, uno de los pioneros en el campo de la microdosimetría. El nivel científico de los ponentes invitados fue excepcional; participaron, entre otros muchos, el Dr. Little (Harvard University, Boston), el Dr. Brenner (Columbia University, Nueva York) y el Dr. Atkinson (GSF, Munich). El total de participantes en el congreso fue de 225 personas.

Una mención especial merece el interés despertado por los denominados efectos circunstantes ("bystander"). Dicho interés se debe, entre otros motivos, al hecho de que existen evidencias convincentes, al menos "in vitro", de que las células irradiadas pueden enviar señales que provoquen daño en las células próximas no irradiadas. El fenómeno "bystander", de confirmarse "in vivo", podría tener una fuerte repercusión en el actual sistema de Protección Radiológica.

El próximo congreso de microdosimetría está previsto para el año 2003.

Seminario sobre los efectos de la radiación durante las primeras etapas del embarazo, celebrado en Luxemburgo el 6 de noviembre de 2001

La Comisión Europea, a través de la Unidad de Protección Radiológica de la Dirección General de Medio Ambiente (DG ENV. 4) organizó el 6 de noviembre de 2001 el "Scientific Seminar on the Effects of In Utero

NOTICIAS del MUNDO

13th Symposium on Microdosimetry and 5th International Workshop on Microbeam Probes of Cellular and Radiation Response

El pasado mes de mayo tuvo lugar en Sresa, Italia, el 5º Congreso Internacional de Microdosimetría. Previo al congreso tuvo lugar una "Reunión Satélite" sobre Microhaces, tema estrechamente relacionado con la microdosimetría.

Durante el "5th International Workshop on Microbeam Probes of Cellular and Radiation Response" se resaltó el gran avance acontecido en los dos últimos años (desde el anterior congreso) en cuanto al desarrollo de equipos para irradiar con microhaces. En la actualidad hay un total de 15 irradiadores en todo el mundo. Sin embargo, y debido a que es un campo de investi-

gación relativamente reciente, únicamente cinco de estos equipos ya están siendo utilizados para estudiar efectos biológicos de la radiación. Entre dichos estudios destacan los dirigidos a determinar el blanco crítico de la acción de la radiación en la célula y a caracterizar en detalle los denominados efectos circunstantes ("bystander") de la radiación. Hubo una importante participación de expertos de todo el mundo (99 participantes).

Durante el "13th Symposium on Microdosimetry" se puso de manifiesto el carácter interdisciplinar de este tema de investigación, aspecto que en las discusiones de las distintas sesiones y en la mesa redonda que clausuró el congreso fue resaltado por los expertos mundiales al considerarse extremadamente positivo. Dicho carácter interdisciplinar se reflejó en los temas tratados en las diferentes sesiones científicas en que se estructuró el congreso, y que fueron:

Exposure to Ionising Radiation During the Early Phases of Pregnancy”, en el que participé como representante español invitado por la Unión Europea, junto con otros miembros españoles del Comité del Art. 31 Euratom.

El seminario tuvo lugar en la “Sede Europea” de Luxemburgo, durante la tarde del 6 de noviembre, tarde de un día lluvioso y oscuro, como suele ser usual por esas burocráticas tierras. A pesar de la quiebra de SABENA, logré llegar a tiempo (creo que mi avión fue uno de los últimos que salió del aeropuerto de Bruselas) y poder asistir a un seminario con una disociación entre disertadores y audiencia.

Hubo dos exposiciones realizadas por científicos de primera línea (C. Streffer y P. Jacquet) revisando los últimos datos obtenidos tras experimentación animal (léase ratones) encaminados a analizar los efectos de la radiación en el periodo de preimplantación.

Como era sabido, el periodo de preimplantación es un periodo en el que la radiación no parece traducirse en malformaciones, pero algunos experimentos han mostrado que a veces pueden aparecer malformaciones con patrones diferentes a los del periodo de organogénesis. Asimismo, otros experimentos muestran un patrón de daño cromosómico diferente en los dos periodos citados, siendo el de preimplantación más parecido al de la inestabilidad genómica. Lo que son hechos experimentales y cuyas hipótesis aún son especulativas, siendo lanzadas sobre una audiencia dedicada a la protección radiológica, las palabras inestabilidad genómica, predisposición genética, malformaciones en preimplantación (la mujer aún no sabe si está embarazada), actividad p53, etc., tuvo un efecto de retroalimentación tanto positiva como negativa, lo que terminó en una discusión a veces estéril, por lo que Abel González llegó a decir que se acababa de inventar la “Protección Radiológica Especulativa”.

Mi visión como Genetista Clínico e investigador en efectos de radiación

es que en ratones se ha podido observar que la radiación puede inducir malformaciones en el periodo de preimplantación; que éstas serían diferentes a las que se producen después; que el p53 es casi el único mecanismo que funciona en el control de la integridad del DNA en ese momento, por lo que los efectos de la radiación son diferentes en los individuos con mutaciones en p53 (lo que abre una vía nueva de investigación); que en algunos casos (muy raros) podría producirse una inestabilidad genómica, y -esto es de mi cosecha- no hay que olvidar que la radiación puede tener unos efectos epigenéticos en la organización del material genético, por lo que no debe extrañar que haya algunos fenómenos nuevos que se irán conociendo paulatinamente.

Además, hubo una tercera disertación epidemiológica (P. Hall) cuya conclusión es que un estudio en Suecia sugiere que bajas dosis de radiación en la infancia temprana son capaces de inducir una disminución de las capacidades cognitivas 15-20 años después. Por el contrario, la discordancia sobre la leucemia y la exposición intraútero queda sin resolver, ya que son contradictorios los datos obtenidos de los estudios caso-control y de los estudios de cohortes.

*José Miguel García Sagredo
Servicio de Genética Médica,
Hospital U. Ramón y Cajal, Madrid*

Conclusiones de un estudio epidemiológico realizado en los alrededores de la planta de procesamiento de La Hague (Francia)

La revista Nucleonics Week del pasado 28 de junio publica las conclusiones obtenidas en un estudio epidemiológico realizado a petición del Gobierno francés en la región de Nord Cotentin, al norte de Francia. Dicho estudio muestra un exceso estadísticamente significativo de leucemia en niños que viven cerca de la planta de procesamiento de La Hague, du-

rante el periodo 1978-1998, pero advierte que bien podría no deberse a la planta. Los autores del estudio, un equipo de expertos franceses y británicos, mencionan que el aparente foco no necesariamente está vinculado a la radiación medioambiental, sino que podría deberse a infecciones víricas producidas por la mezcla de poblaciones que tuvo lugar durante la construcción de nuevas instalaciones en La Hague y en la cercana planta de energía nuclear de Flamanville.

El estudio analizó los casos de leucemia registrados en personas menores de 25 años que vivían en un área de 35 kilómetros alrededor de la planta de La Hague (60.000 habitantes). El análisis global de los datos de todos los residentes jóvenes de la región de Nord Cotentin, en la que se localiza La Hague, no mostró un exceso de leucemia (encontraron 38 casos frente a los 36,9 previstos). Sin embargo, al analizar los datos del cantón de Beaumont-Hague, justo alrededor de La Hague, los investigadores encontraron un ligero exceso de leucemias en personas menores de 25 años, y en concreto, tres casos de leucemia durante un periodo de 20 años en niños de entre 5 y 9 años, comparado con los 0,47 casos esperados basándose en las estadísticas nacionales. El exceso está asociado con leucemia linfoblástica aguda, el tipo de cáncer más común en niños menores de 15 años.

Incidente en el Instituto Nacional de Oncología de Panamá

Un total de 28 pacientes del Instituto Nacional de Oncología de Panamá, sometidos a diversos tratamientos radioterápicos, han sido sobreexposados (20 a 100% por encima de la dosis prescrita). Hasta la fecha los informes indican que 9 pacientes han fallecido y que en 5 de los casos la causa fue la sobreexposición. Muchos de los restantes pacientes se espera que tengan complicaciones serias debidas al exceso de dosis.

Los primeros datos indican que las causas del accidente son:

1. Falta de verificación del plan de tratamiento en el Instituto Nacional de Oncología de Panamá.
2. Metodología de introducción de los bloques en el software del planificador.
3. Interpretación de los datos de bloques por parte del software del planificador.

El incidente está siendo investigado por la FDA (Food and Drug Administration), la IAEA (International Atomic Agency), la PAHO (Pan American Health Organization), NRC (Nuclear Regulatory Commission) y Multidata, para determinar las causas y proponer soluciones.

Para más información se pueden consultar los siguientes archivos y páginas web:

- www.nrc.gov/NRC/GENACT/GC/IN/2001/in1008s1.pdf
- www.fda.gov/cdrh/ocd/panamaradexp.html
- www.iaea.org/worldatom/Press/P_release/2001/prn0112.shtml
- www.iaea.org/worldatom/Press/P_release/2001/panam_adv_info2.shtml

Reunión anual 2001 de la CIPR

El pasado mes de septiembre tuvo lugar en La Hogue (Holanda), la 1ª reunión de los miembros de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), tanto de su Comisión Principal como de sus cuatro Comités, elegidos para el periodo julio 2001-junio 2005. Durante la misma se aprobaron los correspondientes programas de trabajo para el próximo año y los siguientes informes:

- "Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values", que culmina la actualización de la Publicación 23 que data de 1974.
- "Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging", el cual recomienda a las autoridades nacionales

adoptar niveles de referencia para reducir exposiciones en el diagnóstico.

- "Radiation and your Patient: A Guide for Medical Practitioners", que proporciona información básica sobre los mecanismos de la radiación, dosis procedentes de diferentes fuentes médicas, magnitud y tipo de riego, y riesgos de la radiación en el embarazo.

Así mismo, la Comisión Principal aprobó la constitución de los siguientes nuevos grupos de trabajo, que vienen a sumarse a los ya existentes en los distintos Comités:

- Grupo de trabajo del Comité 1 sobre "Input to ICRP Recommendations for the 21st Century", presidido por Roger Cox.
- Grupo de trabajo del Comité 3 so-

bre "Dose Reduction in Digital Radiography", presidido por Eliseo Vañó.

- Grupo de trabajo del Comité 4 sobre "To Characterise Individual Members of the Public", presidido por John Till.

- Grupo de trabajo 4 sobre "Optimisation in Radiological Protection", presidido por Wolfgang Weiss.

- Grupo de trabajo del Comité 4 sobre "Radiological Protection in Space Flight", presidido por Toshiso Kosako.

Dan Beninson fue elegido miembro emérito de la Comisión Principal por su valiosa contribución a la protección radiológica a lo largo de toda su vida profesional y, en particular, por su contribución a la preparación de las

PUBLICACIONES

Proyecto FASSET (Framework for ASSESSment of Environmental impact) de la UE.

El proyecto FASSET del V Programa Marco de la UE, del que ya se informó en el nº 22 de la revista Radioprotección (página 68), dispone de una página en Internet en la que se puede consultar amplia información relacionada con el Proyecto: objetivos, descripción del proyecto, anexo técnico, participantes, resultados y bibliografía relacionada con el tema de la protección del medio ambiente frente a radiaciones ionizantes. La dirección es <http://www.fasset.org/>

El juicio de expertos y su aplicación a cuestiones de seguridad

La aplicación formal del Juicio de Expertos es cada día más frecuente a la hora de evaluar cuestiones de seguridad

sobre las que la base de actuación no resulta suficientemente amplia. En el campo de la Seguridad Nuclear, estas técnicas se han aplicado recientemente a cuestiones tales como la fenomenología de los accidentes severos en el contexto del Análisis Probabilista de Seguridad (APS) de nivel 2, la incertidumbre en la evaluación de consecuencias radiológicas de los accidentes, el conocimiento de la peligrosidad sísmica de emplazamientos, o la evaluación del comportamiento a muy largo plazo de almacenamientos geológicos definitivos para residuos radiactivos de alta actividad. El libro presenta dichas aplicaciones junto con el marco teórico y metodológico de los métodos empleados en las mismas.

Está publicado por la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, con el patrocinio del Consejo de Seguridad Nuclear, y recoge el contenido de un curso celebrado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, habiendo sido editado por los

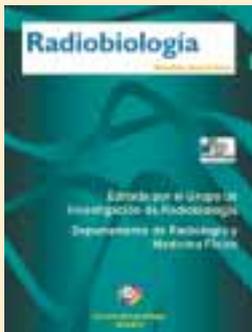
profesores R. Bolado y E. Gallego.

Para obtenerlo, al precio simbólico de 1.000 pesetas (para cubrir gastos de manipulación y envío contra reembolso), ponerse en contacto con:

Sección de Publicaciones E.T.S. Ingenieros Industriales – UPM
C/ José Gutiérrez Abascal, 2
28006 Madrid
Correo electrónico: publicaciones@etsii.upm.es
Tel.: 91 336 30 68
Fax: 91 336 30 69

Revista Radiobiología

Se ha publicado el primer número de la revista electrónica Radiobiología, editada por el Grupo de Investigación de Radiobiología del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Málaga (España). La revista está dedicada a divulgar y comentar todos los aspectos relacionados con los efectos de los agentes físicos sobre los sistemas biológicos, desde una perspectiva



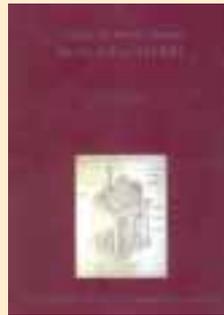
multidisciplinaria y teniendo en cuenta todos los niveles de organización, desde el nivel molecular hasta el ecosistema. Su principal objetivo es divulgar el conocimiento científico sobre la acción que los agentes físicos ejercen sobre los sistemas biológicos. La revista Radiobiología está dirigida a profesionales, científicos, docentes y estudiantes de disciplinas relacionadas con las ciencias de la vida, la salud y el medio ambiente.

Radiobiología es una publicación de distribución electrónica a la que se puede acceder de forma gratuita en la dirección:

<http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>

“Energía Nuclear en España. De la JEN al CIEMAT”

Editado por CIEMAT (NIPO: 402-01-005-7), este libro, cuyos textos han sido escritos por Ana Romero de Pablos y José Manuel Sánchez Ron, refleja, a lo largo de sus 300 páginas de gran formato, la esencial contribución de la Junta de Energía Nuclear, hoy CIEMAT, a la configuración del actual mapa del sector nuclear español. La historia de la JEN, desde los antecedentes previos a su creación, su situación en el contexto internacional, sus diversas etapas de consolidación y las disciplinas científicas objeto de su investigación, juntamente con su labor de formación de profesionales, son aspectos relevantes presentados en esta obra, que nos ayudan a valorar el destacado papel que esta institución ha jugado, no sólo en el desarrollo y consolidación de la Energía Nuclear en España, sino también en otros campos de la ciencia y la tecnología. Como se menciona en su presentación, el libro termina intencionadamente en 1986, cuando la Ley de la Ciencia crea, a partir de la JEN, el actual Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, abierto a la investigación sobre todas las fuentes de energía, incluida, naturalmente, la nuclear. En definitiva, el libro representa una muy valiosa aportación a la historia de la investigación científico tecnológica de nuestro país en la segunda mitad del recién terminado siglo XX.

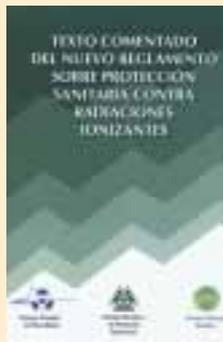


Texto comentado del nuevo reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

Publicación SEPR nº 4
Este trabajo, aparte de recoger el nuevo Reglamento sobre protección sa-

nitaria contra radiaciones ionizantes, es de gran ayuda para los profesionales que trabajan en el campo de la Protección Radiológica y para otros agentes con responsabilidad en la utilización de radiaciones ionizantes, en su aplicación, indicando los aspectos que han sido modificados con respecto al anterior Reglamento y desarrollando los que son novedosos.

