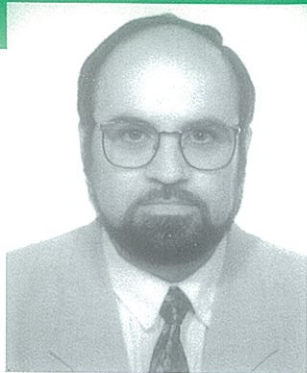




Javier CASTELO TORRAS es Físico por la Universidad de Barcelona (1974), Diplomado en Ingeniería Nuclear en la JEN (1976) y Diplomado en Ingeniería Ambiental EOI (1984). En 1975 ingresa en el Proyecto de la Central Nuclear de Vandellós, donde actualmente es el Jefe del Servicio de Protección Radiológica.



Jerónimo IÑIGUEZ SAEZ es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona (1987) y especialista en Tecnología Energética por la Universidad Politécnica de Madrid (1991). Fue Jefe de la Sección "Instrumentación-Medidas y Ensayos" de la División de Protección Radiológica de C.N. Vandellós I a lo largo de 1987 y 1988. Actualmente trabaja en la División de Protección Radiológica de AMYS. Miembro del Grupo de Dosimetría de Piel del Grupo Europeo de Dosimetría (EURADOS-CENDOS).

NUEVAS RECOMENDACIONES DE LA CIPR PARA LA PRACTICA OPERATIVA DE LAS CENTRALES NUCLEARES

J. CASTELO - J. IÑIGUEZ

La *Comisión Internacional de Protección Radiológica* (CIPR), y más conocida por las siglas ICRP (International Commission on Radiological Protection) es un organismo científico independiente, de prestigio mundial, que establece las recomendaciones generales y fundamentos para la utilización segura de las radiaciones ionizantes en sus múltiples aplicaciones.

Este organismo se fundó en 1928 con el nombre de Comité Internacional para la Protección contra el Radio y Rayos X, tras una decisión tomada en el 2.º Congreso Internacional de Radiología. En 1950 fue reestructurado y adquirió su nombre actual.

La CIPR emitió su primer informe en 1928, el cual fue publicado como sus

primeras recomendaciones en septiembre de 1958 (Publicación n.º 1). Posteriormente fueron apareciendo nuevas recomendaciones generales: Publicación n.º 6 (1964), Publicación n.º 9 (1966) y Publicación n.º 26 (1977). Esta última ha sido corregida y extendida en años posteriores siendo la última realizada en 1987. Asimismo han publicado informes sobre temas específicos apareciendo con sus números de publicación correspondiente.

En noviembre de 1990, la CIPR emitió sus últimas recomendaciones generales, Publicación n.º 60, en las que se revisan los criterios de protección radiológica y se derivan modificaciones prácticas desde el punto de vista de la operativa práctica de la protección radiológica en las instalaciones nucleares.

MARCO BASICO DE PROTECCION RADIOLOGICA

El objetivo primordial de las recomendaciones de la Comisión se basa en:

- Prevenir la ocurrencia de *efectos determinísticos* (no aleatorios), que se producen cuando una persona se irradia con dosis altas (exposiciones superiores a 200 mSv) y que aparecen a partir de una determinada dosis umbral, siendo su gravedad una función de la dosis recibida.
- Asegurar que se realizan todas las acciones razonables para reducir la inducción de *efectos estocásticos* (aleatorios), los cuales pueden ocurrir tras la exposición a bajas dosis de radiación (exposiciones menores a 200 mSv), debido a la interacción casual de la radiación con algún componente de la estructura celular y su posterior multiplicación o alteración.

La CIPR especifica que el sistema de protección ha de aplicarse a dos tipos de actividades: *práctica e intervención*, que serán definidas al tratar el sistema de protección radiológica.

Asimismo define tres tipos de exposiciones a las que aplicar sus recomendaciones y que son:

- *Ocupacional*: incurrida en el trabajo y como consecuencia del mismo.
- *Médica*: debida a diagnóstico o tratamiento.
- *Público*: resto de exposiciones.

