

# RADIOPROTECCION

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCION RADIOLOGICA



- ✓ *INVESTIGACIÓN en PROTECCIÓN RADIOLÓGICA en el 4º Programa Marco de la UE*
- ✓ *Efectos psíquicos y sociales de las SITUACIONES POST-ACCIDENTALES*
- ✓ *Objetos de test en TAC*
- ✓ *Cuarto Plan General de RESIDUOS RADIATIVOS*
- ✓ *Primeras Propuestas para la MEDIDA de los RAYOS RÖNTGEN*

Nº 8 • Vol. III • 1995

---

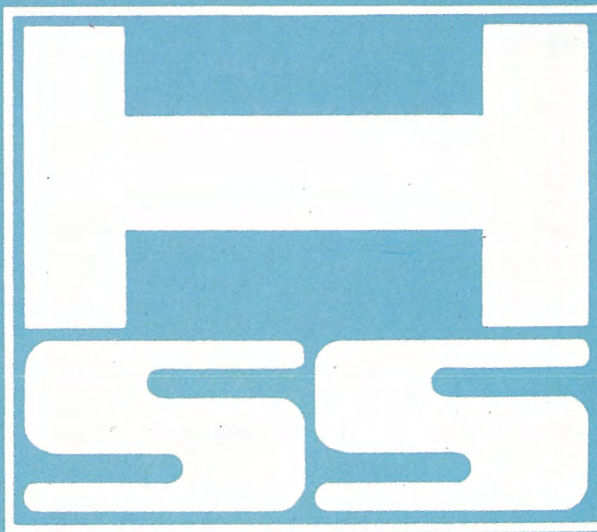


DISEÑO, SUMINISTRO Y MANTENIMIENTO A SU SERVICIO

HELGESON SCIENTIFIC SERVICES, desde su fundación en 1959, es pionera y líder en sistemas para la medición de contaminación interna. Su sede central está ubicada en California y dispone de múltiples delegaciones en todo el mundo, siendo su oficina en Madrid la cabeza para Europa.

HELGESON tiene instalados equipos de medida en todo tipo de centrales, laboratorios, universidades, hospitales, etc., tanto sistemas estándar como instalaciones "a medida", según las necesidades del cliente.

Por su experiencia y amplia infraestructura de servicio, HELGESON es una empresa merecedora de su total confianza para el equipamiento de sus instalaciones.



HELGESON S. S.

DISTRIBUCION Y SERVICIO TECNICO OFICIAL DE:



eberline



LUDLUM MEASUREMENTS, INC.



ISOTOPE PROD. LABORATORIES

San Alfonso, 19 (Fortuna). 28917 MADRID.  
Tels. (91) 611 72 14 - Fax (91) 611 72 53.

union



NUCLEAR RESEARCH CORPORATION



RADIOL-CHEMICAL TECHNOLOGY



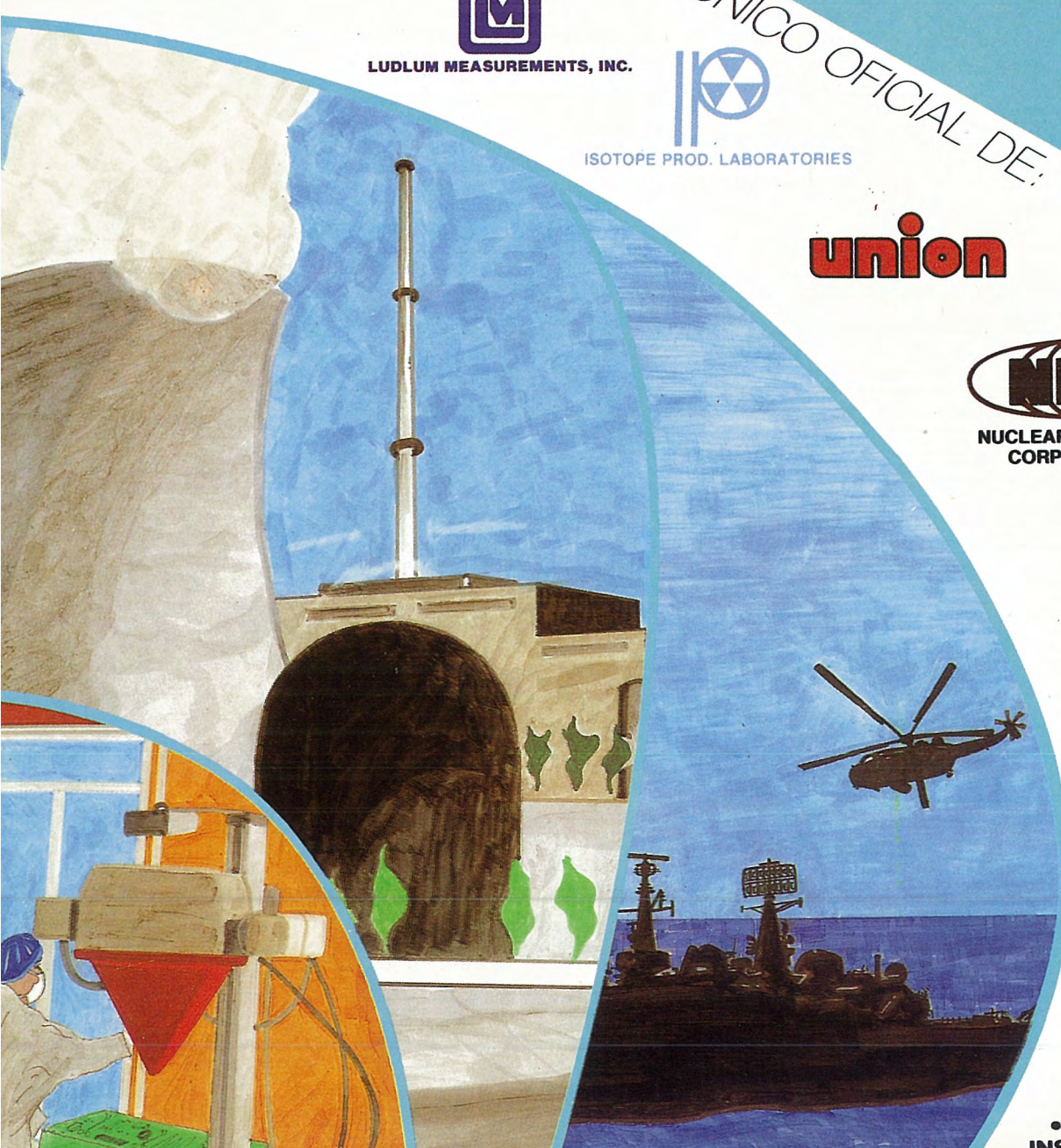
HUMANOID SYSTEMS

SPECTREX CORPORATION



DOSITEC

CHEMCHK INSTRUMENTS INC.







# RADIOPROTECCION

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
PROTECCION RADIOLOGICA  
Nº8 Vol.III • 1995

Director Leopoldo Arranz

Comité de Redacción  
Coordinadora: María Teresa Macías

David Cancio, Teresa Ortiz y Margarita Sierra

Comité Científico  
Coordinador: Antonio Delgado

Josep Baró, Pedro Carboneras, José M<sup>º</sup> García Quiros, Eugenio Gil, Fernando González, José Gutiérrez, Miguel Herrador, Jerónimo Iniguez, Idefonso Irún, M<sup>º</sup> Cruz Lizuain, Antonio R. López, Gloria Martí, Luis M. Martín Curto, Armando Merino, Cristina Núñez, Pilar Olivares, M<sup>º</sup> Cruz Paredes, Vicente Pastor, Turiano Picazo, Santiago Quindos, José Carlos Saez, Antonio Salvador, M<sup>º</sup> Luisa Sánchez-Mayoral, Angeles Sánchez, Carlos Sancho, Matilde Santos, Luis M. Tobajas, Manuel Tormo y Eliseo Vaño.

Edita SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
PROTECCION RADIOLOGICA  
(S.E.P.R.)  
C/ Apolonio Morales, 27.  
28036 Madrid

Junta Directiva de la S.E.P.R.  
Presidente: Leopoldo Arranz  
Vicepresidente: Eduardo Sollet  
Secretario: Manuel Fdez. Bordes  
Tesorera: M<sup>º</sup> Teresa Ortiz  
Vocales: Ignacio Amor  
David Cancio  
Andrés Leal  
Juan José Peña  
Montserrat Ribas

Realización y Publicidad  
ED/COMPLET, S.A.  
Apolonio Morales, 27 • 28036 Madrid  
Tel: 91 - 350.49.17 • Fax: 91 - 350.76.52

Imprime MULTIPRINT IBERICA, S.L.  
Distribuye JARPA

Suscripción anual: 6.000 pts.  
Número suelto: 2.000 pts.  
Ejemplar gratuito para los miembros de la  
Sociedad Española de Protección  
Radiológica (SEPR)

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

Depósito Legal: 17158  
ISSN: 1133-1747

# SUMARIO

✓ Editorial	5
✓ Colaboraciones	7
• PROTECCION RADIOLOGICA	7
“Investigación en Protección Radiológica en el 4.º Programa Marco de la Unión Europea (1994-1998)” <i>Jaak Sinnaeve, Francisco Mingot, Leopoldo Arranz y David Cancio</i>	
• EMERGENCIAS NUCLEARES	12
“Los efectos psíquicos y sociales de las situaciones post-accidentales: Algunas enseñanzas del accidente de Chernobyl” <i>Jacques Lochard</i>	
• TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	21
“Objetos de Test en Tomografía Axial Computarizada. Aportaciones al Protocolo Español sobre Control de Calidad” <i>J. Ignacio Villaescusa y J. Manuel Campayo</i>	
• RESIDUOS RADIOACTIVOS	27
“Resumen del Cuarto Plan General de Residuos Radiactivos” <i>Armando Veganzones</i>	
✓ Contribución invitada	33
“Las primeras propuestas para la medida de los Rayos Röntgen” (1896-1897) <i>André Allisy</i>	33
✓ Noticias S.E.P.R.	39
✓ Informaciones de interés	54
✓ Cartas al director	64
✓ Convocatorias	66





El primer contador Beta-Gamma para luminiscencia, tanto para muestras con filtro, microplacas y tubos.

### NOTA INFORMATIVA

Desde el 1 de enero la firma BERTHOLD, perteneciente al grupo EG&G, ha centralizado todas sus operaciones en EG&G España.

Esta incorporación amplía nuestro catálogo con los siguientes productos:

- CONTADORES BETA
- CONTADORES GAMMA
- MICROPLACAS FILTROS DE CONTAJE
- LUMINOMETRIA
- FLUOROMETRIA PARA INVESTIGACION
- MONITOR BETA DE HPLC
- AUTORADIOGRAFOS DIGITALIZADOS
- DETECTORES GAMMA-BETA



**E**

mpezamos el nuevo año con un buen pie!: En nuestra última reunión de la Junta Directiva, el pasado 14 de Febrero, se aprobaron 35 solicitudes de nuevos socios, profesionales provenientes de

diferentes áreas de actividad. Así pues, cantidad y calidad. Ello es consecuencia no sólo de las actividades que estamos realizando (grupos de trabajo en plena marcha, la revista llegando ya a más de 42 países de la IRPA, Jornadas científicas con gran participación, etc.), sino también de vuestros esfuerzos en dar a conocer nuestra Sociedad en vuestra área de trabajo y captar futuros socios. Este es el camino.

Como lo es también mejorar constantemente el aprovechamiento de los recursos. Por tradición, el Presidente de la SEPR ocupaba el cargo de Director de la revista. Mi deseo personal ha sido siempre el de abrir varios frentes de trabajo y vincular al máximo número de socios en tareas de coordinación, para lograr la máxima eficiencia (no se puede, ni se debe, estar en todo). Por ello propuse a la Junta Directiva mi relevo por una persona de gran prestigio nacional e internacional, fraguado en mil batallas, conocedor a fondo de la Sociedad (no en vano fue su primer presidente-fundador) con unas cualidades humanas excepcionales. La Junta lo aprobó y él, finalmente, lo aceptó. Se trata de Emilio Iranzo. Mi felicitación, en nombre de todos, con el deseo que nos transmita su buen hacer y

su ilusión inagotable, junto con un extraordinario equipo de redacción y científico, coordinados por María Teresa Macías y Antonio Delgado, respectivamente.

Como indicaba al principio, los grupos de trabajo funcionan a «toda máquina». En este número 8, como estaba previsto, se da una amplia información de las actividades de los mismos. Es muy importante que todos los socios conozcáis lo que se hace, quién lo hace y qué es lo que piensa hacer. Algunos grupos siguen abiertos, por lo que vuestra participación puede ser importante. Siempre esperamos vuestras sugerencias.

Numerosas actividades científicas se

## Este es el camino

sucedrán en los próximos meses. En Mayo tendrá lugar la Jornada Científica sobre «Programa de screening de mama», en colaboración con Sociedades médicas. Coordinada por Marina Téllez, servirá para lograr un consenso entre todos los implicados, dada la polémica levantada entre la opinión pública y expertos en el tema.

En Junio se celebrará el Congreso de las Sociedades de PR de Francia, Italia y España en Montpellier. Próximamente recibirás información detallada relativa a este importante congreso donde esperamos tu personal participación, si los temas son de tu interés.

Asimismo, en Octubre podremos

asistir a la Jornada científica sobre radiaciones no ionizantes, con ponentes nacionales e internacionales, organizada por el grupo de trabajo «Ad hoc», coordinado por Jocelyne Leal.

Un mes más tarde, en Noviembre, tendrá lugar la Jornada científica sobre «Pasado, presente y futuro de la utilización de las Radiaciones Ionizantes en Medicina», en conmemoración del Centenario del descubrimiento de los rayos X, en Noviembre de 1895, por Roentgen. Dicha jornada se realizará en colaboración con todas las Sociedades científicas vinculadas con la Física y la Medicina relacionadas con la utilización de las R.I. Aprovecharemos esta ocasión para realizar nuestra Asamblea General anual.

Por último, cabe informaros de que nuestro próximo Congreso Nacional, que se realizará en Córdoba en Septiembre de 1996, está ya en marcha. El Presidente del Comité Organizador, Manuel Gálvez, de la Universidad de Córdoba, ya ha propuesto sus directrices a la Junta Directiva. El Presidente del Comité Científico, Xavier Ortega, de la Universidad Politécnica de Barcelona, ya está preparando el contenido, teniendo presente que ese año se celebrará el centenario del descubrimiento de la radiactividad, por Becquerel. Próximamente, te enviaremos el primer anuncio, que está ya casi confeccionado.

Dijo Machado que se hace camino al andar. Lo importante es no dejar a nadie atrás ¿No os parece?.

**Leopoldo Arranz**  
Presidente





# SIEMENS



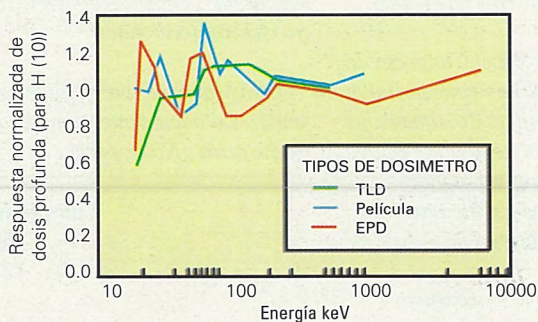
EPD Dosímetro Personal Electrónico

## La seguridad nunca ha sido tan sencilla

El nuevo y compacto Dosímetro Personal Electrónico, combina las necesidades de vigilancia con las funciones adicionales de una unidad de alarma.

El desarrollo en colaboración entre Siemens y NRPB, ha dado como resultado el dosímetro EPD, que proporciona información instantánea más precisa y para umbrales más bajos de dosis, que métodos más complejos utilizados hasta ahora.

- Mide rayos X y radiaciones beta y gamma.
- De acuerdo a los últimos valores ICRU, H<sub>0</sub> (10), H<sub>s</sub> (0,07).
- Alarmas programables, respuesta instantánea e indicación de acuerdo con los criterios ALARA.
- Batería con vida media de al menos doce meses.
- Comunicación con sistemas dosimétricos de registro.



Respuesta comparativa de energía

Siemens, S.A.  
División KWU  
Oronse, 2 - 28020 Madrid  
Tel.: (91) 555 65 00  
Fax: (91) 556 68 40



# LA INVESTIGACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL 4º PROGRAMA MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA (1994-1998)



*El próximo programa específico de investigación en protección radiológica para el Cuarto Programa Marco ha sido adoptado por el Consejo de Ministros el pasado 15 de diciembre (Diario Oficial Nº L 361 de 31/12/94).*

*El programa presenta una serie de cambios importantes en lo que se refiere a su estructura, y al modo de implantación en la Unión Europea.*

*La principal novedad es que se han integrado las actividades principales de Seguridad Nuclear, Gestión de Residuos y Protección Radiológica en un único programa denominado Seguridad de la Fisión*

*Nuclear. El programa incluye, además, trabajos específicos con la Comunidad de Estados Independientes (ex Unión Soviética) para la gestión de consecuencias del accidente de Chernobyl y otras contaminaciones en gran escala.*

*The next research program on Radiation Protection within the Fourth Framework Program of the European Union has been approved by the Council last December (O.I.N L 361, 12/31/94). The program includes important changes in its structure as well as in the way for implementation in Europe.*

*The most important change is that the main activities concerning Nuclear Safety, Waste Management and Radiation Protection have been included in a single program called Nuclear Fission Safety. The program also includes specific work with CIS countries for the management of Chernobyl consequences as well as other significant contaminations in other areas of the former Sovietic Union.*

**Jaak Sinnaeve**  
*Comisión Europea (DGXII)*  
**Francisco Mingot**  
*CIEMAT*  
**Leopoldo Arranz**  
*Hospital Ramón y Cajal*  
**David Cancio**  
*CIEMAT*





### Características del programa

El Programa integrado de Seguridad en la Fisión Nuclear intenta estimular la colaboración en la Unión Europea a la vez que mejorar los conocimientos. En especial la definición común de prioridades deberá contribuir a aproximar puntos de vista respecto a la evolución de la tecnología y a los nuevos avances para mejorar la seguridad.

En este sentido se ha buscado un planteamiento dinámico global considerando, para la mejora y cuantificación del riesgo, el ciclo completo del combustible y junto a ello se han considerado todas las exposiciones a las radiaciones ionizantes incluyendo también a las aplicaciones médicas así como la radiactividad natural y la utilidad de controlar los sucesos del pasado en otros lugares tales como en la nueva Comunidad de Estados Independientes.

La publicación de la convocatoria para la presentación de propuestas ha sido

realizada el pasado día 17 de enero y el programa completo tendrá un nivel de financiación indicativo para los contratos de 127 MECU (Tabla 1).

El programa de I + D relativo a protección Radiológica está incluido en las Áreas D y E.

### PROGRAMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Los funcionarios de la Comisión Europea con la ayuda de expertos invitados han desarrollado el plan de trabajo el cual identifica áreas prioritarias para la investigación.

#### Área D. Impacto radiológico en el hombre y en el medio ambiente

Los diferentes aspectos prioritarios que se incluyen en las Áreas temáticas del programa se indican en la Tabla 2.

Un rasgo principal de la investigación en

este Área será el dar soporte a la combinación de estudios epidemiológicos y mecanicistas diseñados para mejorar, tanto los aspectos básicos, como la cuantificación de los riesgos debidos a la exposición a bajas dosis de radiación acumuladas sobre largos períodos de tiempo.

Otro aspecto prioritario se refiere a la investigación diseñada para mejorar los métodos para la cuantificación de las transferencias de los radionucleídos en el medio ambiente. Ello si bien incluye situaciones de vertidos rutinarios normales se dirige más específicamente a los debidos a situaciones accidentales. Asimismo, se incluyen aspectos de dosimetría interna y externa, mejora de los códigos de análisis de consecuencias así como nuevos enfoques para la percepción del riesgo o su evaluación comparativa para distintas fuentes de producción de energía.

El esfuerzo comunitario será también orientado hacia la reducción práctica de las exposiciones, por ejemplo desarrollando aproximaciones de optimización para uso en la radiología de diagnóstico, nuevos enfoques para las exposiciones potenciales y desarrollo de estrategias genéricas para la restauración ambiental postaccidental.

Varias de las actividades no priorizadas formarán parte de las denominadas acciones concertadas. En las mismas se establecerán actividades de coordinación tendentes a mantener bases de datos y preservar un intercambio adecuado de información dentro de la Unión Europea, con financiación para organizar reuniones e intercambios. En este mismo contexto se

TABLA 1

**DESGLOSE INDICATIVO DE LOS FONDOS**  
(se excluyen los gastos en personal y funcionamiento de la Comisión así como provisión para el experimento Phebus)

		MECU
Área A	Exploración de enfoques renovadores	6.3
Área B	Seguridad de los reactores	29.0
Área C	Gestión y eliminación de los residuos radiactivos y cierre definitivo de instalaciones	37.8
Área D	Impacto radiológico en el hombre y en el Medio Ambiente	43.4
Área E	Control de sucesos del pasado	10.5



**TABLA 2**

**Área D: Impacto radiológico en el hombre y el medio ambiente**

**D1 -Comprensión de los mecanismos de acción de las radiaciones y epidemiología**

- Modelización de la oncogénesis y efectos biológicos relacionados.
- Reparación y recuperación de daños en el ADN y sensibilidad a la radiación.
- Estudios moleculares de la oncogénesis por radiación y predisposición al cáncer.
- Epidemiología de poblaciones expuestas.
- Efectos de la radiación sobre el cerebro "in utero".
- Tratamientos de personas expuestas.

**D2 -Evaluación de los riesgos de la radiación**

- Cuantificación de los parámetros que determinan el flujo de radionucleidos en los ecosistemas.
- Consecuencias a largo plazo de la contaminación accidental en ambientes seminaturales.
- Flujos de radionucleidos artificiales en aguas superficiales y subterráneas.
- Incorporación de radionucleidos y su dosimetría.
- Vigilancia de la irradiación externa.
- Incertidumbre en las predicciones de los códigos probabilistas de consecuencias de accidentes.
- Desarrollo de un sistema soporte para ayuda a la decisión en la gestión de emergencias.
- Percepción del riesgo y comunicación.
- Evaluación comparativa del riesgo de diferentes sistemas energéticos.

**D3 -Reducción de los niveles de exposición**

- Optimización de la protección radiológica para situaciones de exposición complejas.
- Evaluación del riesgo de exposición a los productos de decaimiento del radón.
- Técnicas y estrategias de gestión para la restauración ambiental y sus consecuencias ecológicas.
- Estrategias de optimización para la protección del paciente en radiología de diagnóstico.

desarrollarán también las acciones de formación y entrenamiento (ERPET).

**Área E. Control de los sucesos del pasado**

Dentro del programa de investigación en protección radiológica se emprendió desde 1991 una colaboración con Institutos de Bielorusia, Federación Rusa y Ucrania. Este programa ha incluido diversos proyectos orientados a examinar las consecuencias del accidente de Chernobyl y proporcionar

información relevante para mejorar la gestión de las consecuencias radiológicas de futuros accidentes. Asimismo esos estudios debían mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los radionucleidos en el medio ambiente y sobre los efectos biológicos de las radiaciones.

Esta colaboración continuará en el 4º Programa Marco pero a diferencia de la situación actual formará parte del programa principal con los componentes que se

incluyen en la Tabla 3. El programa intenta implantar las obligaciones que la comunidad internacional ha aceptado hacerse cargo en materia de seguridad nuclear. Las consecuencias del accidente de Chernobyl y otros accidentes así como los vertidos no controlados de materiales radiactivos han dado lugar a contaminaciones importantes. Estas circunstancias constituyen una oportunidad única para iniciar proyectos de colaboración tanto en investigación como en formación. Los objetivos tienden a la





**TABLA 3**  
**Área E: Control de sucesos del pasado**

**E1-Consecuencias de Chernobyl y de otros accidentes**

- Estudio de los efectos sobre la salud y mejora del tratamiento médico.
- Recuperación de territorios seriamente contaminados.
- Gestión y almacenamiento de residuos radiactivos.
- Gestión de emergencias.

**E2-Redes de cooperación**

- Gestión de la información.
- Información al público.

creación de una plataforma operativa para desarrollar estrategias de restauración a largo plazo, el seguimiento de la evolución de la contaminación y la puesta en marcha de proyectos de investigación.

El alcance de las investigaciones será extendida a otras zonas contaminadas en los territorios de la ex Unión Soviética. En particular se incluirán las regiones de Siberia y Kazajistán en las cuales se realizaron ensayos de artefactos nucleares atmosféricos y la región de Mayak en Rusia donde se vertieron cantidades importantes de efluentes radiactivos en el medio acuático.

**Implantación del programa**

El futuro programa de protección radiológica incluirá por una parte proyectos de investigación de coste compartido y por otra las acciones concertadas.

Para los proyectos de coste compartido la idea es proporcionar un mayor nivel de financiación con respecto a lo que ha sido posible en el programa actualmente en curso. No obstante, la contribución de la Comisión Europea

normalmente no excederá del 50% del total de costes imputables. Este nivel puede compararse con el del presente programa que en muchos casos ha sido menor del 20% y en consecuencia sólo ha significado una limitada contribución de la Comisión. Las Universidades y otras instituciones que participan sobre la base de incluir solamente los costes marginales podrán ser financiados al 100% de los mismos.

Como regla general los proyectos de coste compartido deberán incluir como mínimo dos participantes de diferentes estados miembros.

Durante las reuniones de planificación realizadas en el último año y medio ha sido motivo de comentarios el hecho de que el plan de trabajo para las diversas áreas resulta ser demasiado detallado. A este respecto el personal de la Comisión ha argumentado que debido a la intención de financiar menos proyectos pero con una contribución mayor respecto de los costes totales es necesario dar unas guías claras sobre las áreas prioritarias del programa. Ello contribuirá en consecuencia a evitar un

gran número de propuestas que en muchos casos no podrían ser financiadas.

Además de los proyectos de costes compartidos, habrá también trabajos que serán considerados como acciones concertadas. En ellos se pretende considerar aspectos de interés para los países de la Unión Europea aunque no esté previsto financiar de forma directa la investigación. Se trata de un mecanismo que permitirá cubrir los costes de coordinación para mantener el nivel de conocimientos en actividades en curso, el intercambio de información o el desarrollo de un consenso sobre problemas específicos (ver tabla 4). En la tabla se incluyen también los programas de educación y entrenamiento (ERPET) para los cuales se prevé continuar las funciones de coordinación que venía efectuando la Comisión.

Por otra parte se creará también una red temática para cubrir el trabajo del Grupo europeo para el proyecto de efectos tardíos (EULEP), Grupo europeo de dosimetría de la radiación (EURADOS) y la rama europea de la Unión Internacional de Radioecólogos (UIR).

Se ha hecho explícito que la mayor parte del programa será estructurado alrededor de un número limitado de proyectos significativos que integren las actividades de los estados miembros.

En el programa actual se han gestionado algunos proyectos con diversos participantes a través de Contratos de Asociación entre la CE y Centros de Investigación, en concreto el NRPB de Gran Bretaña y el CEA de Francia. Esta



**TABLA 4**  
**Actividades de coordinación (Acciones concertadas)**

**Sub-área D1**

- Efectos hereditarios.
- Inestabilidad genética.
- Respuestas adaptativas.
- Epidemiología de pacientes tratados.
- Protocolos de tratamiento.
- Eliminación corporal de radionucleidos.

**Sub-área D2**

- Análisis de campos de radiación en el lugar de trabajo.
- Dosimetría ambiental.
- Riesgo debido al tritio.
- Grupo de usuarios del código COSYMA.
- Evaluación de la salud e impacto ambiental.

**Sub-área D3**

- Red ALARA (promoción de la optimización).
- Radón (fuentes, vías, acciones de remedio).
- Áreas afectadas por actividades mineras del uranio.
- Adaptación de los conceptos de criterios de calidad a otros exámenes radiológicos.
- Elaboración cuantitativa para el riesgo en relación con la protección del paciente.
- Nuevos desarrollos para la optimización en radiológica de diagnóstico.

**Educación y entrenamiento (ERPET)**

- Cursos avanzados sobre la implantación práctica de los criterios de protección radiológica.
- Entrenamiento de post-grado y post-doctorado en áreas especiales de investigación en protección radiológica.
- Cursos de entrenamiento para promover la aplicación de paquetes de "software" desarrollado en el programa.
- Preparación y distribución de paquetes de información didáctica.

experiencia se ha considerado muy positiva y por ello está previsto establecer, para el nuevo programa, asociaciones con cinco grandes centros europeos. En dos de ellas se incluirán aspectos de radiobiología (GSF de Alemania y NRPB de Gran Bretaña), en otras dos se tratarán los

aspectos relacionados con las consecuencias a largo plazo de contaminaciones accidentales y la restauración del medio ambiente (IPSN/CEA de Francia y CIEMAT de España) y una trataría aspectos de metrología de la radiación (ENEA de Italia).

Estas Asociaciones se desarrollarían como redes temáticas.

La convocatoria para la presentación de propuestas ha sido publicada el 17 de febrero de 1995 (Diario Oficial Nº C12). Existen dos fechas para la presentación de propuestas. La primera de ellas venció el pasado 20 de marzo de 1995 y la segunda el 28 febrero de 1996. Se espera que del orden del 70% de los fondos pueda adjudicarse en la primera convocatoria. En la primavera de 1995 se evaluarán las propuestas de la primera convocatoria y los primeros contratos podrían establecerse a partir de noviembre 1995 con un duración de cuatro años. La segunda convocatoria permitirá a los estados que acaban de ingresar en la Unión Europea desarrollar propuestas con tiempo suficiente.

Durante la planificación de los trabajos futuros se discutió en el Comité de Gestión y Coordinación sobre protección radiológica (CGC10) sobre el papel de los coordinadores en los contratos de costes compartidos. Resulta claro que la Comisión requerirá a los contratistas que especifiquen objetivos, productos a entregar e hitos y que una de las responsabilidades de los coordinadores será el asegurar un progreso efectivo de trabajo. Ello constituye una extensión del papel actual de los coordinadores que, en general, se limitaba a organizar reuniones de coordinación, a reunir los informes de los participantes y a dar una visión general del proyecto. En la práctica, con una financiación casi marginal por parte de la Comisión, hubo poca oportunidad para dirigir realmente el trabajo de otros laboratorios.





# LOS EFECTOS PSÍQUICOS Y SOCIALES DE LAS SITUACIONES POST-ACCIDENTALES: ALGUNAS ENSEÑANZAS DEL ACCIDENTE DE CHERNOBYL

**S**e ha realizado una reflexión sobre las repercusiones psíquicas y sociales en las situaciones post-accidentales caracterizadas por una contaminación importante del medio ambiente. El objetivo es estudiar en mayor profundidad la incidencia que estas repercusiones pueden tener, desde el punto de vista de la protección radiológica, en la elaboración de los nuevos principios y conceptos que podían facilitar el restablecimiento de la confianza entre la población expuesta después de un accidente. Es importante facilitar a la población su regreso, tan pronto como sea razonablemente posible, a condiciones de vida, si no habituales, al menos aceptables, así como prevenir la aparición de una crisis post-accidental. Se propone un cuadro para analizar las diferentes fases que suceden después de un accidente, teniendo en cuenta la respuesta social a las consecuencias y a las contra-medidas.

*Some preliminary considerations on the psychic and societal dimensions related to post-accident situations connected to large scale and heavy land contamination are presented. This is done with the objective of exploring the role that these dimensions could play in the elaboration of new radiological protection principles and concepts in order to restore confidence among affected populations after a nuclear accident. It is important to facilitate the return to normal or, at least, acceptable living conditions, as soon as reasonably achievable, and to prevent the possible emergence of a post-accident crisis. A scheme is proposed for understanding the dynamics of the various phases after an accident, taking into account the collective response to the consequences, as well as, the response to the countermeasures.*

**Jacques Lochard**

Director del Centro de

Estudios sobre la

Evaluación de la Protección

en el área Nuclear. (CEPN)-

BP.48 - F.92263.