La idea de preparar un texto comentado del nuevo Reglamento ha partido de la Sociedad Española de Protección Radiológica, la Sociedad Nuclear Española y la Sociedad Española de Física Médica. Más de cuarenta profesionales de todos los sectores implicados han contribuido en la elaboración de este libro, proporcionando sus conocimientos y experiencias.



Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental

Editado por Mc Graw Hill (ISBN: 84-481-3331-5), los diversos capítulos que conforman el libro han sido escritos por investigadores del CIEMAT. Cada contribución es el resultado de una labor de años de dedicación al estudio e investigación del tema que se trata, en el que los autores tienen un prestigio reconocido en los foros especializados nacionales y extranjeros.

Los apartados generales que recoge la obra son: ENERGÍA NUCLEAR (Fisión nuclear y Fusión nuclear), ENERGÍA NO-NUCLEAR (Energía renovable y Energía química), IMPACTO DE LA ENERGÍA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE (Emisión y caracterización de contaminantes,



Efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas y los seres vivos, Costes sociales de la energía) y APLICACIONES BÁSICAS Y TECNOLÓGICAS.

En concreto, el libro contiene 5 introducciones específicas a los diversos temas y 34 capítulos a lo largo de sus más de

700 páginas, y constituye un excelente compendio de las diferentes temáticas científico-tecnológicas que se desarrollan en el CIEMAT, describiendo su problemática, el estado actual del arte y su marco de referencia en el contexto nacional e internacional.

C O N V O C A T O R I A S

Congreso Europeo IRPA 2002

Florenza (Palazzo dei Congressi, Firenze)-Italia, 8-11 de octubre de 2002

Del 8 al 11 de octubre de 2002, Florenza (Italia) acogerá, bajo el lema "hacia la armonización de la protección radiológica en Europa", el Congreso Europeo IRPA 2002. Conjuntamente se celebrará el Congreso Anual de la AIRP (Asociación Italiana de Radioprotección).

Una vez más la historia se repite. En 1966 la Asociación Italiana fue la anfitriona del primer congreso internacional IRPA en Roma y ahora pretende iniciar una estrecha y armoniosa cooperación con sus colegas europeos. El objetivo principal de esta iniciativa es la necesidad de mejorar el conocimiento sobre la protección radiológica, armonizar los criterios de actuación e implementar, en la medida de lo posible, las Directivas de la Comisión Europea en todos los países europeos. En este contexto, es de gran importancia que las sociedades europeas que integran IRPA asistan a este congreso, durante el cual las distintas Sociedades crearán un foro de debate.

El programa incluirá ponentes invitados, sesiones tradicionales combinadas con presentaciones posters, así como grupos de trabajo, con el objetivo de suministrar numerosas oportunidades para establecer una comunicación interactiva sobre aspectos técnicos, operacionales y políticos. La selección final de los temas a tratar y de los ponentes se llevará a cabo en función de los resúmenes recibidos.

Los temas científicos que se debatirán son: radioecología y recuperación ambiental, desmantelamiento de instalaciones nucleares y gestión de residuos, aspectos legislativos y políticos de la protección radiológica, protección del paciente en aplicaciones médicas, dosimetría en situaciones de exposición, técnicas e instrumentación para la dosimetría de la radiación radiobiológica y efectos de la radiación en la salud, protección frente a la radiación no ionizante, etc.

Entre las organizaciones internacionales invitadas se encuentran: ICRP, IAEA; NEA/CRPPH, UNSCEAR, ICNIRP.

El coste por delegado es de 500 euros. Este precio incluye también la asistencia al Congreso Anual de la AIRP, que comenzará el 7 de octubre.

Para enviar resúmenes (formato Word; máximo una página (A4), incluidas tablas y figuras; a un espacio; letra Times New Roman 12; título en mayúsculas; nombres direcciones de los autores claramente especificados) y participar en el congreso pueden dirigirse a:

Organización del Congreso: OIC, Viale Matteotti, 7, 50121 Firenze. Tel.: +39 055 50351. Fax: +39 055 5001912-570227.

Secretaría del Congreso: Francesco D'Alberti. SSPRP Unit-TP 510-JRC, 21020 Ispra (VA)-Italy. Tel.: +39 0332 785657. Fax: +39 0332 789413. E-mail: irpa2002@jrc.it

3rd EC/ISOE Workshop on occupational exposure management at NPP'S

-TENTH ANNIVERSARY OF THE ISOE SYSTEM-

Portoroz, Eslovenia, 17-19 de abril de 2002

La European Commission Directorate-General Environment, el European Technical Centre of the International System on Occupational Exposure (ISOE) y la International Atomic Energy Agency (IAEA) organizan conjuntamente estas jornadas, que tendrán lugar en Portoroz (Eslovenia), del 16 al 19 de abril de 2002, y que contarán con el patrocinio de la OECD Nuclear Energy Agency (NEA) y con la colaboración de la central nuclear de Krsko, que podrá ser visitada por los asistentes.

El objetivo de las jornadas es crear un amplio foro de intercambio de experiencias y conocimientos en relación con la protección radiológica, y presentar las últimas novedades comerciales. Además, se concederá especial atención al décimo Aniversario de ISOE System.

De gran interés para todos aquellos profesionales que trabajan en el campo de la protección radiológica en las centrales nucleares, así como para organismos reguladores y organizaciones internacionales.

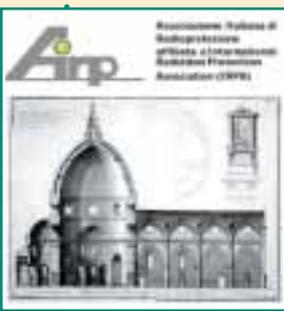
Para más información: PORTOROZ WORKSHOP, CEPN, BP48, 92263 FONTENAY-AUX-ROSES CEDEX, FRANCE. Tel.: +33 1 4654 7908. Fax: +33 1 4084 9034.

E-mail: isoe@cepn.asso.fr

Joint International Seminar on Exposure and Effects, Modelling in Environmental Toxicology: a first dialogue between nuclear and non-nuclear environmental scientists and managers

Antwerp (Bélgica), 4-8 de febrero de 2002

Este Seminario, organizado por la International Union or Radioecology (IUR) y la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), se celebrará en el Campus Groenenborger de la Universidad de Antwerp (Bélgica), del 4 al 8 de febrero de 2002, y pretende servir de punto de encuentro de los expertos que trabajan en el campo de la investigación experimental de la toxicología medioambiental y la radioecología.



La cuota de inscripción para participar en este Seminario es de 350 euros para miembros de IUR y 300 para miembros de SETAC, si ésta se realiza antes del 15 de diciembre, viéndose incrementado el precio en 50 euros a partir de esa fecha. El importe de la cuota debe ser abonado a KBC, Grote Markt, 27, B-2800 Mechelen, Belgium. Cuenta bancaria del Seminario: 414-0040512-02.

Más información: R. Hermans, Department Biology, University of Antwerp-RUCA, Groenenborgerlaan 171 U7, B-2020 Antwerp, Belgium. Tel.: +32 3 218 03 47. Fax: +32 3 218 04 97. E-mail: hera@ruca.ua.ac.be

8th European Conference on non-destructive testing

Barcelona, 17-21 de junio de 2002

La Asociación Española de Ensayos no Destructivos (AEND) es la encargada de la organización de esta octava Conferencia Internacional sobre Ensayos no Destructivos, que se celebrará, junto a la exposición comercial, en el Palau de Congressos de Barcelona, del 17 al 21 de junio de 2002, siendo el principal evento sobre ensayos no destructivos dirigido a la comunidad internacional.

El programa científico y técnico de la conferencia incluirá sesiones con presentaciones orales y posters sobre los desarrollos en métodos y equipos de ensayos no destructivos.

El 31 de enero de 2002 finaliza el plazo para la presentación de las ponencias. El importe de la inscripción es de 675 euros, si se realiza antes del 28 de febrero de 2002, y de 750 euros si se formaliza después de esta fecha.

Más información: AEND. C/ Bo-cangel, 28-2º izquierda. 28028 Madrid. Tel.: +34 913 612 585. Fax: +34 913 614 761. E-mail: informacion@aend.org

Información inscripción, exposición comercial y hoteles: PACÍFICO, S.A. Marià Cubí, 4. 08006 Barcelona. Tel.: +34 932 388 777. Fax: +34 932 387 488.

E-mail: gp@pacifico-meetings.com

Seventh International Symposium NATURAL RADIATION ENVIRONMENT (NRE-VII)

Grecia, 20-24 de mayo de 2002

La University College Dublin, la National Technical University of Athens y la University of Salzburg organizan este séptimo Simposio Internacional cuyo principal objetivo es la creación de un foro donde puedan ser presentados los resultados de las investigaciones científicas y debatir los temas relacionados con la radiación natural del entorno. La serie de simposios "Natural Radiation Environment" (NRE) tiene una larga tradición que se remonta a 1963.

Metrología, exposiciones internas y externas, dosimetría y riesgos para la salud, etc. son algunos de los temas que serán tratados en ponencias, presentaciones en sesiones plenarias, sesiones posters y mesas redondas.

Los profesionales interesados en asistir deberán abonar la cantidad de 350 euros antes del 1 de mayo de 2002, ó 400 euros si el pago se realiza después de esta fecha. En febrero de 2002 se comunicará la aceptación de los resúmenes recibidos. Siendo el 20 de mayo de 2002 la fecha límite para la recepción de las ponencias completas.

Más información: NTUA Nuclear Eng. Section. 15780 Atenas (Grecia). Tel.: (301) 772 2911 & 2912. Fax: (301) 772 2914.

E-mail: nreVII@nuclear.ntua.gr. Http://nreVII.nuclear.ntua.gr

ICNMTA 2002 8th International Conference on Nuclear Microprobe Technology & Applications

Takasaki (Japón), 8-13 de septiembre de 2002

El Japan Atomic Energy Research



Institute (JAERI) organiza, del 8 al 13 de septiembre de 2002 en Takasaki (Japón) la 8th International Conference on Nuclear Microprobe Technology & Applications. Las investigaciones llevadas a cabo en las últimas tres décadas en el campo de la tecnología nuclear de microprobeta se han extendido por todo el mundo, lo que ha motivado la reunión de los científicos cada dos años para debatir los últimos avances en la materia.

El plazo para la recepción de resúmenes finaliza el 11 de marzo de 2002. Para más información, contactar con:

Dr. KAMIYA, Tomihiro
Secretariat of ICNMTA 2002,
JAERI Takasaki
1233 Watanuki, Takasaki, Gunma,
370-1292 JAPAN
Tel.: +81 27 346 9654
Fax: +81 27 346 9690
E-mail: icnmta@taka.jaeri.go.jp
Http://icnmta.taka.jaeri.go.jp

The first NEA FORUM on radiological protection of the environment in collaboration with the ICRP. The Path Forward to a New Policy?

Taormina, Sicilia (Italia), 12-14 de febrero de 2002

Este Primer Foro NEA sobre Protección Radiológica del Medio Ambiente está organizado por el NEA Committee on Radiation Protection and Public Health (CRPPH) en colaboración con la ICRP. El objetivo del mismo es lograr el desarrollo de los criterios y las bases técnicas para una ICRP Radiological Protection of the Environment Recommendation.

Se prevé que este primer foro se centre en tres cuestiones fundamentales: cuál es la mejor manera de informarnos sobre el proceso de desarrollo

de la filosofía de la protección radiológica para el medio ambiente; qué daño queremos evitar y cómo se puede medir; y cómo podrían los sistemas de protección radiológica del medio ambiente y del hombre estar integrados.

Cerca de cien profesionales (de la protección radiológica, la ciencia, la política, los medios de comunicación, organizaciones no gubernamentales, etc.) podrán asistir a este foro. Para ello deben ponerse en contacto con la Secretaría Científica:

Stefan MUNDIGL
OECD Nuclear Energy Agency
Le Seine St. Germain
12, boulevard des Iles
92130 Issy-les-Moulineaux
FRANCE
Tel.: 01 45 24 10 45
Fax: 01 45 24 11 10
E-mail: mundigl@nea.fr

Workshop on INTERNAL DOSIMETRY OF RADIONUCLIDES Occupational, Public and Medical Exposure

Oxford (Inglaterra), 9-12 de septiembre de 2002

El European Late Effects Project Group (EULEP), el European Radiation Dosimetry Group (EURADOS), el National Radiological Protection Board (NRPB) y el Institut de Protection et Sûreté Nucleaire (IPSN), conjuntamente con la European Commission (EC) y el US Department of Energy (US DoE), organizan estas Jornadas con el objetivo de crear un foro donde se estudien los desarrollos en dosimetría interna y se presente nueva información relacionada con su futuro desarrollo.

La aplicación práctica del Modelo del Tracto Respiratorio Humano de la ICRP; un nuevo modelo para el Tracto Humano Alimentario; los desarrollos en monitorización; o las aplicaciones médicas, son algunos de los temas que se debatirán en estas jornadas.

Los especialistas que deseen presentar ponencias para presentaciones orales o posters deben remitir su resumen a la Secretaría Científica antes del 15

de enero de 2002 (250-300 palabras; letra Times Roman 11; título y datos del autor) a la siguiente dirección de correo electrónico: john.stather@nrpb.org.uk. La aceptación de los trabajos será comunicada en abril de 2002.

La tarifa de inscripción es de 200 euros. La reserva debe ser realizada antes del 15 de mayo de 2002.

Más información: Dr. J.W. Stather, National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon. OX1 1ORQ UK. Tel.: +44 1235 822621. Fax: +44 1235 822620. E-mail: john.stather@nrpb.org.uk

International symposium In situ nuclear metrology as a tool for radioecology

Fleurus (Bélgica), 10-12 de junio de 2002

Este simposio, que cuenta con la participación de la IAEA y la CE, tiene un doble objetivo. En primer lugar, pretende servir de punto de encuentro de radioecologistas, autoridades reguladoras así como operadores de sistemas de monitorización radiológica con el fin de permitir el intercambio de información relacionada con la experiencia práctica y las dificultades surgidas en la monitorización radiológica diaria del entorno. Por otra parte, el simposio centrará también su atención en las herramientas actuales de metrología nuclear.

La finalidad última del simposio es servir de ayuda al entorno mundial de la radioprotección, armonizar sus reglas, para así llevar a cabo en el futuro una útil monitorización radiológica.

Los temas que se debatirán en el simposio son: el impacto de las actividades humanas sobre la radioactividad de los ecosistemas terrestre y acuático; conceptos para la radioprotección del entorno: punto de vista y solicitudes de las instituciones internacionales; expectativas de la comunidad científica y nuevas tendencias de la metrología nuclear; mesa redonda.

La exposición comercial estará a disposición de organizaciones e indus-

trias que trabajan en el ámbito de la protección radiológica ambiental.

El próximo mes de enero se notificará a los autores la aprobación de los resúmenes, siendo el 15 de marzo la fecha límite para el envío de las ponencias completas.

Para más informante: IRE-Radioprotection de l'Environnement "2002"-Zoning Industriel-B-6220 Fleurus (Belgium). Tel.: +32 71 82 94 00. Fax: +32 71 81 38 12. E-mail: generalmail@ire.be

International Conference on Radioactivity in the Environment

Principado de Mónaco, 2-5 de septiembre de 2002

El International Conference Centre de Mónaco acogerá, del 2 al 4 de septiembre de 2002, esta Conferencia Internacional que se espera que sea la más importante de sus características celebrada. Esta conferencia está patrocinada por la International Union of Radioecología (IUR).

Todos los aspectos relacionados con la radioactividad ambiental serán debatidos en profundidad en esta conferencia: la recuperación de los ecosistemas contaminados; efectos en la salud de la radioactividad del entorno para la flora y la fauna; entorno radioactivo y sociedad; aerosoles radioactivos, etc.