Las medidas de control de la exposición ocupacional se aplican sobre:

- *La fuente*: fijando sus características, blindajes y contenciones inmediatas.
- *El ambiente*: por ventilación o blindaje adicional.
- *El individuo*: requiriendo prácticas de trabajo, así como el uso de ropa y equipo de protección.

SISTEMA DE PROTECCION RADIOLOGICA

El sistema que la CIPR define para la adecuada aplicación de la protección radiológica se basa en tres puntos y en función de aplicar a una práctica o a una intervención.

Práctica

Una práctica es aquella actividad que incrementa la exposición global a la radiación.

- *Justificación de una práctica*: No debería adoptarse ninguna práctica que suponga exposiciones a la

radiación al menos que produzca el suficiente beneficio a los individuos expuestos o a la sociedad para compensar el detrimento causado por la radiación.

Optimización de protección:

Respecto a cualquier fuente particular, la magnitud de la dosis individual, el número de personas expuestas y la probabilidad de recibir exposiciones donde no se espera recibir, debería ser tan baja como razonablemente sea posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, considerando que estos procedimientos deberían controlarse por restricciones en las dosis a individuos: *restricción de dosis*.

Límites de dosis:

La exposición de individuos resultante de la combinación de todas las prácticas relevantes deberían estar sujetas a límites de dosis, propuestos para asegurar que ningún individuo se exponga a riesgos por radiación que se juzgan como inaceptables para estas prácticas en circunstancias normales.

Intervención

La intervención comprende aquellas acciones que hace decrecer las exposiciones debido a situaciones existentes.

- La intervención propuesta debería hacer más bien que mal, es decir, la reducción de dosis conseguida debería justificar el daño y los costes, incluidos costes sociales, de la intervención.
- El tipo, alcance y duración de la intervención debería optimizarse de

modo que el beneficio neto de la reducción fuese máximo.

- No aplican límites de dosis.

En la tabla I se esquematiza los principales cambios significativos, comparados a las anteriores recomendaciones, a nivel conceptual y requisitos de optimización en la aplicación práctica de la PR.

SISTEMA DE PROTECCION RADIOLOGICA EN EXPOSICION OCUPACIONAL

La CIPR considera que la característica más importante en la optimización de la protección es la elección de *restricciones de dosis*: valores, respecto a la fuente, de dosis individuales usadas en el contexto de aplicación del principio de optimización. Para muchos tipos de operaciones se pueden obtener conclusiones sobre los niveles de dosis individuales probables de recibir y cuya información puede usarse adecuadamente para establecer un control de dosis para cada tipo de operación.

El objeto de fijar unos límites de dosis es realizar un seguimiento de la exposición ocupacional, así como imponer un límite en la elección de restricciones de dosis. Para elegir un límite de dosis la CIPR ha definido el *grado de tolerabilidad a una exposición*, definiendo los siguientes grados:

- *Inaceptable*: indica que la exposición podría no ser aceptable bajo ninguna base razonable en operación normal de cualquier práctica.

T I

COMPARACION DEL SISTEMA DE P.R.

RECOMENDACIONES
PUBLICACION N.º 26

RECOMENDACIONES
PUBLICACION N.º 60

CONCEPTUAL

- Identificación del riesgo.
- Evaluación del riesgo.
- Establecimiento de las medidas de protección.

- Identificación de la fuente de radiación para disminuir su intensidad y anularla en la medida de lo posible.

REQUISITOS DE OPTIMIZACION

- Dosis colectiva.

- Dosis individual.
- Restricción de dosis.

T II

COMPARACION DE LOS LIMITES DE DOSIS

RECOMENDACIONES PUBLICACION N.º 26		RECOMENDACIONES PUBLICACION N.º 60	
PROFESIONALMENTE EXPUESTO			
DOSIS EFECTIVA	50 mSv/año		100 mSv en 5 años (20 mSv/año) y 50 mSv en un solo año
CRISTALINO	150 mSv/año	→	150 mSv/año
PIEL	500 mSv/año		500 mSv/año
EXTREMIDADES	500 mSv/año		500 mSv/año
PUBLICO			
DOSIS EFECTIVA	5 mSv/año		1 mSv/año
CRISTALINO	15 mSv/año	→	15 mSv/año
PIEL	50 mSv/año		50 mSv/año
EXTREMIDADES	50 mSv/año		50 mSv/año

— No inaceptable:

- **Tolerable:** no son "bien recibidas", pero razonablemente pueden ser toleradas.
- **Aceptable:** pueden ser aceptadas sin mejoras adicionales.