Fonetenay-aux-Roses.

Francia.

Traducción del original en

francés: Leopoldo Arranz.

SEPR.



## 1. INTRODUCCION

Después de ocho años del accidente de Chernobyl, cualquier observador atento puede constatar que existe todavía una gran ansiedad entre la población que vive en los territorios contaminados alrededor de la central. Esta ansiedad es debida, esencialmente, a los efectos de la radiactividad sobre la salud y, en particular, sobre la de los niños. Sin que podamos verdaderamente verificarlo, las personas entrevistadas afirman que tienen un número anormalmente alto de efectos somáticos atribuidos todos a la contaminación ambiental. Esto es, de hecho, una preocupación permanente entre la población, que parece no poder olvidar el accidente y sus consecuencias reales, lo que podría conducir a una vuelta a la normalidad. Al final de los años ochenta algunos analistas han propuesto la noción, bastante confusa, de «radiofobia», para intentar explicar la reacción de la población. Las investigaciones a lo largo de los últimos años han mostrado que si «las personas interrogadas expresan su temor y su ansiedad no es nunca en la forma de un miedo irracional y de una angustia insuperable. Estos miedos están siempre apoyados por un discurso racional construido sobre observaciones realizadas por estas personas» (1). Los médicos conocedores de esta situación hablan, a partir de ahora, de «stress agudo y crónico» que se traduce para las personas implicadas en «una situación continua de desadaptación biológica, psíquica y social que exige del organismo, del sistema nervioso y del espacio psíquico un estado de alerta, de tensión y de acumulación de energía permanente que conlleva unos efectos patológicos tanto orgánicos como psíquicos» (1).

Dentro de esta situación de fondo, hay que destacar a algunos centenares de personas, a las que se las llama «samsoioles» (término que se puede traducir por la expresión: «aquellos que se han regulado por sí mismos») que habían sido evacuados en el momento del accidente y que, a pesar de las prohibiciones administrativas, han regresado a sus antiguas residencias. Estas personas, en la mayoría ancianos, y que viven en condiciones económicas difíciles, parecen curiosamente estar en mejor estado de salud psíquica. La actitud voluntarista que les ha conducido a no dimitir ante la situación actual e intentar retomar el curso normal de su existencia sin aceptar la dependencia de las ayudas materiales y financieras de las autoridades, puede ser considerado como un posible medio para restaurar una cierta normalidad en los territorios contaminados.

Este artículo presenta algunas características de la situación post-accidental alrededor de Chernobyl en los planos psicológico y social. Esta presentación se apoya sobre una serie de encuestas realizadas entre 1989 y 1993 entre la población residente en los territorios de las Repúblicas afectadas por el accidente, dentro del cuadro del Proyecto Internacional Chernobyl de la Agencia Internacional de Energía Atómica (2) y del Programa de Evaluación de las consecuencias del accidente nuclear de Chernobyl (Joint Study Project nº 2) de la Comisión de las Comunidades Europeas (3,4,5,6). Consciente de que el contexto económico y político donde el accidente ha irrumpido era muy específico y que la amplitud de la catástrofe ha conducido a unas reacciones muy intensas, parece cada vez más evidente que se pueden sacar numerosas enseñanzas para la gestión de

situaciones post-accidentales mucho más limitadas en el espacio y en el tiempo.

La primera parte del artículo trata de describir ciertos elementos que pueden explicar el clima de ansiedad que domina entre la población de los territorios contaminados. Estos elementos revelan, además de la percepción de la situación, ciertos efectos perversos inducidos por la aplicación de contramedidas de carácter administrativo o financiero. En la segunda parte, se aborda la problemática del regreso a la normalidad desde la perspectiva de la gestión post-accidental realizada a fin de facilitar el restablecimiento de la confianza entre la población.

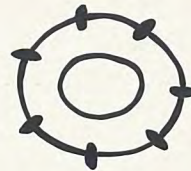
## 2. LAS ENSEÑANZAS DE CHERNOBYL

### 2.1 La aceptabilidad de la situación post-accidental.

Los conocimientos de los efectos psíquicos de los accidentes con escapes radiactivos, así como los conocimientos de la percepción del público y de las características de la aceptabilidad de las situaciones post-accidentales eran muy limitados antes del accidente de Chernobyl. Esto explica en gran parte el hecho que el recurso a los conceptos desarrollados en el cuadro clásico de la percepción de los riesgos (o incluso en el cuadro de gestión de la crisis) no ha aportado respuestas satisfactorias para entender tanto las evoluciones como la actitud de la población implicada.

Al final de los años 80 se adelantaron explicaciones fundamentadas en la observación de que el público era generalmente desconfiado en relación a las informaciones oficiales: Los medios de comunicación al





ser propensos a extender noticias alarmistas, muchas veces sin fundamento, y las controversias entre expertos, en relación a la naturaleza y la amplitud de medidas a tomar, han supuesto un impacto muy negativo sobre la confianza general de la población. Aunque hay que tener en cuenta estos factores, ellos solos no explican de una forma eficaz cómo un stress agudo ha podido apoderarse de la gran mayoría de personas.

Las entrevistas realizadas a un gran número de habitantes de los territorios contaminados han permitido poner en evidencia un cierto número de preocupaciones y de incógnitas que parecen tener un papel importante en la formación de la ansiedad.

**La petición de garantía.** Habida cuenta de los conocimientos muy limitados de la población sobre los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la salud y de su percepción de la contaminación real del medio ambiente, existe una exigencia de tener una garantía científica en relación a las posibilidades de continuar viviendo sin riesgo en las zonas contaminadas. Esta petición legítima es evidentemente difícil de satisfacer, en la medida en que los mismos científicos no se ponen de acuerdo en cuanto a los efectos de la exposición a bajas dosis de radiaciones ionizantes. Incluso si los niveles de exposición son relativamente bajos, ateniéndonos a la «duda y a la prudencia» no se puede aportar a la población expuesta una garantía absoluta en relación a la ausencia total de riesgo. En definitiva, la población tiene mucha dificultad en aceptar esta postura consistente, por una parte, en estar tranquilos en base a una íntima convicción, y por otra, en ser incapaz de afirmar, sin ambigüedades, la inocuidad de las exposiciones.

**La referencia a la norma.** Aunque el concepto del límite de exposición no se aplique a las situaciones post-accidentales, parece imposible no referirse a los valores establecidos para la protección del público o de los trabajadores profesionalmente expuestos en las situaciones normales de funcionamiento. En efecto, la población no acepta del todo la idea de diferenciar el tratamiento de estos dos tipos de situaciones. En este sentido, parece que la población busca, refiriéndose a las situaciones normales, reducir al máximo esta diferencia. Se trata de una actitud que consiste en negar el carácter excepcional de la situación.

**La focalización en la contaminación.** Incluso si el mejor indicador de riesgo, aunque no refleje directamente el nivel de contaminación, es la dosis (interna y externa) recibida por los individuos, no es menos cierto que es el nivel de contaminación quien constituye la verdadera dimensión del riesgo «padecido» por la población. Los debates que han tenido lugar en la URSS durante los últimos años han puesto de manifiesto que los conceptos usuales de dosis han resultado ser ineficaces para la puesta en marcha de los niveles de intervención y han sido difíciles de entender por el público. En efecto, el concepto de dosis hace intervenir nociones de ponderación, según los órganos irradiados o, más aún, nociones de integración en el tiempo (la dosis puede estar calculada, por ejemplo, para un año, para varios años o para la vida entera) lo que induce a numerosas confusiones cuando se trata de estimar el riesgo según los diferentes valores estimados. Sin embargo, el nivel de contaminación constituye una medida puntual y parece fácil su utilización ante la puesta en marcha de las contramedidas.

La focalización en la contaminación es igualmente importante porque para la población tiene un efecto de «traza», tanto en el tiempo como en el espacio. Es la prueba de la existencia del accidente. La manifestación concreta de esta contaminación, tomada como medida del riesgo para la población, se traduce en la existencia de restricciones o prohibiciones puestas en práctica en las zonas contaminadas. Desde entonces, la aversión al riesgo de la población aparece directamente asociada a estas restricciones y a los niveles de contaminación que amparan. Existe, por ejemplo, en las zonas más contaminadas, muchas peticiones para el realojamiento incluso si las dosis estimadas para estas zonas son inferiores a las de otras zonas donde el nivel de contaminación del suelo es más bajo.

**La aparición del tiempo como problema.** Otra consecuencia importante de la contaminación del medio ambiente por radioelementos de largo periodo es la confrontación de las poblaciones con el tiempo. Esta dimensión temporal surge directamente en la vida cotidiana a través de la existencia de restricciones asociadas a la contaminación que recuerdan a cada uno, en todo instante, la presencia de la traza radiactiva, una de cuyas propiedades intrínsecas es la extensión en el tiempo, la duración.

El hombre está confrontado con el tiempo cíclico del reloj, de las estaciones, etc., pero fundamentalmente vive en el olvido de su propio fin, es decir, que cada día se acerca más a la muerte. Sólo a medida en que este olvido se instale en la preocupación cotidiana, se conseguirá hacer soportable el transcurrir del tiempo. La traza radiactiva, manifestándose como «pura



duración» (del orden del siglo, en el caso del Cesio) recuerda a cada individuo su propio final. Esta presencia engendra una angustia que tiende a ser proyectada sobre sus descendientes. Así, se podría explicar seguramente la exageración que existe en cuanto a la percepción de los riesgos en relación a los niños y en cuanto a la demanda de realojamiento de la mayoría de familias con niños pequeños, aunque estos últimos hayan nacido varios años después del accidente. Esta actitud ilustra la inadecuación de la dosis como indicador de la apreciación del riesgo por el público dado que, en base a los cálculos efectuados en relación a la evolución en los próximos decenios, la exposición global de los niños es prácticamente nula.

## 2.2 Los efectos perversos de las contramedidas.

Las observaciones en el terreno han puesto de manifiesto efectos paradójicos de numerosas contramedidas adoptadas para proteger la población de los efectos de la radioactividad y para restaurar condiciones de vida más normales.

**Los efectos del «zonaje».** La puesta en marcha de contramedidas conlleva automáticamente el definir diferentes zonas para su aplicación en el espacio. Ahora bien, desde el punto de vista de la aceptabilidad por parte del público, los efectos del «zonaje» se revelan desastrosos, en la medida en que inducen a comportamientos de exclusión, muy parecidos a los que se han descrito para el «ghetto». Se encuentran, en efecto, alrededor de Chernobyl, problemas asociados al hecho de pertenecer o no a una zona contaminada, de entrar o salir de ella, de ser originario de ella, de instalarse

en ella, etc. Asimismo están asociados a este efecto, por una parte, el marcado del terreno (exclusión de algunas zonas que se pueden interpretar como pérdida de espacios) y, por otra parte, el marcado de las poblaciones. Incluso si éstas no son evacuadas definitivamente, la existencia de una zona contaminada y delimitada puede conllevar una pérdida de identidad de la población en la medida en que las referencias al medio ambiente anterior no pueden ser ya de la misma forma.

Si, por una parte, la experiencia demuestra que conviene limitar al máximo la duración de la primera fase de la gestión post-accidental, a fin de permitir un «regreso a la normalidad» lo más rápidamente posible, por otra parte parece que hay que ser muy prudente a la hora de establecer las zonas en las áreas contaminadas, habida cuenta de los efectos negativos ocasionados por la existencia de tales límites territoriales.

**Los efectos del sistema de compensación.** Las leyes de compensación, introducidas al principio de los años noventa por las autoridades ucranianas, constituyen otro efecto perverso inducido por una medida que en principio se adoptó con vistas a aliviar a la población. De hecho, los diferentes mecanismos de compensación contribuyen a desarrollar un sentimiento muy marcado de celos entre las diferentes poblaciones beneficiadas que se encuentran, por dicho motivo, encerradas en un status aparte, que las aísla todavía más del resto de la población.

El sistema de compensación, a base de un conjunto de medidas complicadas de primas, de ventajas, de favores, de exoneraciones, etc., refuerza la presencia de la

situación post-accidental e interviene como un factor que aumenta la importancia de la contaminación sobre el terreno. No sólo el sistema desarrolla un fenómeno de segregación que conduce a los asistidos a recogerse sobre ellos mismos y a aislarse, sino que contribuye, por añadidura, a que las personas adopten una posición de pasividad, que no ayuda para nada al proceso de recuperación y olvido de los traumatismos del pasado.

**Las perturbaciones del tejido social.** La puesta en marcha de contramedidas es, en general, un factor de desestabilización del tejido social. Asistimos, en efecto, a «movimientos de población»: unos se van para escapar de la radiactividad, otros llegan, entre ellos los «administrativos» encargados de la puesta en marcha de contramedidas en las zonas contaminadas. El gran número de controles de todo tipo y de vigilancias refuerzan el sentimiento de vivir en condiciones excepcionales. Además, estos movimientos tienden a romper los equilibrios tradicionales entre los grupos de población (los jóvenes y los viejos, por ejemplo) así como las categorías socioprofesionales. El conjunto de estas modificaciones parecen tener un efecto directo en el sentimiento de inseguridad ambiental reforzada por la pérdida de referencias sociales.

Las consideraciones anteriormente indicadas sólo explican parcialmente la complejidad de la situación post-accidental de Chernobyl. No obstante, permiten delimitar, en grandes líneas, los factores que han podido influenciar en la formación de la ansiedad y del estrés que se ha instalado progresivamente en los territorios contaminados y que ha hundido a la población en una grave crisis post-accidental. La identifi-





cación de estos factores y su análisis permiten comprender mejor los mecanismos sobre los cuales reposa la aceptabilidad y, a partir de ahí, los elementos sobre los cuales toda estrategia de comunicación debe apoyarse para tener alguna eficacia. Es evidente que las dificultades a las que han estado confrontados los poderes públicos, como las autoridades locales, provienen, en gran medida, de una reducción del problema a los aspectos esencialmente sanitarios y a la utilización de un formalismo que, si bien desde el punto de vista científico es correcto, tiene poca relación con la vivencia cotidiana de la población.

### 3. LA PROBLEMATICA DEL REGRESO A LA NORMALIDAD

#### 3.1 La dinámica de los accidentes

Desde el punto de vista de la gestión de los accidentes, se distinguen dos fases principales:

- La situación de urgencia que sigue de inmediato al accidente y durante la cual se puede poner en marcha una serie de medidas de acuerdo con los planes de emergencia previstos
- La situación post-accidental, a lo largo de la cual se adoptan contra-medidas de acuerdo con los principios de justificación y de optimización en relación a las condiciones particulares que resultan del accidente.

Este esquema simple no refleja, más que aproximadamente, la dinámica de un accidente desde el punto de vista de la actitud de la población implicada y conviene considerar, teniendo en cuenta las dimensiones

psicosociales, una sucesión de fases caracterizadas por su duración, por el comportamiento colectivo de los grupos de población afectados por el accidente así como por del resto de la población.

La primera fase, llamada «fase refleja», corresponde a la puesta en marcha de las medidas de urgencia previstas con antelación. El impacto psicológico de esta fase inicial sobre las víctimas, como sobre la población en general, depende sobre todo de la manera en que se percibe la aplicación de estas medidas de urgencia y, especialmente, de su rapidez de ejecución y eficacia aparente. El nivel de preparación de los equipos de intervención así como el nivel de educación del público son, evidentemente, elementos esenciales para el éxito de esta «fase refleja» donde la percepción de cómo se desarrolle este proceso influirá en el impacto de las fases posteriores.

La fase siguiente, calificada como «fase de heroísmo», es aquella en la que se expresa la reacción de solidaridad de la población afectada y la del público en el exterior de la zona accidentada (reacción solidaria frente a las víctimas). Al lado del sentimiento inevitable de rebelión, que normalmente gira entorno al debate social sobre las causas y las responsabilidades del accidente, los actos de heroísmo para salvar a ciertas personas y para eliminar los graves peligros que continúan amenazando, contribuyen a desarrollar entre la población, especialmente en aquella que no ha padecido directamente el accidente, un poderoso sentimiento de solidaridad fundamentado sobre la identificación con las víctimas.

La experiencia en los accidentes industriales de gran amplitud muestra que durante

esta fase, generalmente bastante corta, tanto las personas afectadas como la sociedad en su conjunto, son capaces de soportar restricciones excepcionales y, en particular, de afrontar riesgos muy superiores a aquellos que se toleran en condiciones normales.

A la fase de heroísmo le sigue normalmente una «fase de aceptación» del accidente, dominada por la gestión de la situación post-accidental. Desde el punto de vista técnico el objetivo de este período transitorio es el de controlar el riesgo residual para la población, reparar si es necesario los daños físicos y sanitarios y restaurar el medio ambiente. Esta fase puede compararse a una convalecencia a lo largo de la cual la sociedad recupera progresivamente las condiciones de vida anteriores. El aspecto más importante de esta fase es el papel que juega ésta en el proceso de convertir en símbolos a las víctimas y a los héroes y que contribuye a la construcción de una memoria colectiva, indispensable para asegurar la aceptabilidad del accidente y de sus consecuencias. Esta última dimensión puede semejarse a un duelo colectivo que concierne a la población directamente afectada así como al conjunto de la sociedad. Como a lo largo de la fase precedente, las personas son capaces de soportar restricciones inhabituales pues persiste la esperanza a un próximo regreso a las condiciones normales.

“El regreso a la normalidad,” que caracteriza la siguiente fase, marca el final de la situación de perturbación abierta por la irrupción del accidente. En este momento las funciones sociales más importantes pueden restaurarse y la población está ya en situación de olvidar el accidente y sus consecuencias así como de volver a la vida cotidiana. Esta actitud no significa que la sociedad se comporte como si nada hubiera



ocurrido, sino al contrario, viene a significar que el accidente, y las lecciones que se deben sacar en consecuencia para el futuro, se han integrado completamente a los niveles técnicos, organizativos e, incluso, simbólicos.

La evolución descrita más arriba puede considerarse como ideal. En la realidad, es más que probable que ciertos elementos puestos en evidencia no emerjan y no jueguen un papel reparador en el proceso de vuelta a la normalidad. Incluso es posible, como se ha podido constatar en el caso de Chernobyl, que la evolución desemboque en una crisis post-accidental fundamentada principalmente en el rechazo de la situación por parte de la población afectada, incluso de la misma sociedad en su conjunto, habida cuenta de la gran ansiedad de los individuos. Los mecanismos que conducen a las fases de rechazo y de rebelión (al final de la fase de solidaridad) en lugar de llegar a una fase de aceptación, no están todavía bien identificados. Parece que la aparición de una rebelión es el resultado de un conjunto de factores que superan largamente los aspectos psicológicos, por lo que hay que considerar tanto el contexto económico, social y político, como el nivel de educación, de información y de preparación de la población, así como la amplitud del accidente y la expansión de sus consecuencias en el espacio y el tiempo.

Es evidente, por ejemplo, que en el caso de Chernobyl, el contexto económico-político de los años ochenta ha jugado un papel determinante en el desarrollo de la crisis. Además, la amplitud del accidente, debido a la gran superficie de territorios gravemente contaminados, al elevado número de personas expuestas a dosis

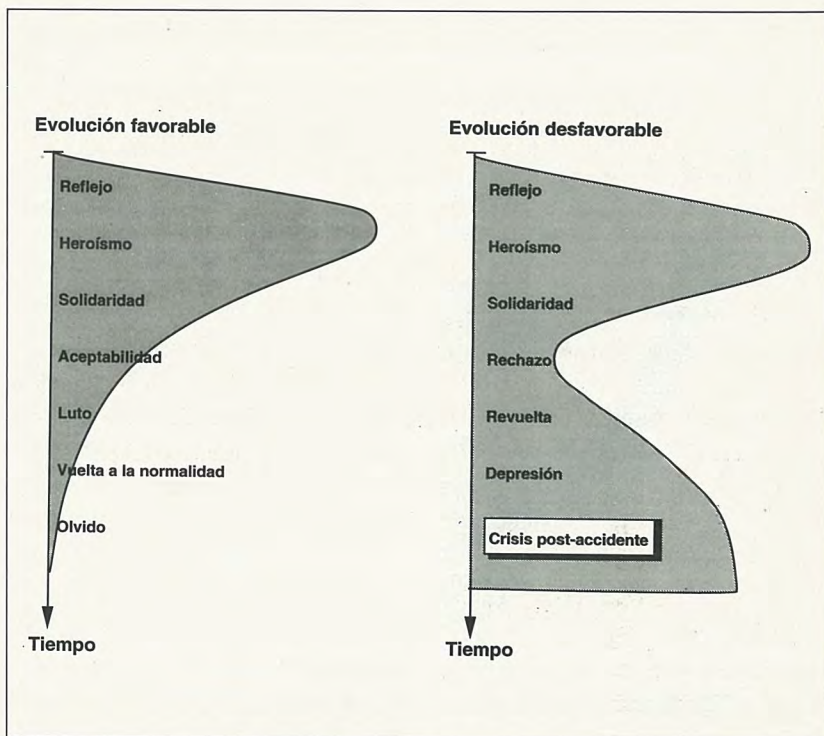


Figura reproducida de la publicación "Health Physics" con el permiso de la "Health Physics Society".

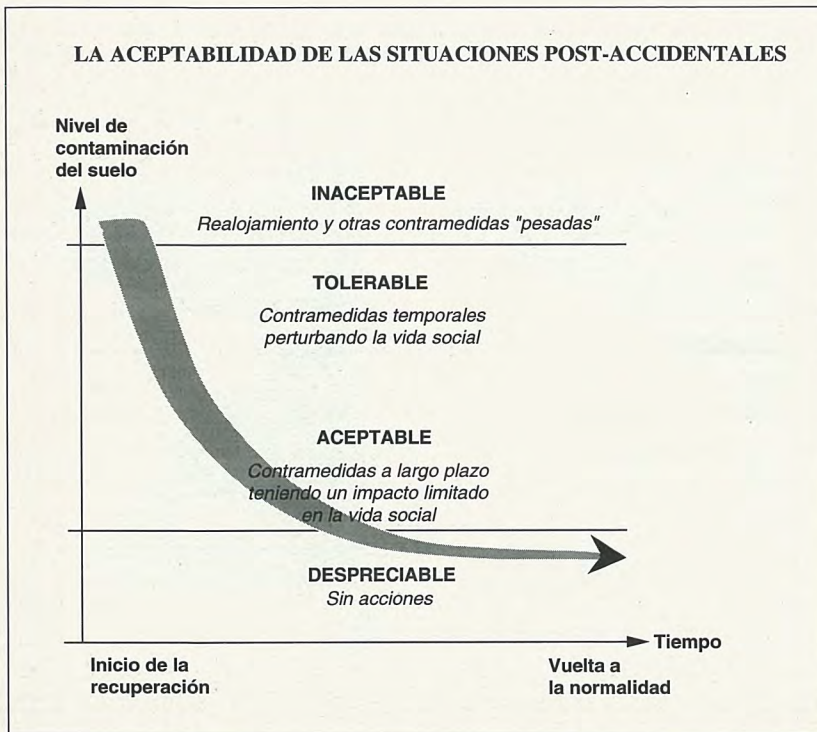
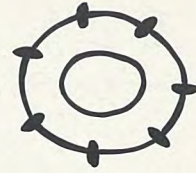
muy altas antes de ser evacuadas o realojadas, así como a los elevados presupuestos económicos para intentar restaurar una situación casi normal, han contribuido a construir muy rápidamente una imagen colectiva más cerca del desastre y de la catástrofe que de un accidente. Es interesante destacar que numerosos habitantes de las zonas contaminadas hablan del accidente y de la situación post-accidental con un vocabulario típico de tiempos de guerra. Empíricamente, es posible afirmar que una perturbación severa, que se desarrolla sólo durante algunos días, no afecta seriamente a las estructuras sociales. Pero a partir de algunas semanas, las dificultades tienden a multiplicarse y, después de algunos meses, cuando los límites de resistencia se sobrepasan, aparece una cri-

sis social.

### 3.2 La crisis post-accidental en Chernobyl

Los diferentes factores psicológicos y sociales, identificados anteriormente, permiten proponer una interpretación de los mecanismos que han podido favorecer el desarrollo de la crisis post-accidental en Chernobyl en conjunción con los eventos sociales y políticos que han marcado la evolución del contexto local y nacional al filo de los años que siguieron al accidente. Las entrevistas con los habitantes de los territorios afectados han puesto en evidencia las características específicas de estos eventos, que han dejado una impronta profunda sobre la representación mental del accidente y de sus consecuencias y que





*Figura reproducida de la publicación "Health Physics" con el permiso de la "Health Physics Society".*

finalmente han estructurado la comprensión de la situación y los comportamientos individual y colectivo de la población.

Para entender mejor la dinámica que ha presidido la emergencia de la crisis es necesario distinguir el periodo de gestión «soviético», de 1986 a 1990, del periodo «nacional» a partir de 1991, caracterizado por la toma de posesión de las Repúblicas afectadas (Bielorrusia, Rusia y Ucrania).

El primer periodo puede caracterizarse por una relativa ausencia de protección eficaz de las personas afectadas. Las evacuaciones y la distribución de lodo fueron organizadas demasiado tarde y, en general, la población víctima de la nube radiactiva recibió dosis relativamente altas. Este hecho podía explicar la aparición, a lo largo de los años más recientes, de un exceso significativo de pato-

logías tiroideas y de otras afecciones constatadas por los médicos. Es probable que las deficientes condiciones de vida y el estrés generalizado, que mencionamos anteriormente, sean factores que hayan agravado el estado sanitario de la población y que hayan podido favorecer diversas manifestaciones psicosomáticas. Otro elemento a tener en cuenta es el contexto de secreto y censura que fue favorecido por las autoridades de la primera época. Este contexto ha contribuido, por una parte, al desarrollo de una gran desconfianza entre la población y, por otra, a la ocultación de los efectos potenciales del accidente. Globalmente puede constatar que el proceso de creación de símbolos no se ha realizado y que la población confunde los efectos atribuidos a las exposiciones recibidas en la época del accidente con los efectos potenciales de las exposiciones aso-

ciadas a la contaminación residual de los territorios. La ocultación de la importancia del accidente y de sus efectos diferidos, asociados al hecho de que la población está siendo afectada permanentemente por la puesta en marcha de contra-medidas, se traduce en una focalización sobre la situación post-accidental y en una sobreestimación de sus efectos potenciales. Además, la presencia de alrededor de 800.000 «liquidadores» (encargados de acabar con la contaminación), diseminados entre la población en general, es un factor de perturbación suplementario en la medida en que, por su vulnerabilidad mayor en relación a su salud, mantiene la inquietud y en la medida también en que por cualquier deterioro de su estado de salud se refuerza la percepción distorsionada de la población entre los efectos del accidente y aquellos de la situación post-accidental.

El segundo periodo está fundamentalmente marcado por el contexto político caracterizado por una voluntad de desmarcarse de la gestión centralizada «soviética» y dirigirse hacia un sistema democrático. En tal contexto, la demagogia sobre la defensa de las víctimas de Chernobyl ha conducido hacia una focalización, casi de manera exclusiva, de la situación post-accidental, reforzando así la ocultación de los efectos directos del accidente. Las leyes adoptadas por las Repúblicas, al principio de los años noventa, ponen un gran peso en los sistemas de compensación, más bien generosos, supuestamente financiados por el poder central en concepto de indemnización. Aparte del hecho de que el poder central no aseguró nunca la financiación, estos sistemas de compensación, que se estructuraron alrededor de los niveles de contaminación residual en el medio ambiente, han tenido, como consecuencia,



efectos perversos entre la población, como vimos anteriormente, y han reforzado la idea de que el riesgo está asociado, en principio, al hecho de vivir en territorios contaminados.

Globalmente, esta sucesión de periodos así como las interacciones mentales que las diferentes informaciones, acciones o decisiones (como la ausencia de éstas) han llevado a la gran mayoría de la población a atribuir los efectos diferidos de la fase accidental a la fase post-accidental. Todos los males que debe soportar la población han sido así atribuidos a la contaminación residual instalada durante mucho tiempo y, en estas condiciones, el sentimiento que domina es que las dificultades no pueden sino aumentar con el paso del tiempo. Se puede apreciar la percepción de la situación como potente factor de refuerzo del estrés y una verdadera trampa mental de la que resulta difícil escaparse. Se pueden también apreciar los «estrags», a medio plazo, causados por una ausencia de información objetiva a la población sobre los riesgos verdaderos del accidente.

### 3.3 La aceptabilidad de las situaciones post-accidentales

Aunque limitadas, las enseñanzas que se pueden sacar del análisis de la situación en Chernobyl son ricas a dos niveles: a) la estrategia de la comunicación en caso de accidente y, lo que es también importante, b) la integración de estas enseñanzas en los procesos decisivos que conciernen a la fijación de objetivos de protección y a la selección de las medidas, con el fin de restaurar la confianza y asegurar la aceptabilidad de las situaciones post-accidentales de una

forma progresiva.

Es evidente que la dimensión temporal, y en particular la elección del momento para desencadenar cualquier acción así como la definición de su duración, es de una importancia primordial para asegurar el proceso de simbolismo indispensable en la labor de duelo colectivo que debe desembocar en la aceptación de la situación, aunque esté caracterizada por un nivel anormal de contaminación del medio ambiente. Por ejemplo, es bastante evidente que una evacuación temporal de una parte de la población no puede continuar durante mucho tiempo después de la fase de solidaridad. A continuación hay que prever su realojamiento por lo que conviene evaluar el tiempo límite en que resulte inaceptable para la población el considerar un regreso. De una manera general, es indispensable tener en cuenta la dinámica del accidente para tomar las decisiones óptimas, conservando suficientemente la flexibilidad para adaptarse a las evoluciones, no previsibles a priori, en relación a los efectos indirectos de las contra-medidas.

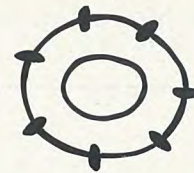
La experiencia de Chernobyl muestra que, a partir de un cierto nivel de contaminación del medio ambiente, la situación es inaceptable y que conviene realojar a los habitantes en otros lugares, así como «congelar» los territorios afectados. Esta situación se aplica fácilmente cuando el nivel de exposición es susceptible de que aparezcan efectos deterministas, pero debe ser también considerada cuando no sea posible mantener íntegramente las funciones sociales básicas. En el lado opuesto de estas situaciones inaceptables, es posible definir, en teoría, un nivel de exposición residual por debajo del cual el riesgo puede considerarse como despreciable. Esta situación

debe caracterizarse por la ausencia total de restricciones a nivel de la vida cotidiana condición para que la población pueda olvidar el accidente así como sus consecuencias al final del proceso de creación de símbolos y de duelo, marcando así el regreso a la normalidad.

Entre estas dos situaciones (inaceptable y despreciable) se puede definir un conjunto de situaciones, calificadas como tolerables, que se caracterizan por la existencia de restricciones en el tiempo y el espacio sobre la vida cotidiana tanto en el área de la producción, de la distribución y del consumo de mercancías, como en aquellas relacionadas con la organización de la sociedad como, por ejemplo, la educación, la salud, los transportes o el ocio colectivo. Estas medidas, a la fuerza temporales, deben estar ajustadas en función de la evolución de la situación sobre el plano radiológico y deben estar acompañadas de una estructura de vigilancia y de control que aseguren una transparencia completa, desde el punto de vista de los riesgos residuales para los diferentes grupos sociales. Esta transparencia debe, igualmente, prevalecer en cuanto a la eficacia esperada y al coste social de las contra-medidas.