Más información: Gill Heaton, Environmental Radioactivity, Conference Secretariat, Hillside Cottages, Wheatley Road, Islip, Oxford, OX5 2TF, UK. Tel.: +44 1865 373625. Fax: +44 1865 375855. E-mail: jer@heaton-connexion.co.uk. Http://www.elsevier.nl/locate/jer2002.



RADIOPROTECCIÓN

La información en el campo de la protección radiológica



En la foto sentados de izquierda a derecha : Almudena del Real, Eduardo Sollet, Agustín Alonso, Pilar López Franco y Paloma Marchena.

Detrás de izquierda a derecha: Antonio López Romero, Matilde Pelegrí, Carlos Prieto, Beatriz Gómez-Argüello, Marina Tellez y José Gutierrez.

La revista de la Sociedad Española de Protección Radiológica cierra su noveno año de edición. Este número 30 es también el último que dirige el actual equipo, y que hoy da paso a nuevas caras, ideas y proyectos.

El objetivo prioritario de esta renovación es lograr que el socio forme parte activa de la revista, que se integre y se desarrolle paralelamente con esta publicación trimestral.

Por ello, dedicamos este espacio, tradicionalmente ocupado por la entrevista, para dar a conocer a los lectores, y muy especialmente a los socios, estas ideas de cambio, así como a presentar al nuevo equipo que, desde hoy, asume las riendas de la revista de la SEPR.

Eduardo Sollet deja la dirección de Radioprotección en este número 30, y recuerda que "cuando iniciamos esta etapa buscábamos estabilizar la revista con el fin de conseguir una mayor calidad como órgano representativo de la Sociedad. Para ello, cambiamos de formato y nos planteamos el reto de estructurar su contenido, ampliando las áreas de contribución y buscando una calidad cada vez mayor.

Creo que es importante destacar que hemos logrado, por ejemplo, entrevistar a profesionales relevantes, no sólo en el campo de la protección radiológica sino también de la industria, el mundo científico y la medicina. En este aspecto, creo que hemos conseguido un equilibrio de participación entre los diversos sectores".

"Por otra parte, hemos iniciado la edición de números monográficos, uno al

año, sobre temas de especial relevancia y con información muy útil, ya que en todo momento hemos intentado buscar el equilibrio entre el mundo científico y el industrial".

La ampliación de la difusión de la revista a las sociedades homólogas en diversos países fue también un logro importante, según afirma José Gutiérrez, quien deja la presidencia del Comité Científico. "Esto nos impulsó a buscar el equilibrio entre las noticias y los artículos científicos y técnicos, potenciando especialmente la información, tanto de las actividades de la propia Sociedad como de noticias de España y del mundo. De esta forma, hemos pretendido que la revista sea un punto de referencia de las actividades en el campo de la protección radiológica y un elemento de utilidad para todos los lectores".



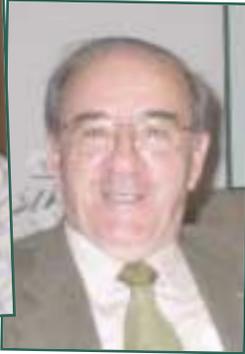
José Gutiérrez

La participación de los socios

En el inicio de esta nueva etapa, tanto los anteriores gestores como los nuevos responsables coinciden en un objetivo fundamental: la participación de los socios. "Ésta es su revista, y por lo tanto tenemos que lograr que brinden sus aportaciones, que pueden venir a través de artículos, cartas al director o colaboraciones de cualquier tipo", afirma Eduardo Sollet,



Eduardo Sollet



Agustín Alonso



Pilar López Franco



Paloma Marchena



Almudena Real

quien anima al nuevo equipo a impulsar este objetivo.

El presidente saliente del Comité Científico es consciente de la importancia de este órgano. "Es muy importante que los miembros de este Comité, que representan a diversos sectores y que se encuentran en distintas ciudades, se conviertan en un elemento multiplicador, que nos permita detectar los temas especialmente relevantes, bien por su interés científico, por su actualidad o por la aplicación en el campo industrial, así como localizar artículos y colaboraciones de diversos orígenes".

Coincide en esta idea Agustín Alonso, nuevo presidente del Comité Científico, para quien es fundamental "potenciar la participación de los miembros de este Comité, en el que buscaremos una composición amplia, a la vez que equilibrada entre todos los sectores implicados".

Otro aspecto destacado por el profesor Alonso es la necesidad de "cuidar la calidad de la publicación, con el fin de que los autores sepan que los trabajos publicados en la revista aportan un valor añadido a su currículum vitae".

La dirección de Radioprotección estará a cargo, a partir de hoy, de Pilar López Franco, quien se muestra animada a alcanzar los objetivos mencionados. "La idea de hacer una programación en la que podamos adelantar los temas con cierta antelación nos

permitirá distribuir de una manera más eficaz los contenidos. Para ello, necesitaremos de la mayor cantidad de aportaciones de los socios".

La necesaria colaboración de los socios es desatada también por Paloma Marchena, quien deja la coordinación de la Revista, aunque permanece en el Comité de Redacción como representante de la Junta Directiva. "Es muy importante el papel de los socios. Además de sus trabajos, pueden colaborar enviando reseñas de las conferencias, nacionales o internacionales, a las que acuden como participantes". Para Almudena del Real, que asume la coordinación de la Revista, "esta aportación nos ayudaría a ampliar, de una manera significativa, la cobertura de todas las actividades que se desarrollan en el campo de la protección radiológica, tanto en España como en el ámbito internacional".

La revista y los socios colaboradores

Un objetivo siempre presente es la participación de los socios colaboradores en la revista. En este sentido,

Comité de Redacción saliente

Beatriz Gómez-Argüello,
José Gutiérrez (presidente del Comité Científico)
Antonio López Romero,
Matilde Pelegrí,
Carlos Prieto,
Almudena Real

Eduardo Sollet afirma que "sería importante lograr que estas empresas, que son básicas para el funcionamiento de la Sociedad, encuentren en la revista un medio de presentar sus productos y sus servicios a todos los profesionales, organismos y empresas del campo de la protección radiológica. Además, su apoyo publicitario nos permitirá ampliar el número de páginas y la distribución, así como buscar mejoras permanentes en la edición".

IRPA 11

España será, en el año 2004, la sede del 11º Congreso de IRPA. Ésta será una oportunidad histórica para el sector de la protección radiológica y un reto importante para la SEPR.

Por ello, la revista Radioprotección ha iniciado ya una sección dedicada al seguimiento de la organización de este importante evento, y pretende servir de instrumento de apoyo y vía de difusión entre todos los socios. Los Comités Científico y de Redacción son conscientes de la relevancia de IRPA 11 y brindarán la mayor cobertura posible

Comité de Redacción entrante

Agustín Alonso (presidente del Comité Científico)
Beatriz Gómez-Argüello
Pilar López Franco
Paloma Marchena
Matilde Pelegrí
Carlos Prieto
Almudena Real
Ángeles Sánchez
M^{ra} Luisa Sánchez Mayoral
Marina Tellez

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) presentó su último informe completo a mediados de 2000.

El 14 de junio tuvo lugar en el CIEMAT una jornada para analizar el "Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de la radiación. El informe UNSCEAR 2000".

Se publican seguidamente dos artículos que estudian en profundidad este aspecto.

Las exposiciones médicas en UNSCEAR 2000 y los datos del Comité Español

Eliseo Vañó

Departamento de Radiología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense.
Servicio de Física Médica. Hospital Clínico San Carlos

Este texto corresponde a la presentación realizada por el autor en el CIEMAT, el 14 de junio de 2001, en una Jornada Científica celebrada en colaboración con la Sociedad Española de Protección Radiológica.

RESUMEN

En el año 2000, UNSCEAR publicó su informe "Sources and Effects of Ionizing Radiation" que consta de dos volúmenes. Dentro del volumen I: "Sources", el Anexo D trata de las exposiciones médicas. El presente artículo resume los datos más relevantes recogidos en dicho anexo, resaltando los cambios acontecidos desde el anterior informe UNSCEAR de 1993. Asimismo, se presentan las actuaciones y resultados obtenidos por el Grupo de Trabajo formado a nivel nacional.

Algunos de los datos más relevantes que aporta el último informe UNSCEAR son los siguientes: la mayor parte de los exámenes médicos se producen en los países industrializados (25% de la población mundial); la dosis efectiva media (en países desarrollados), es de aproximadamente 1 mSv/año; la dosis media mundial es del orden de 0,4 mSv/año, y más del 90% de esta dosis tiene su origen en el diagnóstico médico.

El 2 de junio de 1999 el Ministerio de Sanidad y Consumo creó el "Grupo de Trabajo UNSCEAR", en el cual el autor de este artículo actúa como coordinador técnico. El Grupo se planteó como objetivo reunir de forma sistemática la información necesaria para editar un informe periódico sobre la estimación de dosis a la población debida a exposiciones médicas, que adicionalmente se podría utilizar desde la Administración Sanitaria, como elemento complementario en la planificación de las instalaciones y en los programas de protección radiológica de los pacientes.

El informe final del Grupo español correspondiente a febrero de 2000, se preparó con los datos aportados por nueve Comunidades Autónomas (de un total de diecisiete) y un 44 % de la población española (17,4 millones de habitantes de las 9 CCAA frente al total de 39,9 millones - datos de población referidos a 01.01.98). Las cifras finales del informe español son bastante razonables, aunque puntualmente puedan aparecer desviaciones debido a la escasez de información de partida en algunos casos. Los datos aportados están validados en origen por la participación directa de los representantes oficiales de las respectivas CCAA. El trabajo que se está haciendo en España no ha hecho más que empezar. El Grupo de Trabajo UNSCEAR se sigue reuniendo para actualizar los resultados que aportará a las Naciones Unidas.

SUMMARY

Last year 2000, UNSCEAR published the document "Sources and Effects of Ionizing Radiation" which is composed of two volumes. Within Volume I: "Sources", the Annex D is about medical radiation exposures. The present article summarises the more relevant data presented in this Annex, pointing out the changes that have taken place since the previous UNSCEAR report of 1993. Besides, the actions and results obtained by the Spanish UNSCEAR Working Group are presented.

Some of the more relevant data presented in the last UNSCEAR report are: most of the medical applications are performed in developed countries (25% of the world-wide population); the mean effective dose (in developed countries) is approximately 1mSv/year; the mean world-wide dose is around 0.4 mSv/year and more than 90% of this dose derives from medical diagnosis.

In June 1999, the Spanish Ministry of Health and Consumption ("Ministerio de Sanidad y Consumo") created the "UNSCEAR Working Group", in which the author of the present article acts as technical coordinator. The objective of the group was to systematically compile the necessary information to edit a periodic report on the estimation of doses to the population due to medical exposures, which additionally could be used by the Health Administration as a complementary element for planning the installations and in the radiation protection programmes of the patients.

The final report of the Spanish group, published in February 2000, was elaborated with the data provided by nine Autonomous Communities (the total number of Autonomous Communities is seventeen) including 44% of the Spanish population (17.4 millions of inhabitants from the nine Autonomous Communities in relation to a total population of 39.9 millions; population data in 01.01.98). The final values in the Spanish report are rather reasonable, although in few cases deviations can appear due to the scarce information available. The data provided are validated in origin due to the direct participation of the official representatives of the corresponding Autonomous Communities. The work that is being done in Spain has just started. The Spanish UNSCEAR Working Group continue with its meetings in order to update the results that will provide to the United Nations.



INTRODUCCIÓN

El informe UNSCEAR del año 1993 [1] recogía datos básicamente del periodo 1985-1990, y en él se decía que las aplicaciones médicas representaban la mayor fuente artificial de irradiación de la población. La cifra que ofrecía UNSCEAR en 1993 era de una dosis efectiva anual debida a procedimientos diagnósticos de 0,3 mSv/habitante (se daba una variación entre 0,05 y 1,1 mSv). En el informe UNSCEAR del año 2000 [2] esta cifra ha subido hasta 0,4 mSv/habitante.

En este mismo informe se dice que dos tercios de la población necesita todavía mejor diagnóstico y terapia con radiaciones. Las fuentes de datos de UNSCEAR son básicamente las encuestas periódicas que realiza su secretaría general y las publicaciones científicas.

El Anexo D sobre exposiciones médicas, forma parte del Volumen 1 ("Sources"), ocupa 202 páginas, y tiene aproximadamente 1.000 referencias bibliográficas. De ellas, 14 con resultados españoles: 11 de la Universidad Complutense (Grupo de Física Médica), 2 de la Universidad de Málaga y 1 de la Agencia Catalana de Evaluación Tecnológica.

Los últimos informes UNSCEAR publicados con anterioridad al del año 2000, datan de 1982, 1988 y 1993, y sólo en este último España aporta datos de exposiciones médicas (radiodiagnóstico) [3], y lo hace extrapolando valores de algunos centros de la Comunidad de Madrid al conjunto del Estado.

Los procedimientos con radiaciones ionizantes que recoge UNSCEAR son los siguientes:

- a) Diagnósticos: Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear (radionucleidos no encapsulados).
- b) Terapéuticos: Teleterapia, Braqui-

terapia, Terapia Metabólica (radionucleidos no encapsulados).

c) Médico-Legales y voluntarios en investigación médica.

d) Exposiciones accidentales de pacientes.

Si bien de estos dos últimos apartados se da muy poca información.

Con respecto al número de procedimientos y tendencias, se destaca que los factores que influyen en el **aumento** del número de algunos tipos concretos de procedimientos son que los países acceden a mejores niveles de atención sanitaria y que los países industrializados alargan la vida de la población y mejoran su nivel de atención sanitaria.

Se citan también los factores que influyen en la **disminución** del número de algunos procedimientos: mejoras en los programas de garantía de calidad y en la formación de los médicos (tanto prescriptores como especialistas), el acceso a técnicas de imagen con radiaciones no ionizantes (resonancia magnética y ecografía).

Con relación a los aspectos dosimétricos, UNSCEAR reconoce que la mejor

forma de objetivar el riesgo radiológico en las exposiciones médicas sería indicar las dosis en los diferentes órganos, aunque se reconoce que es difícil obtener estos datos en la mayoría de ocasiones. La dosis efectiva se ha utilizado en ocasiones con efectos comparativos, pero UNSCEAR ha recomendado siempre que no se utilice la dosis efectiva para estimar el detrimento a un grupo de población o a pacientes individuales.

Con respecto a las exposiciones de voluntarios en investigación médica, y como ya se ha indicado, la publicación del año 2000 presenta escasa información. La mayoría de exposiciones se realiza en pacientes, aunque en algunos casos se implica a voluntarios sanos. Son ejemplos típicos los ensayos con nuevos radiofármacos. Muchos estudios se refieren a imágenes con tomografía por emisión de positrones (PET). UNSCEAR cita un estudio en Alemania del año 1997 que supuso más de 10 mSv para un 70% de los voluntarios.

Sobre las exposiciones accidentales de pacientes, UNSCEAR considera

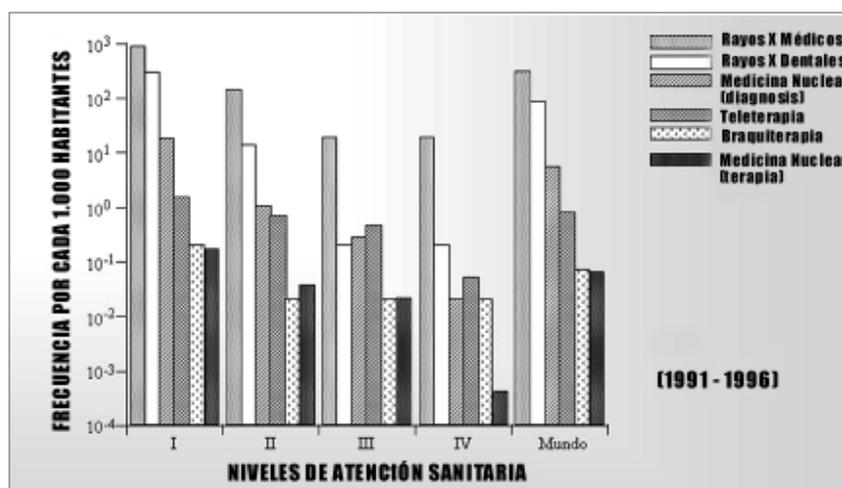


Figura 1. Frecuencias anuales globales estimadas para diagnóstico y terapia mediante procedimientos radiológicos. Nivel I: al menos un médico por cada 1.000 habitantes; Nivel II: un médico por cada 1.000-3.000 habitantes; Nivel III: un médico por cada 3.000-10.000 habitantes; Nivel IV: un médico para más de 10.000 habitantes (UNSCEAR 2000).