El propósito de elegir un límite de dosis es establecer, para un conjunto definido de prácticas, un nivel de dosis por encima del cual las consecuencias para el individuo podrían verse como "inaceptables".

La CIPR considera que el límite de dosis debería establecerse de tal manera que la dosis efectiva total recibida a lo largo de la vida laboral no debería exceder 1 Sv recibido moderada y uniformemente año a año. Se precisa asegurar que los límites de dosis protegen contra efectos determinísticos y hay que tener en cuenta que el control de efectos estocásticos se deben basar en la dosis acumulada sobre periodos de varios años. La Comisión prevee dificultades en la aplicación práctica de límites de dosis vida, por lo que no recomienda su uso. Por lo que, considerando demasiado rígido un límite de dosis anual, llega a la conclusión que un período de cinco años equilibra las ventajas y desventajas de uno y otro criterio.

En la tabla II se pueden comparar los límites de dosis recomendados con los emitidos anteriormente en su Publicación n.º 26.

REQUISITOS OPERATIVOS

El primero, y el más importante, de los pasos prácticos para implementar las recomendaciones de la Comisión es el establecimiento de una actitud basada

en la seguridad por parte de todos respecto a todas las operaciones desde el diseño hasta el desmantelamiento. Esto sólo se puede conseguir mediante un considerable compromiso de entrenamiento y el reconocimiento de que la seguridad es una responsabilidad personal y de mayor compromiso para el responsable de explotación.

Los propósitos de estos requisitos deberían exponerse bajo una base práctica con el fin de proteger a todos los implicados. Técnicas detalladas cubren aspectos como la determinación de la fuente de radiación, uso de blindajes y distancias para reducir campos de radiación, restricción del tiempo próximo a la fuente, uso de contenciones para limitar la propagación de materiales radiactivos en los lugares de trabajo y al medio ambiente.

Una de las funciones más importantes de los requisitos es el de mantener el control sobre las fuentes de exposición y sobre los trabajadores profesionalmente expuestos.

Clasificación radiológica de zonas de trabajo

Para ayudar a controlar las sustancias radiactivas se designan adecuadamente zonas radiológicas de trabajo que contengan dichas sustancias. La CIPR usa dos designaciones:

- **Zona controlada:** en la que las condiciones normales de trabajo, inclu-

T III

CLASIFICACION DE ZONAS RADIOLOGICAS DE TRABAJO

RECOMENDACIONES PUBLICACION N.º 26		RECOMENDACIONES PUBLICACION N.º 60	
ZONA CONTROLADA			
Aquella en que se prevee que los trabajadores reciban una dosis anual superior a los 3/10 de los límites de dosis.	→	Aquella en que se requiere que los trabajadores sigan procedimientos y prácticas bien establecidas.	
ZONA VIGILADA			
Aquella en que es improbable que los trabajadores reciban una dosis anual superior a los 3/10 de los límites de dosis.	→	Aquella en que las condiciones de trabajo están vigiladas pero no se precisan procedimientos especiales.	

yendo la posible ocurrencia de accidentes de menor grado, requiere a los trabajadores seguir procedimientos y prácticas bien establecidas, propuestos específicamente para controlar las exposiciones a la radiación.

— *Zona vigilada*: en la que las condiciones de trabajo están bajo revisión, pero normalmente no se precisan procedimientos especiales.

Estas definiciones se basan en la experiencia operativa, por lo que hay que tener en cuenta los niveles esperados de exposición y las probables variaciones de estos niveles.

El objetivo debería ser asegurar que nadie fuera de las áreas designadas precisara ser asignado como profesionalmente expuesto, o sea, que las dosis recibidas estén por debajo de los límites de dosis para la exposición al público.