La principal dificultad en relación al plazo de la gestión de las situaciones post-accidentales concierne a la fijación de valores numéricos que puedan servir de referencia para definir si una situación debe ser juzgada como inaceptable, tolerable o despreciable. Varias consideraciones deben tenerse en cuenta en este proceso de cuantificación. Para empezar, la experiencia de Chernobyl muestra que es imposible fijar valores de referencia para estructurar los procesos decisivos sin tener en cuenta, de una





manera o de otra, valores de referencia que determinen la aceptabilidad de las situaciones definidas como normales para el público y los trabajadores. Por otra parte, el dominio de las exposiciones pasa inevitablemente por el control de las diversas fuentes de exposición y resulta difícil considerar planes de acción genéricos y sencillos que puedan aplicarse a amplios segmentos de la población.

#### 4. PERSPECTIVAS

Las consideraciones que preceden muestran la complejidad de la gestión de las situaciones post-accidentales, gestión que debe conciliar a la vez los imperativos de la protección radiológica y el necesario conocimiento de las dimensiones psicológico-sociales. Tener en cuenta únicamente la lógica de la radioprotección puede conducir a una situación difícil en el plano psíquico, teniendo en cuenta los efectos perversos de numerosas contramedidas que refuerzan los sentimientos de exclusión y mantienen la duda sobre los peligros que están realmente en juego. Al contrario, dar prioridad a los factores psíquicos y sociales puede desembocar en serias dificultades en relación a la protección de las personas, si estas últimas no son plenamente conscientes de los mecanismos de exposición y de las fuentes radiactivas que subsisten en el medio ambiente. Así se ha podido constatar que en algunas zonas contaminadas alrededor de Chernobyl, en las que la población parecía haber encontrado un modo de vida prácticamente normal, las exposiciones individuales tenían tendencia a aumentar significativamente.

El problema que se plantea para la restauración de las condiciones normales de vida en los territorios contaminados por causa de

un accidente es el de encontrar modalidades colectivas de tomas de conciencia del riesgo radiológico residual que lleven a una situación aceptable sobre el plan psíquico y social. Tal perspectiva no parece sostenerse salvo que, a pesar de la aplicación de contra-medidas perdurables en el tiempo, sea posible instaurar una toma de conciencia individual y colectiva del riesgo residual. En contrapartida, las personas implicadas deben estar en condiciones de gestionar, de forma activa y voluntaria, su nivel de exposición en función de su propia condición de vida. En el plano colectivo, los medios para gestionar el riesgo (conceptos, instrumentos de evaluación, equipamientos, presupuestos, etc.) deben estar a disposición de la población implicada. Esta gestión es justo la contraria de aquella que ha inspirado a los sistemas puestos en funcionamiento por las autoridades de las Repúblicas afectadas por el accidente de Chernobyl, en los que las personas expuestas se beneficiaban de unas compensaciones por el riesgo que sufrían, compensaciones que, por otra parte, refuerzan la percepción de este riesgo objetivándolo bajo una forma financiera o de ventajas en especie.

En la práctica, se debe adoptar un enfoque que conduzca al compromiso sobre el terreno de una gestión de optimización de la radioprotección, al nivel más cercano a los individuos (escuelas, fábricas, etc.), con un sistema global para asegurar la coherencia de las decisiones y la utilización racional de los medios materiales y financieros disponibles. Este enfoque debería completarse con mecanismos de control y de regulación aptos para favorecer la instauración de un clima de confianza social indispensable. Estos mecanismos deberían reposar en la base de exigencias éticas a fin de asegurar la claridad de los objetivos, la transparencia de

los procesos decisorios y la independencia de las autoridades de control así como la responsabilización de todos los actores y, en primer lugar, la población afectada. La respuesta a la pregunta «¿Podemos vivir aquí?» pasa necesariamente por un trámite de transparencia que es el punto de partida indispensable para la adquisición de una verdadera cultura del riesgo residual basado en la responsabilización de la población frente a este riesgo.

#### References

- 1 HERIARD DUBREUIL G., Un premier bilan des effets psychiques et sociaux de l'accident de TChernobyl. Radioprotection, Vol 29, September 1994.
- 2 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The International Chernobyl Project: Technical Report, IAEA, 1991
- 3 LOCHARD J., SCHNEIDER T., Réflexion sur l'acceptabilité sociale et les conséquences économiques d'un accident nucléaire. Rapport CEPN n° 191, Avril 1992.
- 4 ALLEN P. Social and Psychological Factors of Chernobyl aftermath. Robens Institute, University of Surrey, Guildford, 1993.
- 5 DROTT-SJÖBERG B.M. Pilot Study in Novozybkov, Russia. Center for Risk Research, Stockholm School of Economics, 1992.
- 6 LOCHARD J., PRETRE S. Intervention After Accidents: Understanding the social impacts. In: Radiation Protection on the Threshold of the 21 st Century, Proceedings of an NEA Workshop, 11-13 January 1993, Paris.





# OBJETOS DE TEST EN TOMOGRFÍA AXIAL COMPUTARIZADA. APORTACIONES AL PROTOCOLO ESPAÑOL SOBRE CONTROL DE CALIDAD EN TAC

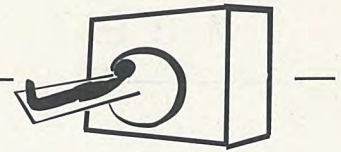


*En la versión provisional del protocolo Español sobre los aspectos técnicos del Control de calidad en Radiodiagnóstico, SEFM-SEPR 1993, se dedica un apartado al Control en Tomografía Axial Computarizada estableciendo un total de once parámetros técnicos del equipo a examen. En el presente trabajo se expone la aplicación práctica de este protocolo empleando diferentes objetos de test, así como diferentes aportaciones que a juicio de los autores sería conveniente tener en cuenta en la versión final del Protocolo Español.*

**J. Ignacio Villaescusa**  
**J. Manuel Campayo**  
Unidad Técnica de  
Protección Radiológica  
Logística y  
Acondicionamiento  
Industriales, S.A. LAINSA  
Palleter, 13  
46008 - VALENCIA

*In the provisional version of the Spanish Protocol about the technical aspects of Quality Control in Radiodiagnostic, SEFM-SEPR 1993, it is dedicated a section to Computerized Axial Tomography, establishing a total of eleven technical parameters of the equipment for examination. The present work describes the practical use of the Protocol using various types of Test Object. The authors also propose new tests that should be considered in the final version of the Spanish Protocol.*





## INTRODUCCION:

Los comienzos de la tomografía axial computarizada (TC) datan de 1970 cuando en el Hospital de Wimbledon (Gran Bretaña) consiguen la primera imagen del cráneo por medio de esta técnica (1). Desde entonces la TC ha pasado de ser una técnica de gran sofisticación a formar parte de las muchas herramientas de que dispone el radiólogo en un Servicio de Radiodiagnóstico. La proliferación de equipos y las altas dosis de radiación que pueden llegar a recibir los pacientes han determinado que la tomografía computarizada sea una de las técnicas que en mayor medida contribuyen al incremento en la dosis colectiva de la población desde la Radiología médica. Por todo ello la necesidad de la implantación de un programa de control de calidad en TC es evidente.

El Protocolo Español de Control de Calidad de estos equipos (2) da respuesta a

esta necesidad y analiza entre otros los cuatro parámetros fundamentales para averiguar el estado de la máquina: ruido de la imagen, espesor efectivo de corte, resolución espacial y dosis de radiación. El principal problema a afrontar en el momento de iniciar el control de calidad es la elección adecuada de maniquies u objetos de test. En nuestro caso hemos optado por el diseño y construcción de unos objetos de test teniendo en cuenta las especificaciones que diversos protocolos internacionales (3,4,8) y el mismo Protocolo Español (2) proponen y que sirven para evaluar la calidad de la imagen. La descripción de estos objetos de test será también parte del presente trabajo.

## DESCRIPCION DE LOS OBJETOS DE TEST

El objeto de test de la figura 1 es un cilindro de PVC de 20 cm de diámetro con una apertura en uno de los lados para permitir su llenado con agua o aire según convenga al test a realizar.

El maniquí de la figura 2 representa un cilindro de perspex de 5 cm de diámetro también con una apertura en uno de los lados con idéntico propósito que en el caso anterior. Este maniquí más pequeño se utiliza para testear técnicas de reconstruc-

ción y filtros de corte de haz apropiados para campos reducidos. Se ha de utilizar este objeto de test pequeño si la unidad de TAC se dedica a estudios de miembros o es empleada para estudios pediátricos.

El objeto de test de la figura 3 es un bloque de metacrilato con agujeros de diferente diámetro. El espaciamiento entre agujeros debe ser tal que el espacio entre centro y centro sea igual al doble del correspondiente diámetro, siendo el diámetro más pequeño de 0,1 cm. Este objeto de test también incorpora cilindros con materiales de densidades próximas pero no iguales. Este objeto también tiene una serie de agujeros espaciados 1 cm y dispuestos en forma de cruz.

La cápsula de la figura 4 está realizada en metacrilato con un sistema de cierre de muelles que permite colocar en su interior una batería de dosímetros de termoluminiscencia para realizar las correspondientes medidas dosimétricas.

Por último, el objeto de test de la figura 5 es un bloque de metacrilato lleno de agua con varios alojamientos cilíndricos. Estos huecos cilíndricos están llenos con diferentes materiales plásticos con coeficientes de atenuación bastante distintos. El número de huecos debe ser suficiente como para que se pueda hacer un buen ajuste a una recta.

Para verificar el avance y el indexado de la mesa se utiliza una placa fotográfica tipo «polaroid 55» que proporciona simultáneamente un positivo y negativo de la imagen obtenida. Esta placa se acopla a un útil de acero inoxidable con punteros para fijar el posicionamiento laser.

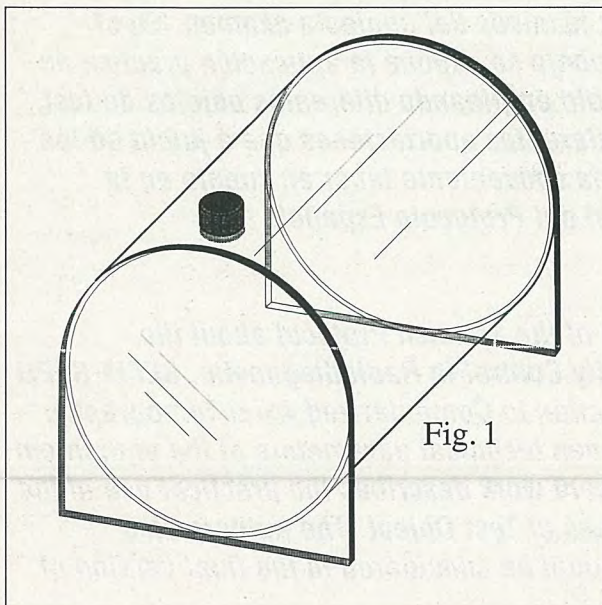


Fig. 1



## PARAMETROS TECNICOS

### \* Nivel de ruido de la imagen.

Con el maniquí de la figura 1 lleno de agua se efectúa un barrido con rangos de exposición normales. Se obtienen los números CT para una «región of interest» (ROI) de unas 100 celdillas o pixels en la zona central de la imagen, estimándose de esta forma la desviación típica en unidades Hounsfield (HU). Este valor es proporcionado normalmente por el software del equipo de CT.

### \* Valor medio de número CT.

Aprovechando el mismo maniquí lleno de agua, se examina el valor medio de número CT para una ROI con no menos de 100 pixels en la zona central, este valor medio debe dar  $0 \pm 4$  HU cuando el maniquí tenga agua y  $-1000 \pm 4$  HU cuando el maniquí contenga aire. Es conveniente realizar esta prueba también con el maniquí de la figura 2, es decir un maniquí más pequeño para así testear todos los campos posibles.

### \* Uniformidad espacial de los números CT

Respecto a la imagen del cilindro de 20 cm de diámetro, cuando está lleno de un material de atenuación uniforme, aire por ejemplo, el número medio CT de 100 pixels cualesquiera no debe ser diferente en más de 5 unidades Hounsfield de cualesquiera otros 100 pixels de otra ROI.

El test de uniformidad de imagen es de gran ayuda para identificar la presencia de perturbaciones en la imagen,

tales como artefactos metálicos que endurecen el haz, círculos de detección no uniforme, etc.

Se recomienda realizar esta prueba mensualmente.

Además de estos 3 parámetros fundamentales para analizar la calidad de la imagen, con estos mismos maniqués y sin requerir

mucho mas tiempo se pueden examinar también los siguientes parámetros:

### \* Dependencia del número CT con el espesor de corte

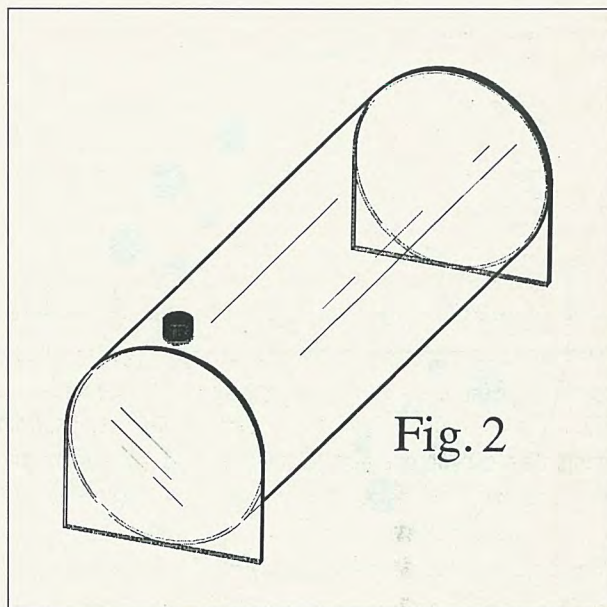
El número CT promediado para 100 pixels en el centro debe variar, como máximo,  $\pm 3$  CT para todas las secciones de espesor de corte utilizadas en la unidad.

### \* Dependencia con posición del maniquí

Para el mismo maniquí, el número CT medio debe variar menos de  $\pm 5$  HU si el maniquí está centrado en el gantry pero en posición diferente y en  $\pm 15$  HU independientemente de la posición del maniquí.

### \* Dependencia con el algoritmo utilizado

El número medio CT en el centro



del maniquí debe variar menos de  $\pm 3$  HU independientemente del algoritmo elegido para la reconstrucción. Se debe usar el campo de maniquí apropiado para cada algoritmo.

### \* Dependencia con campo de maniquí

El número CT debe cambiar menos de  $\pm 15$  HU cuando el diámetro del maniquí cambia de 5 a 20 cm. Se habrá de disponer de técnicas de reconstrucción y filtros de corte de haz apropiados para cada campo de maniquí usado.

Estos cuatro últimos parámetros aún no siendo fundamentales si es conveniente analizarlos, al menos semestralmente, sobre todo, si se tiene en cuenta el poco tiempo necesario para realizar los correspondientes test.



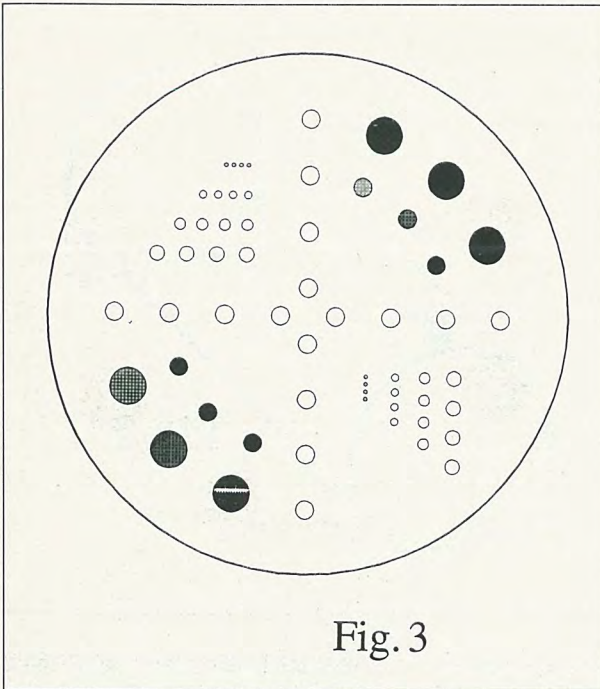
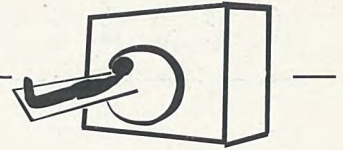


Fig. 3

\* **Linealidad del número CT (energía efectiva del haz)**

Utilizando el objeto de test de la figura 5, se efectúa un barrido con los rangos de exposición más usuales en una ROI. Se representan los valores medios de número CT en función del coeficiente de atenuación lineal  $\mu$  para cada material. Se obtiene así un conjunto de puntos por los que debe pasar una recta.

\* **Resolución a alto contraste. Resolución espacial**

El objeto para realizar este test es el bloque de metacrilato con huecos representado en la figura 3.

Como ya se ha indicado el espaciamiento entre centro y centro de cada par de agujeros es igual al doble de su diámetro. El grupo de menor diámetro es el de la última

línea y mide 0.1 cm. Las medidas deben ser hechas para cada ancho de scan. La resolución se obtiene a partir del grupo de menor diámetro cuyos componentes pueden ser identificados con un grado aceptable de separación y sin distorsión. Así mismo la resolución debe ser chequeada para todos los algoritmos de reconstrucción. Esta medida debe

hacerse con periodicidad mensual.

\* **Resolución a bajo contraste**

Con el mismo objeto de test de la figura 3 el equipo debe ser capaz de distinguir objetos de densidades próximas. El objeto de test dispone de una serie de elementos de densidades similares, por tanto con coeficientes de atenuación parecidos aunque distintos. El resultado suele normalmente expresarse como el diámetro mínimo observable en condiciones favorables. Se pueden examinar también los parámetros que a continuación se mencionan:

\* **Exactitud de las distancias medidas**

Se utilizan en el objeto de test los agujeros espaciados 1 cm y se encuentran en forma de cruz.

Las distancias medidas en imagen CT deben coincidir con la distancia real de espaciamiento en  $\pm 1$  mm.

\* **Distorsión monitor-video**

Para los mismos huecos del objeto de test anterior, los agujeros en el video o copia dura deben coincidir con la localización de los agujeros en el objeto físico en  $\pm 1$  mm en el 50 % central de la imagen. En la periferia de la imagen, la coincidencia no satisface casi nunca la especificación de  $\pm 1$  mm. La periodicidad con la que se debe realizar esta prueba es mensual y sobre todo es conveniente realizarla en las unidades usadas para planificar tratamientos de Radioterapia.

\* **Alineamiento luz-haz de radiación**

Se puede utilizar para verificar este parámetro una película fotográfica. La periodicidad de verificación debe ser semestral y se debe realizar para todos los anchos de corte utilizados siendo la tolerancia permitida de  $\pm 15\%$  del corte utilizado en el momento.

\* **Dosis de radiación**

La distribución de dosis resultante de cada corte trasversal en tomografía computarizada no es uniforme, variando aproximadamente un factor 2 entre la superficie y el centro del maniquí específico utilizado para medir dosis. Se debería utilizar el mismo maniquí para todos los controles de calidad para así tener la posibilidad de intercomparar los resultados dosimétricos entre diferentes unidades.



Este problema se puede subsanar realizando medidas libres en aire, para posteriormente acudir a factores de conversión proporcionados por métodos de Monte Carlo (7) para averiguar dosis en órganos.

Los niveles de dosis dependen del diseño del Scanner y de la técnica de Rayos X utilizada: potencia, corriente del tubo y tiempo de exposición. La dosis total para un examen completo en tomografía computarizada está determinada por el volumen del paciente irradiado, el número y espesor de cortes realizados así como por el movimiento de la camilla. Por todo esto la unidad dosimétrica más adecuada en TC es el llamado índice de dosis en tomografía computarizada CTDI. Calculado para un perfil puede ser considerado representativo de la dosis para un corte TC perfectamente colimado, donde el haz primario está restringido uniformemente al espesor de corte nominal:

$$CTDI = \int \frac{D(Z)dZ}{nW} = \sum \frac{D_i t}{nW}$$

Siendo  $w$  la anchura nominal de corte;  $n$  el nº de barridos por corte,  $D(Z)$  es el perfil de dosis a lo largo de una línea perpendicular al plano de corte, en nuestro caso práctico utilizamos  $D_i$  como la medida de dosis del TLD  $i$ -ésimo;  $t$  es la anchura del detector TL empleado, en nuestro caso LiF TLD-100.

El CTDI es una magnitud que da cuenta del build-up producido en el barrido así como de la penumbra y la dispersión en la dosis. Normalmente se colocan al menos 10 detectores de TLD-

100 en una cápsula dosimétrica como la de la figura 4. Utilizando un soporte para sujetar la cápsula en el eje de rotación del gantry.

Se realiza una exposición con el espesor más común de corte y para la posición más severa alrededor del círculo del scan. Se pueden dar los resultados en términos de CTDI/mAs, valor que depende de la calidad del haz o filtración en el punto de medida.

**\* Perfiles de sensibilidad. Anchura de corte.**

Aprovechando el mismo objeto de test anterior y las lecturas dosimétricas y midiendo el factor FWHM (anchura máxima a la semialtura), podemos chequear el espesor efectivo de corte. Las tolerancias en este caso dependen del espesor de corte  $S$ , así valores de  $FWHM < S + 1$

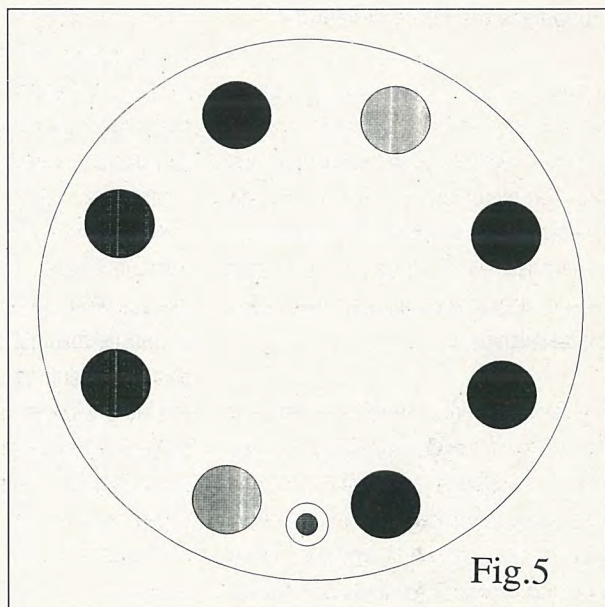


Fig.5

mm para  $S > 2$ mm y  $FWHM < S + 50\%$  para  $S < 2$ mm pueden tomarse como referencia.

**\* Radiación de fuga y medidas de protección.**

Con un monitor de radiación se chequean estos dos parámetros de igual modo a como se hace normalmente en radiodiagnóstico convencional.

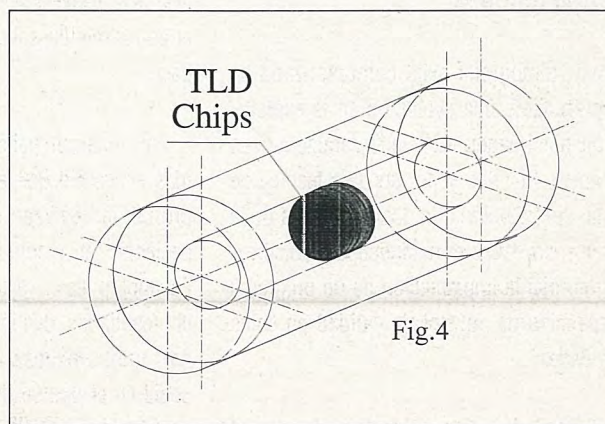


Fig.4





### \* Desplazamiento de la camilla

Con una carga apropiada en la cama equivalente al peso de un paciente normal, se verifica que la cama se desplaza con una precisión mejor que  $\pm 2$  mm para cada incremento. Esta exactitud del indexado de la mesa debe ser verificado con una regla graduada en mm adecuada para medir tales desplazamientos.

Podemos averiguar también la exactitud de las luces de posicionamiento de la mesa dada su importancia para ayudar a evitar la irradiación superflua del paciente. Esta prueba se realizará con la ayuda del útil de acero inoxidable con punteros que mantiene a la placa fotográfica. Se ajusta de manera que las luces de posición indiquen que el plano del barrido está en el centro de la película, marcando el mismo. Se realiza un barrido y el procesado de la película revelará la posición real del plano de barrido. Midiendo con un densímetro se puede medir, de nuevo, el espesor real de corte irradiado. La periodicidad de la prueba debe ser semestral y la coincidencia de las luces de posición debe estar en el rango de  $\pm 2$  mm.

### CONCLUSIONES

La tomografía axial computarizada ha representado una evolución en la exploración por imagen que tiene características propias. Por ello y por ser una técnica de gran contribución a la dosis colectiva de la población desde el diagnóstico médico, es primordial la implantación de un programa específico de control de calidad en estas unidades.

El Protocolo Español da, sin duda, res-

puesta a esta necesidad primordial si bien es conveniente realizar algunas consideraciones a la vista de los problemas surgidos en el momento de acometer el control de calidad propuesto. Entre los problemas a superar, señalaríamos la cuestión dosimétrica como la más acuciante. Es necesario un acuerdo entre todos los técnicos que acometen este tipo de trabajos sobre el tipo de maniquí dosimétrico a utilizar para así poder proceder a intercomparaciones entre los diferentes equipos. Mientras se llega a esta situación, creemos que lo más conveniente es realizar medidas libres en aire bien con dosímetros de termoluminiscencia o con electrómetros de tipo «Lápis».

Los siete parámetros técnicos añadidos al Protocolo Español - dependencia del número CT con el espesor de corte, con la posición del maniquí, con el algoritmo utilizado, con el campo de maniquí, la exactitud de las distancias medidas, la distorsión monitor-video y la coincidencia de las luces de posicionamiento - no suponen una gran inversión de tiempo para su ejecución ni tampoco suponen la necesidad de contar con equipos adicionales. Sin embargo la información que ofrecen tales test sirve para perfeccionar en gran medida el conocimiento sobre el estado de la unidad.

Para finalizar pensamos que en TC es más necesario que en radiología convencional la realización de dosimetría a pacientes tal y como indica el Protocolo Español, pues en este campo la dispersión de resultados dosimétricos es tan elevada que es necesario saber el rango de dosis en el que se desarrolla cada tipo de exploración en cada unidad.

### BIBLIOGRAFIA

- (1)-«Física e Instrumentación Médica» Capítulo 28, pág. 405 Juan R. Zaragoza Ed. Mason-Salvat Medicina. 1992.
- (2)- SEPR-SEFM-1993 Protocolo Español sobre los Aspectos Técnicos del Control de Calidad en Radiodiagnóstico.
- (3)- NCRP99. National Council Radiación Protección 99 «Quality Control in Radiology».
- (4)- HPA The Hospital Physicist's Association Measurement of the performance characteristics of diagnostic X-Ray Sistemas used in Medicine» Part III TGR32.
- (5)- BIR British Institute Radiology «Quality Assurance in the diagnostic X-Ray Department» London 1988
- (6) - NRPB. Document of the NRPB. «Patient Dose Reduction in Diagnostic Radiology» Volume 1, nº3, 1990. National Radiological Protection Board. Chilton, Didcot, Oxon OX 11 0RQ.
- (7)- NRPB-R249 «Survey of CT Practice in the UK « Part 3: Normalised organ doses. Calculated using Monte Carlo Techniques
- (8)- Hendee «The Selection and performance of Radiology equipment» 1985 Willians and Wilkins.





# RESUMEN DEL CUARTO PLAN GENERAL DE RESIDUOS RADIATIVOS

**E**l pasado 9 de Diciembre de 1994 el Consejo de Ministros aprobó el texto correspondiente al Cuarto Plan de Residuos Radiactivos (PGRR), actualizando textos anteriores y en el que se recogen las nuevas circunstancias, tanto técnicas como económicas, que afectan a la gestión de residuos radiactivos. Se han revisado algunas de las actuaciones y etapas que componen el proceso global de gestión de estos residuos, teniendo en cuenta la propia experiencia española así como la evolución y las tendencias en otros países.

*En este trabajo se resumen los principales aspectos contemplados en el Cuarto Plan General de Residuos Radiactivos.*

*The last 9th of December 1994 the Council of Ministries approved the Fourth General Plan of Radioactive Waste (PGRR). The Fourth Plan actualizes former texts taking into into account new circumstances, both technical and economical, affecting radioactive waste.*

*Some of the steps that conform the global waste management process have been revised on the light of the Spanish experience but also considering the evolution and trends in other countries. In this work some of the most important aspects included in the Fourth General Plan are overviewed.*

Armando Vezanzones  
Director de Planificación.  
ENRESA





## INTRODUCCION

El 9 de diciembre de 1994 el Consejo de Ministros aprobó el texto correspondiente al Cuarto Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR), actualización de los anteriores, en el que se recogen las nuevas circunstancias, tanto técnicas como económicas, que afectan a la gestión de los residuos radiactivos.

Se han revisado en este documento algunas de las actuaciones y etapas que componen el proceso global de gestión de estos residuos, teniendo en cuenta la pro-

pia experiencia española y la evolución y tendencias en otros países.

Una vez establecido un sistema adecuado y dispuestos los medios suficientes para la gestión de todos los residuos de baja y media actividad, el Cuarto PGRR se orienta en la consecución de objetivos tales como la reducción de la carencia de infraestructura e instalaciones todavía existente en temas relacionados con los residuos de alta actividad, continuar la mejora de la capacidad tecnológica y de optimización de la gestión, así como completar el desarrollo formativo al ritmo que la evolución internacional aconseje.

Es relevante a este último respecto, la voluntad manifestada en el Plan de elaborar un proyecto de Ley que incluya el procedimiento para la designación del emplazamiento de las instalaciones de almacenamiento temporal centralizado (ATC) del combustible gastado generado por las centrales nucleares españolas, teniendo en cuenta las formas de participación en la decisión final de las instituciones del Estado, organizaciones interesadas y público en general, así como las ayudas socioeconómicas a la zona de ubicación de las instalaciones. En

esta ley se considerarán también aspectos relacionados con la instalación de almacenamiento definitivo de residuos de alta actividad.

Otros aspectos de la gestión de los residuos radiactivos, incluidos los económicos y financieros, se mantienen en la línea de lo expresado en el anterior PGRR.

A continuación se resumen los principales aspectos contemplados en el Cuarto PGRR.

### 1.GENERACIÓN DE RESIDUOS: PREVISIONES

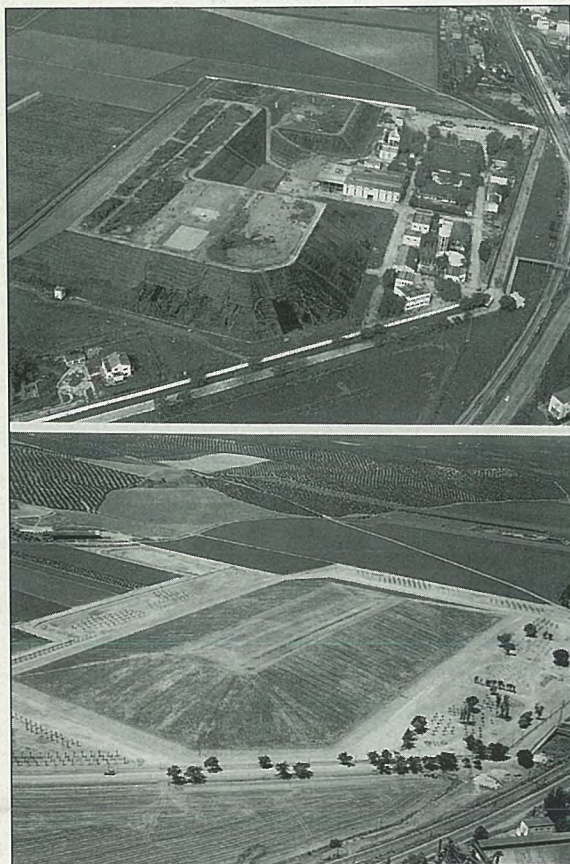
Se contemplan dos hipótesis en función de considerar 30 ó 40 años para la vida útil de las centrales nucleares (CC.NN.):

	VIDA ÚTIL CC.NN.	
	30 años	40 años
RBMA (m <sup>3</sup> )	191.700	203.600
RAA (m <sup>3</sup> )	9.020	11.870

### 2.GESTIÓN DE RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD (RBMA)

#### 2.1.Instalación El Cabril

En el caso de los residuos de baja y media actividad, es significativa la disminución de volumen de los residuos de operación de las centrales, manteniéndose la tendencia observada en anteriores PGRR. Ello es consecuencia no sólo de una mayor precisión en los cálculos sino también de las medidas adoptadas por ENRESA y las empresas propietarias de las centrales nucleares, tendentes a la optimización en la generación de residuos.