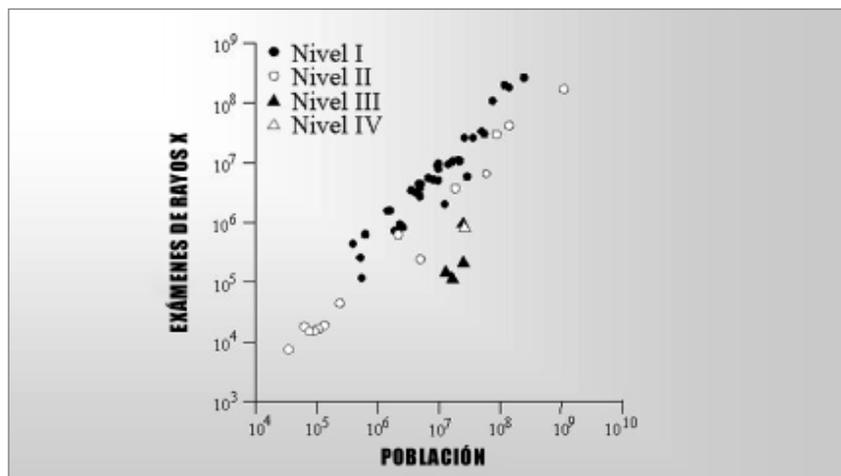


Figura 2. Número anual de exámenes de rayos x para diagnóstico en relación con el tamaño de la población. Nivel I: al menos un médico por cada 1.000 habitantes; Nivel II: un médico por cada 1.000-3.000 habitantes; Nivel III: un médico por cada 3.000-10.000 habitantes; Nivel IV: un médico para más de 10.000 habitantes (UNSCEAR 2000).

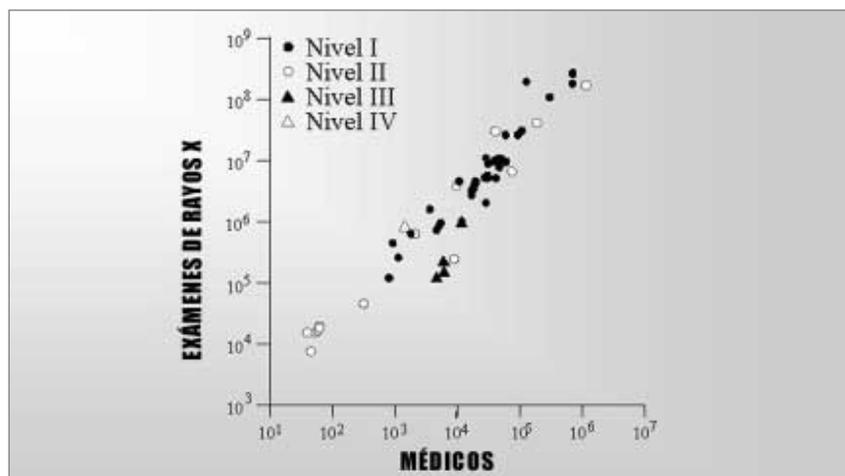


Figura 3. Número anual de exámenes de rayos X para diagnóstico en relación con el número de médicos. Nivel I: al menos un médico por cada 1.000 habitantes; Nivel II: un médico por cada 1.000-3.000 habitantes; Nivel III: un médico por cada 3.000-10.000 habitantes; Nivel IV: un médico para más de 10.000 habitantes (UNSCEAR 2000).

“accidente” cualquier suceso no intencionado, incluidos los errores en la operación de un equipo o fuente de radiación, los fallos de los equipos o cualquier otro percance, que provoque una exposición al paciente significativamente distinta de la que podría recibir en el procedimiento habitual. En Estados Unidos una “misadministración” se considera cuando se administra en diagnóstico más del 50% de la

actividad de radiofármaco prescrita y en terapia más del 10% [2].

En el Reino Unido, según recoge UNSCEAR, existen recomendaciones más concretas. Por ejemplo, en los enemas de bario, urografía, angiografía y otros procedimientos con fluoroscopia y tomografía computarizada (TC), si las dosis impartidas pudieran ser un factor 3 superiores a las que se esperaba impartir (“intended dose”),

se debe notificar el incidente. En medicina nuclear, si la dosis efectiva es mayor de 5 mSv, se debe notificar si la dosis supera este valor en un factor 3. Si la dosis efectiva está entre 0,5 y 5 mSv, el factor para notificación se eleva hasta 10. Para exploraciones radiológicas simples, el factor es de 20. Para radioterapia y braquiterapia, el factor es de 1,1. Para radioterapia con radionucleidos no encapsulados el factor es de 1,2.

Sin embargo, UNSCEAR no incluye en este apartado de exposiciones accidentales de pacientes, las lesiones en piel producidas en procedimientos intervencionistas. Estas lesiones se citan en el apartado de “procedimientos angiográficos e intervencionistas” (¿como si se tratara de efectos “normales”?) derivados de procedimientos largos o procedimientos repetidos sobre un mismo paciente. Nótese que la Comisión Internacional de Protección Radiológica acaba de publicar su informe número 85 bajo el título “Avoidance of Radiation Injuries from Interventional Procedures” [4].

EXPOSICIONES MÉDICAS: DATOS GENERALES

Algunos de los datos más relevantes que aporta el último informe UNSCEAR [2] son los siguientes:

- La mayor parte de los exámenes médicos se producen en los países industrializados (25% de la población mundial).
- La dosis efectiva media (en países desarrollados) es de aproximadamente 1 mSv/año.
- La dosis media mundial es del orden de 0,4 mSv/año, y más del 90% de esta dosis tiene su origen en el diagnóstico médico.
- Las exposiciones se compensan con los beneficios a los pacientes.

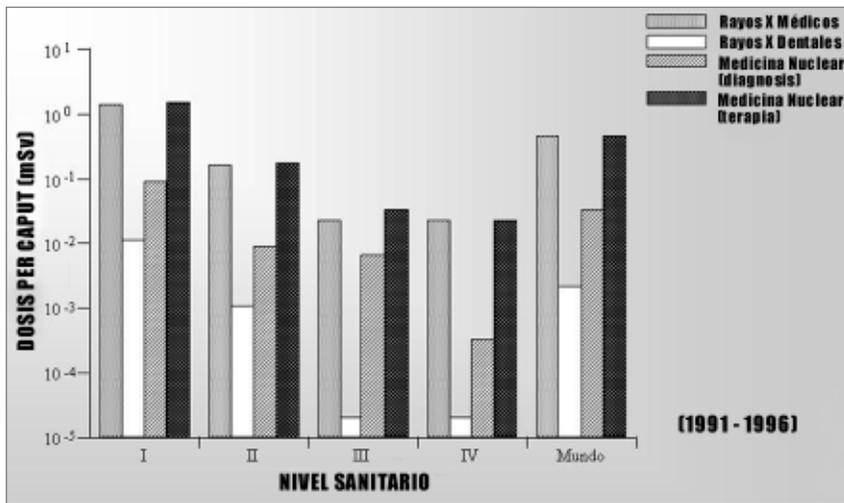


Figura 4. Dosis anuales per caput a nivel mundial (diagnóstico y tratamiento). Nivel I: al menos un médico por cada 1.000 habitantes; Nivel II: un médico por cada 1.000-3.000 habitantes; Nivel III: un médico por cada 3.000-10.000 habitantes; Nivel IV: un médico para más de 10.000 habitantes (UNSCEAR 2000).

España, aconsejaba que el Ministerio de Sanidad y Consumo español coordinara una acción global en la que participaran las diferentes Comunidades Autónomas. El 2 de junio de 1999 el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC) creó el "Grupo de Trabajo UNSCEAR", bajo la Presidencia del Subdirector General de Sanidad Ambiental, Dr. D. Francisco Vargas Marcos, quien delegó en Mercedes Bezares, Jefe del Servicio de Protección Radiológica, la coordinación ministerial. Se acordó que actuara como coordinador técnico del Grupo, el Prof. Eliseo Vañó de la Universidad Complutense.

A la primera reunión, asistieron representantes de sólo 9 Comunidades Autónomas (CCAA): Canarias, Valencia, Aragón, Castilla y León, País Vasco, La Rioja, Cantabria, Madrid y Murcia. También asistió un representante del MSC, para aportar detalles del Censo Nacional de Instalaciones de Radiodiagnóstico, Radioterapia y Medicina Nuclear. Se acordó enviar información a todas las CCAA por si en un futuro quisieran incorporarse al grupo de trabajo.

El Grupo se planteó como objetivo reunir de forma sistemática la información necesaria para editar un informe periódico sobre la estimación de dosis a la población debida a exposiciones médicas, que adicionalmente se podría utilizar desde la Administración Sanitaria, como elemento complementario en la planificación de las instalaciones y en los programas de protección radiológica de los pacientes.

La Directiva 97/43/Euratom de exposiciones médicas [7], establece en su Artículo 12 que "los Estados miembros garantizarán que se determine la distribución de las estimaciones de

Entre los procedimientos con rayos X que más incremento han tenido durante el periodo 1991-1996, se citan la tomografía computerizada (TC) y la radiología intervencionista. Las dosis efectivas que se derivan de estos procedimientos pueden llegar a ser muy elevadas. UNSCEAR cita valores de 2-16 mSv para procedimientos coronarios, 3-20 mSv para procedimientos cerebrales, 6-50 mSv para procedimientos abdominales y 3-20 mSv para procedimientos vasculares periféricos. En las figuras 1 a 4 se muestran los resultados de las evaluaciones de UNSCEAR.

En España, los procedimientos intervencionistas están teniendo también un sustancial incremento. Los datos del registro de la Sociedad Española de Cardiología correspondientes al año 1999 [5], ofrecen las siguientes cifras:

- Procedimientos diagnósticos, aumento del 11,4% con respecto a 1998.
- Procedimientos terapéuticos, aumento del 14,2% con respecto a 1998.

- En pediatría el aumento es del 21%. El registro de la Sociedad Española de Radiología Vasculare Intervencionista correspondiente a 1999 [6], refleja las siguientes cifras:

121.568 procedimientos (3.039/millón), de ellos 93.587 son procedimientos diagnósticos (77%) y 27.981 procedimientos terapéuticos (23%). Estos procedimientos se distribuyen en terapéuticos vasculares (un 47%) y terapéuticos viscerales (un 53%).

CREACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO ESPAÑOL PARA APORTAR LOS DATOS DE EXPOSICIONES MÉDICAS A UNSCEAR

La Universidad Complutense fue invitada en 1998, por el Dr. Burton G. Bennett, Secretario de UNSCEAR en Viena, a enviar de nuevo algunos datos españoles como ya se había hecho en ocasiones previas [3]. La oferta se rechazó indicando que la estructura descentralizada de la Sanidad en

dosis individuales resultantes de las exposiciones médicas para la población, cuando lo juzgue necesario el Estado miembro". También el Real Decreto por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico [8] establece en su disposición adicional primera sobre "Estimaciones de las dosis a la población", que "La autoridad sanitaria competente y el Consejo de Seguridad Nuclear garantizarán que se determine la distribución de las estimaciones de dosis individuales resultantes de las exposiciones con fines médicos, para la población y los grupos de referencia significativos de la población, cuyos resultados serán remitidos al Ministerio de Sanidad y Consumo".

Se consideró que el Grupo de trabajo UNSCEAR creado por el MSC podría colaborar al cumplimiento de la Directiva europea y de la Norma española.

El informe final del Grupo español correspondiente a febrero de 2000, se preparó con los datos aportados por nueve Comunidades Autónomas (de un total de diecisiete), lo que representa un 53 % de las mismas y un 44 % de la población española (17,4 millones de habitantes de las 9 CCAA frente al total de 39,9 millones - datos de población referidos a 01.01.98).

Los datos que se solicitaron fueron los que pedía UNSCEAR en su encuesta periódica y que se pueden agrupar en:

- a) Número de centros y equipos radiológicos en cada área geográfica.
- b) Número de exploraciones y tratamientos que se realizan. Distribución porcentual de los pacientes por sexo e intervalo de edad.

Población:	39,8 millones
Médicos especialistas:	109.520
Médicos especialistas encargados de procedimientos radiológicos:	7.064
Número de dentistas:	12.414
Número de equipos para radiodiagnóstico general:	6.180
Número de equipos para mamografía:	508
Generadores de rayos X dentales:	7.327
Equipos de tomografía axial computarizada:	396
Equipos de resonancia magnética:	205
Gamma cámaras:	180
Unidades PET:	3
Equipos de terapia con rayos X:	31
Equipos de terapia. Co-60:	92
Aceleradores Lineales:	61
Equipos de radiocirugía estereotáxica:	11
Unidades de braquiterapia manuales:	31
Unidades de braquiterapia de baja tasa de dosis:	31
Unidades de braquiterapia de alta tasa de dosis:	9
Número de exámenes anuales de radiodiagnóstico :	25.058.622
	629 exámenes /1000 habitantes
Número de exámenes anuales dentales :	5.226.823
	131 exámenes /1000 habitantes
Número de exámenes anuales de medicina nuclear:	474.247
	11,9 exámenes /1000 habitantes
Número de pacientes tratados por radioterapia anualmente:	45.720*
	1,1 pacientes tratados /1000 habitantes
Número de pacientes tratados anualmente por braquiterapia:	2.642**
	0,07 pacientes tratados /1000 habitantes
* Este dato se refiere únicamente a las patologías incluidas en la lista del informe UNSCEAR.	
** (Este dato se refiere únicamente a las patologías incluidas en la lista del informe UNSCEAR	

Tabla I. Resumen de las cifras globales obtenidas en el informe de febrero de 2000 por el Grupo Español.

c) Datos del intervalo dosimétrico de cada exploración y valores promedio.

Para radioterapia, se pedían valores típicos de dosis en el volumen blanco, tipo de radiación y energía empleada. En el caso de la medicina nuclear, tipo de radionucleido y compuesto utilizado como trazador, así como la actividad típica empleada para el diagnóstico o el tratamiento con fuentes no encapsuladas.

En radiodiagnóstico (incluyendo la radiología dental) el grado de comple-

jididad es mayor. El gran número de centros y la gran variedad de exploraciones, en comparación con la radioterapia y la medicina nuclear, además de un importante porcentaje de práctica privada, hace mucho más difícil la estimación de datos fiables en esta especialidad.

El Grupo de Trabajo se planteó como estrategia que cada representante autonómico utilizara sus propios recursos para obtener las cifras de equipamiento y actividad realizada en su respectiva



Comunidad. Estos datos fueron luego ponderados con criterios de población, al conjunto del Estado.

Como dificultades graves aparecieron la completa carencia de datos de Andalucía y Cataluña. En el caso de Madrid, sólo se disponía de algunos datos parciales. Para el caso de Cataluña se recurrió a publicaciones recientes en revistas científicas, para los datos de equipos de radiodiagnóstico. Para Madrid, se extrapolaron por población los datos disponibles del resto de CCAA (con algún factor corrector teniendo en cuenta las características de esta Comunidad). Igual criterio se tomó para Andalucía.

Para Radioterapia y Medicina Nuclear se contó con publicaciones relevantes como el Segundo Libro Blanco de la Oncología [9] y las aportaciones de destacados especialistas médicos nacionales que colaboraron con el Grupo de Trabajo del MSC. También se contó con información de algunas firmas comerciales (especialmente en lo referente al parque de aceleradores lineales instalados) [10].