En la Publicación n.º 26, la Comisión recomendaba el criterio que se especifica en la Tabla III para distinguir entre los dos tipos de áreas, considerando en la actualidad que se trata de un criterio demasiado arbitrario y recomendado que la designación de áreas debería decidirse bien en el momento del diseño o localmente durante la explotación en función de la experiencia operativa.

Clasificación de trabajadores profesionalmente expuestos

En las anteriores recomendaciones, la Comisión definió dos categorías de trabajadores profesionalmente expuestos basado en el nivel esperado de dosis individual anual, tal como se puede ver en la tabla IV. Con ello se pretendía ayudar en la determinación de los trabajadores que deberían estar sujetos a control dosimétrico individual y seguimiento médico especial.

La CIPR ha constatado en los últimos años que ha quedado patente que ninguna de estas decisiones fuesen el mejor criterio para clasificar las categorías de trabajadores profesionalmente expuestos, por lo que deja de recomendarlo.

Niveles de referencia

La Comisión considera que, a menudo, es útil establecer valores de cantidades medidas por encima de los cuales deberían tomarse acciones o decisiones específicas. Estos valores se denominan *niveles de referencia*, incluyendo:

- *Nivel de registro*: por encima del cual un resultado debería registrarse e ignorarse valores inferiores.
- *Nivel de investigación*: por encima del cual debería examinarse las causas o implicaciones del resultado.

T IV

CLASIFICACION DE TRABAJADORES PROFESIONALMENTE EXPUESTOS

RECOMENDACIONES
PUBLICACION N.º 26

RECOMENDACIONES
PUBLICACION N.º 60

CATEGORIA A

Aquella en que se preve que los trabajadores reciban una dosis anual superior a los 3/10 de los límites de dosis.

NO RECOMIENDA
NINGUN TIPO
DE CLASIFICACION

CATEGORIA B

Aquella en que es improbable que los trabajadores reciban una dosis anual superior a los 3/10 de los límites de dosis.

— *Nivel de intervención*: por encima del cual debería considerarse alguna acción de remedio.

El uso de estos niveles pueden evitar trabajo innecesario e improductivo pudiendo ayudar en el despliegue efectivo de recursos.

Dosimetría en exposición ocupacional

Las recomendaciones de la Comisión se basan en la restricción de dosis y la probabilidad de recibir dosis. La medida o determinación de la dosis es fundamental para la práctica de protección radiológica.

En la exposición ocupacional, normalmente, es posible controlar las dosis recibidas por los trabajadores. Sin embargo, a menudo, no queda clara la frontera entre trabajadores que se exponen como consecuencia de sus trabajos y otros que se exponen sólo casualmente, ya sea porque raramente están presentes en las zonas relevantes o porque están lejos y sólo reciben dosis ínfimas. Para evitar un uso excesivo de recursos en controlar y registrar los datos, es necesario identificar grupos de trabajadores para los que son necesarios un control individual. La decisión de suministrar este control depende de muchos factores, influyendo principalmente los factores técnicos, como pueden ser el nivel de dosis esperado respecto a los niveles

relevantes, las probables variaciones en las dosis o la complejidad de los procedimientos de medidas e interpretación que engloba el programa de control.

Además de su principal función de suministrar información para el control de exposición, un programa de control individual puede ser útil para confirmar la clasificación de los lugares de trabajo y determinar fluctuaciones en las condiciones de trabajo. Esto proporciona información útil y datos para usar en la revisión de los programas de optimización.

IMPLANTACION DE LAS RECOMENDACIONES

Dada la autoridad científica de la CIPR, los organismos reguladores de cada país han recogido, por regla general, en sus legislaciones y normativas la mayor parte de sus recomendaciones. No obstante, estas recomendaciones no tienen carácter obligatorio mientras que no sean adoptadas por las legislaciones correspondientes.

En la actualidad existe un borrador de *Directiva Comunitaria*, prevista su aprobación para este año, en la que se recogen en mayor o menor grado estas recomendaciones. La aprobación de dicha Directiva supondrá la futura readaptación en la legislación nacional del actual *Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes*.