**Fábrica de uranio de Andújar. Configuración primitiva de la instalación y situación tras desmantelamiento.**



Desde su entrada en operación en 1992, la Instalación de Almacenamiento de El Cabril se ha convertido en la pieza clave de la estrategia para la gestión de los residuos de baja y media actividad.

Las instalaciones existentes en la actualidad garantizan capacidad de almacenamiento de RBMA suficiente hasta finales de la primera década de los 2000.

De esta forma, España es uno de los pocos países, junto con Francia, Estados Unidos, Suecia, Reino Unido y Japón, que dispone de capacidad integral para la gestión, desde una óptica ambiental moderna, de los residuos de baja y media actividad producidos en nuestro país por el parque nuclear y del orden de un millar de pequeñas instalaciones (hospitales, industrias, etc.)

### 3. GESTIÓN DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD (RAA)

#### 3.1. Almacenamiento intermedio de combustible gastado

La estrategia española actual sobre este aspecto de la gestión puede resumirse en:

- Aumento de la capacidad de las piscinas de las CC.NN., mediante el cambio de bastidores de sus actuales piscinas de almacenamiento. Después de la experiencia obtenida en Almaraz y Ascó, están previstas actuaciones similares en Trillo, Garoña, Vandellós II, Cofrentes y Zorita.
- Aumento de la capacidad mediante el uso de contenedores metálicos que

podrán ser utilizados tanto para el transporte del combustible gastado como para su almacenamiento en una instalación centralizada o en la propia central.

En paralelo a lo anterior, se mantiene la estrategia perfilada en el Tercer PGRR respecto al almacenamiento intermedio centralizado del combustible gastado. Así pues se continúa considerando la conveniencia de disponer de su Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC), independientemente de la técnica concreta a utilizar en él.

La fecha de disponibilidad de un ATC estará en función de la hipótesis que se considere sobre la vida útil de las CC.NN.

Al objeto de tener realizadas las actividades previas que hagan posible, cuando sea necesario, abordar la selección del emplazamiento, se ha de abrir un proceso de establecimiento, por un lado, del cauce normativo que incluya aspectos legales y ayudas



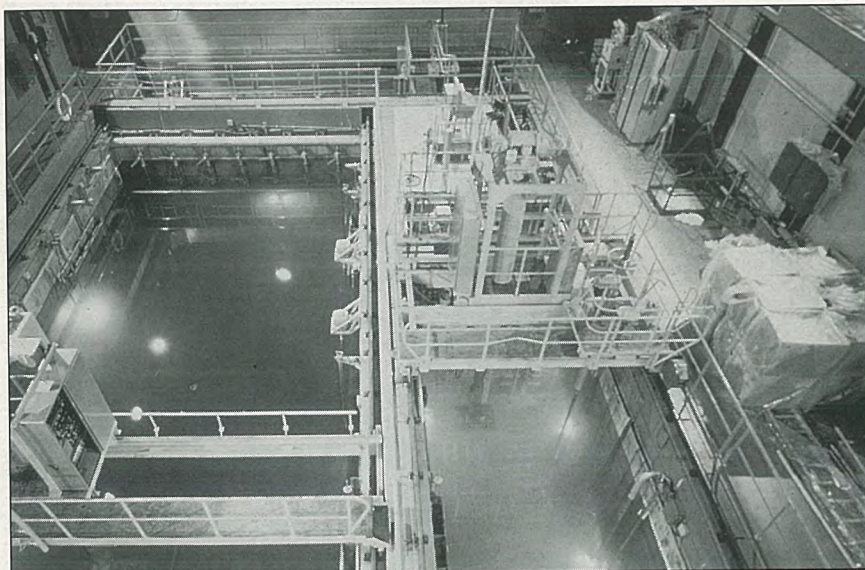
*Vista aérea de las instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril.*

socioeconómicas a la zona de ubicación y, por otro, del diálogo social que oriente las tareas de ubicación de la instalación

#### 3.2. ALMACENAMIENTO DEFINITIVO DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD

**3.2.1.** Búsqueda del emplazamiento donde se ubicarán las instalaciones: Prosigue el programa previsto al respecto en anteriores PGRR de forma que, a finales de la década de los 90, se pueda proceder a la propuesta de emplazamiento.





*Piscinas para el almacenamiento temporal de combustible gastado.*

**3.2.2.** En paralelo al proceso de búsqueda del emplazamiento se está avanzando en la definición del diseño conceptual de las futuras instalaciones, y en la obtención de la tecnología para la caracterización del emplazamiento que se elija y la construcción del almacenamiento.

#### **4. CLAUSURA DE INSTALACIONES**

##### **4.1. Antiguas minas de uranio**

Restauración del terreno alterado por explotaciones mineras de uranio en desuso. Los proyectos de restauración se iniciarán en 1995 con una duración de dos años.

##### **4.2. Fábrica de uranio de Andújar**

Una vez finalizados los trabajos de desmantelamiento y clausura de la Fábrica de Uranio de Andújar, se ha establecido un

programa de supervisión a realizar en los próximos 10 años, previamente a la declaración de clausura de la instalación.

##### **4.3. CLAUSURA DE CC.NN.**

Como consecuencia de la O.M. del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de 31/07/90 por la que se establecía la retirada definitiva del servicio de C.N. Vandellós I, se ha producido un adelanto de unos 13 años respecto a las previsiones efectuadas para la clausura de dicha central nuclear.

Apoyándose en las experiencias habidas en otros países y especialmente en Francia para los reactores grafito-gas se establece el siguiente programa de actividades:

- Período 1991-1994: retirada del combustible gastado de la central y envío a Francia para su reproceso. En mayo de 1994 ENRESA presentó al

Ministerio de Industria y Consejo de Seguridad Nuclear, para su aprobación, un proyecto de desmantelamiento y clausura que contempla el desmantelamiento parcial (nivel 2) de la instalación y permite determinar el plazo de espera más adecuado para el inicio del desmantelamiento total.

- A partir de 1996: Inicio de las obras de nivel 2. La duración de las mismas se puede estimar en 4 años, plazo necesario para completar el desmantelamiento previsto.

Respecto a las restantes CC.NN., de agua ligera, se sigue contemplando la alternativa de desmantelamiento total (Nivel 3), si bien su inicio sería entre 4 y 8 años después de la parada definitiva del reactor.

#### **5. PARARRAYOS RADIATIVOS**

Tal como se contemplaba en el Tercer PGRR, se inició una línea de trabajo basada en la recuperación y reciclaje del isótopo existente en una gran parte de los pararrayos radiactivos.

A la vista de los resultados obtenidos, la estrategia actual en este campo queda definida por el envío masivo de los pararrayos al Reino Unido y el reciclado en dicho país del isótopo correspondiente.

#### **6. ASPECTOS ECONÓMICOS FINANCIEROS**

Los costes de las actividades derivadas de la gestión de los RR deben ser financiados por los agentes generadores. El siste-



ma establecido para las CC.NN. es la fijación de una cuota porcentual sobre la facturación por venta de energía eléctrica de todo el sector eléctrico, que genera unos fondos por anticipado, en tanto que para los otros productores la contraprestación económica de los servicios prestados adopta la forma de precios, a pagar en el momento de la recogida de los residuos.

Para la realización de los cálculos se ha partido del parque nuclear previsto en el PEN-83 (7,4 GWe), un factor de utilización medio de las CC.NN. de 7.000 h/año y una vida útil de 30 años, un 2,5% para el crecimiento previsto de la demanda de energía eléctrica y un crecimiento del precio medio igual al IPC -1, tasa de descuento 3,5% y no imposición sobre los rendimientos financieros del fondo.

En base a dichas hipótesis y otras más específicas, resulta un coste total para la gestión de los RR hasta el año 2050 de 1.236.890 millones de ptas. del año 1994.

Para el cálculo de la cuota a aplicar en el año 1995, el valor teórico obtenido ha resultado ser 1,22%, siendo 0,48 ptas (94)/kWh nuclear el valor del coeficiente global que sirve de base para el cálculo de la cuota teórica en años siguientes. Una curva en 2 escalones da un valor de 1,1% (actualmente vigente) para el período 1995-2004 y del 0,67% para el período 2005.

Por último, indicar que la consideración de un mayor período de vida útil de las CC.NN. (pasar de 30 a 40 años) produciría un incremento en el coste total de la gestión en pesetas de 1994 de un 8,5%, bajando, sin embargo, en un 27% el valor del coeficiente global.

## 7. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Prosigue la actividad de I+D, habiendo finalizado en 1994 el Segundo Plan de I+D. Para el período 1995-1999 y dentro del Tercer Plan de I+D, se desarrollarán las siguientes líneas de actividad.

- Modelización del funcionamiento hidráulico y mecánico de medios poco permeables.
- Mejora y aplicación en estudios in situ de las unidades móviles de caracterización hidrogeoquímica e hidrogeológica.
- Comienzo de la puesta a punto de los laboratorios de caracterización del comportamiento no lineal de arcillas y sales.
- Actividades de soporte técnico en la gestión de residuos de baja y media actividad.
- Comportamiento y disolución del combustible gastado.
- Ensayos de comportamiento termohidromecánico a escala real y en laboratorio de las barreras arcillosas de ingeniería.
- Programa de análogos naturales.
- Comportamiento hidrodinámico y geoquímico de formaciones arcillosas.
- Comportamiento termomecánico de formaciones arcillosas.

Hay que resaltar en el Tercer Plan de I+D las actividades a escala real a desarrollar en laboratorios subterráneos o instalaciones similares, asociadas tanto con métodos de caracterización del emplazamiento como con el comportamiento termomecánico de las barreras de ingeniería, que tendrán una importancia relevante.

El presupuesto del Tercer Plan de I+D, por áreas, es el siguiente (MPT 95).

	AREA	PRESUPUESTO
1	RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD	310
2	RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD, CAMPO PRÓXIMO	3.367
3	RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD GEOSFERA/CAMPO LEJANO	3.653
4	RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD BIOSFERA	410
5	RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD MODELIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO	418
6	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	444
7	DESMANTELAMIENTO Y CLAUSURA INSTALACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS	175
	<b>TOTAL</b>	<b>8.707</b>





# ENTIDADES COLABORADORAS



**H. Cornic, S.L.**  
INSTRUMENTOS CIENTIFICOS E INDUSTRIALES

**PHILIPS**



**SIEMENS**



Grupo SGS Ciat

TECNOS Garantía de Calidad, S. A.

**enresa**



**GEOCISA**  
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.





# LAS PRIMERAS PROPUESTAS PARA LA MEDIDA DE LOS RAYOS RÖNTGEN (1896-1897)

**E**

*n el presente 1995 se celebra el centenario del descubrimiento de los Rayos X por el Profesor W. C. Röntgen en la Universidad de Würzburg. El artículo del Profesor Allisy tiene un carácter conmemorativo de esta singular efemérides, revisando la historia de los primeros intentos, de notable éxito, para la medida de los recién descubiertos rayos X.*

**André Allisy**  
Bureau International des  
Poids et Mesures  
92312 Sèvres Cedex,  
France.

*This year 1995 is the centenary of the discovery of X rays by Prof. W. C. Röntgen, in the University of Würzburg. The article of Prof. Allisy has a commemorative character of this remembrance, revising the history of the first, and particularly succesful attempts to measure the new rays.*





De entre todas las propiedades de los nuevos rayos descubiertos por W.C. Röntgen en 1895, la descarga de cuerpos electrizados a través de la ionización producida en el aire fué considerada por los pioneros como un método preferente de medida, dado que este fenómeno era capaz de proporcionar medidas cuantitativas.

Durante el año 1896, la investigación

sobre los rayos X era tan intensa e involucraba a tantos físicos de prestigio que se obtuvieron de forma independiente y casi simultánea un gran número de resultados. Esto es particularmente cierto para los estudios de la ionización de los gases por rayos X. En este campo, además del propio W.C. Röntgen, otras figuras de primera línea eran J.J. Thomson, E. Rutherford y J. Perrin, ganadores todos ellos

más tarde del premio Nobel de Física. Estos físicos señalaron que la ionización de los gases producida por rayos X podría estar relacionada con la **intensidad** de los rayos. W.C. Röntgen fué el primero en demostrar el papel del aire en la descarga de cuerpos electrizados; J. Perrin y J.J. Thomson, este último junto con E. Rutherford, probaron de manera independiente la existencia de una **satu-**

## 2. Ueber eine neue Art von Strahlen; von W. C. Röntgen.

(Zweite Mittheilung.)

Aus den Sitzungsber. der Würzburger Physik.-Medic. Gesellschaft.  
Jahrg. 1895.

Da meine Arbeit auf mehrere Wochen unterbrochen werden muss, gestatte ich mir im Folgenden einige neue Ergebnisse schon jetzt mitzuthellen.

18. Zur Zeit meiner ersten Publication war mir bekannt, dass die X-Strahlen im Stande sind, electriche Körper zu entladen, und ich vermuthete, dass es auch die X-Strahlen und nicht die von dem Aluminiumfenster seines Apparates unverändert durchgelassenen Kathodenstrahlen gewesen sind, welche die von Lenard beschriebene Wirkung auf entfernte electriche Körper ausgeübt haben. Mit der Veröffentlichung meiner Versuche habe ich aber erwartet, bis ich in der Lage war, einwandfreie Resultate mitzuthellen.

Solche lassen sich wohl nur dann erhalten, wenn man die Beobachtungen in einem Raum anstellt, der nicht nur vollständig gegen die von der Vacuumröhre, den Zuleitungsdrähten, dem Inductionsapparat etc. ausgehenden electrostatischen Kräfte geschützt ist, sondern der auch gegen Luft abgeschlossen ist, welche aus der Nähe des Entladungsapparates kommt.

Ich liess mir zu diesem Zweck aus zusammengelötheten Zinkblechen einen Kasten anfertigen, der gross genug ist, um mich und die nöthigen Apparate aufzunehmen, und der bis auf eine durch eine Zinkthüre verschliessbare Oeffnung überall luftdicht verschlossen ist. Die der Thüre gegenüber liegende Wand ist zu einem grossen Theil mit Blei belegt; an einer dem ausserhalb des Kastens aufgestellten Entladungsapparat nahe gelegenen Stelle wurde die Zinkwand mit der darüber gelegten Bleiplatte in einer Weite von 4 cm ausgeschnitten, und die Oeffnung ist mit einem dünnen Aluminiumblech wieder luftdicht verschlossen. Durch dieses Fenster können die X-Strahlen in den Beobachtungskasten eindringen.

Ich habe nun folgendes wahrgenommen:

a) In der Luft aufgestellte, positiv oder negativ electricch geladene Körper werden, wenn sie mit X-Strahlen bestrahlt werden, entladen und zwar desto rascher, je intensiver die Strahlen sind. Die Intensität der Strahlen wurde nach ihrer Wirkung auf einen Fluorescenzschirm oder auf eine photographische Platte beurtheilt.

Es ist im allgemeinen gleichgültig, ob die electriche Körper Leiter oder Isolatoren sind. Bis jetzt habe ich auch keinen specifischen Unterschied in dem Verhalten der verschiedenen Körper bezüglich der Geschwindigkeit der Entladung gefunden; ebensowenig in dem Verhalten von positiver und negativer Electricität. Doch ist es nicht ausgeschlossen, dass geringe Unterschiede bestehen.

b) Ist ein electricirter Leiter nicht von Luft, sondern von einem festen Isolator, z. B. Paraffin, umgeben, so bewirkt die Bestrahlung dasselbe, wie das Bestreichen der isolirenden Hülle mit einer zur Erde abgeleiteten Flamme.

c) Ist diese isolirende Hülle von einem eng anliegenden, zur Erde abgeleiteten Leiter umschlossen, welcher wie der Isolator für X-Strahlen durchlässig sein soll, so übt die Bestrahlung auf den inneren, electricirten Leiter keine mit meinen Hilfsmitteln nachweisbare Wirkung aus.

d) Die unter a, b, c mitgetheilten Beobachtungen deuten darauf hin, dass die von den X-Strahlen bestrahlte Luft die Eigenschaft erhalten hat, electriche Körper, mit denen sie in Berührung kommt, zu entladen.

e) Wenn sich die Sache wirklich so verhält, und wenn ausserdem die Luft diese Eigenschaft noch einige Zeit behält, nachdem sie den X-Strahlen ausgesetzt war, so muss es möglich sein, electriche Körper, welche selbst nicht von den X-Strahlen getroffen werden, dadurch zu entladen, dass man ihnen bestrahlte Luft zuführt.

In verschiedener Weise kann man sich davon überzeugen, dass diese Folgerung in der That zutrifft. Eine, wenn auch nicht die einfachste, Versuchsordnung möchte ich mittheilen.

Ich benutzte eine 3 cm weite, 45 cm lange Messingröhre; in einigen Centimeter Entfernung von dem einen Ende ist ein



**ración** en la ionización de un gas. J.Perrin dió en Agosto de 1986 lo que probablemente fue la primera definición para la **cantidad de rayos X** relacionada con la ionización del aire.

Vale la pena mencionar algunos momentos culminantes de estos primeros pasos hacia la medida de rayos X:

\* Marzo de 1896. W.C.Röntgen, en su segunda comunicación, presentó algunos fenómenos nuevos que él había observado: «*Los cuerpos electrizados en el aire, cargados tanto positiva como negativamente, se descargan cuando los rayos X inciden sobre ellos; y este proceso continúa tanto más rápidamente cuanto más intensos son los rayos. La intensidad de los rayos se estimó a partir de su acción sobre una pantalla fluorescente o sobre una placa fotográfica.... Las observaciones ... indican que el aire a través del cual pasan los rayos X tiene el poder de descargar a los cuerpos electrizados con los que entre en contacto*» (Figura 1).

\* Agosto de 1896. J.Perrin, en una Nota publicada en el *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* titulada *Rôle du diélectrique dans la décharge par les rayons de Röntgen*, usó un dispositivo experimental muy similar a lo que hoy llamamos cámara de ionización de paredes de aire para estudiar la ionización producida en el aire por un haz colimado de rayos X que interacciona tan sólo con el aire. Encontró una tasa máxima de descarga

independiente del campo eléctrico acumulado. «*Es esta tasa máxima la que ... da la cantidad de electricidad neutra disociada por los rayos*», y por último Perrin propuso la siguiente definición: «*La cantidad de rayos X radiada dentro de un cono centrado en la fuente es proporcional a la cantidad de electricidad disociada en el cono por unidad de longitud, para un gas dado, a una temperatura y una presión dadas .... Esta definición sólo es aceptable si los rayos no son atenuados demasiado durante su camino.*»

\* Noviembre de 1896. J.J.Thomson y E.Rutherford, en su artículo *On the passage of electricity through gases exposed to Röntgen rays*, dieron una gran cantidad de resultados experimentales para muchos gases y sentaron las bases de la teoría de la ionización en gases: «*Los rayos de Röntgen facilitan un medio para comunicar una carga de electricidad a un gas .... Para una intensidad de radiación dada la corriente a través del gas no sobrepasa un cierto valor máximo cualquiera que sea la fuerza electromotriz, la corriente, por así decirlo, se 'satura' .... Es evidente que esta saturación debe ocurrir si la corriente destruye el poder conductor del gas, y que la corriente máxima será aquella que destruya la conductividad en la misma proporción en que esta propiedad es producida por los rayos Röntgen*».

La publicación de J.Perrin mencionada anteriormente era parte de su tesis docto-

ral que preparó en el Laboratorio de Física de la Ecole Normale Supérieure de París. La tesis se publicó en 1897 en los *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, tome 11, con el título *Rayons cathodiques et rayons de Röntgen-Etude expérimentale*. En esta publicación final J.Perrin elaboró su definición de cantidad de rayos X así como la analogía con la fotometría. El hecho de efectuar una analogía como ésta puede ser fácilmente comprendido si tenemos en cuenta que uno de los profesores de Perrin en aquella época era J.Viole, un conocido fotometrista que propuso en 1881 un patrón de fuente luminosa que llevaba su nombre, constituida por un área de 1 cm<sup>2</sup> de platino a la temperatura de su punto de fusión.

J. Perrin primeramente define la ionización **I**: «*Uno puede ver fácilmente cómo, al considerar la tasa límite experimental, es posible definir y medir la cantidad neutra de electricidad disociada en un volumen independientemente de su forma, bajo la influencia de una fuente de rayos X dada durante un tiempo dado. Esta cantidad mide la ionización I dentro de este volumen. Sea  $dI$  la ionización producida en un volumen infinitesimal  $dV$  que contiene al punto A; el cociente  $dI/dV$  es la ionización en el punto A*».

Habiendo estudiado la ionización como una función de la presión y la temperatura, Perrin estudió su variación con el ángulo sólido ESH (ver Figura 2) y





concluyó: «La ionización en un punto ... varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el punto y la fuente».

Finalmente, en la sección II.18 titulada *Photometry of Röntgen rays* Perrin afirma: «De esta forma, la ionización tiene un papel como el de la iluminación en fotometría y se concibe que sea posible definir, si no la intensidad de una fuente

de rayos Röntgen, dado que las fuentes son discontinuas al igual que las descargas que producen, sí al menos la cantidad de rayos Röntgen. La unidad de rayos será, por ejemplo, la cantidad que produce, en el aire, a una presión de 76 cm, en una capa esférica centrada en la fuente que tenga una anchura de 1 cm, una ionización igual a 1, es decir la ionización que corresponde a la liberación

de una unidad electrostática CGS de electricidad positiva».

Es interesante señalar que, 6 meses después del descubrimiento de los rayos X, el principio de su medida por la ionización del aire estaba ya sentado y que tan solo un año después fue propuesta la definición de la cantidad de rayos Röntgen. Un instrumento (la cámara de pare-

17. *Influence de la distance à la source.* — Laissant, cette fois, la température et la pression fixes, j'ai donné à l'angle solide ESH du cône de rayons dessiné dans la fig. 11 des valeurs proportionnelles à 1, 2, 3, 4. J'ai alors obtenu dans le volume EFGH des ionisations proportionnelles à 1, 2, 3, 4.

De même, j'ai donné à la plaque  $\alpha\beta$  des longueurs de 3<sup>cm</sup>, 6<sup>cm</sup>, 9<sup>cm</sup>, et j'ai obtenu des ionisations proportionnelles à 1, 2, 3....

En d'autres termes, l'ionisation  $dI$ , dans une couche sphérique centrée sur la source, est proportionnelle à l'angle au sommet  $d\omega$  de cette couche, proportionnelle à son épaisseur  $dl$ , et indépendante de son rayon  $r$ .

L'ionisation en un point de cette couche, qui, d'après la définition, est  $\frac{dI}{d\omega dl} \frac{1}{r^2}$ , varie donc comme l'inverse du carré de la distance entre le point et la source.

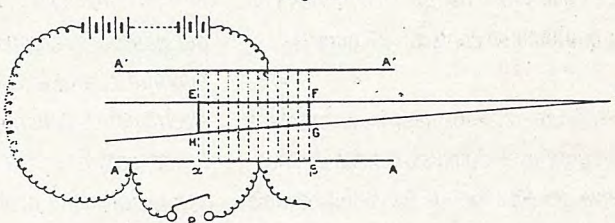
Cette loi ne serait tout à fait exacte que s'il n'y avait pas d'absorption. En réalité, même dans l'air, l'ionisation décroît un peu plus vite. Au lieu d'être à 50<sup>cm</sup> de la source le quart de ce qu'elle est à 25<sup>cm</sup>, il m'a semblé qu'elle est seulement 0,96 de ce quart (et, toutefois, plutôt plus que moins).

18. *Photométrie des rayons de Röntgen.* — L'ionisation prend ainsi un rôle comparable à celui que joue l'éclairement en photométrie, et l'on conçoit qu'on puisse définir, sinon l'intensité d'une source de rayons de

Röntgen, puisque ces sources sont discontinues comme les décharges qui les produisent, du moins la *quantité de rayons de Röntgen*.

L'unité de quantité de rayons sera, par exemple, la quantité qui, dans l'air, sous la pression de 76<sup>cm</sup>, produit, dans une couche sphérique centrée sur la source et de 1<sup>cm</sup> d'épaisseur, une ionisation égale à 1 (1), c'est-à-dire une ionisation correspondant à la mise en liberté de 1 unité électrostatique C.G.S. d'électricité positive. Cette unité est pratique, en ce sens que, dans les conditions ordinaires, un tube focus émet facilement cette quantité dans l'unité d'angle solide, pour une interruption du primaire de la bobine employée.

Fig. 11.



(1) Si les rayons de Röntgen sont hétérogènes et si l'ionisation est sélective, cette définition aura, du reste, les mêmes inconvénients que les définitions photométriques de la quantité de lumière.



des de aire) capaz de medir tal magnitud fue asimismo descrito. Hubo que esperar más de un cuarto de siglo para que estas ideas se pusieran en práctica y para que la cámara de paredes de aire fuera reinventada.

La historia de la unidad Röntgen se remonta hasta un artículo publicado por P. Villard en 1908. Villard estaba desde luego al tanto del trabajo de J. Perrin dado que ambos hicieron sus investigaciones en la misma institución, la Ecole Normale Supérieure en París. Villard diseñó uno de los primeros instrumentos prácticos de medida basado en una cámara de ionización en forma de dedal conectada a un medidor de electricidad. En Abril de 1907, Villard presentó en la Société Française de Physique su **radio-esclerómetro**, un instrumento que determinaba la **calidad** de los rayos X al medir la proporción de cargas liberadas en dos cámaras de ionización en forma de dedal sucesivas separadas por un filtro. En Septiembre de 1907 se modificó tal instrumento para convertirlo en lo que se denominó **«compteur de quantité»** o medidor de cantidad. El principio es muy simple: una cámara de ionización es descargada por los rayos X y, cuando la medida de electricidad llega a una lectura dada, un contacto eléctrico recarga la cámara. Se cuenta el número de descargas, realizando así uno de los primeros instrumentos digitales. El instrumento se calibró en unidades Holbchrecht (H), una unidad basada en un cambio de color

químico, pero Villard concluyó: *«Este instrumento se calibra temporalmente en unidades H pero esta oportunidad debería aprovecharse para definir una unidad más racional. Parece bastante lógico adoptar las unidades fundamentales siguientes, o sus múltiplos: La unidad de cantidad de rayos X es aquella que libera por ionización una unidad electrostática por centímetro cúbico de aire a temperatura y presión normales».*

La evolución del método de la ionización está perfectamente descrita en un informe preliminar del comité de estandarización de la Radiological Society de los Estados Unidos publicado en 1926: *«Debido a sus valores relativos bien fundados»* la unidad propuesta por Villard *«fue escogida por Szilard en 1914, y posteriormente desarrollada por Friedrich, Duane y Behnken. Los tres últimos físicos mejoraron la confiabilidad de esta unidad usando cámaras de ionización de aire de mayores dimensiones. Al adoptar este método eludieron la radiación «de la pared» y de este modo emplearon todos los electrones durante la totalidad de su camino de ionización».*

*«El Dr. Behnken del Physikalisch-Technische Reichsanstalt nos ha dado probablemente la definición más precisa y teórica de la unidad «e», la unidad electrostática proveniente de la proposición de Villard, tal como fue descrita por él durante el reciente International Congress of Radiology «(1925)».* Behnken cambió el nombre de esta unidad «e» por

el de «Röntgen» (1R). La definición de la unidad es la que sigue: *«La unidad absoluta para la dosis de rayos Röntgen se obtiene de la energía de tales rayos Röntgen, la cual, utilizando totalmente los electrones secundarios producidos y evitando radiaciones secundarias de la pared de la cámara de ionización, produce en 1 cc de aire atmosférico a 18°C (64,4°F) y a 760 mm de presión atmosférica, un grado de conductividad tal que la cantidad de electricidad medida mediante la corriente de saturación vale una unidad electrostática».*

A estas alturas se debe hacer notar que la unidad Röntgen que fue propuesta por Behnken era una unidad de dosis de rayos Röntgen, mientras que Villard definió una unidad de cantidad de rayos X, un punto de vista a menudo compartido por los físicos norteamericanos. La definición de la unidad Röntgen era sólida teóricamente, pero aún quedaban algunas dificultades experimentales que resolver.

Durante el primer International Congress of Radiology en Londres (1925), se decidió la creación de un comité internacional para considerar el establecimiento de *«un patrón uniforme para la intensidad de rayos X y una unidad para los rayos X»* (1). Este comité, llamado International X-Ray Unit Committee, se convirtió más tarde en el ICRU. El comité recomendó, durante el segundo International Congress of Radiology en Estocolmo (1928) la definición del Röntgen que era en esencia la unidad propuesta por los físicos alema-





nes, en la cual el término dosis de rayos Röntgen se reemplazó por el término cantidad de radiación X. Para evitar la ambigüedad con otra unidad introducida en 1920 por I. Salomon, del Hospital Saint Antoine de Paris, basada en una cámara de ionización de grafito calibrada bajo unas condiciones específicas frente a un patrón de radio y también llamada Röntgen (R), la unidad internacional de radiación X, llamada Röntgen, se designó mediante la letra «r».

I. Salomón fue probablemente el primero que propuso en 1920 dar a una unidad el nombre del gran científico W. C. Röntgen.

Estoy en deuda con el Prof. Pallardy por facilitarme información muy útil contenida en su *Histoire Illustrée de la Radiologie* además de copias de los trabajos originales de Villard.

(1) *Nota del traductor:* esta frase en terminología actual podría traducirse como «**patrón universal para la intensidad - tasa- de rayos X y una unidad de medida de rayos X**»

## Nota de la redacción

El autor, Prof. André Allisy es sobradamente conocido por sus actividades tanto en el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) como en la Comisión Internacional para Unidades y las Medidas de las Radiaciones (ICRU).

Encargado por el Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) en 1961 de establecer en Sèvres un Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes, el Profesor A. Allisy supo en pocos años alcanzar para este Laboratorio un nivel de calidad metrológica realmente notable. En la actualidad sus patrones de medida, especialmente en el campo de la dosimetría, gozan del máximo prestigio. En el BIPM continuó con su actividad investigadora destacando su contribución al establecimiento de un análisis unificado del principio de medida de la exposición con cámaras de paredes de aire y de cavidad que ha sido reconocida internacionalmente.

Desde el año 1960 su actividad científica comenzó a estar ligada a la Comisión Internacional para las Unidades y las Medidas de las Radiaciones (ICRU). Catedrático del Conservatorio de Artes y Oficios de Paris (CNAM) donde desarrolló buena parte de su labor docente, ocupó en 1970 la vicepresidencia de ICRU para alcanzar finalmente su presidencia en 1986. Su labor al frente de ICRU ha sido y sigue siendo extraordinariamente provechosa para todos los que trabajamos en el área de las radiaciones ionizantes y en especial en los campos de la metrología, de la radioterapia y de la radioprotección.