Las cifras finales fueron ponderadas en base a criterios lógicos, señalando en algún caso la falta de coherencia que esta extrapolación representaba. En futuras ediciones el grupo de trabajo se propone contar con la colaboración directa de las sociedades científicas implicadas que suelen tener encuestas recientes y fidedignas de distribución de recursos existentes y nivel de actividad en los diferentes ámbitos geográficos.

Las cifras finales del informe español [11] son bastante razonables, aunque puntualmente puedan aparecer desviaciones debido a la escasez de información de partida en algunos casos. Los datos aportados están validados en origen por la participación directa de los representantes oficiales de las respecti-

vas CCAA (en muchos casos, responsables de Servicios de Protección Radiológica).

Un resumen de las cifras globales (referidas a 1 de enero de 1998) a las que se llegó en el citado informe de febrero de 2000, se muestra en la Tabla I.

LO QUE QUEDA POR HACER

El trabajo que se está haciendo en España no ha hecho más que empezar. El Grupo de Trabajo UNSCEAR se sigue reuniendo para actualizar los resultados que aportará a las Naciones Unidas y tanto el MSC como la Ponencia de Protección Radiológica del Consejo Interterritorial de Salud están prestando todo su apoyo a dicho Comité.

Un claro ejemplo del citado apoyo y de una singular apuesta de futuro, ha sido la incorporación del formulario de toma de datos UNSCEAR en el proyecto SIPREM (Sistema de Información sobre Protección Radiológica en Exposiciones Médicas) que desarrolla actualmente el MSC. En pocos meses será posible cumplimentar los datos que requiere UNSCEAR a nivel individual de los centros sanitarios, a través de una sofisticada plataforma WEB, lo que permitirá a las diferentes CCAA y al MSC objetivar sustancialmente la recogida de datos e ir aumentando progresivamente la calidad de los resultados que ofrezca España a la Comunidad Internacional a través de las Naciones Unidas.

Se está en estrecho contacto con el nuevo Secretario General de UNSCEAR, Dr. Norman Gentner, para contribuir al nuevo formulario de recogida de datos que se prevé sea aprobado en la próxima reunión plenaria de mayo de 2002. Varios destacados especialistas españoles han participado en la evaluación del nuevo formulario. El Dr. Gentner está promoviendo importantes innovaciones en UNSCEAR, entre

ellas el acceso libre en Internet a los informes que se están editando a partir del año 2000 (en la dirección www.unscear.org).

REFERENCIAS

- [1] Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 1993, 232-233.
- [2] Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 2000.
- [3] Vañó E, Gonzalez L, Calzado A, Morán P and Delgado V. Some indicative parameters on diagnostic radiology in Spain. *Fist Dose estimations*. *Br J Radiol* 1989; 62:20-26.
- [4] Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. *Ann ICRP* 2000;30(2). Pergamon.
- [5] Soriano J, Alfonso F, Cequier A, Morís C. Registro de actividad de la Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista del año 1999. *Rev. Esp. Cardiol.* 2000; 53: 1626 - 1638.
- [6] Registro de Actividad de la Sociedad Española de Radiología Vasculare Intervencionista (SERVEI) correspondiente a 1999 (www.servei.org). Información privada obtenida por cortesía de la SERVEI.
- [7] European Commission. Council Directive 97/43/EURATOM of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure. *Official Journal of the European Communities*, L 180:22-27; 9.7.97.
- [8] Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico. *BOE* de 29 de diciembre de 1999 (45891 - 45900).
- [9] Libro Blanco de la Oncología en España. Segunda Edición 1995. FÉSEO (Federación de Sociedades Españolas de Oncología). M-10.510/1995. Impreso en Fernández Ciudad S.L. Catalina Suárez, 19; 28007 Madrid.
- [10] Vañó E, Tobarra B, Bezares M. Los datos de las exposiciones médicas en España para el informe UNSCEAR 2000. *Revista de Física Médica* 2000; 1(0): 51-60.
- [11] Estimación de datos españoles para el Comité UNSCEAR. Informe del Ministerio de Sanidad y Consumo. Febrero 2000.

Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de radiación. El informe UNSCEAR 2000

David Cancio

Jefe Proyecto Impacto Radiológico Ambiental - CIEMAT.
Miembro de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)

Este texto corresponde a la presentación realizada por el autor en el CIEMAT, el 14 de junio de 2001, en una Jornada Científica celebrada en colaboración con la Sociedad Española de Protección Radiológica.

RESUMEN

El Comité Científico de Naciones Unidas para los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) ha sido establecido por la Asamblea General en 1955. El Comité tiene el mandato de evaluar los niveles y efectos de las radiaciones ionizantes.

Durante los últimos años UNSCEAR ha efectuado una amplia revisión de las fuentes naturales y artificiales de radiación ionizante. Los resultados de esas evaluaciones se han publicado como un Informe a la Asamblea General con Anexos Científicos en los cuales se incluye una extensa información para la comunidad mundial. (Informe UNSCEAR 2000).

La contribución más importante para la exposición de la población proviene de las fuentes naturales de radiación. Existe una importante variación de la exposición de las poblaciones dependiendo de la altitud y latitud, las características de los suelos y las dietas, y de características de la construcción y ventilación de las viviendas. El promedio global "per caput" es de 2,4 mSv con un rango típico entre 1 y 10 mSv.

El siguiente componente importante proviene de los exámenes y tratamientos médicos con un promedio de 0,4 mSv y un rango entre 0,04 y 1 mSv dependiendo del nivel de atención médica.

Las prácticas, actividades y sucesos producidos por el hombre en los cuales se produce la liberación de radionucleidos al medio ambiente causan siempre mucha preocupación y, sin embargo, contribuyen bastante poco a la exposición humana. Los ensayos atmosféricos de armas han causado la mayor liberación de radionucleidos, pero en la actualidad sólo persisten muy bajos niveles de exposición (0,005 mSv). La producción de Energía Nuclear resulta ser responsable solamente de una muy baja exposición que podría alcanzar en el futuro un nivel anual de 0,0002 mSv.

ABSTRACT

The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) was established by the General Assembly in 1955. It has the mandate to assess the levels and effects of ionizing radiation.

During the last years UNSCEAR has undertaken a broad review of the natural and artificial sources of ionizing radiation. The results of these evaluations have been presented in a Report to the General Assembly with Scientific Annexes including extensive data for the world community (Report UNSCEAR 2000).

The greatest contribution to radiation exposure comes from natural background sources. There are considerable variation in the exposures of the population depending on the altitude and latitude, characteristics of the soil and diet, and the construction and ventilation features of houses. The global annual average "per caput" is 2.4 mSv with typical range 1 to 10 mSv.

The next largest component comes from medical radiation examinations and treatments with an annual average of 0.4 mSv ranging from 0.04 to 1.0 mSv depending on the level of medical care.

The man-made practices, activities, and events in which radionuclides are released to the environment are always of much concern, but usually they contribute quite low to radiation exposures to humans.

Atmospheric testing caused the greatest releases but nowadays very low residual annual levels of exposures persist (0.005 mSv). Nuclear Power production is responsible for only very low exposure and may reach in the future an average annual level of 0.0002 mSv.



INTRODUCCIÓN

El Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas conocido por sus siglas inglesas UNSCEAR ha sido creado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1955.

Tiene el mandato de la ONU para estimar las exposiciones a las radiaciones originadas por todas las fuentes y evaluar las posibles consecuencias sobre la salud. Las evaluaciones de UNSCEAR constituyen las bases científicas que fundamentan a las normas de protección.

Las últimas evaluaciones han sido publicadas en el año 2000 y en esta presentación se resumirá la información sobre las Fuentes ("Sources") publicadas en el Volumen 1. No serán incluidas aquí las exposiciones médicas que han sido objeto de otra presentación independiente, ni tampoco las exposiciones y efectos originados por el accidente de Chernobyl que han sido también evaluados y publicados en el mismo volumen.

El Comité UNSCEAR ha utilizado diversos métodos para la evaluación de las exposiciones basadas en medidas directas o en las aproximaciones proporcionadas por modelos ambientales. Se ha preferido siempre utilizar el método más directo y simple que ha demostrado obtener resultados fiables y la metodología utilizada se expone en el Anexo A del Informe. Los Anexos B, C y E presentan los análisis detallados de las exposiciones a radiación natural, a las debidas a actividades humanas y a los trabajadores. El Anexo D presenta las exposiciones debidas a las prácticas médicas que, como ha sido indicado, son objeto de otra presentación.

LAS EXPOSICIONES A LA RADIACIÓN NATURAL

Todos los seres vivos están continuamente expuestos a la radiación ionizante, que ha existido desde siempre.

Las exposiciones naturales comprenden a los rayos cósmicos que provienen del espacio exterior y de la superficie del sol y a los radionucleidos terrestres, que existen en la corteza de la tierra, en los materiales de construcción, en el aire, en el agua, en los alimentos y en el cuerpo humano.

Algunas de esas irradiaciones son relativamente constantes para todas las personas, tal como es la ingestión de K-40 con los alimentos. Otras exposiciones varían mucho y dependen de la ubicación. Así, por ejemplo, la intensidad de la radiación cósmica es mayor a gran altitud y las concentraciones de uranio y torio en los suelos pueden ser mucho mayores en algunas regiones. También las exposiciones naturales pueden variar debido a las actividades humanas o a las actividades industriales que modifican las concentraciones de los materiales naturales tales como la industria de los fosfatos, cerámicas, etc. En especial debe mencionarse que la concentración de radionucleidos en los materiales de construcción, así como los diseños de los sistemas de ventilación en los interiores de viviendas, influyen en gran medida los niveles

de los gases radiactivos radón y torón, cuyos descendientes son los contribuyentes principales a las dosis internas producidas por su inhalación.

Los componentes principales de la radiación natural se resumen en la Tabla 1.

La radiación cósmica, en zonas habitadas, produce exposiciones que varían entre 0,3 a 1 mSv por año. La media de 0,4 refleja que la mayoría de las poblaciones viven a nivel del mar. Las exposiciones mayores se dan en las viviendas ubicadas a gran altitud o durante los vuelos aéreos. En estos últimos las tasas de exposición pueden ser unas 200 veces mayores, pero su contribución a las dosis anuales es pequeña para la casi totalidad de los pasajeros.

Los rayos cósmicos producen, por interacción con los átomos presentes en la atmósfera, los radionucleidos H-3, Be-7, C-14 y Na-22, los cuales también contribuyen a las dosis, aunque en una pequeña proporción.

La radiación terrestre se debe a los radionucleidos naturales K-40, U-238 y Th-232 de vida media muy larga. Estos nucleidos primordiales y los productos de decaimiento de los dos

FUENTES NATURALES DE RADIACION		
Fuente	DOSIS MEDIAS MUNDIALES	
	Dosis Efectiva (mSv por año)	Rango Típico (mSv por año)
Exposición externa		
• Rayos Cósmicos	0.4	0.3-1.0
• Rayos gamma terrestres	0.5	0.3-0.6
Exposición interna		
• Inhalación	1.2	0.2-10
• Ingestión	0.3	0.2-0.8
Total	2.4	1-10

Tabla 1.

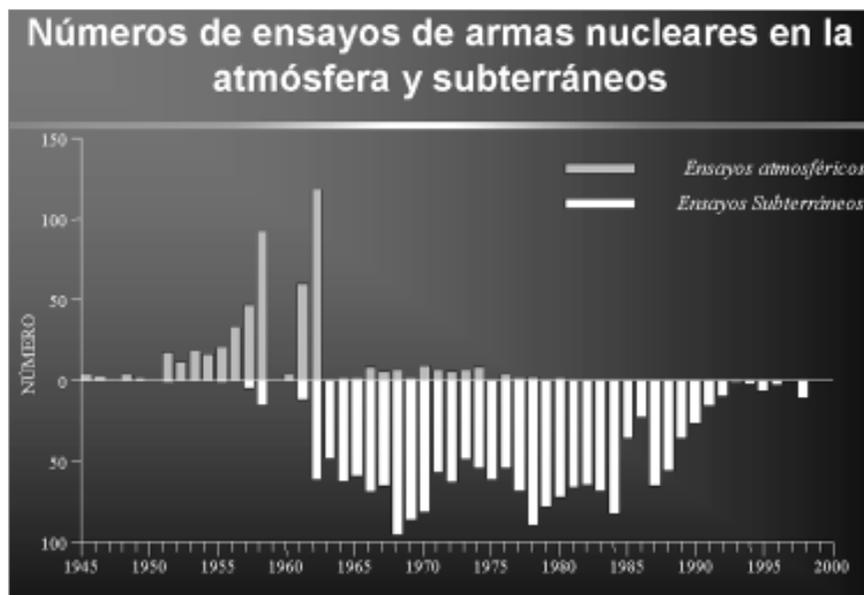


Figura 1.

últimos están presentes a nivel de trazas en todos los suelos y materiales de construcción. El promedio de 0,5 mSv por año ha sido estimado suponiendo una permanencia en los interiores de un 80% del tiempo ya que los materiales de construcción aumentan las tasas de irradiación en casi un 50% respecto a la que existe al aire libre.

Los radionucleidos naturales están

presentes en todos los alimentos y aguas, y por tanto, se producen dosis por su ingestión con un rango típico de variación entre 0,2 – 0,8 mSv.

La inhalación de los gases radón y torón contribuyen en gran medida a la irradiación natural debido a su acumulación en el interior de las viviendas. La concentración del Rn-222 y especialmente de sus productos de decaimiento

de vida corta puede variar hasta 100 veces en algunos sitios aunque las variaciones típicas suelen ser de un orden de magnitud con respecto a la dosis efectiva media estimada de 1,2 mSv/año.

EXPOSICIONES DEBIDAS A LAS ACTIVIDADES HUMANAS

Varias actividades, prácticas y sucesos han llevado a la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente. A escala mundial los más importantes han sido las pruebas nucleares atmosféricas y, en mucha menor medida, las pruebas subterráneas. Asimismo, la producción de energía por medios nucleares, hoy día presente en muchos países, involucra la liberación de radionucleidos al ambiente.

Por otra parte, la producción de armas nucleares ha resultado también en una contaminación ambiental así como los vertidos derivados de situaciones accidentales. En las prácticas médicas, así como en otras actividades con radiaciones o radioisótopos y en la producción de energía eléctrica nuclear, se producen exposiciones de los trabajadores involucrados en las mismas.

Pruebas nucleares atmosféricas y subterráneas

El uso y ensayos de explosivos nucleares en la atmósfera han causado la mayor liberación de materiales radiactivos artificiales al medio ambiente. La mayoría de las pruebas nucleares se realizaron entre 1952/58 y 1961/62. En la Figura 1 se presenta el número de ensayos de armas realizados en la atmósfera y subterráneos.

El número total de los ensayos realizados en la atmósfera es de 543 y la dosis media más alta ha sido de 0,15 mSv en 1963. En la actualidad la dosis media mundial es de 0,005 mSv.

En número de pruebas subterráneas ha sido mayor (1.876 ensayos) pero de mucho menor potencia y produciendo

ACTIVIDAD LIBERADA POR LOS ENSAYOS ATMOSFÉRICOS

Radionucleido	Periodo desint.	Actividad (EBq)*
Tritio	12 años	240
Carbono-14	5,730 años	0.22
Cesio-137	30 años	0.912
Estroncio-90	28 años	0.604
Iodo-131	8 días	651
Plutonio-239	24,100 años	0.0065

* 1 EBq = 10¹⁸ Bq

Tabla 2.