Infatigable en su trabajo, defensor ardoroso de los conceptos claros, de las definiciones rigurosas y del uso de una terminología común en los diferentes campos, ha sabido transmitir este espíritu, junto con su experiencia investigadora, metrológica y docente a las diferentes publicaciones de ICRU.





Entrevista al Dr. Dan Beninson, Presidente de la Autoridad Reguladora de Argentina y del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

**“EL LÍMITE DE DOSIS ES UNA GARANTÍA PARA PERSONAS QUE ESTÁN EXPUESTAS A DISTINTAS FUENTES”**



**P**regunta: Durante su conferencia «Los desarrollos que se están llevando a cabo en el ICRP», pronunciada el pasado mes de diciembre en el CIEMAT, usted insistió en el concepto erróneo que se le ha dado al límite de dosis, concepto, por otra parte, muy claro. No obstante, en EEUU el NCRP ha definido un nivel mínimo de dosis para los efluentes por debajo del cual no habría que preocuparse por la protección. ¿Cuál es su opinión al respecto desde la perspectiva de la ICRP?

Respuesta: No creo que exista un valor que pueda considerarse adecuado para todas las situaciones en que se produzca irradiación. En algunos casos, resulta fácil bajar las dosis y entonces así debería hacerse, pero en otros casos es muy complicado o supone costes elevados. En otras palabras, no hay un riesgo trivial para toda circunstancia. Por

ejemplo, si dijera que un reactor va a ocasionar que entre el 1% y el 10% de los nacimientos que tengan lugar en su entorno estén asociados a una enfermedad genética grave estoy seguro que no sería autorizado. No obstante, ese es el valor normal espontáneo de anomalías genéticas y nadie hace nada por reducirlos. Vuelvo a insistir en que depende de cada circunstancia. Si para reducir el riesgo hace falta producir un riesgo mayor entonces seguramente no se debe hacer. Si el coste es bajo entonces ¿por qué no hacerlo?

**P. En España se han utilizado muchos criterios reguladores extrapolados directamente de los Estados Unidos. Así, por ejemplo, ahora se está licenciando un contenedor para transporte de combustible y se utilizan los criterios de Estados Unidos en lo que se refiere a tasas de dosis, cálculos de blindajes, etc.**

R. Sobre todo, es en la filosofía de seguridad donde he percibido en España una «americanización» importante.

**P. Qué opina, en particular, sobre las regulaciones americanas en protección radiológica.**

R. Primero habría que tener en cuenta que, en realidad, existen varios Estados Unidos, es decir, varias Agencias con competencias. En segundo lugar, cabría decir que sólo hace muy poco que se reformó la Parte 20 de las normas federales armonizándolas con el ICRP 26, editado hace más de 15 años.

También me consta que ya están trabajando con el nuevo cambio (ICRP 60) pero éste tardará en completarse.

**P. ¿No es ello debido a la intención de incorporar criterios numéricos en**

**la legislación, la cual hace muy difícil cambiarlos?**

R. Sí, por supuesto. En esto los británicos han dado el ejemplo contrario con bastante genialidad, ya que sus regulaciones incluyen aspectos conceptuales muy generales. Dejan mucha libertad de acción a operadores y reguladores.

Volviendo a las regulaciones americanas, la normativa, al menos en seguridad nuclear, es muy detallada. Es decir que especifica exhaustivamente los requisitos que se deben cumplir. Ello hace que la revisión de la seguridad se limite en gran medida a verificar que se ha cumplido con cada ítem de una lista especificada.

A mi entender, un examen realista de la seguridad no es eso, es saber analizar lo que de verdad ocurre dentro del reactor. Por ejemplo, en Three Mile Island, el fallo de la válvula que provocó el accidente se había producido con anterioridad en cuatro ocasiones y en otros reactores. Estaba detalladamente descrito, y tal vez escrupulosamente archivado, pero ello no sirvió para evitar que el accidente se produjera una vez más o para reducir las consecuencias de éste. Y ocurrió así porque tales datos no formaban parte del listado que se debía revisar. Esta metodología de trabajo es intrínsecamente peligrosa, ya que supone que no se debe pensar en nada más, es decir, que con ella se impide que, a la hora de emitir un juicio crítico, el análisis del experto pueda llegar más lejos. No obstante, hay que reconocer, al mismo tiempo, que dicha forma de trabajo resulta muy práctica y cómoda para los diseñadores.

**P. Últimamente está de actualidad el tema de las reclamaciones por posibles efectos de las radiaciones sobre los trabajadores. ¿Es posible demostrar ante un juez si una enfermedad maligna es o no debida a la irradiación en los años de trabajo?**

Quizás el mejor método sea lo que se ha dado en llamar la «probabilidad de la causa»,



de uso ya experimentado en el Reino Unido. El método se basa en que ante la aparición de una enfermedad maligna, si se conocen las dosis recibidas, se puede evaluar la probabilidad de que sea espontáneo o radioinducido. El análisis podría dar como resultado un valor de probabilidad que podría utilizarse para decidir si una reclamación debería ser objeto de resolución favorable para una compensación.

La idea básica es descartar que las dosis realmente pequeñas sean objeto de compensaciones y éstas deberían reservarse para los casos en que la probabilidad sea, por ejemplo, mayor que el 50%. Lo único que tiene sentido ante un caso de cáncer es establecer esa probabilidad y no, como ocurre a veces, pretender establecer si se originó o no por una exposición a radiaciones.

**P. Ha provocado alguna discusión la forma en que se considere el período de cinco años para el cumplimiento de límites en el caso de trabajadores.**

R. En el fondo, importa muy poco si la dosis se recibe en la primera parte de un año o de un período, la probabilidad de efectos será la misma al cabo de un tiempo dado. No obstante, ese promedio de 100 mSv en cinco años debería interpretarse como una transición y debo reconocer que, en mi opinión, el valor utilizable debería ser 20 mSv por año.

**P. El límite de dosis siempre se interpreta mal, parece el valor frontera entre lo bueno y lo malo, lo seguro e inseguro. ¿Cómo se contempla la cuestión desde el ICRP?**

R. El límite es, en realidad, la única garantía para personas que están expuestas a diferentes fuentes. Ese sería el único uso en la práctica.

Una simple optimización o la utilización del concepto de restricción de dosis sería suficiente para que el límite dejara de ser importante. Pero si un trabajador, médico por ejemplo, termina su trabajo en el hospital y por la tarde realiza otra actividad en otra instalación no bastaría con tener una dosis restringida en una de esas actividades. Es en estas situaciones donde el límite seguiría teniendo importancia.

**P. El sistema que establece el ICRP-60 es más coherente y tal vez más**

**racional, pero parece exigir en su aplicación un mayor criterio del que se requería en el pasado. ¿No explica esto algunas dificultades de los organismos internacionales y de los países para transformar esos criterios en legislación?. ¿Qué se le podría recomendar a los que elaboran normativa?**

R. Yo recomendaría que la legislación ofreciera solamente un marco y que luego la aplicación se basara en la confianza hacia los profesionales responsables. En caso contrario, a mi entender, el problema sería insoluble. Yo jamás pondría límites o números en la ley y entiendo que los organismos reguladores deberían flexibilizarse. No obstante, reconozco las dificultades porque son los reguladores los que reciben de forma directa los embates de la opinión pública.

A nadie se le ocurriría hacer una descripción exacta del procedimiento para una intervención quirúrgica de, por ejemplo, apendicitis. El cirujano se podría encontrar con una situación algo distinta y procedería de acuerdo a su criterio profesional. Esto es lo que quiero significar al hablar de flexibilidad. Si el regulador se siente presionado por el público, le es más fácil defenderse basándose en algo escrito, sobre todo si es un documento reconocido a nivel internacional. Considero que el regulador debe asumir una responsabilidad mayor.

Es fácil observar que se tiende más y más a acomodar la opinión del público y un buen ejemplo es el caso de los residuos. En primer lugar, esas opiniones no tienen por qué ser coherentes y cuando se suman una y otras se llega a ser tan restrictivo que bien puede acabar en algo sin sentido. Sería muy difícil explicar la razón de ser tan restrictivo y eso es precisamente lo contrario de optimizar. En el fondo, sólo demuestra la inquietud del regulador para poder defenderse y no debería ser así. El regulador debe tomar sus decisiones.

**P. Cuando se presentó el ICRP 60 hubo una serie de críticas en el sentido de que la profundización en el conocimiento de los efectos de las radiaciones iba en detrimento de su uso y no ocurre lo mismo con otros tóxicos. ¿Cuál es su opinión?**

R. Otra vez hablamos de lo mismo. Una cosa es optimizar la reacción del público y otra

cuestión es dedicarse a la protección radiológica. En el INSAG (Grupo internacional asesor en Seguridad Nuclear) ya ocurre que, en lugar de enfatizar el desarrollo de la filosofía o los criterios de seguridad para los futuros reactores, el esfuerzo se concentra en demostrar que los reactores actuales son seguros. En última instancia, se busca convencer a la opinión pública. Si todos los grupos técnicos hacen esto, el público es el que termina guiándonos. Tal vez sea razonable que eso ocurra en la política, pero en cuestiones técnicas no estoy nada convencido. Si los profesionales ya están influenciados, cuando intervienen los políticos, a la hora de tomar decisiones, la opinión pública está pesando dos veces.

**P. Sobre exenciones y desclasificación de materiales residuales de muy baja actividad. Los valores derivados incluidos en los documentos internacionales son, por lo menos, cuestionables ¿qué opina de esos valores derivados para su aplicación generalizada?**

R. Todos los valores derivados implican la utilización de un modelo de exposición. Me sorprendería que fueran aplicables a nivel universal. Sería lo mismo que definir un medio ambiente estándar y tener valores derivados para vertidos de efluentes semejantes en todas partes. Estoy seguro que deberían ser diferentes según el sitio. Con las exenciones ocurre otro tanto. No puede ser lo mismo en todas partes. En relación con este tema, y tomando como ejemplo las normas del OIEA, uno de los problemas es que se querían dar indicaciones cuantitativas y, si bien se parte de unos criterios de dosis, el tener luego tablas de niveles derivados implica que serán tomados como números mágicos reales y eso no se podrá evitar.

Otro problema que se agrega es el predominio de la mentalidad legal. Si se desclasifica, sale del sistema y, entonces, se preguntan que si alguien lo va a usar, y tiene algún contenido radiactivo, debería declararlo. Esto no es necesariamente así y, precisamente, cuando se autorizan descargas de efluentes al medio ambiente a nadie se le ocurriría declarar la tenencia de alimentos porque pueden contener algo de lo vertido. En definitiva, lo que va al mercado libre porque es desclasificado no tiene por qué volver al sistema de control.



## RESUMEN DE LAS II JORNADAS SOBRE ACTUACIÓN EN EMERGENCIAS EN INSTALACIONES RADIATIVAS

Los pasados días 19 y 20 de diciembre tuvieron lugar en el salón de actos del CIEMAT las **II Jornadas sobre Actuación en Emergencias de Instalaciones Radiactivas** centrada en los **Accidentes Radiológicos en el Medio Hospitalario**, organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y el Instituto de Estudios de la Energía (IEE) en colaboración con la Comunidad Autónoma de Madrid, el Consejo de Seguridad Nuclear, la Dirección General de Protección Civil, el Instituto Nacional de Salud, la Sociedad Española de Medicina de Emergencias y el Ayuntamiento de Madrid.

El objetivo de las jornadas se centró en el estudio de los accidentes radiológicos en el medio hospitalario con el fin de extraer conclusiones tendentes a una mejora de la protección radiológica, y en especial a la disminución de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes. Un valor añadido lo constituye la creación de un foro de discusión al cual concurren las distintas organizaciones que tienen competencias tanto a nivel de P.R. como de aspectos sanitarios y hospitalarios.

El acto inaugural fue presidido por Dña. Lucila Izquierdo, directora del IEE y D. Leopoldo Arranz, presidente de la SEPR. A continuación Natividad Ferrer (Hospital Ramón y Cajal) desarrolló la primera ponencia, **«Introducción a los accidentes radiológicos hospitalarios»**, basa-

dos en la identificación de los sucesos iniciadores, evaluación de las consecuencias y propuesta de las acciones necesarias para evitar la ocurrencia de los mismos. El grupo de trabajo estaba formado por Manuel Fernández Bordes (Hospital Universitario de Salamanca), N. Ferrer, Luis Nuñez (Clínica Puerta de Hierro) y Marina Tellez (Hospital La Paz), coordinados por Marisa Marco (IEE).

Una vez desarrollada la introducción, D. Pedro Ortiz, perteneciente a la Sección de Protección Radiológica de la División de Seguridad Nuclear del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), expuso **«Los posibles escenarios accidentales en el medio hospitalario»**. En esta conferencia se comentaron las lecciones aprendidas en cerca de 50 accidentes ocurridos en el medio hospitalario. Se destacó el esfuerzo de la OIEA por crear un registro de tales accidentes de cuyo estudio se obtendrían conclusiones importantes para una mejor protección radiológica y disminución de la ocurrencia de los posibles incidentes o accidentes radiológicos hospitalarios. Finalizada su conferencia se abrió un coloquio, donde los participantes expusieron sus distintos puntos de vista.

La tercera ponencia sobre **«Los criterios de protección»**, fue presentada por D. Eugenio Gil (CSN), como representante de un grupo de trabajo formado también por Gloria Martí (CSN), Pilar Olivares (Hospital Gregorio Marañón) e Ignacio

Serrano (CSN). En ella se desarrollaron los criterios de intervención, los cuales deben estar debidamente justificados y ser llevados a cabo adecuadamente, optimizados para la corrección y mitigación del suceso con el mínimo detrimento radiológico teniendo en cuenta aspectos económicos y sociales, así como las ventajas y desventajas de la aplicación de medidas correctoras.

A continuación Monserrat Ribas (Hospital de la Sta. Creu i St. Pau, Barcelona) expuso la cuarta ponencia **«Prevención de accidentes en el medio hospitalario»**, donde se trataron y analizaron las acciones necesarias para una adecuada PR que limite la probabilidad de incidencias como son: diseño seguro de las instalaciones, reglamentación del funcionamiento, protocolización del trabajo, formación y entrenamiento del personal y garantía de calidad. El grupo de trabajo estaba formado, además de por M. Rivas, por: Araceli Hernández (Hospital Clínico, Zaragoza), M<sup>a</sup> Cruz Lizuain (Hospital Duran y Reinald, Barcelona), A. Nanclares (Asociación de Electromedicina), Pilar Olivares (Hospital Gregorio Marañón) y Rosa Villarroel (CSN).

Tras el coloquio y el almuerzo de trabajo, se retomó la jornada con la ponencia de Leopoldo Arranz (Presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica), quien expuso **«Las actuaciones en caso de accidente»**, trabajo desarrolla-





do por Ernesto Argiles (LAINSA, Madrid), J.M. Campayo (LAINSA, Valencia), R. Herranz (Hospital Gregorio Marañón), M<sup>a</sup> Cruz Paredes (Clínica Puerta de Hierro), Raul Ramos (CSN) y Manuel Tormo (CSN), coordinados por el propio L. Arranz. Se analizó el riesgo en el medio hospitalario y se valoraron las consecuencias y selección de contramedidas. Se trataron, además, la actuación operacional del servicio de PR, los apoyos externos y los registros e informes preceptivos.

A continuación el Dr. J. Lochard (Director del Centre d'Etude Sur l'Evaluation de la Protection, dans le domaine nucleaire CEPN, Paris) expuso la conferencia **«El impacto social post-accidente en el medio hospitalario»**, interesante estudio sobre el estado psicológico y social de la población de Chernobyl después del accidente nuclear y las conclusiones que se han podido extraer de las investigaciones realizadas en este campo.

Para finalizar el primer día de las jornadas se llevó a cabo una mesa redonda sobre **«La percepción del riesgo»**, coordinada por Immaculada Piles (Centro de Coordinación de Emergencias, Protección Civil de la Generalitat de Valencia). Como iniciación al tema Ana Prades (CIEMAT) y Elena Puertas (Dirección General de Protección Civil) expusieron brevemente los aspectos psicológicos, sociales y de comunicación relativos a la percepción del riesgo.

Durante el segundo día de las jornadas, previo al coloquio final, se expusieron dos ponencias. La primera **«Normativas y**

**regulaciones nacionales e internacionales»** presentada por Ignacio Amor (CSN) coordinador del grupo de trabajo: Mercedes Bezares (Ministerio de Sanidad y Consumo), Gloria Martí (CSN) y Bonifacio Tobarra (Hospital Virgen de Arrixaca, Murcia) y la segunda **«Planes de emergencia»** por M<sup>a</sup> Jesús Manzanar (Hospital 12 de Octubre, Madrid) coordinadora del grupo de trabajo: Gloria Alonso (CSN), Miguel Herrador (Servicios Centrales del S.A.S.), P. Latorre (Hospital La Paz, Madrid), P. Lardiez (CSN), Teresa Ortiz (ENRESA), Francisco J. Ruiz Boadas (Dirección General de Protección Civil) y Rosa Villarroel (CSN). En la primera ponencia se presentaron la normativa española vigente, las recomendaciones de la ICRP y el reglamento internacional así como la problemática asociada a su aplicación y seguimiento en el área hospitalaria. En la segunda ponencia se expusieron los planes de emergencia, exterior e interior, la organización nacional de respuesta a emergencias y la actuación de las entidades implicadas y de la instalación afectada.

A continuación del coloquio sobre los temas expuestos, se procedió a una mesa redonda, coordinada por Ignacio Iribarren (Hospital Ramón y Cajal, Madrid) donde se debatieron los planes de emergencia y la gestión y responsabilidad del hospital. Las exposiciones fueron llevadas a cabo por J. de Benito (Departamento de Prevención y Protección Civil, Ayuntamiento de Madrid), J. L. Butragueño (CSN), M. Canellas (Hospital Clínico, Zaragoza), J. Murtra (Dirección General de Protección Ciudadana) y J. Sanchez Caro (INSA-LUD).

El acto de clausura de las II Jornadas de Emergencias en Instalaciones Radiactivas fue presidido por los Ilustrísimos:

D. José Angel Azuara Solís, Director General del CIEMAT, D.J.M. Kindelán, Presidente del CSN, D. Leopoldo Arranz, Presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica, D.F. Vargas, Subdirector General de Sanidad Ambiental y D. J. Sanchez Caro (subdirector general del INSA-LUD).

Las conclusiones más destacables de las II Jornadas de actuación en emergencias de instalaciones radiactivas sobre accidentes radiológicos en el medio hospitalario se exponen a continuación:

1º) Los accidentes en las instalaciones radiactivas de un hospital tienen potencialmente una probabilidad de ocurrencia alta pero sus consecuencias no suelen ser muy graves. La frecuencia estimada de tales accidentes suele estar infravalorada porque algunos de ellos no se declaran.

Los accidentes que ocurren con mayor frecuencia son debidos a manipulación errónea. Los accidentes debidos a fallos de equipos, o a su uso indebido son menos probables.

Un accidente en un medio hospitalario puede afectar a profesionales, pacientes y acompañantes y más improbablemente a público y/o medio ambiente. Las exposiciones potenciales o riesgos asociados pue-



den ser: contaminación de personas, instalaciones e irradiación externa de personas.

2º) Es conveniente identificar los sucesos iniciadores que pudieran dar lugar a un accidente y los indicadores que señalen el momento de prevenir un accidente, se debe establecer de forma precisa el conjunto de actuaciones para corregir y mitigar la situación en las distintas instalaciones radiactivas hospitalarias: instalaciones de radioterapia, medicina nuclear, laboratorios y radiodiagnóstico.

3º) Es necesario un estudio de los potenciales escenarios accidentales en instalaciones radiactivas hospitalarias para facilitar la de catalogación de los sucesos como emergencias y definir, en consecuencia, las medidas preventivas a adoptar.

Se debe establecer un registro regular y unificado tanto de los incidentes como accidentes que puedan tener lugar en instalaciones radiactivas hospitalarias. Ello permitirá obtener conclusiones importantes para mejorar, si cabe, la protección radiológica y en especial la disminución de la probabilidad de ocurrencia de incidentes o accidentes radiológicos hospitalarios.

La Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA) está llevando a cabo un gran esfuerzo por crear tal registro.

4º) La protección de pacientes, público y de trabajadores frente a los riesgos asociados a un accidente en el medio hospitalario comienza con el diseño y la concepción de la instalación, incluyendo una adecuada formación y entrenamiento del personal.

A pesar de todas las medidas preventivas debe tenerse en cuenta que siempre cabrá la posibilidad de ocurrencia de un accidente radiológico, por lo que se debe planificar la respuesta a una situación anormal (planes de emergencia) para reducir las exposiciones por causa de accidente.

5º) Los criterios para la selección de las medidas correctoras deben tener en cuenta el tipo de fuentes y las situaciones anormales potenciales. En consecuencia en un medio hospitalario se podrían presentar situaciones accidentales que justificasen intervenciones en los siguientes casos:

En el interior de las Instalaciones:

\* Irradiación en instalaciones de medicina nuclear y radioterapia.

\* Contaminación con repercusiones significativas en las dosis que pueden ser debidas a fallos en la seguridad intrínseca, pérdida u olvido de fuentes, circulación de pacientes con fuentes implantadas fuera de la zona de control etc.

En el exterior de las instalaciones:

\* Debido a posibles robos, pérdida o abandono de fuentes de radioterapia o laboratorios biológicos de irradiación.

Las instalaciones de radiodiagnóstico y de investigación no pueden originar situaciones de emergencia significativas.

En el caso de situaciones que afecten al interior de las instalaciones las medidas correctoras aplicables son:

- control de accesos,
- descontaminación,
- tratamiento de personas irradiadas
- utilización de equipos de protección
- evacuación (sólo en condiciones de necesidad ineludible).

En el caso de situaciones que afecten al exterior son de aplicación algunas de las contramedidas previstas en el Plan Básico de Emergencias Nuclear, adaptándolas a las características especiales de los radionucleidos que podrían verse involucrados y al alcance real de la situación accidental.

6º) Para conseguir una adecuada protección radiológica en el medio hospitalario se deben de tomar una combinación de medidas técnicas y administrativas, cuya efectividad debe estar continuamente valorada.

La administración de radioprotección comporta:





- estructura organizativa:
- programas de formación y garantía de calidad:
- normativa, y mantenimiento de registros.

La dirección del centro hospitalario es la responsable de disponer de recursos para poder llevar a cabo estas medidas técnicas y administrativas para la prevención de los accidentes radiológicos en el medio hospitalario.

7º) Las actuaciones a seguir en caso de accidente en una instalación hospitalaria son:

- notificación inmediata al titular
- asesoramiento al supervisor/titular/responsable
- apoyo del Servicio de Protección radiológica
- coordinación del personal y servicios implicados.

El análisis inicial del suceso incluye la evaluación de las personas involucradas y/o afectadas y de la naturaleza de la fuente o equipos implicados. Se suspenderá el uso de la instalación hasta la vuelta a la normalidad y se

tomarán las medidas correctoras necesarias.

En ocasiones será necesario reforzar los medios propios con el apoyo externo de un «Equipo Técnico de Descontaminación» (ETD), para que bajo la responsabilidad del SPR y de forma conjunta, se pueda llegar lo antes posible a la situación de normalidad, con el menor coste radiológico y de generación de residuos.

Otra de las actuaciones a llevar a cabo cuando se produce un incidente o accidente radiológico en una instalación, es la elaboración de un informe y registro preceptivo. Se deberá comunicar al CSN lo antes posible el suceso.

8º) La información a la población constituye un elemento esencial en las actuales políticas de prevención y gestión de las actividades de riesgo. Esto es particularmente importante si los riesgos son importantes.

La percepción social del riesgo constituye el punto de partida esencial de todo el proceso de comunicación con la población. La necesidad de mayores conocimientos y

educación es evidente. Los progresos que se han realizado hasta la fecha son aún muy escasos, lo que confiere una mayor trascendencia a la necesidad de desarrollar planes de información y comunicación a la población.

9º) Es necesaria una adaptación racional de las normativas y reglamentaciones al medio hospitalario, así como la revisión, en un periodo relativamente corto, de toda la normativa nacional en materia de Protección Radiológica recogiendo las nuevas recomendaciones y normas internacionales.

10º) Se debería elaborar un plan de emergencias específico para las instalaciones del ámbito hospitalario. Dicho plan de emergencias debe ser un procedimiento de actuación y como tal debe estar sometido a revisiones, entrenamiento y actuación permanente. Es necesaria la realización de simulacros.

**M. Marco  
M. Rodríguez**  
CIEMAT/I.E.E.



## GRUPOS DE TRABAJO S.E.P.R.

### GRUPO DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE LA SEPR

#### Coordinadora:

Jocelyne Leal (Hospital Ramón y Cajal)

#### Miembros:

J. Miguel García Sagredo, Rafael Pons Jaulin de Sentre y Ricardo Torres Cabrera

#### Informe

Tal como se ha hecho en otros países, la Sociedad de Protección Radiológica ha creado en España el Grupo Radiaciones-No Ionizantes (RNI).

Existen ya varias aplicaciones terapéuticas bien conocidas de las RNI como por ejemplo los lasers, ondas cortas y microondas, campos pulsados de muy bajas frecuencias y el método de diagnóstico por resonancia magnética nuclear (RMN). Los temas de saber tanto el posible efecto de las RNI sobre la salud cuando están generadas sin control en los medios domésticos y laborales como su uso beneficioso en otros muchos casos, en particular para la regeneración nerviosa, son temas en estudio en todos los países.

La DG XIII (Telecomunicaciones, Información y Valorización de la Investigación) de la Comunidad Europea, financia ya la acción Cost 244 sobre "Efectos Biomédicos de los Campos Electromagnéticos" (CEMs) y está trabajando en un programa sobre posibles efectos sobre la salud de los teléfonos celulares. También Motorola, en los EEUU está financiando un amplio estudio en este tema.

En los diferentes países europeos se fomenta la investigación científica en esta nueva rama de la Biomedicina, en la cual se interesan también y se preocupan las diferentes instituciones. En Francia, por ejemplo, a petición de EDF la Compañía de Electricidad (pública), el INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) ha realizado un informe sobre campos electromagnéticos en ambientes domésticos y laborales que se ha dado a conocer en febrero de 1993: "Saber si los efectos de los CEMs sobre la salud son reales es muy importante, especial-

mente a nivel de Salud Pública". En su conclusión sobre líneas de alta tensión el INSERM dice "En el estado actual de los conocimientos (feb.1993) se puede admitir que puede haber un efecto de los campos electromagnéticos residenciales sobre la aparición de leucemias en niños".

Existe el siguiente consenso científico internacional: sabemos usar con fines terapéuticos los CEMS de bajas y altas frecuencias. Pero el metabolismo celular puede ser modificado por CEMs en relación con el campo constante ambiental y/o un ruido EM ambiental coherente especialmente e incoherente en el tiempo. Los diferentes mecanismos posibles de interacción campos electromagnéticos-sistemas biológicos son temas prioritarios de investigación, tanto básica como epidemiológica.

Estas son algunas de las razones por las cuales la SEPR organiza la Sección RNT. Vamos a celebrar en este año 1995, una jornada técnica de conferencias y mesas redondas sobre las diferentes ramas de esta nueva ciencia de investigación biomédica. Durante la jornada se podrá debatir también acerca de los últimos datos que señalan una acción sinérgica de las Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes a nivel cromosómico. Mucho nos queda por hacer y con ánimo lo haremos, tanto en España como en otros países dentro y fuera de Europa.

Esperamos contar con todos vosotros, profesionales de la Física, Medicina, Biología e Ingeniería, interesados en la aplicación de la energía electromagnética en beneficio de la salud, para que os pongáis en contacto con nosotros.

### GRUPO DE MEDICINA

#### Coordinadores:

Vicente Pastor y Aldeguer (Hospital de la Princesa) y Luis M. Tobajas Asensio (Central Nuclear de Ascó)

#### Miembros:

Alfredo Brum Jaen, José María Escudero Bayón, Luis Miguel Tobajas Asensio, Pedro Valcárcel Robles, Rafael Herranz Crespo, Luis Martín Curto y Raul Ramos de la Plaza.





### Informe

Los Coordinadores del mismo (Dres. V. Pastor y Luis M. Tobajas) han recibido varias propuestas de colaboración. En particular de la Sociedad Científica Portuguesa, homóloga a la nuestra (Sociedade Portuguesa de Protecção contra radiações), así como del Centro cubano de Protección e Higiene de las Radiaciones. Este último nos ha hecho llegar un resumen de uno de sus trabajos referido a "Impacto de las radiaciones en niños afectado por el accidente de Chernobil, atendidos en Cuba" que hemos enviado a todos los miembros del Grupo.

Los días 19 y 20 de Diciembre algunos miembros integrantes de este Grupo (Dr. V. Pastor, Dr. R. Ramos y Dr. R. Herranz) asistimos a las "II Jornadas sobre Actuación en Emergencias de Instalaciones radiactivas" sobre "Accidentes radiológicos en el medio hospitalario" que tuvieron lugar en CIEMAT.

El día 8 de Febrero tuvo lugar, en Madrid, una Jornada sobre el Proyecto de Ley del Código Penal especialmente referido a los posibles cambios en la Normativa Medioambiental y Nuclear. Remitimos esta información a todos los miembros del Grupo pero, en cualquier caso, los Coordinadores tenemos documentación sobre las conclusiones a disposición de los miembros interesados en las mismas.

Los Coordinadores están trabajando en la posible organización de una Jornada Técnica, con expertos nacionales e internacionales, con la idea de unificar criterios de cara al objetivo N°1 (Definición de criterios para la armonización y unificación de actuaciones de los SME. Unificación de los certificados médicos y del alcance de los reconocimientos médicos) propuesto por la Sociedad a este Grupo de Trabajo.

Por otra parte, el objetivo N°2 (Recopilación científica de trabajos epidemiológicos sobre efectos biológicos a bajas dosis) está sometida a revisión permanente por el Sistema Medline y del que seleccionamos periódicamente noticias bibliográficas de interés para los componentes del Grupo.

### GRUPO DE NORMATIVA Y REGLAMENTACION

#### Coordinadores:

Andrés Leal Martín (C. N. Almaraz) y Eliseo Vañó Carruana (Universidad Complutense)

### Miembros:

Juan Amador Vela-Hidalgo, Carmen Baixeras Divar, Tomás Casanova Blanco, Juan M. Cañizares Martínez, Angel L. García Rodríguez, Emilio Iranzo González, Miguel Marine Muñoz, Javier Menarguez Abella, Juan José Morant Echevarne, Inmaculada Piles Alepuz, Alejandro Placer Diessler, Rafael Pons Jaulin de Sentre, Ramón de Vicente Vázquez y Juan Ignacio Villaescusa Blanca.

### Informe

La publicación del documento ICRP60 Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990 ha planteado una revisión general de toda la normativa y reglamentación relacionada con la protección radiológica.

Por ello, el primer trabajo del grupo ha sido la traducción del citado documento, con dos objetivos: el menos importante seguramente sea el de facilitar su lectura; el trabajo de revisión de la traducción (sobre un trabajo inicial contratado por ENRESA) que está realizando un grupo con representantes de los patrocinadores de la edición (C.S.N. ENUSA, CIEMAT, AMYS-UNESA, ENRESA), ha puesto de relieve la dificultad de la interpretación de determinados términos y la importancia de usar una terminología clara y uniforme.

En paralelo con este trabajo se está realizando con un grupo más amplio el seguimiento y comentarios a otros documentos como:

- Protection against ionization radiation and safety of radiation sources (OIEA)
- Basic safety standards (OIEA y otros)
- Directiva sobre las normas básicas de protección radiológica y salud de los trabajadores y público (C.E.)