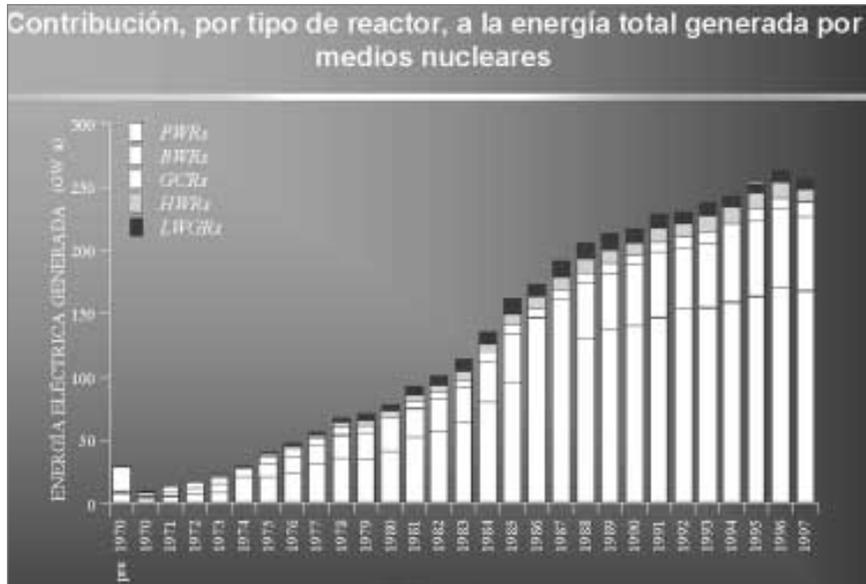


Figura 2.

Producción de energía electronuclear

La producción de energía eléctrica por medios nucleares comenzó en 1956. En la actualidad el 17% de la energía eléctrica mundial es generada por medios nucleares (en 31 países). En la Figura 2 se presenta la contribución de cada tipo de reactor. Resulta predominante el tipo PWR (Reactor de agua a presión).

Durante la operación de las instalaciones del ciclo del combustible (minería y tratamiento, fabricación del combustible, reactores, reproceso y gestión de residuos) se producen liberaciones de radionucleidos al medio ambiente. La información disponible es muy amplia y completa. Durante la operación normal sólo se liberan muy pequeñas cantidades de materiales radiactivos, y las dosis medias sólo representan una pequeña fracción de las dosis debidas al fondo natural.

En general, en los 44 años de producción de energía nuclear, ha habido una tendencia decreciente en la descarga normalizada (por unidad de energía producida) de los radionucleidos al medio ambiente. Ello es debido a una mejora

exposiciones de escasa importancia, ya que la radiactividad queda confinada.

En la Tabla 2 se presenta la actividad liberada por los ensayos realizados en la atmósfera.

Si bien los ensayos se efectuaron en sitios remotos, algunas personas que vivían en las zonas más cercanas recibieron exposiciones mayores que las indicadas.

Producción de armamento nuclear

Fuera de los efectos de los ensayos, la producción de los materiales nucleares puede causar también irradiación de la población. En especial cuando los arsenales nucleares fueron construidos, (entre 1945-1960), los controles sobre la descarga de residuos radiactivos fueron escasos o inexistentes. Así, por ejemplo, hubo exposiciones importantes en las poblaciones cercanas a las grandes instalaciones. Así, por ejemplo, la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de I-131 por la planta de Hanford en EEUU o la contaminación del río Techa en la ex Unión Soviética.

Por otra parte se conocen dos accidentes importantes en instalaciones militares. El primero en 1957, fue la explo-

sión química en un tanque conteniendo residuos líquidos de alta actividad en la planta de Chelyabinsk, cerca de Khystim en la actual Federación Rusa. El segundo, en el mismo año, se produjo en la planta Windscale en Sellafield (Reino Unido) en un incendio de un reactor productor de plutonio. Otros accidentes han tenido escasa repercusión en el exterior de las instalaciones.



Figura 3.

Fuente	Dosis efectiva colectiva (Sv. Persona (GW/a) ¹)
Componente local y regional	
Minería	0,19
Tratamiento	0,008
Colas de minería (emisiones de 5 años)	0,04
Fabricación de Combustible	0,003
Operación de reactores	
Liberación atmosférica	0,4
Liberación acuática	0,04
Reproceso	
Liberación atmosférica	0,04
Liberación acuática	0,09
Transporte	< 0,1
Total (redondeado)	0,91
Evacuación de residuos sólidos y componente global	
Colas de minería (liberaciones de radón en 10000 años)	7,5
Reactores	
Residuos de baja actividad	0,00005
Residuos de actividad intermedia	0,5
Residuos sólidos del reproceso	0,05
Radionucleidos de circulación global (10000 años)	40
Total (redondeado)	50

Tabla 3.

en la operación y a la entrada de nuevas plantas. En la Figura 3 se muestra esa tendencia general con la excepción de los radionucleidos emitidos como aerosoles en los cuales se nota un incremento.

Las dosis individuales locales y regionales en los alrededores de las instalaciones se han estimado en el orden de 0,001 mSv.

Algunos de los radionucleidos liberados tienen vida larga y se dispersan ampliamente a nivel global como es el caso del C-14. Otros radionucleidos son liberados durante largos periodos de tiempo como es el caso del radón en las colas de estériles de los minerales.

Esas exposiciones a largo plazo involucran dosis individuales muy bajas, bien alejadas del fondo natural. Las dosis co-

lectivas normalizadas se deben fundamentalmente a los radionucleidos de circulación global, como se indica en la Tabla 3.

Exposición ocupacional

Los trabajadores de las instalaciones nucleares, clínicas médicas y ciertas industrias que utilizan fuentes radiactivas están expuestos a la radiación producida por el hombre. Algunos otros están también expuestos a niveles incrementados de radiación natural al manipular minerales o subproductos con radionucleidos naturales.

Las dosis medias debidas a las fuentes generadas por el hombre han sido evaluadas en el orden de 1 mSv por año. Ese valor resulta ser mayor en las instalaciones del ciclo del combustible nuclear con respecto a otro tipo de actividades. No obstante, a pesar del incremento en el número de trabajadores las dosis media presenta una tendencia a la baja como se muestra en la Figura 4.

Si bien existe una tendencia a la baja en la exposición de los trabajadores a las fuentes artificiales, no puede decirse lo mismo respecto a las fuentes naturales incrementadas con respecto al fondo normal.

Existe un gran número de trabajadores expuestos a la radiación natural específicamente relacionada con su actividad y que presenta valores mayores que los normales (Tabla 4). Del orden de 5 millones han sido considerados en UNSCEAR pero las dosis individuales son menos precisas e inciertas que las debidas a las fuentes artificiales.

El mayor componente de exposición ocupacional a radiación natural es debida a la minería subterránea. Las tripulaciones de aviones y los trabajadores de otras actividades laborales involucran a un número menor de individuos y presentan valores menores.



Figura 4.



RESUMEN DE LAS EXPOSICIONES OCUPACIONALES DOSIS MEDIA A LOS TRABAJADORES		
Fuente	Número de trabajadores	Dosis efectiva media (mSv/año)
Fuentes artificiales		
• Ciclo de combustible nuclear	800,000	1.8
• Otros usos industriales	700,000	0.5
• Actividades de defensa	420,000	0.2
• Medicina	2,300,000	0.3
• Educación/veterinaria	360,000	0.1
Total (artificiales)	4,600,000	0.6
Fuentes naturales incrementadas		
• Minería (excluyendo carbón)	780,000	2.7
• Minería del carbón	3,900,000	0.7
• Viajes en avión (tripulación)	250,000	3.0
• Procesamiento de minerales	300,000	1.0
• Radón - lugares de trabajo (no subterráneos)	1,250,000	4.8
Total (naturales)	6,500,000	1.8

Tabla 4.

Puesta en perspectiva de las exposiciones

Las exposiciones debidas a todas las fuentes de radiación pueden compararse entre sí para poner en perspectiva su importancia relativa. Para ello, resultan apropiadas dos tipos de evaluaciones. Por un lado, para fuentes que son constantes o cambian solamente por procesos naturales, es pertinente utilizar el rango típico de la dosis efectiva per caput a nivel global. Esta cantidad también se utiliza para fuentes que proporcionan toda la exposición en un corto periodo de tiempo como es el caso de las irradiaciones médicas de diagnóstico. En cambio para las fuentes que causan exposiciones que se prolongan en el tiempo es necesario indicar la tendencia como es el caso de las contaminaciones producidas por las pruebas nucleares o el accidente de Chernobyl. En este último caso, en la Tabla 5, se indica el valor actual y el máximo alcanzado en el pasado.

La principal contribución a la exposición de la población es, con mucho, la originada por la radiación natural. La dosis anual, per caput, es 2,4 mSv con un rango típico entre 1 y 10 mSv. Sin

embargo hay grupos de personas que pueden recibir dosis mucho más altas en algunos lugares. Ello es debido a una concentración mayor de radionucleidos naturales en los suelos que generan una mayor dosis externa o, en mayor medida, la gran variabilidad de la concentración del gas radón en los interiores de los edificios.

La segunda contribución importante a

nivel mundial proviene de las prácticas médicas con radiaciones y en especial el diagnóstico con rayos X. Existe una tendencia creciente en estas exposiciones que reflejan un mayor uso y también una mayor disponibilidad de servicios médicos en el mundo.

La exposición de la población por las pruebas nucleares, se ha originado en la mayor liberación de radionucleidos producidos por el hombre al medio ambiente.

Las dosis anuales alcanzaron, en promedio, un máximo de 7% de las debidas al fondo natural en 1963 y en la actualidad su contribución es pequeña. Asimismo es pequeña la contribución del residual del accidente de Chernobyl y todavía resulta menor la contribución de la producción de energía nuclear. La misma alcanzaría un máximo de 0,2 mSv si se continuara el nivel la producción actual, durante los próximos 100 años.

REFERENCIA

- [1] "Sources and Effects of Ionizing Radiation". United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I: Sources. New York, United Nations 2000.

RESUMEN DE FUENTES NATURALES Y ARTIFICIALES		
DOSIS "PER CAPUT" EN EL AÑO 2000 EN LA POBLACIÓN MUNDIAL		
Fuente	Dosis efectiva (mSv)	Rangos típicos (mSv)
• Fondo Natural	2.4	1 - 10
• Exámenes médicos (diagnóstico)	0.4	0.04 - 1.0
• Pruebas nucleares atmosféricas	0.005	0.15 (1963)
• Accidente de Chernobyl	0.002	0.04 (1986)
• Producción de energía nuclear (100 años - 250 Gw.año)	0.0002	

Tabla 5.

Desarrollo de un Dosímetro Multicomponente (DM) para dosimetría de partículas calientes (HP)

Moad Bakali*, Francisco Fernández*, Miguel Tomás*, Tayeb Bouassoule*, Javier Castelo**(*) y Ana Gonzalez***

*Grupo de Física de las Radiaciones. Universidad Autónoma de Barcelona

**Central Nuclear de Vandellòs II

***Consejo de Seguridad Nuclear

RESUMEN

Se describe el dosímetro termoluminiscente multicomponente para radiación beta, desarrollado en la UAB. Su calibración se realizó mediante fuentes beta y gamma. Se efectuaron medidas de la tasa de dosis equivalente direccional y de la energía beta efectiva para las partículas calientes recogidas en la Central Nuclear de Vandellòs II utilizando dicho dosímetro. Los rangos más frecuentes de la energía beta de las partículas calientes están entre 150 y 500 keV. Para el cálculo de la tasa de dosis equivalente direccional $H^*(0.07,0)$, y la tasa de dosis equivalente $H_p(10)$, debidas a las partículas calientes recogidas, se utilizó el código VARSKIN MOD 2. Finalmente se presenta una comparación entre los valores experimentales y los valores calculados.

ABSTRACT

The multicomponent thermoluminescent beta dosimeter developed is described. Calibration was realised using beta and gamma emitters. Measurements of directional equivalent dose rate of beta radiation and effective beta energy were carried out in the working environment of a Nuclear Power Plant (Vandellòs II) by means of thermoluminescent detectors. The effective beta energy ranges most frequently between 150 and 500 keV. The last version of the VARSKIN MOD 2 code has been used to calculate the directional dose equivalent rate $H^*(0.07,0)$ and the personal dose equivalent rate $H_p(10)$ corresponding to the hot particles found. A comparison between the calculated and the experimental values is presented.

Antecedentes

En el inicio de las planificaciones de la puesta en marcha del Servicio de Protección Radiológica de la Central Nuclear de Vandellòs II, llegó a nuestro conocimiento la experiencia ocurrida en la Central Nuclear de San Onofre (EEUU). Se iniciaron una serie de acciones tanto a nivel de la central como dentro del grupo de Jefes de PR de AMYS-UNESA, que llevaron a preparar e impartir por parte de Tecnatom un

Seminario específico sobre Partículas Calientes y de un Informe Específico por parte de AMYS-UNESA para identificar, controlar y definir los riesgos radiológicos de las partículas calientes.

Después de la experiencia de varias recargas y dentro de la Comisión Técnica de la Sociedad Nuclear Española (SNE), se formó un grupo específico de trabajo para desarrollar una guía de aplicación. Esta Guía de Aplicación se editó en 1997 como

SNE-GA-4.10: "Partículas Radiactivas Discretas (Partículas calientes)".

De la experiencia de este trabajo surgió la necesidad de profundizar en el estudio de un dosímetro que pudiera medir directamente las dosis, así como el desarrollo de un proceso de evaluación de dosis debida a estas partículas calientes. Fue dentro del marco del Plan Coordinado de Investigación CSN-UNESA donde se presentó y aprobó el proyecto que hiciera realidad estas

(*) Actualmente, miembro del Grupo de Física de las Radiaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona.



inquietudes, contando con la experiencia del Grupo de Física de Radiaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona.

1. Introducción

Las dosis no despreciable de radiación beta, debida a la contaminación de la piel por partículas radiactivas discretas (Reece, 1991) también llamadas partículas calientes (Hot Particles), es debida a la exposición a las mismas de algunos trabajadores de la industria nuclear durante el mantenimiento, la descontaminación de los circuitos primarios de las centrales nucleares o durante el manejo del combustible gastado.

Las partículas calientes están compuestas por productos de corrosión, dominadas por la presencia del ^{60}Co o por una mezcla de productos de fisión resultantes de los partículas que han escapado de los elementos del combustible defectuosos (Perramón, 1988). A pesar de que estas partículas pueden tener actividades del orden de centenares de kBq, la tasa de dosis puede ser muy alta. Estas partículas tienen su origen en el núcleo del reactor o en su inmediato alrededor y pueden circular fácilmente en el sistema de refrigeración del primario.

Existen varios procedimientos para llevar a cabo la dosimetría beta en un campo mixto gamma-beta (Uchrin, 1986). El Grupo de Física de las Radiaciones de la UAB ha optado por emplear detectores termoluminescentes gruesos de TLD cubiertos con varias láminas de aluminio y deducir de ellos la calidad del espectro beta y las características de las partículas calientes utilizando un algoritmo apropiado (Carny et al., 1991).

Este artículo presenta el dosímetro multicomponente desarrollado al efecto, las calibraciones realizadas, la comparación de los valores medidos de tasas de equivalente de dosis $H_p(0.07,0)$ y $H_p(10)$ de dos partículas calientes y los corres-

pondientes valores calculados con el código Varskin Mod 2 (Durham, 1992). Estas dos partículas han sido encontradas por el Servicio de Protección Radiológica de la Central Nuclear Vandellós II durante las operaciones de recarga del año 1998.

2. Proceso de separación de las partículas calientes del frotis

Las partículas calientes se han recogido mediante un frotis adhesivo. Este material se ha escaneado en el laboratorio con un detector RAM GENE-1¹ con una ventana de pequeña dimensión con objetivo de localizar el área contaminada. La recolección y aislamiento posterior encima de una cinta adhesiva transparente de las partículas calientes se ha efectuado mediante una lente estereoscópica. Este proceso de separación permite una facilidad de manejo y de preparación para efectuar análisis no destructivos (como la visualización) con el fin de determinar la forma y los parámetros geométricos y para efectuar una espectrometría gamma y beta. En las figuras 1. a., 1. b. y 1. c., presentamos las fotos correspondientes al frotis encontrado y las partículas calientes separadas. Cabe resaltar que se han utilizado alrededor de 12 frotis y que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar medidas los que presentaban interés en el punto de vista de la tasa de dosis, composición isotópica y tiempo de medida.