### GRUPO DE TRABAJO SOBRE DOSIS A PACIENTES EN RADIODIAGNOSTICO

#### Coordinador:

Ignacio Hernando González (Hospital de Rio Hortega)



**Miembros:**

Juan Amador Vela-Hidalgo, Juan Manuel Campayo Esteban, Emilio Casal Zamorano, Juan M. Cañizares Martínez, Cristina Correa Sainz, M<sup>a</sup> Luisa España López, Bernardo Fco. Falero García, M<sup>a</sup> Pilar Olivares Muñoz, Félix Peinado González, Rafael Pons Jaulin de Sentre, Jose M<sup>a</sup> Sastre Aguado, Bonifacio Tobarra y Ramón de Vicente Vázquez

**Informe**

El Grupo de trabajo sobre "Dosis a pacientes en Radiodiagnóstico" se planea en su etapa inicial un doble objetivo:

1. Elaborar un informe sobre el anteproyecto de Real Decreto en el que se establecen los criterios de calidad en Radiodiagnóstico
2. Analizar el concepto de restricción de dosis en relación con el Radiodiagnóstico.

En cuanto al primero de ambos, se pretende recopilar el mayor número posible de comentarios y aportaciones en un plazo de pocos meses. El informe elaborado con ellos podría servir de base técnica para fijar la postura de la Sociedad con respecto al citado anteproyecto.

El segundo objetivo es más general, presenta facetas diversas y precisa un desarrollo más prolongado. Los primeros contactos entre los miembros del grupo se han dirigido a intercambiar ideas y referencias sobre el tema. De dicho intercambio se espera obtener una definición del alcance del trabajo y una decisión sobre los aspectos a desarrollar prioritariamente. Se establece la meta de preparar una jornada técnica, en el plazo aproximado de un año para presentar a los socios el estado de la cuestión.

### GRUPO DE TRABAJO SOBRE CONTROL DE CALIDAD EN RADIODIAGNOSTICO

**Coordinador:**

Eliseo Vañó Carruana (Universidad Complutense)

**Miembros:**

Manuel Alonso Díaz, Alfonso Calzado Cantera, Mar-

garita Chevalier del Río, Luciano González García, Ignacio Hernando González, Pilar López Franco, Arturo Mendez Llorent, Pilar Morán Penco, Pedro Ortiz López y Pedro Rogríguez Rodríguez

**Informe**

**Antecedentes.** La Sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Protección Radiológica acordaron en Mayo de 1991 promover conjuntamente la elaboración de un protocolo español sobre Control y Garantía de Calidad en Radiodiagnóstico. Se propuso como coordinador del trabajo al Prof. Eliseo Vañó, Catedrático de Física Médica de la Universidad Complutense de Madrid, quien formó una Comisión de Control de Calidad en Radiodiagnóstico invitando a formar parte de las misma a los miembros de las Sociedades que más se habían destacado por sus trabajos e interés en dicho campo. La Comisión quedó formada por los siguientes miembros: D. Manuel Alonso Díaz, D. Alfonso Calzado Cantera, Dña. Margarita Chevalier del Río, D. Luciano González García, D. Eduardo Guibelalde del Castillo, D. Ignacio Hernando González, D. Arturo Méndez Llorent, Dña. Pilar Morán Penco, D. Pedro Ortiz López, D. Pedro Rodríguez Rodríguez y D. Eliseo Vañó Carruana. Posteriormente se incorporó a la Comisión Dña. Pilar López Franco, D. Eduardo Guibelalde actúa como secretario del Comité.

El Protocolo provisional de Control de Calidad en Radiodiagnóstico fue difundido con carácter público en el Congreso de Física Médica de septiembre de 1993 con la petición de que se utilizara con carácter provisional y se remitieran sugerencias de modificaciones o de correcciones al Comité de Control de Calidad en Radiodiagnóstico o a la secretaría de las Sociedades de Física Médica o de Protección Radiológica.

Se mandaron copias del documento a distintos expertos internacionales que podían evaluar su contenido, entre ellos la Dra. Cari Borrás en Estados Unidos, el Dr. Hanson en la Organización Mundial de la Salud, el Dr. Maccia en Francia y el Dr. Padovani en Italia. Se remitieron también copias del Protocolo a distintas empresas que comercializan o mantienen equipos de rayos X en España o material radiográfico, así como a la Sociedad Española de Radiología Médica y a la Sociedad Española de Técnica de Radiología. Hasta la fecha la propuesta de correcciones más exhaustiva ha llegado por parte de C. Borrás de la Organización Panamericana de la Salud.

**Perspectivas futuras**

En función de todo ello, la propuesta de la Presidencia y Secre-





taría del Comité de Control de Calidad, es que se amplie, en principio, hasta septiembre de 1995, el plazo de provisionalidad del documento y se insista a los miembros de la Sociedad de Física Médica y de Protección Radiológica, a las casas comerciales y a las sociedades científicas relacionadas con el radiodiagnóstico para que remitan sugerencias y modificaciones escritas al citado protocolo provisional. Durante el mes de Abril de 1995 el Comité de redacción se reunirá para analizar las sugerencias que se hayan recibido hasta la fecha y propondrá la redacción de una versión definitiva (revisable en periodos de tiempo del orden de dos a tres años).

A raíz de la publicación en el revista Radioprotección Nº7 vol. II 1994 de la existencia de los distintos grupos de trabajo de la Sociedad se han recibido solicitudes de D. Angel Gracia Ezepeleta y D. Juan José Morant Echevarne para formar parte del grupo de trabajo de la S.E.P.R. de control de calidad en Radiodiagnóstico. Este grupo, con los miembros que lo deseen, actuará como complemento del que ha redactado y está revisando el protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico de la S.E.P.R. serán: proponer ampliaciones al protocolo, aplicar el documento de forma piloto en distintas instalaciones y analizar las dificultades prácticas que surgen, discutir otras normativas internacionales, etc.

Se espera que este grupo se reúna antes del verano para una primera reunión de trabajo que tendrá lugar con fecha posterior a que el comité de redacción del protocolo adopte una nueva versión del mismo.

#### GRUPO SOBRE PROTECCION RADIOLOGICA EN RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA

##### Coordinadores:

Manuel Alonso Díaz (Hospital de Valdecilla) y  
Andrés González Tutor

##### Miembros:

José Ignacio Bilbao Jaureguizar, Antonio Jesús Echenagusía Belda, Andrés González Tutor, Eliseo Vañó Carruana, Leopoldo Arranz y Carrillo de Albornoz y Manuel Alonso Díaz.

##### Informe

**Objetivo marco:** Particularización y optimización de la Protección Radiológica en las prácticas radiológicas intervencionistas, en colaboración con la Sociedad Española de Radiología Vasculare e Intervencionista.

**Objetivo nº1 :** Elaboración de un Manual de Protección Radiológica en Radiología Vasculare e Intervencionista para el verano de 1995.

**Otros objetivos:** Cursos de formación, elaboración de protocolos de adquisición de equipos, etc.

#### GRUPO DE FORMACION EN PROTECCION RADIOLOGICA

##### Coordinador:

Juan J. Peña Bernal (Universidad de Extremadura)

##### Miembros:

Juan Amador Vela-Hidalgo, Carmen Baixeras Divar, Lorenzo Carretero Guisado, Juan M. Cañizares Martínez, Francisco Díaz de la Cruz, Ricardo Díez González, M<sup>ª</sup> Luisa España López, Angel L.García Rodríguez, Emilio Irazo González, M<sup>ª</sup> del Pilar López Franco, M<sup>ª</sup> Teresa Macías Domínguez, Marisa Marco Arbolí, Miguel Marine Muñoz, Alonso Martínez, M<sup>ª</sup> Cruz Paredes, Rafael Pons Jaulin de Sentre, Mónica Rodríguez Suárez, Angeles Sánchez y Ramón de Vicente Vázquez.

##### Informe:

El Grupo de Trabajo se ha constituido el pasado 25 de febrero, celebrando su primera reunión en Jarandilla de la Vera (Cáceres). Se ha comenzado en el desarrollo del 1º objetivo del Grupo, indicado en el nº7 de Radioprotección.

En respuesta a una petición hecha por la Junta Directiva de la SEPR, se procede a elaborar un informe técnico relativo al Proyecto de Real Decreto que regula las enseñanzas de los Técnicos en Diagnóstico por Imagen (Radiología y Medicina Nuclear) y Radioterapia. Se han encontrado algunos errores de fondo y forma en este proyecto. Por esta razón, este proyecto está sometido a la revisión de los miembros del citado Grupo para presentar los comentarios oportunos. Una vez finalizada la revisión del documento se



presentará el Informe elaborado a las Autoridades competentes (Ministerio de Educación y Ciencia y Ministerio de Sanidad). Esperamos concluir este trabajo en el plazo de un mes.

Se ha planteado, al tiempo, el 2º objetivo de trabajo a realizar. Revisión y evaluación sobre la formación específica de Radiofísicos Hospitalarios.

En la Secretaría de la Sociedad Española de Protección Radiológica quedan a disposición de los lectores para cualquier posible consulta las cartas que el Presidente de la SEPR, a propuesta de este Grupo, ha enviado a D. Angel L. Carrasco Prieto, Director General de Ordenación Profesional del Ministerio de Sanidad y Consumo y a D. Francesc Colomé, Director General de Formación Profesional Reglada y Renovación Pedagógica, del Ministerio de Educación y Ciencia.

#### GRUPOS SOBRE GESTION DE RESIDUOS EN HOSPITALES Y CENTROS DE INVESTIGACION BIOLÓGICA

##### Coordinadora:

Marina Téllez de Cepeda (Hospital La Paz)

##### Miembros:

Antonio Castell, M<sup>a</sup> Teresa Ortiz, Juan Diego Quesada, Pilar Olivares, Marina Tellez, Angeles Sánchez, M<sup>a</sup> Teresa Macías.

##### Informe:

La elaboración de la "Guía de Gestión de material y residuos radiactivos en hospitales y centros de investigación" está terminada. En estos momentos se está realizando una revisión del documento final.

Después de Semana Santa (aproximadamente para el día 18 de Abril) el documento será remitido al Grupo Consultor para que, en el plazo de un mes, emitan los comentarios oportunos. Dicho Grupo está constituido por profesionales de reconocido prestigio en el área.

Se comunica a todos los socios de la SEPR interesados en realizar comentarios al documento indicado, que pueden solicitar una copia del mismo a la Secretaría Técnica de la Sociedad.

#### GRUPO DE DOSIS A PACIENTES EN MEDICINA NUCLEAR

##### Coordinadora:

Natividad Ferrer García (Hospital Ramón y Cajal)

##### Miembros:

José Fco. Martí Vidal, Teresa Navarro Bravo, Bonifacio Tobarra, Cristina Correa Sainz, Bernardo Fco. Falero, Marina Téllez Cepeda, Leopoldo Pérez González, Pilar López Franco.

##### Informe:

En la actualidad el grupo está en los comienzos, se ha empezado por un primer contacto por carta con cada uno de los socios, un total de 8, que se interesaron en el tema. En dicha carta se les planteó una ampliación de los dos objetivos que nos propuso la Junta Directiva, en base a no dejar de considerar el estudio de dosis interna de los trabajadores profesionalmente expuestos de los servicios de Medicina Nuclear.

En el caso que los miembros del grupo estén de acuerdo lo incorporaremos a los dos objetivos sugeridos por la junta directiva que son:

- 1.-Estudio sobre la situación de la dosis en la Medicina Nuclear en España.
- 2.-Estudio del concepto de restricción de dosis en relación a la Medicina Nuclear

Entre los componentes del grupo no hay ningún especialista en Medicina Nuclear y estamos a la espera de la contestación de la Sociedad Española de Medicina Nuclear para que designe un representante oficial en nuestro grupo.

#### GRUPO DE EMERGENCIAS EN INSTALACIONES RADIATIVAS

##### Coordinadora:

Marisa Marco Arboli (CIEMAT)

##### Miembros:

Francisco Díaz de la Cruz, María Teresa Macías, Car-





men Baixeras Divar, Juan I. Villaescusa Blanca, Inmaculada Piles Alepuz, Juan M. Cañizares Martínez, Juan M. Campayo Esteban, Alfonso Martínez Ortega, Tomás Casanova Blanco y Andrés Gómez García.

#### Informe:

Nuestro objetivo inicial es analizar los criterios que deben tenerse en cuenta para la prevención de accidentes, las respuestas adecuadas a cada tipo de accidente y su impacto social.

Tras la primera toma de contacto con todos los miembros del grupo para estudiar los objetivos a proponer y su desarrollo mediante acciones concretas, se podrían tener en cuenta los siguientes objetivos:

Definir el ámbito donde el grupo desarrollará su trabajo, repartir el trabajo en grupos teniendo en cuenta criterios de proximidad geográfica afinidad profesional etc. (teniendo en cuenta las instalaciones móviles).

Elaborar una guía de actuación para emergencias interiores en las instalaciones radiactivas donde se reflejen de forma precisa y concreta los siguientes aspectos:

- Definición de incidente y accidente, pautas de actuación
- Colaboración con el Organismo regulador y con Organismos Internacionales.

Elaborar una base de datos con bibliografía sobre el tema y revisar y difundir los documentos relacionados con el tema.

## GRUPOS DE TRABAJO EN COLABORACION CON OTRAS SOCIEDADES

### GRUPO ARMONIZACION DE LA GESTION DE DATOS DOSIMETRICOS

NOTA INFORMATIVA de la reunión celebrada entre representantes de las Sociedades de Protección Radiológica de Italia, Francia y España en Madrid los pasados 12 y 13 de diciembre de 1994, con el objetivo de analizar la posible armonización de la gestión de datos dosimétricos.

Asisten a la reunión los Sres:

Marie Litido (Asociación Italiana de Protección Radiológica)  
Maurizio Pellicioni (Asociación Italiana de Protección Radiológica)  
Raymond Dollo (Sociedad Francesa de Protección Radiológica)  
Jerónimo Iñiguez (Sociedad Española de Protección Radiológica)

Esta reunión era fruto de las actividades realizadas a lo largo de 1994 y que comenzaron con la reunión mantenida en Bolonia (20 - 21 de Junio) y continuaron en la de París (26-27 de Septiembre). En estas reuniones se habían presentado la situación actual de cada país en relación a la gestión de datos dosimétricos (existencia y alcance de careé radiológico y banco dosimétrico nacional) y analizado los mínimos datos exigibles del carné radiológico para el caso de trabajadores de un país que va a trabajar a otro y definir el alcance de una propuesta de banco dosimétrico comunitario.

En esta reunión se presentaron, analizaron y discutieron unos borradores de documentos en los que se reflejaban una serie de recomendaciones y propuestas, estableciendo el siguiente plan de trabajo:

- revisión de los documentos con los comentarios a los mismos
- envío para su aprobación por todos los miembros del Grupo de Trabajo
- traslado a las respectivas Sociedades proponiendo, tras su revisión y aprobación, su remisión conjunta a la Unión Europea.

### COMISION NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD EN INSTRUMENTACION DE MEDICINA NUCLEAR (SEPR. SEFM. SEMN)

#### Coordinadora:

Marina Téllez de Cepeda (Hospital La Paz)

#### Miembros:

Raquel Barquero Sanz, Ana Blanes Tabernero, José Miguel Delgado Rodríguez, Natividad Ferrer García, José Manuel Martín Calvarro, Rafael Puchal Ané, María Luisa Ramírez Vera, Javier Luis Simón y Marina Téllez de Cepeda.



*Informe:*

Como ya se ha indicado en repetidas ocasiones, la comisión está avalada por la Sociedad Española de Protección Radiológica por la de Física Médica y por la de Medicina Nuclear y su cometido es la elaboración de un protocolo nacional sobre control de calidad en instrumentación de Medicina Nuclear.

El documento se encuentra en fase de redacción una vez revisada la bibliografía al respecto y se espera disponer de un primer borrador a partir de Septiembre de este año, el cual será entregado a las tres sociedades para comentarlo.

Las áreas que se contemplan son: Equipos metrológicos y analizadores, equipos de imagen (planar y tomográfica) proceso de datos aspectos médicos y dosimetría del paciente.

El documento consta de dos tomos, en el primero se recogen conceptos generales y definiciones explicativas sobre los parámetros y equipos cuyas pruebas de control de calidad se describen en el segundo, así como la incidencia que un desajuste de los equipos pueda tener en la fiabilidad del diagnóstico.

Se ha incluido un capítulo sobre dosimetría del paciente, basado en recomendaciones internacionales entre otras razones para insistir en la necesidad de optimizar la dosis recibida por dichos pacientes.

El objetivo de ambos tomos complementarios es el de disponer de un documento a nivel nacional, que sirva de guía básica a los profesionales de la Medicina Nuclear: Médicos, técnicos y radiofísicos, a fin de disponer de un esquema común en lo que atañe a control de calidad de la instrumentación que se utiliza en esta especialidad.

## • FLASHES INFORMATIVOS •

### ■ NUEVA OFICINA DE RADIOPROTECCION CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES EN FRANCIA

La Oficina de Radioprotección, instituida por un decreto de 17 de Octubre de 1994 entró en operación el primero de Enero del presente 1995. Cuenta con una quincena de personas y sustituye a la antigua SCPRI (Servicio Central de Protección contra las Radiaciones Ionizantes). Creada en el seno de la Dirección General de la Salud, este órgano permitirá al Estado asegurar la tutela de Oficina de Protección contra las Radiaciones Ionizantes (OPRI), bajo responsabilidad conjunta del Ministerio de Salud y del Ministerio de Trabajo.

En el marco de una audiencia parlamentaria celebrada el pasado Noviembre sobre el desmantelamiento de instalaciones

nucleares, el diputado Claude Birraux, se mostró contento de la creación de la nueva Oficina de Radioprotección estimando que ya era hora de trabajar. Es el Estado quien, en opinión del diputado Birraux, ha de definir las normas de radioprotección, poner un marco adecuado a los contratos de trabajo de los operadores nucleares y determinar de forma precisa las autorizaciones de descargas, advirtiendo que la creación de la Oficina de Radioprotección es un primer paso, pero que no es suficiente. Birraux había reclamado previamente la creación de una autoridad responsable de la radioprotección en el ministerio de la Salud. (ENER-PRESSE 21 Noviembre pág. 1)

### ■ PILAR LOPEZ, MEJOR FISICO DE 1994

El Colegio de Físicos ha concedido el galardón de «Mejor Físico del 1994» a

nuestra socia, querida por todos, Pilar López Franco. No sólo nos alegramos por ello sino que también nos sumamos a este reconocimiento porque Pilar ha sido, y sigue siendo, un continuo ejemplo de profesionalidad, honradez y espíritu constructivo.

### ■ SE PERFILAN NUMEROSAS REUNIONES E INFORMES AL CUMPLIRSE EL 10º ANIVERSARIO DE CHERNOBYL

Acaba de anunciarse que el OIEA organiza una Conferencia Internacional sobre las consecuencias radiológicas «Una década después de Chernobyl» junto con la Comisión Europea y la OMS en Viena del 8 al 12 de abril de 1996 (la semana anterior a la reunión IRPA 9).

Esta Conferencia se agrega a las que





preparan la OMS en Ginebra del 20 al 23 de noviembre 1995 con el título «Consecuencias para la salud de Chernobyl y otros accidentes radiológicos» y la Comisión Europea junto con Bielorusia, Rusia y Ucrania sobre las consecuencias del accidente de Chernobyl en Minsk del 18 al 23 de marzo 1996.

La Conferencia del OIEA pretendería consolidar un balance científico incluyendo precisando las conclusiones de las reuniones precedentes, incluyendo un Seminario, el Simposio técnico y también una sesión para pediatras y un foro para personas involucradas en la toma de decisiones. Asimismo, varias organizaciones entre las que se encuentra la NEA/OECD, UNSCEAR, FAO y posiblemente otras como UNESCO o aún nacionales y binacionales están preparando o planificando realizar informes o producir documentos sobre aspectos parciales o globales referidos al accidente de Chernobyl, su evaluación.

■ **HAN SIDO EDITADAS LAS NORMAS BÁSICAS INTERNACIONALES PROPICIADAS POR OIEA/FAO/NEA-OECD /OMS/OIT/OPS**

Acaba de aparecer con portada de color rojo el número 115-1 de la Colección Seguridad del OIEA. El mismo incluye la publicación preliminar de las «Normas Básicas para la protección contra las radiaciones ionizantes y la seguridad de las fuentes de radiación».

Como hemos informado en nuestro número anterior esta publicación relimitada en idioma inglés anticipa la que se

efectuará en varios idiomas luego de que las normas sean aprobadas por la totalidad de las Agencias que la propician. Este proceso de aprobación y está muy avanzado y culminaría el próximo mes de mayo cuando está previsto que el Comité de Dirección de la NEA/OECD las apruebe.

■ **PRIMERA CAMPAÑA NACIONAL DE RECOGIDA DE RADIOGRAFIAS INSERVIBLES**

Farmacéuticos Sin Fronteras España y Sanofi han firmado un acuerdo para la campaña de recogida de radiografías inservibles.

La campaña se desarrollará durante los meses de marzo y abril. Las radiografías inservibles donadas por los particulares y los profesionales se recogerán a través de las oficinas de farmacia. Las radiografías contienen sales de plata que se fundirán en lingotes. Los fondos obtenidos se donarán a Farmacéuticos Sin Fronteras España para sus programas de Ayuda Humanitaria.

■ **9TH CONGRESO EUROPEO DE RADIOLOGIA**

Más de 10.000 profesionales vinculados al campo de la radiología se dieron cita en Viena los pasados 5 - 10 de marzo, durante la celebración del 9th Congreso Europeo de Radiología. Esta convocatoria, en la que han participado 70 países, ha recogido el espíritu conmemorativo del 150 aniversario del nacimiento del físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen (27 de marzo de 1845) y del 100 aniversario del descubrimiento de los "rayos X", también llamados "rayos

Roentgen", que se celebrará el 8 de noviembre del presente año. Organizado por la European Association of Radiation (EAR), el Congreso Europeo de Radiología ha sido presidido por Albert L. Baert y ha contado con una superficie de 8.000 m<sup>2</sup> para la exposición técnica.

«La palabra que podría definir lo más notorio del Congreso y, en definitiva, el futuro de la radiología/radiodiagnóstico es la conectividad dentro del propio hospital y entre unos hospitales y otros. Esto permite que la imagen digitalizada pueda ser transmitida y almacenada», señaló a la revista *RADIOPROTECCION*, presente en el Congreso, Antonio Esteban Sevillano, Director General de Ventas de *General Electric Medical Systems* para España y Portugal, una de las 191 compañías expositoras en el Congreso.

Efectivamente, la revolución técnica de la radiología está directamente vinculada al desarrollo de la tecnología informática. El radiodiagnóstico está sufriendo cambios básicos desde que es posible utilizar la adquisición digital de datos para prácticamente todas las modalidades. Llegando todavía más lejos en el procesamiento de la imagen, la comunicación interna y externa en los departamentos de radiología y el almacenamiento de datos digitalizados abren nuevas vías pero, al mismo tiempo, requieren cambios estructurales en los sistemas, que han permanecido sin renovarse en las pasadas décadas.

Actualmente, el Congreso Europeo de Radiología, que se convoca cada dos años, es el mayor encuentro de radiólogos de Europa, sólo superado por el RSNA de Chicago.



• NOTICIAS TECNICAS • • NOTICIAS TECNICAS •

■ **DIAGNOSTICO Y TERAPIA EN UN MISMO EQUIPO DE MRT**

GE Medical Systems, rama de tecnología médica de la compañía norteamericana General Electric (GE), ha diseñado un equipo de Magnetic Resonance Tomography (MRT) que permite el diagnóstico y la terapia al mismo tiempo. "Estamos investigando con cirujanos para conseguir que algo muy invasivo se convierta en menos invasivo", indica Antonio Esteban Sevillano, Director General de Ventas de esta división para España y Portugal. Este equipo, que actualmente se encuentra en fase de prueba en un centro de Boston, podría llegar a nuestro país a finales de este mismo año.

GE Medical Systems se encuentra entre las compañías líderes de este sector. Su brazo europeo alcanzó en 1994 una cifra de ventas cercana a los 10.000 millones de pesetas.

Sus sistemas de imagen se desarrollan apuntando a las necesidades de la sanidad moderna: calidad de imagen, aplicaciones clínicas y programas actualizados así como facilidad de uso, elevado confort para el paciente y la mayor fiabilidad posible. En contacto con la demanda del mercado, GE Medical Systems desarrolla su oferta en tomografía computarizada, resonancia magnética, mamografía, medicina nuclear, PET (Positron Emission Tomography), diagnóstico de rayos x, radioterapia y ultrasonido.

■ **EG & G INSTRUMENTS ESPAÑA COMERCIALIZA LOS PRODUCTOS EG & G BERTHOLD**

El grupo EG & G INSTRUMENTS enfoca su actividad en el campo de la instrumentación, fundamentalmente con fines científicos. En 1991 adquirió la firma BERTHOLD y en 1993 la compañía WALLAC dentro del

plan de expansión hacia áreas de investigación y diagnóstico clínico.

Por lo tanto, los productos de la firma BERTHOLD se comercializan desde el día 1 de Enero del presente año por EG & G INSTRUMENTS ESPAÑA de acuerdo con la política de concentración de las distintas líneas de producto en un mismo centro; lo cual permitirá un mejor soporte técnico y servicio al cliente.

Los productos fabricados por EG & G BERTHOLD se engloban dentro de las categorías de Detectores de radiactividad en aplicaciones bioanalíticas (detectores de radiactividad para HPLC; Sistemas de autoradiografía y análisis de la imagen); Detectores de luminiscencia (Luminómetros para tubos, Luminómetros para microplacas, Proceso de datos y Sistemas luminográficos para captación y análisis de la imagen).

## FE DE ERRATAS

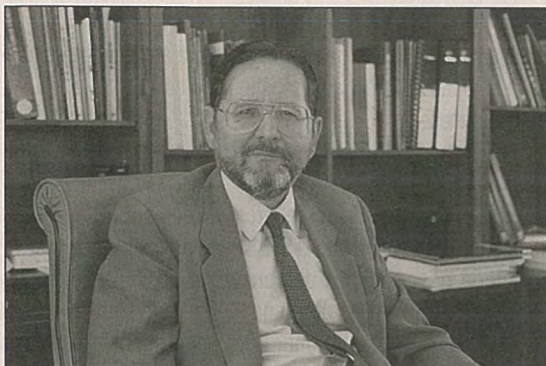
En el artículo de Abel González, aparecido en el N° 7. Vol. II, 1994, p. 31 de RADIOPROTECCION, en el cuadro I, línea 6, bajo el subtítulo "¿qué es una dosis de radiación?", debería decir "La magnitud resultante se denomina dosis efectiva y su unidad es el Sievert (Sv)".

En el mismo artículo, p. 37, figura 3, el ángulo  $\alpha$  debe ser el formado por la recta "dosis respuesta lineal ideal" con el eje de abscisas (dosis), en lugar del señalado en la gráfica. Asimismo, en la p. 37, la última fórmula de la primera columna debe ser  $-(\lambda_1 D - \lambda_2 D^2)$

Y, finalmente, en la página 47, del mismo artículo, la última línea del cuadro II debe decir  $10^{11} - 10^{12}$ .



## NOMBRAMIENTOS



**D. Juan Manuel Kindelán Gómez de Bonilla,**  
Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear.

de la Escuela Nacional de Minas de París. Ha sido profesor de Siderurgia Aplicada en la Escuela Superior de Minas de Nancy (Francia) y del E.T.S. de Minas de Madrid. Ha sido asesor técnico del Centro

de la Universidad Politécnica de Madrid.

Su trayectoria profesional abarca un amplio abanico de actividades iniciadas con su pertenencia al Instituto de Investigaciones de la Siderurgia francesa entre los años 1960 y 1965. Posteriormente, ha sido director de diversas empresas y Consejero en otras.

D. Juan Manuel Kindelán Gómez de Bonilla nació el 11 de Diciembre de 1932, está casado y tiene 3 hijos.

Es Doctor Ingeniero de Minas por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid y obtuvo el diploma

Nacional de Investigaciones Metalúrgicas de Madrid, Consejero Delegado de la revista España Económica, Consejero de la editorial Tecnos y Promotor de la revista Mayo.

Está en posesión de la Medalla de Oro

En 1982 fue nombrado Director General de Minas hasta el año 1985 en que fue designado Presidente de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, cargo que ha desempeñado hasta su nombramiento como Presidente del CSN.

### D. Agustín Alonso Santos, Consejero del CSN

D. Agustín Alonso Santos es Doctor en Ciencias Físicas, Licenciado en Ciencias Químicas e Ingeniero Industrial y Diplomado en Seguridad Nuclear por la Escuela de Tecnología de Reactores del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (EEUU) y por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (EEUU).

Ha sido Director del Departamento de Seguridad Nuclear de la Junta de Energía Nuclear. Ha representado a España en la Comisión de Seguridad de Instalaciones Nucleares del Organismo Nuclear de la OCDE desde su creación, siendo en la actualidad uno de sus Vicepresidentes.

Catedrático de Tecnología Nuclear de la Escuela Técnica de Ingenieros Industriales de Barcelona, actualmente lo es de la de Madrid.

Asesor del Organismo Internacional de Energía Atómica de Viena para la aplicación de los programas de asistencia para los países del Este de Europa y de la Comunidad de Estados Independientes.



Forma parte del Comité Científico Asesor del Proyecto PHEBUS-FP de la UE.



**D. Aníbal Martín Marquínez,**  
Consejero del CSN

D. Aníbal Martín Marquínez es Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid y Master en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (EEUU).

Es diplomado en Dirección de Empresa por el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (IESE) y en Seguridad Nuclear por el Instituto de Tecnología de Massachusetts.

Ha ocupado diversos puestos de responsabilidad en grandes proyectos de generación de energía eléctrica, y en el campo específicamente nuclear desde 1971. Hasta su toma de posesión como Consejero del CSN, ha sido Director de Seguridad Nuclear de Iberdrola.



**D. José Alejandro Pina,** nuevo Presidente de ENRESA

José Alejandro Pina ha sido nombrado presidente de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) en sustitución de Juan Manuel Kindelán.

El nuevo presidente de ENRESA, que hasta el momento desempeñaba las fun-

ciones de Director General del Gabinete del Ministerio de Industria y Energía, tiene 46 años y es natural de Segovia. Licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid, es también diplomado en Econometría por la EOI, Diplomado en Altos Estudios Militares por el CESEDEN y Master en Economía Pública por la Universidad de Turín. Posee una amplia experiencia docente como profesor de Estructura Económica y de Introducción

a la Economía, en la Universidad Complutense de Madrid, UNED e ICADE.

En su carrera administrativa ha ocupado, entre otros, los cargos de Director General de Planificación Económica y Financiera y Tesorero General de la Comunidad Autónoma de Madrid (1984-86), Director del Gabinete Técnico de la Presidencia del INI (1986-88) y Director General del Gabinete del Ministerio de Industria y Energía (1988-94), además de Consejero en varias empresas públicas. También ha sido redactor o colaborador en diversas revistas de información económica.





## CAMBIO DE LA REFERENCIA NACIONAL EN LA ENERGÍA DEL CESIO-137 Y EN NIVELES DE PROTECCIÓN

A. Brosed . CIEMAT

### 1. INTRODUCCIÓN

La referencia española de las magnitudes exposición y kerma en aire en el seno de aire en la energía del  $^{137}\text{Cs}$  y en niveles de protección mantenida en el CIEMAT, está constituida por el conjunto de la cámara NE 2551 (nº de serie 002) y electrómetro NE 2550 (nº de serie 010). La trazabilidad al National Physical Laboratory (NPL) está asegurada mediante la calibración periódica del citado conjunto en las instalaciones del NPL. Desde 1982 se ha calibrado el conjunto en cuatro ocasiones, siendo la última la efectuada en el mes de Noviembre de 1993.