3. Descripción del dosímetro

El dosímetro multicomponente (DM) consiste de 6 elementos (D_1, \dots, D_6), cubiertos con diferentes espesores de aluminio y mylar aluminado para actuar como filtros de radiación. Cuatro detectores de LiF^2 , de 9 mm de diámetro de y



Figura 1. Fotos correspondientes al frotis encontrado y las partículas calientes separadas
1.a. (izquierda): Frotis de partículas calientes - 1.b. (centro) Partícula caliente nº 1 - 1.c.(derecha) Partícula caliente nº 2

¹Rotem Ram Gene-1 Serial number, 2393-183.

100 mg.cm² de espesor másico están localizados debajo de cada filtro. El LiF como material TL es muy apropiado para efectuar las medidas de las dosis debido a que sus características de absorción de la energía son similares a la del tejido. El soporte de los filtros y de los detectores está fabricado con metacrilato (PMMA). El recorrido máximo de las partículas beta emitidas por las fuentes ⁹⁰Sr/⁹⁰Y, ²⁰⁴Tl y ¹⁴⁷Pm utilizadas en el proceso de calibración de nuestro DM se ha tenido en cuenta a la hora de elegir el espesor de los filtros (desde 1.2 hasta 950 mg.cm²). El espesor mínimo del metacrilato es de 10 cm, espesor suficiente para absorber cualquier energía beta mayor a la correspondiente al ⁹⁰Sr/⁹⁰Y, de tal manera que la única dirección de penetración de la radiación se efectúa a través de los filtros. Por consecuencia, este DM se puede utilizar para medir la tasa de equivalente de dosis direccional H&(0.07,0) de la radiación beta.

La calibración de este dosímetro con fuentes beta se ha llevado a cabo en las instalaciones del Institut de Tècniques Energètiques (INTE) en Barcelona (Ginjaume, 1999) con fuentes de ⁹⁰Sr/⁹⁰Y, ²⁰⁴Tl y ¹⁴⁷Pm. Esta irradiación se ha efectuado sobre un maniquí de PMMA (30x30x15cm³). La calibración a la radiación gamma se ha hecho con una fuente de ¹³⁷Cs del mismo laboratorio. En la figura 2, se muestra una vista frontal y lateral de uno de los seis elementos (D1...D6) del dosímetro multicomponente.

4. Calibración

La respuesta en función del espesor del filtro de cada uno de los elementos del DM, frente a la radiación beta y gamma se muestra en la figura 3. Los resultados de la irradiación con las fuentes beta ha mostrado que el elemento D₆ es prácticamente insensible a la radiación beta cuya energía es mayor que aquella del ⁹⁰Sr/⁹⁰Y (ver la escala logarítmica). Este comportamiento coincide con los resultados de Carny et al. (1991).

El factor de calibración (F₁) del elemento D₁ cubierto con mylar aluminado se determina ajustando los valores experi-

mentales de la respuesta (R₁) en función de las energías efectivas en keV de las fuentes de calibración. El factor de calibración se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$F_1(\text{mSv/TL}) = (0.012 \pm 0.003) E_{\text{eff}}^{-(0.409 \pm 0.038)} \quad (1)$$

Para los elementos restantes D_k (k = 2-5), se calcula el cociente entre la respuesta beta de cada elemento y la correspondiente al elemento D₁. Estos cocientes varían en función de la energía beta (aumentan en función de la energía de la fuente beta) y son a la vez indicadores de la energía de la radiación beta incidente. Las características del dosímetro estudiado en campos beta y gamma permiten asumir que el elemento D₆ es insensible a la radiación beta. Por otro lado, la respuesta de los elementos restantes frente a la radiación

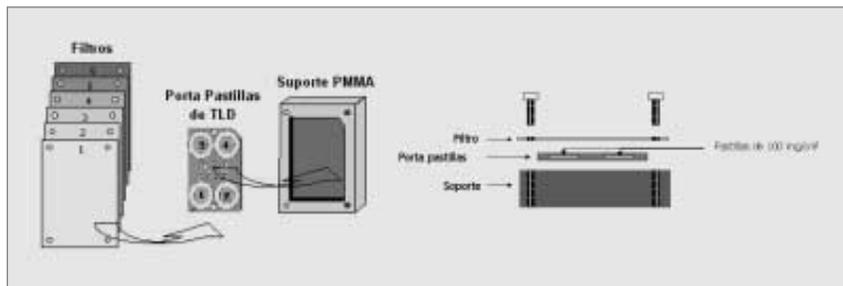


Figura 2. Vista frontal y lateral de uno de los seis elementos (D1...D6) del dosímetro multicomponente.

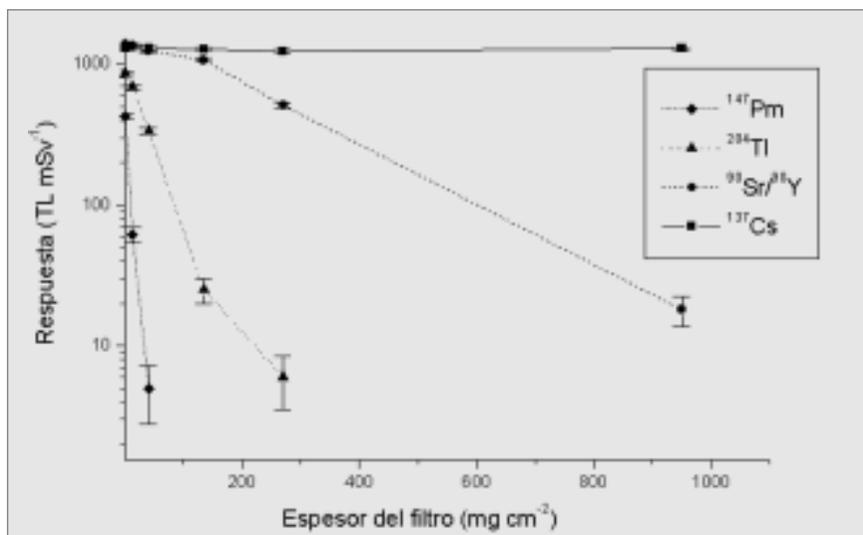


Figura 3. Respuesta de los detectores TLD en función del espesor de los filtros para la energía de las fuentes emisoras beta y gamma, utilizadas en la calibración.

²type Vinten 860-E10/G10 manufactured in England.



gamma cuya energía es mayor a 40 keV es la misma y es independiente de la energía (Carny et al., 1991). Por esta razón, la respuesta del elemento D6 se utiliza para evaluar la dosis gamma y estimar la contribución fotónica correspondiente a la respuesta de los elementos restantes.

La evaluación de la dosis beta y la energía beta efectiva de la radiación incidente se basa en:

- 1) sustraer la señal de fondo TL y la contribución gamma correspondiente (respuesta del elemento D6) de la respuesta de los elementos restantes (D1...D5).
- 2) Determinar los cocientes R_k , entre la respuesta de los elementos (D2...D5) y la respuesta del elemento D1.
- 3) Elegir el factor de calibración CF apropiado para los diferentes elementos.
- 4) Calcular la energía beta efectiva.
- 5) Determinar la dosis beta multiplicando la respuesta del elemento D1 por su factor de calibración correspondiente.

La energía beta efectiva se define como la energía beta media de una fuente hipotética de radiación beta que origina en el DM la misma respuesta que la se ha medido con una mezcla de fuentes beta. El factor de calibración de cada elemento se obtiene utilizando las ecuaciones:

$$CF_2 = (28.10 - 21.10 \times R_2) \cdot 10^{-4} \quad 0.14 \leq R_2 \leq 1.00 \quad (2)$$

$$CF_3 = (16.90 - 10.70 \times R_3) \cdot 10^{-4} \quad 0.30 \leq R_3 \leq 0.91 \quad (3)$$

$$CF_4 = (11.90 - 5.91 \times R_4) \cdot 10^{-4} \quad 0.01 \leq R_4 \leq 0.80 \quad (4)$$

$$CF_5 = (11.80 - 12.20 \times R_5) \cdot 10^{-4} \quad 0.01 \leq R_5 \leq 0.40 \quad (5)$$

Las constantes numéricas de estas ecuaciones que permiten la conversión de los cocientes R_k a factores de calibración CF_5 se han obtenido ajustando por mínimos cuadrados las funciones (R_k , CF_k) para los valores experimentales por cada fuente de calibración. Estas constantes numéricas son válidas para estos detectores y para los espesores de los filtros de nuestro DM. El factor de calibración efectivo CF para todo el DM se obtiene promediando los factores de calibración CF_k de los elementos D2...D5:

$$CF = \frac{\sum_{k=2}^n CF_k}{n-1} \quad (6)$$

siendo: $n-1$ el número permitido de los cocientes R_k . Los valores pequeños de estos cocientes no se pueden considerar a la hora de promediar el factor CF debido a que corresponden a elementos cuyos filtros son gruesos y cuya respuesta en campos de radiación beta es insignificante.

La energía beta efectiva se determina mediante la relación:

$$E_{\text{eff}} (\text{keV}) = 46.8 + 883.2 \exp\left(\frac{-(CF - (7.0 \pm 1.0) \times 10^{-4})}{3.4 \times 10^{-4}}\right) \quad (7)$$

Esta relación se ha encontrado ajustando los datos experimentales de calibración.

5. Verificaciones de la validez del método

Antes de comenzar a realizar medidas con partículas calientes, se ha verificado la validez del método. Esta verificación se ha llevado a cabo utilizando nuestro dosímetro multi-componente y el algoritmo de cálculo descrito en los dos supuestos siguientes:

1. Dada una fuente beta-gamma conocida, a partir del valor conocido de su energía efectiva, determinar la dosis $H(0.07,0)$.
2. Dada una fuente beta-gamma desconocida, determinar la energía efectiva de la misma.

Para ello hemos llevado a cabo dos conjuntos de irradiaciones, nuestro DM y dos fuentes, una de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ de actividad conocida y otra de ^{204}Tl .

Verificación con la fuente de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$

Irradiamos el elemento D1 a una dosis de $(1,06 \pm 0,08)$ mSv (Bakali, 1998), encontramos una dosis equivalente $H(0.07,0)$ de: $(1,10 \pm 0,07)$ mSv, resultado que podemos considerar como muy bueno si lo comparamos con la dosis de irradiación.

Verificación con la fuente de ^{204}Tl

Se irradiaron cada uno de los seis elementos del DM durante 16 horas. Utilizando el mismo procedimiento descrito en el apartado de la calibración y la expresión (7), obtenida por calibración para el conjunto de estos elementos, el valor de la energía media encontrada fue de (250 ± 6) keV, resultado que podemos considerar como muy bueno si lo comparamos con el del ^{204}Tl (254 keV).

6. Resultados experimentales

Durante la campaña de recarga de julio de 1999 de la Central Nuclear de Vandellòs II, se han examinado en el laboratorio 4 frotis, dentro los cuales se han encontrado dos partículas calientes del tipo de activación. Cada HP se ha fijado con una cinta adhesiva transparente haciéndola coincidir con el centro de un detector de cada elemento del DM.

El tiempo de exposición se ha estimado mediante medidas previas con el elemento D1 de tal manera que la señal neta-

debe ser mayor que la señal de fondo un factor 5. Cada partícula se ha medido con el DM en previsión de obtener la energía efectiva y para determinar la tasa de equivalente de dosis direccional $H\&(0.07,0)$. La tasa de equivalente de dosis personal $H\&p(10)$, se ha obtenido de la misma manera, utilizando la respuesta del elemento D_6 y su correspondiente factor de calibración $(6.2 \pm 0.8) \times 10^{-4}$ mSv/TL.

Teniendo en cuenta que el área del detector es 0.636 cm^2 y el área promediada debe ser del orden de 1 cm^2 , se ha calculado un factor de corrección con el código VARSKIN MOD 2 (Durham, 1992). Este código permite calcular la tasa de dosis en piel producida por emisores beta-gamma utilizando la integración numérica de Berger "point Kernel" (Berger, 1971). Este código se ha utilizado durante varios años como herramienta que permite la estimación de la dosis superficial de contaminación del personal incluso para la contaminación con partículas calientes.

Para utilizar el VARSKIN MOD 2, se ha efectuado un análisis espectroscópico a las dos HP en el laboratorio de radioquímica de la Central Nuclear de Vandellós II, utilizando un espectrómetro de germanio con una eficiencia del orden de 15% y con una resolución de 2keV para la línea 1332 keV del ^{60}Co . La evaluación del espectro se ha llevado a cabo utilizando un programa de visualización de espectros GENIEPC³. La visualización de las HP para obtener informaciones morfológicas se ha efectuado con una videocámara (Sony PHV-A7E) (ver figura 4.) conectada a una tarjeta de captura de imágenes (Min TV-GO Mod 685).

En la tabla 1, se ilustran los valores

de $H\&(0.07,0)$ y de $H\&p(10)$ medidos y los calculados con el código VARSKIN MOD 2 para su comparación. La incertidumbre del orden de 30% en los valores medidos se debe a la forma de la respuesta que ha sido ajustada mediante la ecuación (1). Se observa que hay un buen acuerdo entre los valores medidos y calculados de $H\&(0.07,0)$ con un modelo de fuente tridimensional, mientras que el acuerdo en el caso de $H\&p(10)$ es razonable teniendo cuenta que el VARSKIN MOD 2 no considera a la hora de calcular ni la autoabsorción, ni la no uniformidad, ni el "backscatter" de la fuente, lo que conlleva a que la magnitud medida es siempre menor que aquella calculada (Durham et al., 1991).

7. Conclusiones

Los resultados presentados en este artículo muestran que el DM desarrollado, así como el método descrito para el análisis de los datos son convenientes para la evaluación de:

- i) La tasa de equivalente de dosis direccional ($H\&(0.07,\Omega)$) con una incertidumbre del orden de 30% y
- ii) La tasa de equivalente de dosis personal $H\&p(10)$ con una incertidumbre del orden de 10%, en los campos cuyas energías son similares a las de las fuentes de calibración.

Se puede concluir que el dosímetro multicomponente (DM) desarrollado por el Grupo de Física de Radiaciones de la UAB, está muy bien adaptado para la evaluación de las dosis beta y gamma en campos mixtos beta-gamma producidos por partículas calientes. Los valores de la tasa de equivalente de dosis beta direccional $H\&(0.07,0)$ son de 10 a

20 veces mayores que los correspondientes a la tasa de equivalente de dosis gamma personal $H\&p(10)$, y que la energía efectiva del espectro beta varía entre 200 y 300 keV.

El buen acuerdo entre las medidas experimentales y las medidas calculadas con el código VARSKIN MOD 2 mejora enormemente la capacidad de determinar exactamente la magnitud de la dosis en piel debida a la contaminación con partículas calientes en la piel y en el vestuario de protección.



Figura 4. Vista general de la videocámara Sony PHV-A7E

8. Explotación del producto

El procedimiento generado es de aplicabilidad directa en las centrales nucleares españolas.

Las técnicas de medida y simulación auxiliares desarrolladas requieren de una mayor especialización, pudiendo ser asumidas por un Servicio de Dosimetría Personal sectorial para la realización de estudios específicos en caso necesario, y con el apoyo específico del Grupo de la UAB que ha desarrollado dicho producto y procedimiento de medida.