En las dos primeras calibraciones, el NPL empleó para la calibración de altas energías un acelerador Van de Graaff con un blanco de transmisión, produciendo haces de radiación de frenado de energías equivalentes de 560 y 840 keV. En la penúltima recalibración, realizada en Enero de 1991, NPL empleó ya los haces procedentes de los radionucleidos  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{60}\text{Co}$ . Por último, y al adoptar el NPL desde enero de 1992 las recomendaciones del Comité Consultivo para los Patrones de Medida de las Radiaciones Ionizantes (CCEMRI (I), 1985) (véase Anexo), realizó cambios en sus patrones primarios de exposición y kerma en aire. Estos cambios se reflejaron en la última calibración del conjunto CIEMAT realizada en Noviembre de 1993.

La conjunción de los dos hechos anteriores y el análisis de las medidas realizadas a lo largo de este año con el citado conjunto en los haces de nuestro Laboratorio, obligan a cambiar la referencia española de exposición y kerma en aire en la energía del  $^{137}\text{Cs}$  y en niveles de protección. Este cambio se traduce en una disminución de 2 % en el valor de las citadas magnitudes. Hay que hacer constar que el cambio de los valores de W/e y g recomendados por el CCEMRI (CCEMRI (I), 1985) fue efectuada por el CIEMAT en Mayo de 1987, por lo que el cambio actual en la energía del  $^{137}\text{Cs}$  afecta en igual cuantía a la exposición y al kerma en aire en el seno de aire.

Como consecuencia de lo expuesto, y en tanto los conjuntos cámara-electrómetro no sean recalibrados o a los conjuntos de dosímetros personales no se les asigne nuevos valores de dosis equivalente personal  $H_p(10)$ , se recomienda a los usuarios que corrijan los factores de calibración o las dosis equivalentes personales asignadas de que dispone de la forma que a continuación se señala.

### 2. OBTENCIÓN DE LOS NUEVOS FACTORES DE CALIBRACIÓN O DE LOS NUEVOS VALORES DE DOSIS EQUIVALENTE PERSONAL, $H_p(10)$ .

Para un conjunto cámara-electrómetro o para un conjunto de dosímetros persona-

les, cuyas sensibilidades hayan permanecido constantes desde la última calibración o irradiación, los nuevos factores o valores de dosis equivalente personal, acordes con el cambio de la referencia nacional, se pueden obtener a partir de las expresiones siguientes:

#### a) Para calibraciones o irradiaciones anteriores a 1 de Mayo de 1987

(Energía del  $^{137}\text{Cs}$ )

$$N_x = N_x (\text{anterior}) \times 0,990$$

$$N_K = N_K (\text{anterior}) \times 0,993$$

$$H_p(10) = H_p(10) (\text{anterior}) \times 0,993$$

#### b) Para calibraciones o irradiaciones posteriores a 1 de Mayo de 1987

(Energía del  $^{137}\text{Cs}$ )

$$N_x = N_x (\text{anterior}) \times 0,980$$

$$N_K = N_K (\text{anterior}) \times 0,980$$

$$H_p(10) = H_p(10) (\text{anterior}) \times 0,980$$

Los nuevos factores deberán aplicarse a partir del 1 de Noviembre de 1994.

### ANEXO

El Comité Consultivo para los patrones de medida de las radiaciones ionizantes de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en su reunión de Abril de 1985 (CCEMRI (I),



1985), recomendó a todos los Laboratorios Nacionales el uso, a partir de Enero de 1986, de un conjunto de valores, parámetros y constantes, con el objetivo tan plausible como histórico de alcanzar la consistencia entre todos ellos. Para las distintas magnitudes los valores recomendados son los siguientes:

- a) Poderes de frenado para electrones, los contenidos en el informe número 37 de ICRU (ICRU, 1984).
- b) Energía media disipada por la radiación por unidad de carga eléctrica producida en la ionización del aire seco,  $W/e$ , el señalado en los informes CCEMRI (I) 1985 y CCEMRI (I)/85-8, 1985.  $W/e = 33,97 \pm 0,06$  J/C.
- c) Fracción de la energía perdida por los electrones en forma de radiación de frenado en el aire, el señalado en el informe CCEMRI (I)/85-18, 1985.

d) Coeficientes de absorción de energía, los contenidos en el documento IJARI 33, 1982 (HUBBELL, 1982).

**Referencias**

CCEMRI (I) (1985). Comité Consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants, Section I. Report CCEMRI (I)/85-8. "Effect of a change of stopping-power values on the  $W$  values recommended by ICRU for electrons in dry air" (M. Boutillon, A.M. Perroche).

CCEMRI (I) (1985). Comité Consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants, Section I. Report CCEMRI (I)/85-18. "Values of  $g$  in air for BIPM radiation qualities" (M. Boutillon).

CCEMRI (I) (1985). Comité Consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants, Section I. Report to the Comité International des Poids et Mesures (S.G. Ellis, Rap-

porteur), 8 th Meeting CCEMRI (I), April 1985.

HUBBELL, J.H. (1982). "Photon mass attenuation and energy absorption coefficients from 1 keV to 20 MeV". Int. J. Appl. Radiat. Isot. 33, 1269.

ICRU (1984). I.C.R.U. Report 37, "Stopping powers for electrons and positrons". International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda M.D.

ICRU (1992). I.C.R.U. Report 47, "Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations". International Commission on Radiation Units and Measurements. Bethesda, M.D.

ICRU (1993). I.C.R.U. Report 51. "Quantities and units in radiation protection dosimetry". International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, M.D.

**CONVENCION INTERNACIONAL SOBRE SEGURIDAD NUCLEAR:  
UN HITO JURIDICO**

**Delegados gubernamentales adoptan el primer instrumento jurídico internacional que aborda de modo directo la seguridad de las centrales nucleares**

**Reproducción parcial del trabajo de Odette Jankowitsch y Frank-Nikolaus Flakus publicado en el Boletín del OIEA vol.36, nº 3, 1994.**

El 17 de Junio de 1994, representantes de 84 países aprobaron sin votación el texto de la Convención sobre Seguridad Nuclear. La medida fue adoptada

en el marco de una Conferencia Diplomática convocada por el Director General con la autorización de la Junta de Gobernadores del OIEA, que se celebró del 14 al 17 de Junio de 1994 en la sede del Organismo en Viena. Con anterioridad, en Septiembre de 1993, la Conferencia General del OIEA, en su trigésimo séptima reunión ordinaria, había manifestado la conveniencia de la

celebración de una conferencia diplomática lo antes posible para aprobar la Convención (resolución GC(XXXIV)/RES/615).

La Convención constituye el primer instrumento jurídico de carácter internacional que aborda de modo directo la cuestión de la seguridad de las centrales nucleares. En ese sentido, a juicio del Dr. Walter Hohle-





felder, de Alemania, Presidente electo de la Conferencia Diplomática, la Convención marca "un hito en el desarrollo del derecho internacional en materia nuclear".

Con respecto al ámbito de aplicación (Artículo 3) de la Convención, se prevé que ésta "se aplicará a la seguridad de las instalaciones nucleares". La Convención define la "instalación nuclear" como "cualquier central nuclear para usos civiles situada en tierra... incluidas las instalaciones de almacenamiento, manipulación y tratamiento de materiales radiactivos que se encuentren ubicados en el mismo emplazamiento y estén directamente relacionadas con el funcionamiento de la central nuclear".

En la Convención se aborda la cuestión de la seguridad como una labor preventiva

y sistemática, comparable hasta cierto punto con el enfoque de los acuerdos sobre seguridad del transporte aéreo o marítimo. La Convención refleja claramente, como se expresa en su Preámbulo, la importancia que tiene para la comunidad internacional "velar por que la utilización de la energía nuclear se realice en forma segura, bien reglamentada y ambientalmente sana".

Con todo, la utilización segura de la energía nuclear, así como de otras formas de energía, sigue siendo, en esencia, una responsabilidad nacional. En su Preámbulo, la Convención reitera que la responsabilidad de la seguridad nuclear incumbe al Estado respectivo. No obstante, en la labor internacional desplegada en la esfera de la seguridad se ha venido reconociendo cada

vez más la interdependencia de todos los elementos que intervienen en el ciclo del combustible nuclear. Como señaló el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, en su discurso de apertura de la Conferencia Diplomática, un accidente que se produzca en cualquier lugar puede provocar radiaciones transfronterizas directas y tiene repercusiones mundiales en cuanto a la confianza del público en la energía nucleoelectrónica como fuente principal de energía. "Mediante esta Convención —indicó— los estados contraen la obligación de acatar una serie de importantes normas de seguridad y aceptan participar en reuniones periódicas de examen por homólogos destinadas a verificar el cumplimiento de las obligaciones previstas en la Convención", así como presentar informes a estas reuniones.

## UN NUEVO ESTUDIO DEMUESTRA QUE NO SE INCREMENTA EL RIESGO DE CANCER EN NIÑOS CONCEBIDOS DESPUES DE LA IRRADIACION DE LOS PADRES

**S**egún informa la agencia de noticias Nuc Net, el estudio danés ha sido publicado en EEUU y es otro más de una serie que no ha podido reproducir los resultados del estudio del Dr. Gardner realizado en 1990. En el estudio de Gardner se concluía que la irradiación de los trabajadores en Centrales Nucleares producía un riesgo mayor de cáncer en su descendencia. En concreto del Dr. Gardner observó incremento del riesgo de leucemia y linfomas (distintos del de Hodgkin).

El nuevo estudio investigó la influencia de la radiación alfa sobre la mortalidad y

riesgo de cáncer en niños concebidos después de la inyección de "Thorotrast" a cualquiera de sus padres. El "Thorotrast" ha sido usado como medio de contraste para radiografías en los años 30 a 50. Contiene un 20% de dióxido de torio coloidal. El torio -232 es un radionucleido emisor alfa y es retenido prácticamente durante toda la vida en diversos órganos.

El estudio consideró 999 pacientes que habían recibido "Thorotrast" y seleccionó a 260 mujeres y 320 hombres para los cuales se conocía el volumen administra-

do y en ese momento tenían edades comprendidas entre 15-45 años. Han sido identificados un total de 369 niños que nacieron al menos un año después de la inyección.

La mortalidad y tasa de cánceres observado en los niños nacidos de madres irradiadas no registró variaciones significativas con respecto a las tasas normales. No se observaron casos de leucemia ni linfomas.

En el caso de los padres expuestos la mortalidad observada fue significativamente



te inferior de lo esperado y la incidencia de cánceres no se desvió de lo normal. Tampoco se observaron casos de leucemias o linfomas.

Resulta interesante la comparación con el estudio de Gardner según el cual existía riesgo para los niños nacidos de padres que habían recibido dosis de 100 miliSievert o más antes de la con-

cepción. En el estudio danés la dosis equivalente media fue de 941 miliSievert.

Estudios de gran cantidad de casos realizados posteriormente al de Gardner en niños nacidos en el Reino Unido y Canadá así como en los sobrevivientes de las bombas atómicas de Japón no han evidenciado la asociación entre la irradiación de los

padres y el riesgo de cáncer. El trabajo que da origen a esta información es el siguiente: "Effects of preconceptional irradiation on mortality and cancer incidence in the offspring of patients given injections of Thorotrast" cuyos autores son Michael Andersson, Knud Juel, Yuichi Ishikawa y Hans h. Storm. publicado en U.S. National Cancer Institute, vol 86, nº24 de diciembre 1994.

## CURSO IBC ENVIRONMENTAL RADIATION PROTECTION

**D**el 23 al 27 de Enero se ha celebrado en Lovaina (Bélgica) el curso "Environmental Radiation Protection" organizado por IBC Technical Services Ltd. Durante los cinco días que duró el curso se trataron aspectos específicos de la radioprotección como son:

- Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
- Fuentes radiactivas procedentes de la producción de energía nuclear: minería, efluentes del reactor en operación normal, reproceso del combustible quemado.
- Fuentes procedentes de pruebas de armamento nuclear y de la producción de radioisótopos.
- Radiactividad natural. El problema del radón.

- Transferencia de los radionúclidos en el medio ambiente. Dispersión atmosférica, transferencia en medios acuáticos y terrestres.
- Principios básicos de la protección en descargas de efluentes de instalaciones nucleares y radiactivas en operación normal.
- Disposición de residuos y su impacto radiológico.
- Reciclado de metales procedentes del desmantelamiento de instalaciones nucleares.
- Liberación accidental de actividad, planes de emergencia y principios básicos de intervención.
- Evaluación probabilista de las consecuencias radiológicas y económicas de un accidente nuclear (COSYMA y RODOS)

- Técnicas de muestreo y medidas rutinarias.
- Técnicas de restauración de zonas contaminadas.

El curso estaba dirigido a profesionales de la industria, departamentos gubernamentales y autoridades responsables en la radioprotección del público.

La dirección del curso estuvo a cargo del Dr Felix Luykx hasta hace poco tiempo miembro de la CE y actualmente en la Universidad Católica de Lovaina siendo todos los ponentes reconocidos expertos en el mundo de la radioprotección, desarrollando su labor en centros de investigación europeos (SCK-CEN, JRC-ISPRA, Karlsruhe, RISO National Laboratory, etc) y organismos de la CE

En el curso han participado 40 personas la





mayoría de ellas pertenecientes a países europeos. España ha contado con una amplia representación: una persona del CSN, una de Iberdrola, una de la Universidad Autónoma de Barcelona y tres del CIEMAT.

El curso ha resultado especialmente interesante, por dar una visión global del tema, dado que en general los participantes trabajan sólo en alguna de las áreas. Por otra parte se ha notado un especial

esfuerzo en presentar las últimas propuestas y líneas de investigación de los diversos organismos internacionales, expuestos por aquellas personas que directamente colaboran en ellos.

## PRIMERA REUNION NACIONAL DE FISICOS ESPECIALISTAS RESIDENTES

**N**os dirigimos a ustedes con motivo de agradecer su participación en la 1ª Reunión Nacional de Residentes Radiofísicos celebrada el día 17 de Febrero de 1995 y transmitir las conclusiones a las que los Residentes llegamos con respeto a diferentes aspectos de la situación del Residente Radiofísico en particular y de la profesión en general.

1) Transmitir la preocupación que reina en el colectivo por la demora en la regulación de la profesión a través del Real Decreto sobre Formación y Obtención del Diploma en Radiofísica Hospitalaria, por lo que dicho colectivo urge a los Ministerios implicados a la más rápida tramitación del mismo.

Esto sin perjuicio de que el Ministerio de Sanidad, ante las serias dificultades surgidas en la tramitación del Real Decreto por el Ministerio de Educación, decida en el plazo más breve posible remitir para su aprobación el Proyecto de Real Decreto, aunque ello no conlleve la obtención del Título de Especialista sino la del Diploma de Experto en Radiofísica emitido por el Propio Ministerio de Sanidad.

2) Solicitar entrevistas con los representantes de los Ministerios de Educación y de Sanidad, a fin de transmitir dicha preocupación e intentar perfilar distintos aspectos que entendemos básicos en cuanto a nuestra profesión. Entre los puntos a tratar se incluirían:

a) Solicitud de la inmediata creación (sin vincular esa a la aparición del Real Decreto) de la Comisión de Especialidad que vele por la calidad y homogeneidad de la formación, para lo cual creemos necesario la aprobación de planes de formación, acreditación de Unidades Docentes, etc.

b) Entendemos que las disposiciones transitorias que habilitan la obtención del Diploma en Radiofísica deben excluir al personal que no ha accedido por la vía de la Prueba de Selección Nacional y Residencia, y que ha sido contratado con posterioridad a la fecha de la publicación de la primera Convocatoria Nacional de Residentes.

Creemos que esto es un punto básico para defender el sistema de Prueba de

Selección Nacional y Residencia, de probada eficacia y justicia.

c) Aclaración de si el Real Decreto 1132/1990 publicado en el BOE del 18 de Septiembre de 1990, junto con el Proyecto de Real Decreto en Radiofísica Hospitalaria, implican la exigencia del Diploma en Radiofísica Hospitalaria para todos los facultativos que trabajen en Servicios de Protección Radiológica, Radioterapia, Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico (cuando lo necesite) o sólo obligan a que haya uno con tal titulación, sea o no el Jefe de Servicio como apunta el Proyecto de Real Decreto en Radiofísica Hospitalaria.

d) Extender la obligatoriedad de la posesión del título de Radiofísico para ejercer en el sector privado, ya que este es, a nuestro parecer, el espíritu de la Directiva Europea.

e) Garantizar la equiparación profesional de los Titulados en Radiofísica con los especialistas médicos.

f) Exponer al Ministerio de Educación y Ciencia el contenido, responsabilidad e



importancia que conlleva el desarrollo diario de la profesión, por lo cual creemos imprescindible la consolidación de este sistema de formación que conduzca a la obtención de la Especialidad.

Finalmente, queremos manifestar a la Sociedad España de Física Médica, Sociedad Española de Protección Radiológica y Colegio Oficial de Físicos, nuestra intención de iniciar una colaboración que sin duda

será fructífera; inicialmente a través de los representantes de los Radiofísicos elegidos y posteriormente incluir la posibilidad de acceso como vocales en las juntas directivas de las Sociedades que así lo propongan.

## INFORME SOBRE LA ACTUAL NORMATIVA DE PROTECCION A QUE ESTAN SUJETOS LOS EQUIPOS DE RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR (RMN)

Una vez iniciadas las aplicaciones de la Energía Nuclear, se produjeron desde los diferentes sistemas jurídicos, reacciones de similar alcance que trataron de someter su explotación a un cuerpo de normas básicas con un doble objetivo: fomentar su desarrollo, asegurar al mismo tiempo los mecanismos de protección de vidas, salud y bienes, que pudieran resultar afectados.

Elo estaba basado en los conocimientos sobre los mecanismos de oncogénesis debida a la radiación, la influencia de las dosis y de la tasa de dosis sobre los efectos estocásticos y hereditarios radioinducidos, así como los efectos deterministas tardíos.

Con esta finalidad, desde 1964, se promulgan en España diferentes Leyes y Reglamentos, sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y sobre la Protección Sanitaria contra las radiaciones ionizantes, entre otros, en los que, en sus últimas versiones, están recogidas las Directivas Europeas relacionadas con esta materia.

Sin embargo, en relación a las radiaciones no ionizantes, y en particular a los campos electromagnéticos (CEM), no se tiene conocimiento de la existencia de ningún tipo de legislación nacional, ni de la

Unión Europea, que regule su utilización específica.

Con los conocimientos actuales, los organismos reguladores no se han pronunciado con claridad en este tema, debido a la ausencia de argumentos científicos considerados concluyentes.

No obstante, el National Radiation Protection Board (NRPB), y la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (INIRC), perteneciente a la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), de las cuales forma parte nuestra Sociedad, han propuesto unas restricciones basadas en que los CEM pueden tener efectos sobre la división celular de naturaleza similar a las que resultan en un proceso tumoral (1).

Las restricciones básicas de la NRPB están expresadas en la Tabla I para los campos eléctricos y magnéticos de rango de frecuencia entre 0 y 100 kHz. (2), y en la Tabla II para los campos electromagnéticos de rango de frecuencia entre 100 kHz y 300 GHz.

En la Tabla III se expresan las restricciones de la IRPA/INIRC para los campos eléctricos y magnéticos.

En este sentido, es recomendable que los equipos de R.M.N. dispongan de sistemas de protección que satisfagan dichas restricciones básicas.

A la vista del informe elaborado por la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Protección del Consumidor, así como de la opinión de la Comisión de Energía Investigación y Tecnología, de la Unión Europea, el 5 de Mayo de 1994, el Parlamento Europeo publicó una resolución sobre "la lucha contra los efectos nocivos provocados por las radiaciones no ionizantes".

La Sociedad Española de Protección Radiológica recomienda fomentar la investigación en este campo, tal como lo especifica la Resolución del Parlamento Europeo.

### Bibliografía:

- (1): Electromagnetic Fields and Cancer. A Review of Relevant Cellular Studies. N.A. Cridland, Publicación N.R.P.B. - R256. Oxon G.B. (1993)
- (2): Board Statement on Restriction on Human Exposure to Static and Time Varying Electromagnetic Fields and Radiation. Volume 4 nº 5 N.R.P.B. Oxon G.B. (1993)





## RESTRICTIONS ON HUMAN EXPOSURE TO STATIC AND TIME VARYING EM FIELDS

**TABLE 1**  
Basic restrictions on exposure to electric and magnetic fields in the frequency range 0 to 100 kHz

Frequency range	Basic restriction	Comments
0 Hz - 1 Hz	200 mT	Averaged over 24 h
	2 T	Maximum value
	5 T	Maximum value, limbs only
	100 mA m <sup>-2</sup>	—
1 Hz - 10 Hz	100/f mA m <sup>-2</sup>	—
10 Hz - 1 kHz	10 mA m <sup>-2</sup>	—
1 kHz - 100 kHz	f/100 mA m <sup>-2</sup>	—

### Notes

- All basic restrictions for time varying fields are expressed as root mean square (rms) values.
- Frequency  $f$  in Hz.
- Unless otherwise specified the values apply to the head, neck and trunk.
- Most cardiac pacemakers are likely to be unaffected by exposure to static magnetic fields of less than 0.5 mT. Pacemaker interference is unlikely to occur for time varying electric fields of less than 2 kV m<sup>-1</sup> and time varying magnetic fields of less than 20  $\mu$ T.
- In static magnetic fields where the magnetic flux density exceeds 3 mT precautions should be taken to prevent the hazards from the movement of ferromagnetic objects.

**TABLE 2**  
Basic restrictions on exposure to electromagnetic radiation in the frequency range 100 kHz to 300 GHz.

Frequency range	Basic restriction <sup>(a)</sup>	Comments
100 kHz-10 MHz	0.4 W kg <sup>-1</sup> (b)	SAR averaged over the body
	10 W kg <sup>-1</sup> (10g) <sup>(c)</sup>	SAR in the head and fetus <sup>(f)</sup>
	10 W kg <sup>-1</sup> (100g) <sup>(c)</sup>	SAR in the neck and trunk
	20 W kg <sup>-1</sup> (100g) <sup>(c)</sup>	SAR in the limbs
	f (Hz)/100 mA m <sup>-2</sup>	Current density
10 MHz - 10 GHz	0.4 W kg <sup>-1</sup> (10 g) <sup>(c)</sup>	SAR averaged over the body
	10 W kg <sup>-1</sup> (100 g) <sup>(c)</sup>	SAR in the head and fetus <sup>(f)</sup>
	10 W kg <sup>-1</sup> (100 g) <sup>(c)</sup>	SAR in the neck and trunk
	20 W kg <sup>-1</sup> (100 g) <sup>(c)</sup>	SAR in the limbs
10 GHz - 300 GHz	100 W m <sup>-2</sup> (d)	Power density on any part of the body

### Notes

- Averaged over the masses indicated in brackets.
- Averaged over any 15 minute period.
- Averaged over any 6 minute period.
- For frequencies between 10 and 300 GHz averaged over any  $68/f^{1.05}$  minute period ( $f$  in GHz).
- For exposure to pulsed RF/microwave radiation, conditions under which the auditory effect can be involved in people with normal hearing should be avoided. At 2.45 GHz, this will be achieved by limiting the specific absorbed energy in the head to 10 mJ kg<sup>-1</sup> in any 30 \*\*\*\* s intervals of a pulse.
- It is considered that compliance with the advised restrictions on whole-body and localised SAR in the mother will protect embryo and fetal development.



**TABLE 3**  
**IRPA /INIRC Interim ELF Human Exposure Guidelines**

	Electric kV/m (rms)		Magnetic Field mT* (rms)	
	May 1989	May 1987	May 1989	May 1987
<b>Occupational</b>				
Whole Working Day	10	10	0.5	5
Short-Term	30	20.30 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>
For Limbs	-	-	25	25
<b>General Public</b>				
Up to 24 Hours Per Day	5 <sup>c</sup>	5	0.1 <sup>c</sup>	0.2
Few Hours Per Day	10 <sup>d</sup>	10	1 <sup>d</sup>	-

Notes: (a) Short-term occupational exposure to rms electric field strengths between 10 and 30 KV/m is permitted provided the rms electric field strength (kV/m) times the duration of exposure (hours per workday) does not exceed 80 for the whole working day.  
 (b) Maximum exposure duration is 2 hours per workday.  
 (c) This restrictions applies to open spaces in which members of the general public might reasonably be expected to spend a substantial part of the day, such as recreational areas, meeting grounds and the like.  
 (d) These values can be exceeded for a few minutes per day provided precautions are taken to prevent indirect effects.

\* To convert from mT to G, multiply by ten; to convert to mG, multiply by 10,000.  
 † Exposure limits specified in an IRPA/INIRC draft dated May 22, 1987 (see MWN,M/A88).

**Currents Induced by 50/60 Hz Magnetic Fields and Their Bioeffects**

- 1-10 mA/Am<sup>2</sup> (induced by magnetic fields above 0.5-5 mT) - minor biological effects have been reported;
- 10 -100 mA/m<sup>2</sup> (above 5-50 mT) - there are well established effects including visual and nervous systems effects;
- 100-1000 mA/m<sup>2</sup> (above 50-500 mT) - stimulation of excitable tissue is observed and there are possible health hazards; and
- 1000 mA/m<sup>2</sup> (greater than 500 mT) - extra systoles and ventricular fibrillation can occur (acute health hazards).





Agradeço lhe penhorado, o envio da vossa revista a qual se apresenta como um argumento de autoridade duma Sociedade Científica que leva já aos seus associados um conjunto de trabalhos de bastante interesse, e com marcado cunho científico que alidado ao magnífico aspecto gráfico é, susceptível de poder ombrear com as suas congéneres mais antigas.

Considerando que a vossa Sociedade dispõe de diversos grupos em plena actividade, grato lhe ficaria que nos sugerissem quais as áreas que creem suscitar mais interesse e os elementos de contacto afim de que os coordenadores dos nossos grupos possam contactar directamente com os vossos.

Ao renovar os meus agradecimentos pela amável oferta da vossa revista, e ao formular o reinício das actividades da SPPCR faço-o na perfeita observância do desejo que exprimi inicialmente ao dar-vos conhecimento da criação nossa Sociedade.

**João Quintela de Brito**  
Presidente da SPPCR



He recibido recientemente del National Institute of Radiation Hygiene de Dinamarca un programa para el entorno Windows, que junto con el software NRPB-SR262 permite el cálculo de dosis en órganos efectivos en 68 proyecciones radiográficas a partir de medidas de dosis por área. Además permite estimar kerma en aire a partir de fuentes de rayos X de acuerdo al ICRP-34 en caso de no disponer de datos medidos.

Este software no tiene «copyrights» y se puede distribuir libremente y para el cálculo de dosis efectivas es preciso comprar el software NRPB citado. Dado que considero que este programa puede ser de interés para todos los miembros de la Sociedad que tu presides, que realizan evaluaciones dosimétricas a pacientes en Radiodiagnóstico, adjunto te envío una copia del programa así como la información remitida y la necesaria para solicitar el NRPB-SR262.

**Eliseo Vaño Carruana**  
Jefe del Servicio de Física Médica

#### NOTA DE REDACCION:

Todo aquel que desee el programa danés puede solicitarlo gratuitamente a la Secretaría de la SEPR (Srta. Ana) previo envío de un diskette. Asimismo, si desea adquirir el software en la NRPB debe solicitar el impreso «ad hoc» disponible en dicha Secretaría.



Es muy grato dirigirme a Ud. para saludarle y manifestarle que la Sociedad Peruana de Radioprotección (SPR), en coordinación con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), está organizando el III CONGRESO REGIONAL SOBRE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y NUCLEAR, el cual se realizará en la ciudad del Cusco del 23 al 27 de Octubre de 1995.

Con la finalidad de lograr un mayor acercamiento entre especialistas de habla hispana, esperamos contar en esta oportunidad con ponentes de vuestro país, razón por la cual le hago llegar la invitación para que participen representantes de la Sociedad Española de Protección Radiológica. La ocasión también será propicia para estrechar nuestros lazos de colaboración y amistad entre instituciones similares.

Aprovecho la oportunidad para felicitar a vuestra institución por la bien preparada revista Radioprotección que es editada periódicamente, solicitándole que no dejen de enviárnosla.

**Eduardo Medina Gironzini**  
Presidente, Comité Organizador  
III Congreso Regional sobre Seguridad Radiológica y Nuclear



Dear Colleague

The quarterly Journal of Radiological Protection has now been published for over 10 years and is publishing papers from around the world on the full range of radiological protection topics. It continues to be the official journal of the UK Society of Radiological Protection but we are committed to maintaining it as an international journal.

This year we will publish 31 papers on topics ranging from epidemiology to radiation effects modelling and from the effects of EM fields to environmental radioactivity. We have had contributors from the UK, the USA, Finland, Belgium, Italy, China and India.

The Journal is already available to members of IRPA at the special individual rate of £65 or £130 like to offer this special rate to members of your Society.

If you believe that your members may find the Journal of interest to them I would be grateful if you could write to me. We could then consider how such an offer could be implemented.

Yours sincerely,

**G C Meggit**  
Honorary Editor



*(Referido al Presidente de la SEPR)*



Recibí con agradable sorpresa tu gentil carta y el ejemplar N° 4/1994 de la revista Radioprotección que me pareció sumamente interesante. Te agradezco muchísimo este gesto y te aseguro que pondré mi mayor interés en divulgar la información que has puesto a mi disposición y en colaborar con ustedes en la medida de mis posibilidades.

Desconozco la información que puedas tener sobre Cuba en el campo de la Protección Radiológica y por eso considero mi primera "colaboración" informarte al respecto.

En Cuba aún no hemos organizado una sociedad de protección radiológica, espero que el próximo año comencemos algún trabajo con miras a constituirla. En la actualidad el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) es la institución responsable en el país del desarrollo científico técnico en el campo de la protección radiológica. Este centro, fundado en 1985 posee en la actualidad los siguientes departamentos y líneas de trabajo.

-Protección Radiológica Ambiental. (Red Nacional de Vigilancia Radiológica Ambiental, Radioecología, Planta para el tratamiento de desechos radiactivos de baja intensidad).

-Vigilancia Radiológica Individual. (Dosimetría Fílmica, Dosimetría Interna "in vivo" y en muestras biológicas, Asesoría para la entrega de licencias a entidades usuarias).

-Laboratorio Secundario de Calibración dosimétrica. (Calibración de equipos dosimétricos, Control de la calidad en radioterapia y radiodiagnóstico).

-Radiobiología. (Indicadores citogenéticos y bioquímicos del daño por radiación, Efectos biológicos de las radiaciones, Impacto de las radiaciones en niños de Chernobil que reciben asistencia médica en Cuba.)

Para mayor información te adjunto un breve folleto con los servicios que ofertamos.

Ignoro la fecha y los temas del próximo Congreso de la SEPR, pero si lo consideras oportuno y me envías información podría organizar, como Secretario del Consejo Científico del CPHR, el envío de algunas contribuciones. Lo más interesante que hemos finalizado últimamente es el trabajo con los niños de áreas afectadas por el accidente de Chernobil del cual te adjunto un resumen.

Un fuerte abrazo y muchos éxitos a la SEPR

**Omar García**

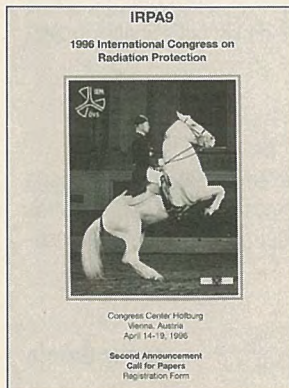


Se invita a todas las instituciones y entidades que organicen cursos que tengan especial relevancia para los socios de la SEPR, envíen su información para publicarla.