³Genie PC2000, Instructions manual, Version 1.1. Canberra Industries Inc.,Meriden, CT 06450



Partícula	Contenido isotópico	Actividad (Bq)	Medidas geométricas (µm)	Energía efectiva (keV)	$H^*(0.07,0)$ (mSv h ⁻¹)		$H^*_p(10)$ (mSv/h)	
					Dosis medida	Varskin Mod 2	Dosis medida	Varskin Mod 2
1	⁵⁴ Mn	2.21 x 10 ⁴	999,	(134 ± 3)	(98 ± 29)	97.7	(1.13 ± 0.09)	1.38
	⁶⁰ Co	1.56 x 10 ⁵	150,					
	⁵⁴ Mn	4.46 x 10 ⁴	14					
2	⁵⁷ Co	1.36 x 10 ⁶	999,	(186 ± 4)	(162 ± 48)	166	(4.92 ± 0.13)	5.48
	⁵⁸ Co	4.19 x 10 ⁴	250,					
	⁶⁰ Co	2.60 x 10 ⁵	45					
	⁹⁵ Nb	6.46 x 10 ³						
	¹²⁵ Sb	3.49 x 10 ⁴						

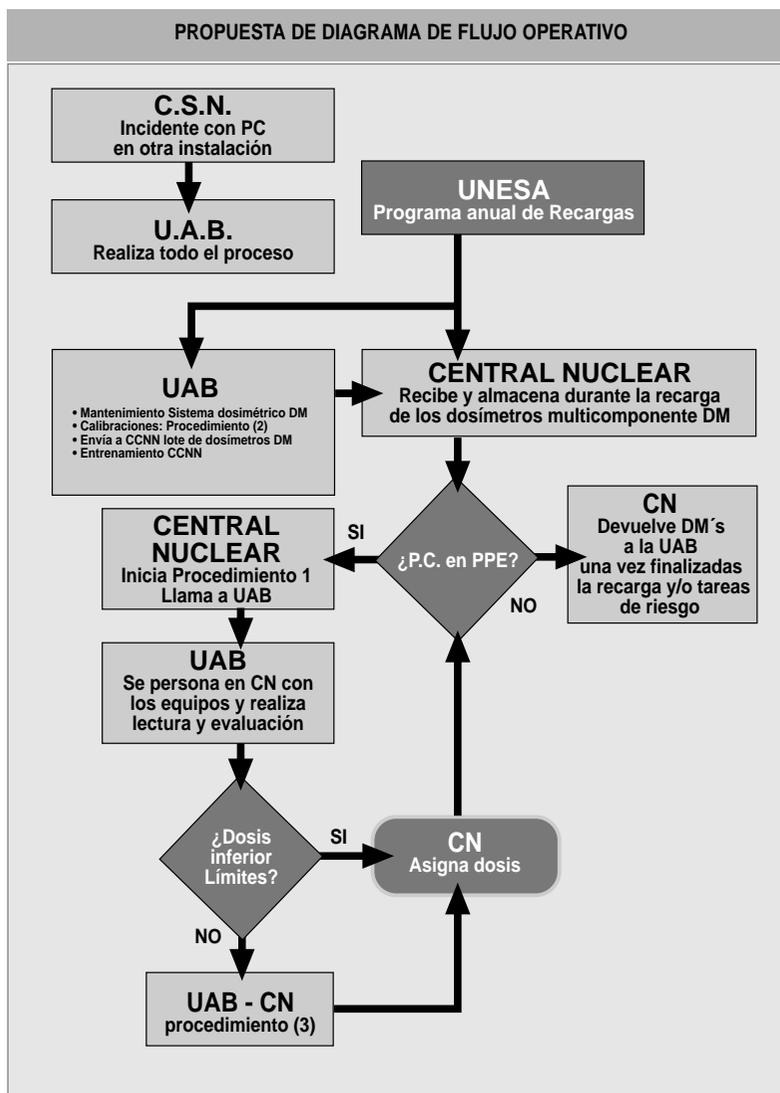
Tabla 1: Valores de $H^*(0.07,0)$ y de $H^*_p(10)$ medidos así que los calculados con el código VARSKIN Mod 2.

9. Bibliografía

- Bakali, M., 1998. Mise au point du lecteur Vinten Toledo 654/E en vue de son utilisation dans la dosimétrie personnelle. Trabajo de Investigación de tercer ciclo. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- Berger, M. J., 1971. Distribution of Absorbed Dose around points sources of electrons and beta particles in water and other media. Medical Internal Radiation Dose Committee. Pamphlet N° 7, Journal Of Nuclear Medicine 12(5):5.
- Carny, P. Lieskovsky, M., 1991. Beta dosimetry at nuclear power plants. Radiat. Prot. Dosim. 37, (2), 123-126.
- Durham, J.S., Merwin, S.E., Swinth K.L., 1991. Skin dose evaluations using exoelectron dosimeters. Radiat. Prot. Dosim. 39, (1-3), 67-70.
- Durham J.S. 1992. US Nuclear Regulatory Commission NEUREG/CR-5873. Pacific Northwest Laboratory. Richland, WA 99352.
- Ginjaume M., 1999. Internal technical report, INTE, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, Spain.
- Perramon F. 1988. Problemática y tratamiento de las partículas calientes en las centrales Institute Of Nuclear Power Operations (INPO 89-006), Internal Report RP-605.
- Reece W.D. 1991. Experiences and problems of skin irradiation due to hot particles at workplaces in the United States. Radiat. Prot. Dosim. 39, (1-3), 165-171.
- Uchirin G. 1986. Beta dosimetry, different solutions. Radiat. Prot. Dosim. 17, 99-104.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el CSN (Consejo Seguridad Nuclear) y UNESA dentro del marco del PCI (Plan Nacional de Investigación). Agradecemos a los coordinadores de dicho plan: D^a M^a Jesús Muñoz, del CSN, y D. Pio Carmena, de UNESA el apoyo que en todo momento han presentado a dicho proyecto. También agradecemos la colaboración del Servicio de Radioprotección de la Central Nuclear Vandellòs II por su asistencia técnica y logística y especialmente a los Sres. D. Juan Manuel Gamó y D. Carlos Castell.



Protección Radiológica a comienzos del siglo XXI: Un informe de progreso

Roger H. Clarke. Presidente de la ICRP.

Artículo traducido con autorización de Roger Clarke por Almudena Real (CIEMAT)

INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta una puesta al día de la filosofía responsable del desarrollo de los criterios de protección, resultado de la reunión del Grupo de Trabajo de la Comisión Principal que tuvo lugar a finales de junio de 2001. El primer punto obvio se pone de manifiesto en el título de este artículo; el Grupo de Trabajo deseaba abordar la preparación de una filosofía de protección ya que comienza el siglo XXI. En la reunión se plantearon otros asuntos de interés y se hicieron propuestas para avanzar a la siguiente etapa. Algunas de ellas se presentan aquí, pero el artículo también hace referencia a la evolución de los principios de protección y a las bases éticas utilizadas para establecer los estándares tal y como existen en la actualidad. Explica cómo la dosis colectiva y los análisis de coste-beneficio se han convertido en los métodos recomendados para optimizar la protección en los 70 y por qué ahora la Comisión se mueve hacia una aproximación más igualitaria (o aproximación ética basada en el individuo). Esto requiere el establecimiento de criterios que podrían denominarse Dosis para una Acción de Protección ("Doses for Protective Action"), los cuales pueden justificarse en términos de la existencia de un fondo de radiación natural. Esto podría reemplazar el complejo grupo de criterios actuales que han sido desarrollados a partir de las Recomendaciones de

1990. Estos incluyen,

- Niveles de Intervención tras accidentes
- Límites de Dosis para los trabajadores
- Niveles de Acción para radón en casas o en el trabajo
- Límites de Dosis para el público
- Niveles de Exención en Intervención
- Niveles Aconsejados ("Guidance Levels") en radiología diagnóstica
- Criterios de Exclusión
- Niveles de Desclasificación ("Clearance Levels")
- Niveles de Exención
- Restricciones ("Constraints")

La iniciativa representa un intento genuino de simplificar el sistema de protección en uno que sea más coherente y más fácil de explicar.

LA SITUACIÓN ACTUAL

En 1977 la Comisión cuantificó el proceso de optimización de la protección y adoptó, de forma implícita, una política ética **UTILITARIA** cuando recomendó el uso de los análisis coste-beneficio que pretenden contestar a la pregunta, "¿Cuánto cuesta y cuántas vidas se salvan?"

Esto significaba calcular dosis colectivas y de ese modo enfatizar la protección de la sociedad por encima de la de los individuos. Sin embargo, este énfasis no necesariamente proporciona una protección suficiente a cada individuo. El clásico análisis de coste-beneficio es incapaz de considerar al individuo, y la Comisión intentó solucionarlo

sugiriendo un coste no lineal para la unidad de dosis colectiva. Esto seguía sin reconocer suficientemente el riesgo individual, así que la Comisión estableció en sus Recomendaciones de 1990 una restricción añadida en el proceso de optimización. Modificó el principio de optimización introduciendo el concepto de una **restricción** ("constraint"). La restricción es un criterio relacionado con el individuo, aplicado a una única fuente con objeto de asegurar que los individuos más expuestos no están sometidos a un riesgo excesivo y para limitar la falta de equidad introducida por los análisis de coste-beneficio.

El uso de la dosis colectiva, introducido para incluir todos los niveles de dosis y todos los periodos en un único valor, ha deformado el proceso de optimización de la protección. La Comisión Principal ha realizado propuestas para una posible simplificación del sistema de protección, enfatizando la dosis a un individuo desde una fuente controlada. Seguirá habiendo requerimientos para mantener la dosis individual por debajo de un nivel de acción definido y para que sea tan baja como razonablemente sea realizable ("As Low As Reasonably Practicable" ALARP). El segundo requerimiento no estará vinculado a la dosis colectiva en su forma actual.

JUSTIFICACIÓN

Las actuales recomendaciones de la



Comisión para la justificación requieren que la práctica proporcione más beneficio que daño. Este procedimiento implica un balance cuantificado de costes y beneficios, pero en la práctica, los gobiernos, los físicos o los individuos no toman decisiones sobre acciones a realizar basándose en criterios predominantemente cuantitativos. Resulta más común y normalmente más apropiada una aproximación cualitativa.

La decisión de que sería justificable introducir o continuar con una práctica que implique exposición a radiación ionizante, normalmente no se toma por parte de la autoridades de protección radiológica, a pesar de que ellas deberían influir en la decisión. La responsabilidad de juzgar la justificación normalmente recae en los gobiernos o en las agencias gubernamentales.

La exposición médica de pacientes a una técnica particular debería justificarse en un sentido general, como en cualquier otra práctica. Adicionalmente, ha de introducirse una justificación más detallada. El principal objetivo de las exposiciones médicas es aportar más beneficio que perjuicio *al paciente*, y complementariamente debe tenerse en cuenta el detrimento producido por la radiación como resultado de la exposición del personal sanitario o de otros pacientes. Si los recursos necesarios están disponibles, la responsabilidad para la justificación de un uso particular de un procedimiento concreto recae en los profesionales de la medicina.

EL SISTEMA DE PROTECCIÓN

El sistema de protección para exposiciones médicas se tratará por separado. Consistirá en la necesidad de una justificación individual para un examen utilizando una técnica justificada genéricamente, seguida de la especificación de los Niveles de Referencia como indicadores de la buena práctica. No se con-

sidera más en detalle aquí, pero será considerado y desarrollado por el Comité 3.

Para exposiciones no médicas, la cuestión importante es el control de las dosis de radiación, sin tener en cuenta la fuente. En primer lugar, por tanto, se debe considerar la dosis a un individuo procedente de una fuente controlable en particular. Las dosis pueden recibirse como resultado del trabajo o proceder de fuentes radioactivas del medio ambiente, naturales o artificiales. Las dosis pueden haberse recibido ya o que se reciban en el futuro al introducirse nuevas fuentes o tras un accidente actual o potencial.

Para cada una de las fuentes controlables, previamente justificadas, la primera consideración en el sistema de protección propuesto es proporcionar un nivel mínimo de protección de la salud para individuos por medio de Dosis para una Acción de Protección o Niveles de Acción de Protección ("Doses for Protective Action or Protection Action Levels"). La necesidad de una acción de protección está influenciada únicamente por la dosis individual, pero no por el número de individuos expuestos. La segunda consideración es consecuencia del reconocimiento de que es probable que haya algún riesgo para la salud incluso a dosis muy pequeñas. Esto introduce el requerimiento moral para cada fuente controlable de adoptar todos los pasos razonables para restringir tanto las dosis individuales a valores por debajo de los niveles de acción como el número de individuos expuestos. En la actualidad, la Optimización de la Protección proporciona estos criterios.

Para fuentes no controlables, donde sólo es posible modificar las vías por las que las personas son expuestas, también se puede considerar el desarrollo de Dosis para una Acción de Protección o Niveles de Acción de Protección.

DOSIS PARA UNA ACCIÓN DE PROTECCIÓN

En general, a pesar de la complejidad de la actual filosofía de protección, las dosis a individuos se mantienen aproximadamente diez veces por debajo de las dosis medias de fondo. Por tanto, los límites de dosis ocupacionales en prácticas, o los niveles de intervención para el público tanto para emergencias como para radón en las casas, están fijados en unas pocas decenas de mSv. Dosis adicionales derivadas de liberaciones medioambientales se mantienen a aproximadamente un décimo del fondo. Y, en muchas regiones del mundo, la exención debida a una omisión reguladora está permitida si las dosis están por debajo de aproximadamente una centésima del fondo. Esto sugiere unas Dosis básicas para la Acción de Protección como se fija en la Tabla 1.

Las Dosis para la Acción de Protección pueden considerarse como que establecen un nivel mínimo de protección para la salud, el cual puede ser aplicable globalmente. Sin embargo, para cualquier fuente particular hay una necesidad de reducir las dosis a un nivel que es tan bajo como sea razonable en la circunstancia predominante.

OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN

El proceso de adoptar toda acción razonable para reducir las exposiciones es posible que siga denominándose la Optimización de la Protección. Las propuestas iniciales sugerían que la optimización de la protección, tal y como se entiende en la actualidad, debería ser reemplazada por un requerimiento diferente. Éste sería que las dosis residuales, tras la aplicación de las Dosis para la Acción de Protección, deberían mantenerse "tan bajas como razonablemente sea realizable". El Grupo de Trabajo



DOSIS PARA UNA ACCIÓN DE PROTECCIÓN O NIVELES DE ACCIÓN DE PROTECCIÓN:

<u>Para personas</u>	
Trabajadores, para evacuación de los miembros del público, radón	~20 mSv al año
<u>Para descargas</u>	
Incrementos añadidos de dosis procedentes de cada fuente	< 300 mSv al año
<u>Exención</u>	
De notificación o de autorización (registro)	< 10 mSv al año

Tabla 1

consideró que no deberían utilizarse en exceso ecuaciones diferenciales, y que el uso del "sentido común" sería con frecuencia más importante.

En el futuro, el proceso de optimización podría llevarse a cabo de mejor manera mediante la implicación de los grupos interesados ("Stakeholder") para determinar o negociar el mejor nivel de protección en las circunstancias que existan. Esto implicaría la presentación de costes y dosis residuales para un rango de opciones, bien en el lugar de trabajo o para exposiciones del público. De este modo, mientras que la Dosis pa-

ra la Acción de Protección representa un estándar básico de la protección de la salud individual, el compromiso de los grupos interesados determina hasta que punto la Dosis para la Acción de Protección es tan baja como razonablemente sea realizable. Esto representaría el nivel óptimo de protección para las fuentes bajo control o para una fuerte no controlada. Si se consiguiera el consenso, se reemplazaría el anterior análisis coste-beneficio.

CONCLUSIÓN

Este breve resumen muestra cómo está

progresando el desarrollo de los conceptos de la ICRP. Toma en consideración los puntos de vista que fueron expresados en la reunión inaugural del Grupo de Trabajo de la Comisión Principal, que ha sido establecido para continuar con la exposición de "La Protección en el siglo 21".

La Comisión Principal considerará seguidamente un primer borrador de un documento que exprese sus intenciones para el desarrollo de una filosofía para la protección al inicio del siglo 21. Éste estará disponible para discusión el próximo año.