## CONGRESOS Y REUNIONES

### • IRPA 9

Congress Secretariat  
IRPA 9 Congress Organising Committee  
Austropa-Interconvention  
P.O. Box 30, A - 1043 Vienna, Austria



Tel: (43 - 1) 58800 - 299, 113  
Fax: (43 - 1) 5867127  
E-mail: austropa@oevb.co.at  
Fechas importantes:  
Congreso: 14 - 19 Abril 1996.  
Límite recepción resúmenes:  
1 Agosto 1995  
Notificación de aceptación:  
Octubre 1995  
Presentación artículos completos:  
1 Enero 1996  
Pago cuotas de inscripción:  
15 Diciembre 1995  
Reserva de Hotel a través de la Organización: 1 Marzo 1996

### • X CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA MÉDICA

Salamanca 27 - 30 Septiembre 1995  
Secretaría Científica:  
Servicio de Física Médica y  
Protección Radiológica  
Hospital Universitario  
Pº San Vicente 58 - 182, 37002



Salamanca  
Tel: 923 - 291180  
Fax: 923 - 291459  
Secretaría Técnica:  
Viajes y Congresos S.A.  
C/ Sierpes 9 1ºB, 37002 Salamanca  
Telf: 923 - 267292  
Fax: 923 - 269208  
Comunicaciones  
Recepción de Resúmenes:  
15 Febrero 1995  
Aceptación: 31 Marzo 1995  
Recepción de trabajos:  
15 Junio 1995

### • III CONGRESO REGIONAL SOBRE SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR

Congreso Regional del IRPA 23 -  
27 Octubre 1995  
Cuzco (Qosqo), Peru  
Correspondencia:  
Comité Organizador  
II Congreso Regional sobre  
Seguridad Radiológica y Nuclear  
Casilla Postal 18 - 0260  
Lima, Perú  
Tel: 51 - 14 - 705167 (SPR),  
723637, 723136 (IPEN)

Fax: 51 - 14 - 705167 (SPR),  
724349 (IPEN)  
E-mail: congres@ciplim.org.pe

### • RADIUM Society

(29 Apr - 3 May 1995)  
PARIS, France  
Secretariat, ARS  
1101 Market St, 14th floor  
Philadelphia, PA 19107  
USA

### • Meeting of 100 YEARS OF RADIOLOGY

(May 1995)  
Otha Linton, ACR  
Radiology Centennial LTD.  
1891 Preston White Drive,  
Reston, VA 22091  
USA  
Tel: 703/648-3780  
Fax: 615/574-1274

### • National conference on RADIATION CONTROL

(4 - 12 May 1995)  
SAN ANTONIO, Texas, USA  
Conference of Radiation  
Control  
Program Directors, Inc  
205 Capotal Avenue  
Frankfort, Kentucky 40601  
USA  
Tel: (502) 227 - 4543

### • International Meeting on QUALITY ASSURANCE IN RADIOTHERAPY

(8 - 9 May 1995)  
SALZBURG, Austria  
ESTRO secretariat  
Dept of Radiotherapy  
A Z St. Raphael  
Kapucijnenvoer 35  
B-3000 Leuven 35  
Belgium  
Tel: 32/16/33 64 13  
Fax: 32/16/33 64 28

### • Symposium on ENVIRONMENTAL IMPACT OF RADIOACTIVE RELEASES

(8 - 12 May 1995)  
VIENNA, Austria  
Conference Service Section  
IAEA  
P O Box 100

A - 1400 Vienna  
Austria  
tel: 43 1 2360 1310  
Fax: 43 1 234564  
Cable: INATOM VIENNA

### • REGULATORY INFORMATION Conference of the US Nuclear Regulatory Commission

(8 - 10 May 1995)  
WASHINGTON, D. C. USA  
Ms A M Haycraft  
US NRC  
Office of NRR 12H5  
Washington DC 20555  
USA  
Tel: (301) 504. 30. 75

### • Training Course on RADIATION PROTECTION OF THE PATIENT

(8 - 12 May 1995)  
BERLIN, Alemania  
European Radiation Protection  
Education and Training (ERPET)  
European School of Radiological  
Protection  
A. Schmitt-Hannig  
Institut für Strahlenhygiene des  
Bundesamtes für Strahlenschutz  
Ingolstädter Landstr. 1  
D-85764 Oberschleißheim  
Neuherberg  
Tel: 49 (89) 31603-101  
Fax: 49 (89) 31603-111

### • 4th International Symposium on ESR DOSIMETRY AND APPLICATIONS

(15 - 19 May 1995)  
GSF, München/Neuherberg  
Mrs. V. Schrödel  
Postfach 11 29 D- 85758  
Neuherberg, Germany  
Tel: 49 - 89 - 3187 - 3030  
Fax: 49 - 89 - 3187 - 3362

### • 5th International Meeting on PROGRESS IN RADIO-ONCOLOGY

(11 - 13 May 1995)  
ESTRO Secretariat  
Dept of Radiotherapy  
A Z St. Raphael  
Kapucijnenvoer 35  
B-3000 Leuven 35  
Belgium



Tel: 32/16/33 64 13  
Fax: 32/16/33 64 28

• **7th Asian & Oceanian Congress of RADIOLOGY**

(28 May - 1 Jun 1995)  
KUALA LUMPUR, Malaysia  
7th AOOR  
Dept. of Radiology  
University Hospital  
59100 Kuala Lumpur  
Malaysia  
Tel: 03 - 7581973  
Fax: 60 - 3 - 7581973

• **11 th International Conference on SOLID STATE DOSIMETRY**

(10 - 14 July 1995)  
BUDAPEST, Hungary  
Institute of Isotopes, Hungarian  
Academy of Sciences  
Conference Secretariat  
tel: (36 - 1) 201 6383  
Fax: (36 - 1) 2018682

• **First International Conference of the European Union, Belarus the Russian Federation and Ukraine on THE CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT**

(12 - 16 June 1995)  
DRESDEN, Germany  
Secretariat Mine I. Sombre  
Comission des Communautés  
Européennes  
DGXII/F - 6 (Arts - Lux 3/49)  
Rue de La Loi 200 B - 1049  
Bruxelles, Belgium

• **European Radiation Protection Education and Training (ERPET) Fifth Training Course on OFF-SITE EMERGENCY RESPONSE TO NUCLEAR ACCIDENTS**

Mol, Junio 26 - 30, 1995  
Stuđiecentrum voor Kernenergie  
(Mrs. Vangelder Eliane)  
SCK-CEN Boeretang 200 B-2400  
Mol, Belgica



• **Congreso Internacional sobre "RADIOPROTECCION Y MEDICINA"**

(28 - 30 de Junio 1995)  
MONTPELLIER, Francia  
Organizado conjuntamente por:  
Sociedad Francesa de Radioprotección (SFRP),  
Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR)  
y la Asociación Italiana contra las Radiaciones (AIRP),  
con la colaboración de la Asociación Italiana de Radioprotección Médica (AIRM), la Sociedad Francesa de Radioterapia Oncológica (SFRO), Sociedad Francesa de Físicos de Hospital (SFPH), la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), la Comisión Europea (CE) y la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA).

*Objetivos del Congreso:*

El Congreso cubrirá un extenso dominio, desde las consecuencias biológicas de las exposiciones a los aspectos reglamentarios, pasando por las implicaciones prácticas de los principios de la protección radiológica en radiodiagnóstico y en medicina nuclear así como la aplicación del principio de optimización de la radioprotección en medicina. Se dedicará una sesión especial a los últimos datos relativos a las consecuencias sanitarias del accidente de Chernobyl.

*Temas principales:*

Sesión 1.: Últimos datos en radiología: Bajas dosis. Microdosimetría.  
Sesión 2.: Radioprotección en el medio hospitalario: exposición profesional, protección del paciente, residuos hospitalarios y medio ambiente, optimización a la irradiación médica.  
Sesión 3.: Tratamiento médico de los accidentados por la radiación: dosimetría biológica, irradiaciones localizadas o generalizadas.  
Sesión 4.: El impacto sanitario de Chernobyl.  
Sesión 5.: Aspectos reglamentarios internacionales  
Sesión 6.: Informes de síntesis presentados por los miembros de grupos de trabajo representando las sociedades organizadoras en las áreas siguientes: Dosis restringidas a nivel de pacientes, Formación del cuerpo médico.

Los socios españoles que ha seleccionado el Comité Organizador para participar como ponentes invitados son: Bartolomé Ballester (Alicante), Montserrat Ribas (Barcelona), Rafael Herranz (Madrid), Ginés Madrid (Murcia), Bonifacio Tobarra (Murcia), Eliseo Vañó (Madrid), Pedro Ortiz (IAEA), Pedro Rodríguez (Oviedo). Idioma de trabajo: Inglés, francés, italiano y español, con traducción simultánea.

Fecha límite para presentación de resúmenes (Un original + 4 copias), 25 Abril de 1995. Se realizarán en una de las lenguas oficiales con una traducción al inglés. Máx. 300 palabras.

Actas del Congreso: Los textos completos en inglés de todas las comunicaciones (invitados orales y posters) se publicarán en las actas del Congreso.

Informaciones complementarias: Se enviarán el 2º anuncio, con el programa científico completo y las normas para las comunicaciones, en Marzo de 1995.

Secretaría del Congreso: Guy Uzzan.  
SFPR, BP 72, F-92265 - Fontenay - Aux - Roses, Cedex, Francia. Tel (33.1) 46547285. Fax: (33.1) 46548359.

## PROGRAMACION DE ACTIVIDADES DE FORMACION SOBRE PROTECCION RADIOLOGICA ORGANIZADOS POR EL CIEMAT

**INSTITUTO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA**

Formación en Protección Radiológica  
Avda de la Complutense, 22  
28040 Madrid  
Tel: 3466294  
Fax: 3466005

PROGRAMACION DEL AÑO 1995  
primer trimestre  
23/01-12/04

• **Curso Superior de Protección Radiológica**  
20/03-24/03  
• **Análisis probabilístico de consecuencias radiológicas de accidentes. Utilización del código Cosyma. ( C.S.N., C.C.E.)**

25/04-27/04

• **Centrales Nucleares Avanzadas.**

08/05-12/05

• **Fusión Nuclear por confinamiento magnético. Introducción a los reactores de fusión.**

6/05-01/06

**Curso de Adiestramiento para Operadores de Instalaciones Radiactivas.**

18/05-12/05

• **Hematología experimental.**

12/06-16/06

**Curso de P.R. para operar Instalaciones de Rayos X con fines diagnósticos.**



## Optimisation of Radiological Protection in the Design and Operation of Nuclear Facilities

### EUROPEAN COMMISSION

DG XI-C-1 Radiation Protection  
DG XII-F-6 Radiation Protection Research Programme  
CEC TRAINING COURSE

### Optimisation of Radiological Protection in the Design and Operation of Nuclear Facilities

25th-29th September 1995  
at Tecnatom facilities in MADRID (SPAIN)

#### Organised in collaboration with

- Centre d'etude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN), France
- National Radiological Protection Board (NRPB), United Kingdom
- Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), Spain and
- Unidad Eléctrica, S.A. (UNESA), Spain

Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), Spain

### Optimisation of Radiological Protection in the Design and Operation of Nuclear Facilities

25th-29th September 1995

Optimisation of radiation protection or **ALARA** is one of the **fundamental principles** of radiation protection and is an explicit requirement of the **Council Directives** laying down the basic safety standards for radiological protection.

All **international organisations** dealing with radiation protection, and in particular the **CEC**, recognize the **optimisation principle as setting the major objective for the practical implementation of radiation protection**.

**The aim of this course is to present tools and structures** that can help implementing these concepts **at the practical level**, particularly in **work management**.

**The course is directed at all those associated** directly or indirectly **with designing and implementing radiation protection programmes, including regulatory authorities, in nuclear facilities**, eg. plant designers, outage planners, operation, maintenance and plant managers, engineers and health physicists. It is hoped that the interaction of this wide spectrum of potential participants will produce an useful exchange of ideas. Which will augment the course contents in promoting effective ALARA management.

The seventh of this course will be held in **Spain at Tecnatom facilities**, located 19 km from Madrid. It will comprise lectures presented by experts from different countries of the European Union, with practical experience. This shall be complemented by case studies, class exercises and a practical session at **Trillo nuclear power plant**.

### PROGRAMME

#### Sunday 24th September

- Registration
- Welcome to Participants

#### Monday 25th September

- Introduction to Course
- The ALARA principle
- ALARA in Spanish Regulations
- ALARA in Other National Contexts
- Dose Constraints and Future Regulations
- A Case Study: ALARA Programme and French Steam Generator Replacement
- Syndicate Exercise

#### Tuesday 26th September

- RADIOR: An European Tool for ALARA Training
- ALARA Procedure, Decision Aiding Techniques and values of Man Sv
- ALARA Programme Synthesis
- Optimisation Syndicate Exercise with ALARA Tools (DOSIANA-OPTIRP-MICROSHIELD)

#### Provisional List of Lecturers

CEC:

NRPB:

CEPN:

BNFL:

EDF:

NNC:

Ringhals NPP:

Philippsburg NPP:

CSN:

Iberdrola:

Ascó NPP:

Trillo NPP:

AMYS:

#### Wednesday 27th September

- ALARA and Training
- Use of a Radiation Simulator
- Study of ALARA Cases
- Visit of Trillo NPP Facilities

#### Thursday 28th September

- Swedish Experience of Work Management
- German Experience of Work Management
- Spanish Experience of Work Management
- French and International Experience of Work Management
- Presentation of ASPIC: A Task and Good Practices Computerised Tool

#### Friday 29th September

- Case Study: ALARA in Major Refurbishment
- ALARA Programme in Design
- Course Evaluation

Hans ERISKAT

Thierry BIGART

John CROFT

Jacques LOCHARD

Christian LEFAURE

Caroline SCHIEBER

Roger COATES

Olivier JURION

Mark DUTTON

Krister EGNER

Peter JUNG

José L. BUTRAGEÑO

Ignacio AMOR

Patricio O'DONNELL

Eduardo SOLLET

Juan CANOVAS

José Antonio PRIETO

Pío CARMENA



## GENERAL INFORMATION

### Place and Date

The course, **25th-29th September 1995**, will take place at Tenatom Facilites, located 19 km north of Madrid, in Spain.

### Enrolment

Attendance will be limited to a maximum of 25 people. The latest date for receipt of applications is **9th June, 1995**. Applicants will be notified of the outcome by **21st June, 1995**.

Application forms should be sent to:

AMYS  
Francisco Gervás, 3  
28020 Madrid, Spain  
Tel.: (34-1) 570 44 00 - Fax: (34-1) 572 14 85

### Fee

The participation fee for the course is **180.000 ptas.**

It includes: • daily lunch  
• transport between Madrid and Tecnomat  
• lecture notes  
• course dinner

Instructions for payment will be given in the letter confirming acceptance.

In special cases participants may be able to obtain financial support directly from the CEC with whom contact should be directly made.

**Hotel Accommodation:** Accommodation will be reserved at the Chamartin Hotel, which is in Madrid, from the evening of **Sunday 24th September**, to the morning of **Friday 29th September, 1995**. The daily rate of **10.000 ptas** includes accommodation in a single room with bathroom and daily breakfast.

**Language:** This course will be held in English throughout.

**Lecture Notes:** A folder of lecture notes, in English, will be available to the participants at the beginning of the course.

**Certificate of Attendance:** The participants will receive on request a certificate of attendance at the end of the course.

**Administrative Secretary:** AMYS (Spain) - Victoria VEIGA

Tel: (34) - 1 - 570 44 00 - Fax: (34) - 1 - 572 14 85

**Scientific Coordination:** NRPB (UK) - John CROFT

Fax: (44) 12 35 - 83 38 99, CEPN (France) - Christian LEFAURE

Fax: (33) - 1 - 40 84 90 34

**CEC Contact:** CEC DGXI (Luxembourg) - Thierry BIGARD

Tel: (352) 43 01 36380, Fax: (352) 43 01 34646

# PUBLICACIONES

## Radiation Protection Dosimetry

QUALITY CONTROL  
AND RADIATION PROTECTION  
OF THE PATIENT  
IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY  
AND NUCLEAR MEDICINE

Proceedings Editors:

G. Contento  
B. Wall  
H. Schibilla  
D. Teunen

CONF 930997  
ISBN 1 870995 37 X  
EUR 16257 EN  
RADIATION PROTECTION DOSIMETRY  
Published by Nuclear Technology Publishing Vol. 57, Nos. 1-4, 1995

## QUALITY CONTROL AND RADIATION PROTECTION OF THE PATIENT IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY AND NUCLEAR MEDICINE

Radiation Protection Dosimetry

Proceeding Editors: G. Contento,  
B. Wall, H. Schibilla and D. Teunen

Vol 57, Nos 1 - 4, 1995

**E**n su ya larga y bien acreditada serie de volúmenes monográficos Radiation Pro-

tection Dosimetry recoge esta vez las ponencias presentadas en el Workshop "Data Analysis in Quality control and Radiation Protection of the Patient in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine" organizado por el Departamento de Física Médica del Hospital Santa María della Misericordia de Udine en colaboración con la Organización Mundial de la Salud y la Comisión de las Comunidades Europeas. El Workshop fué concebido como un forum para la evaluación de los desarrollos habidos en los últimos diez años en ambos campos Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear. Se presentaron alrededor de



cien ponencias en las diferentes líneas incluidas en los objetivos de la reunión:

- Revisión de las tendencias y de la evolución habidas en la última década en ambos campos.
- Intercomparaciones sobre reducción de dosis, métodos y prácticas.
- Definición de procedimientos para la optimización de la protección radiológica, incluyendo aspectos clínicos, de equipamiento y organización así como de entrenamiento.
- Análisis de la relación entre costes, riesgo y beneficio.
- Perspectivas de la transferencia del know-how a los usuarios.

En los Proceedings las comunicaciones se han agrupado en las siguientes líneas de interés: Guías, Tendencias y Actividades Europeas y Multinacionales, Calidad de Imagen, Aplicaciones basadas en el empleo de ordenadores, Control de Calidad y Protección Radiológica del Paciente.

El volumen monográfico contiene además las discusiones habidas en las diferentes sesiones así como en la discusión final de la reunión. En esta discusión final se puso claramente de manifiesto la necesidad de alcanzar una mejor comprensión de algunos aspectos de la protección en los procedimientos radiológicos de imagen. En particular, debido a que la reducción de

dosis a los pacientes está limitada por la necesidad de obtener imágenes con contenido diagnóstico suficiente, se considera necesario entender mejor la relación existente entre contenido diagnóstico, medidas físicas de calidad de imagen y dosis al paciente, es decir entre los requerimientos médicos y los de protección radiológica.

Este volumen monográfico de RPD recoge el estado del arte en actividades de Control de Calidad y Protección Radiológica a los pacientes tanto en Radiodiagnóstico como en Medicina Nuclear y sin duda constituye una referencia obligada para todos los profesionales de estos dos campos.



## RADIATION PROTECTION TODAY AND TOMORROW

**E**xpertos de los países miembros de la OECD expresan sus puntos de vista en

una opinión colectiva sobre el progreso y los retos de la protección radiológica.

El grado de conocimiento científico que actualmente sirve a la protección radiológica ofrece una base aceptable para un sistema de protección conservador. Esto ha permitido a los expertos establecer un número de presunciones sobre una relación dosis efecto y factores de riesgo relacionados con la radiación. Sin embargo los futuros avances de la biología supondrán un mayor impacto en muchos aspectos de la PR desde un punto de vista práctico y conceptual, incluso económico.

Los expertos también consideran que los conceptos de PR tal y como han sido definidos por la ICRP pueden únicamente mejorarse a través de una infraestructura efectiva que incluya adecuadas leyes y regulaciones, personal experto y una "Cultura de la seguridad" a todos los niveles. Ellos consideran que en general los países miembros de la OECD han establecido infraestructuras adecuadas para la protección radiológica y que los niveles de protección dentro de las áreas de la OECD resultan a menudo excelentes.

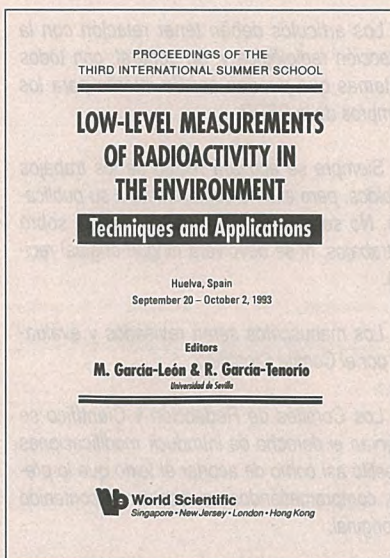
Esta opinión colectiva de expertos en protección radiológica fue redacta por el NEA Committee on Radiation Protection and Public Health (CRPPH) tras las Jornadas Internacionales sobre "Protección Radiológica al Límite del siglo XX" celebradas en París en el año 1993. Se basan en recientes desarrollos científicos y técni-



cos y en las conclusiones de estudios epidemiológicos realizados en los últimos años.

Al mismo tiempo, se constata que la protección radiológica es un área dinámica. Con referencia al estado general de la protección, existen aún muchas cuestiones conceptuales y prácticas que continúan sin resolver. Se pueden citar como ejemplos, una mejor adaptación de los conceptos de protección radiológica para hacer frente a situaciones de exposiciones crónicas como resultado de radiaciones naturales o contaminaciones resultantes de accidentes, aspectos de protección radiológica y seguridad a largo plazo en torno al tema de los residuos radiactivos que continua siendo objeto de frecuentes debates públicos. Es de esperar que surjan otros aspectos relacionados con nuevas prácticas que están desarrollándose actualmente o que se introducirán en un futuro próximo.

Además se reconoce la importancia que tiene la dimensión social de las decisiones en tono a la protección radiológica, especialmente en lo referido al impacto a gran escala de operaciones nucleares incluyendo el riesgo de posibles accidentes. Esto requiere el desarrollo de mecanismos mejores que impliquen a distintos sectores sociales y públicos en los procesos de decisión e integración de los riesgos radiológicos con los de otras sustancias peligrosas junto a los riesgos tecnológicos e industriales.



### LOW-LEVEL MEASUREMENTS OF RADIOACTIVITY IN THE ENVIRONMENT

El libro presenta las ponencias del "Third International Summer School" realizado en Huelva-España del 20 de septiembre al 2 de octubre de 1993. Asimismo se incluyen resúmenes de ponencias más breves (short talks).

Los temas cubiertos abarcan tanto técnicas básicas de medida como aplicaciones en el ámbito de la radiactividad natural y artificial, medio terrestre y marino, etc. También se incluyen aspectos de modelización, uso de trazadores como indicadores de flujos o para datación, etc. El curso representa una actualización bastante amplia sobre la radiactividad en el medio ambiente incluyendo las más recientes innovaciones.

En gran medida el profesorado incluye a personalidades muy conocidos a nivel

mundial y el libro resulta de mucho interés para aquellos que se dedican a la medida de radiactividad ambiental. Asimismo, puede ser de interés para los profesionales que se interesan por la protección radiológica particularmente en los que se refiere al impacto ambiental. Manuel García León y Rafael García-Tenorio, los editores, han conseguido una cuidada edición. Además de los méritos técnicos del libro, puede quedar contento el inquieto "pequeño Ernesto" a quien se dedica la obra.

### NUEVAS PUBLICACIONES APROBADAS POR EL ICRP

- ICRP 66 HUMAN RESPIRATORY TRACT MODEL FOR RADIOLOGICAL PROTECTION
- ICRP 67 AGE-DEPENDENT DOSES TO MEMBERS OF THE PUBLIC FROM INTAKE OF RADIONUCLIDES: PART 2
- ICRP 68 DOSE COEFFICIENTS FOR INTAKES OF RADIONUCLIDES BY WORKERS: A REPLACEMENT OF ICRP PUBLICATION 61
- ICRP 69 AGE-DEPENDENT DOSES TO MEMBERS OF THE PUBLIC FROM INTAKE OF RADIONUCLIDES: PART 3 INGESTION DOSE COEFFICIENTS
- ICRP 70 BASIC ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL DATA FOR USE IN RADIOLOGICAL PROTECTION PART 1 SKELETON





*La revista RADIOPROTECCION es el órgano de expresión de la SEPR y su publicación será, al menos, semestral.*

*Los artículos deben tener relación con la protección radiológica y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR.*

*Siempre se acusará recibo de los trabajos recibidos, pero ello no compromete a su publicación. No se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, ni se devolverá ningún original recibido.*

*Los manuscritos serán revisados y evaluados por el Comité Científico.*

*Los Comités de Redacción y Científico se reservan el derecho de introducir modificaciones de estilo así como de acortar el texto que lo precise, comprometiéndose a respetar el contenido del original.*

*Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista y su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita de la editorial de la Revista.*

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

*La Revista incluirá, además de artículos científicos, secciones fijas en las cuales se reflejarán noticias de la propia Sociedad, otras noticias de interés, publicaciones, etc. Se incluirá también una sección de "Cartas al Director".*

*Todo trabajo o colaboración, se enviará por triplicado, al Comité de Redacción de la Sociedad Española de Protección Radiológica, c/ Apolonio Morales, 27. 28036 MADRID.*

## **1. Originales:**

1.1 Los trabajos estarán redactados en español y no pueden tener una extensión mayor de diez (10) folios de 36 líneas cada uno, mecanografiados a doble espacio y numerados correlativamente.

1.2 Los gráficos, dibujos y fotografías o anejos, que acompañan al artículo, no entran en el cómputo de los diez folios.

1.3 Siempre que sea posible se acompañará el texto escrito del correspondiente diskette con la copia en programa de tratamiento de texto en sistema Macintosh. En su defecto, se admite programa "Word Perfect 5.1" o compatible con IBM.

## **2. Título y Autores:**

En el primer folio deberá figurar, y por este orden, título del artículo, nombre y apellidos de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, domicilio para la correspondencia, teléfono de contacto y otras especificaciones que se consideren oportunas.

## **3. Resumen y Abstract en inglés**

Tendrán un extensión máxima de 150 palabras y deberán estar redactados de forma que den una idea general del artículo.

## **4. Texto**

Estará dividido en las suficientes partes, y ordenado de tal forma, que facilite su lectura y comprensión, ajustándose en lo posible al siguiente esquema:

Introducción, Desarrollo, Resultados y Conclusiones.

## **5. Referencia Bibliográfica**

Al final de todo artículo podrá indicarse, si es el caso, la bibliografía o trabajos consultados.

Se presentarán según el orden de aparición en el texto con la correspondiente numeración correlativa.

Se utilizarán las abreviaturas recomendadas en el Chemical Abstracts y en el Index Medicus.

## **6. Ilustraciones y Tablas**

Se utilizarán aquellas que mejor admitan su reproducción.

Las **gráficas** estarán agrupadas al final del texto principal, procurando que la información no se duplique entre sí.

Las **fotografías** se enviarán sobre papel blanco brillante y con un buen contraste. El tamaño serán de 9 x 12 cm.

Los gráficos y las fotografías irán numeradas en números arábigos, de manera correlativa y conjunta, como **figuras**. Se presentarán por separado del texto, dentro de sendos sobres, y los pies de las figuras deben ir mecanografiados en folio aparte.

Las **tablas** se presentarán en folios aparte del texto, con la numeración en números romanos y el enunciado correspondiente; las siglas y abreviaturas se acompañarán de una nota explicativa a pie de página.





## SOLICITUD DE ADMISION

### Datos personales:

Apellidos.....Nombre.....

Fecha nacimiento.....Dirección particular.....

.....Código postal y Población.....Tfno (.....)

Empresa o Centro de trabajo.....Cargo.....

Departamento.....Dirección.....

Código Postal y Población.....Tfno (.....)

Estudios y formación.....

.....

Experiencia profesional.....

.....

.....

Publicaciones y trabajos relacionados con protección radiológica.....

.....

.....

## DOMICILIACION BANCARIA

Sr. Director de.....Código entidad.....

Sucursal.....Código oficina.....Dígito de control.....

C/Pza.....

Localidad.....Código postal.....





(sigue).....

Enviar correspondencia a :

Dirección particular

Lugar de trabajo

**Socios que avalan su candidatura:**

D/Dña..... Firma.....

D/Dña..... Firma.....

El abajo firmante solicita su ingreso en la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCION RADIOLOGICA comprometiéndose a cumplir sus Estatutos, en calidad de socio

Numerario

Agregado

- Firma..... Fecha.....

Muy Sr. Mío:

Le ruego que, hasta nueva orden, abonen con cargo a mi cuenta/libreta Nº ..... en esa Entidad, los recibos que a mi nombre les presente al cobro la "SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCION RADIOLOGICA", c/ Apolonio Morales, 27. 28036 MADRID.

Atentamente

(firmado)

Nombre y Apellidos .....





**CAMARA DE IONIZACION RAM ION**

- Medida en  $\mu\text{Sv/h}$  y  $\mu\text{Sv}$ .
- Congelación del punto máximo de medida en  $\mu\text{Sv/h}$ .
- Umbrales de Alarmas en  $\mu\text{Sv/h}$  y  $\mu\text{Sv}$ .
- Indicación de Fallo Batería.
- Constante de Tiempo automático (8,4 y 2 seg.).
- Volumen de la Cámara: 500 cc.
- Peso: 850 gr.
  - \* Medida en continuo con transmisión de los datos, vía, teléfono, radio o cable a un P.C.
  - \* Lector de códigos de barras y tarjeta de memoria con RS 232 incluida en la cámara y software básico.
  - \* Software con niveles de Acceso, Historiales, Gráficos, Planos de Instalación, Introducción del n.º de serie y su factor de calibración, software llave en mano.
  - \* Opcional.

**OTROS EQUIPOS:**

- Monitores de contaminación.
- Monitores con intercambio de sondas para medidas de Alfa, Beta, Gamma, Rayos X e I 125.
- Monitores ambientales.
- Monitores portátiles de radiación.
- Pértigas para medida a distancia.



- Programas llave en mano, para monitores ambientales, redes, cámaras de ionización, etc.

Servicio Técnico Oficial de ROTEM INDUSTRIES LTD

LAMSE, s. L. P.º Imperial, 6, 2.º D-2 - Tel. (91) 366 96 01 - Fax (91) 366 96 09

**MONITOR PORTATIL  $\alpha - \beta - \gamma$  RAM GENE I**

- Medida de cps y  $\mu\text{Su/h}$ . (cpm y mR/h).
- Fallo de detector.
- Fallo de Batería Baja.
- Fallo de Overflow.
- Indicación acústica y luminosa.
- Detector "pancake" G.M. con un área efectiva de  $15 \text{ cm}^2$ .
- Batería de 9 v. (50 horas de continuo funcionamiento. Opcional batería recargable).
- Background 0 - 1 cps.
- Soporte de mesa.
- Peso 340 gr.
- Medida: 11 cm. x 6,7 cm. x 7,4 cm.

**OTROS EQUIPOS**

- Monitores portátiles para I 125.
- Monitores de contaminación.
- Monitores con intercambio de sondas para medidas de Alfa, Beta, Gamma, Rayos X e I 125.
- Monitores ambientales.
- Monitores portátiles de radiación.
- Pértigas para medida a distancia.
- Programas llave en mano, para monitores ambientales, redes, cámaras de ionización, etc.



# ENERGIA SIN FRONTERAS

Experiencia y calidad al servicio de  
las centrales nucleares europeas

Diseño, fabricación y  
suministro de elementos  
combustibles para reactores  
de agua a presión (PWR)  
y de agua en ebullición (BWR)



 **ENUSA**

Santiago Rusiñol, 12 • 28040 MADRID  
Tel.: (91) 347 42 00 Fax: (91) 347 42 15  
Télex: 43042 URAN-E