

GESTION DE RESIDUOS

En este trabajo se enfoca el problema de la evacuación de los desechos radiactivos al mar desde una perspectiva más nacional que internacional, es decir, se tratan aquellos aspectos de los vertidos que se llevan a cabo actualmente y que afectan más directamente a Irlanda y España. Particularmente, se hace hincapié en: a) El vertido de desechos envasados de baja actividad en el área atlántica de vertidos situada 700 km al suroeste de Irlanda y 700 km al noroeste de España, y b) Las descargas de efluentes líquidos de baja actividad en el mar de Irlanda por parte de instalaciones nucleares británicas. Ambas prácticas, que han sido y son objeto de debate y polémica ampliamente reflejados en los medios de comunicación, se examinan desde los puntos de vista jurídico internacional, científico y de protección radiológica. Se analizan someramente las políticas de las administraciones irlandesa y española al respecto, y se discuten algunas posibles implicaciones a largo plazo.

* Parte de este trabajo está basado en la comunicación presentada por P. I. Mitchell en la Conferencia «Promise and Performance: Irish Environmental Policies Analysed», celebrada en Dublín del 11 al 15 de abril de 1983.

LA EVACUACION DE DESECHOS RADIATIVOS EN EL MEDIO MARINO: PERSPECTIVAS NACIONALES IRLANDESA Y ESPAÑOLA *

P. I. MITCHEL (*Laboratory of Radiation Physics. Department of Experimental Physics. University College. Dublin*) y A. VIDAL-QUADRAS (*Laboratorio de Física Corpuscular: Departamento de Física Fundamental. Universidad Autónoma de Barcelona*).

INTRODUCCION

Los últimos veinte años han sido testigos de un enorme incremento de la utilización de la energía nuclear para la producción de electricidad y de diversos radionúclidos para numerosas aplicaciones médicas, industriales y científicas. Entre los diferentes problemas asociados a esta rápida y creciente implementación de lo nuclear, destaca el de la disposición definitiva de grandes cantidades de desechos radiactivos. En este trabajo se trata una de las posibles opciones, el vertido a los océanos, y se analiza desde las perspectivas nacionales de Irlanda y España. En este sentido, son de interés, en primer lugar, los vertidos de desechos envasados, de baja actividad, en el área atlántica, situada 700 km al suroeste de Irlanda y 700 km al noroeste de España, y, en segundo lugar, las descargas de efluentes líquidos de baja actividad al mar de Irlanda procedentes de las instalaciones nucleares del oeste de la Gran Bretaña.

Recientemente, ambas prácticas han sido objeto de vivas polémicas en la calle y en los medios de comunicación, con las consiguientes repercusiones a nivel político y científico. Hay que destacar el intento de dos naciones situadas en el océano Pacífico, Kiribati y Nauru de forzar la prohibición de todo tipo de vertidos radiactivos en el mar durante la Séptima Reunión Consultiva de las Partes Contratantes del Convenio sobre la Prevención de Contaminación del Mar por Vertidos de Desechos y Otras Materias (1), celebrada en Londres del 14 al 18 de febrero de 1983. Esta propuesta, que significaba la modificación de los anexos I y II del convenio, no prosperó al no contar con los apoyos suficientes entre los estados participantes. En cambio, una proposición española, en el sentido de suspender los vertidos durante la elaboración, por un grupo de expertos, de un informe a las partes contratantes que revisase las bases científicas y técnicas de las modificaciones propuestas por Kiribati y Nauru, fue aprobada por 19 votos a favor, 6 en contra, 5 abstenciones y dos naciones ausentes en el momento de la votación. Los votos a favor fueron los de Argentina, Canadá, Chile, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Irlanda, Kiribati, México, Marruecos, Nauru, Nueva Zelanda, Nigeria, Noruega, Nueva Guinea, Filipinas, Portugal, Suecia y España. Los votos en contra fueron emitidos por Estados Unidos, Gran Bretaña, Japón, Holanda, Sudáfrica y Suiza. Se abstuvieron Brasil,

Francia, República Federal de Alemania, Grecia y la Unión Soviética. Al no alcanzarse la mayoría requerida de dos tercios para que la resolución fuese vinculante, la situación no se ha alterado en la práctica en lo que se refiere a los vertidos distintos a los de alta actividad, que siempre han estado prohibidos por el Convenio de Londres.

Las descargas de sustancias radiactivas al medio marino son mencionadas explícitamente en el artículo 5.º y en la parte III del anexo A del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación Marina Procedente de Fuentes Situadas en Tierra, también conocido como Convenio de París (2). Sin embargo, no se explicitan las medidas concretas a tomar con respecto a la contaminación producida por dichas descargas. Esta omisión contrasta con las especificaciones detalladas en las partes I y II del anexo A, donde se indican los requisitos necesarios para la aprobación de las descargas, los factores cuantitativos asociados a la calidad del medio ambiente y los plazos de tiempo estipulados para la consecución de los programas.

Otros Organismos Internacionales relevantes

Además de los dos convenios ya mencionados, existen otros Organismos Internacionales relevantes para el tema que nos ocupa, destacando los siguientes:

- OMI. Organización Marítima Internacional.
- CIPR. Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- AEN. Agencia de Energía Nuclear de la OECD.
- OIEA. Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Convenio de Barcelona.
- EURATOM. Comunidad Europea de Energía Atómica.

La OMI, que tiene su sede en Londres, ha sido designada, de acuerdo con el artículo XIV del Convenio sobre la Prevención de Contaminación del Mar por Vertidos de Desechos y Otras Materias, como el organismo responsable de la secretaría del Convenio. Sus misiones en este sentido son, entre otras:

- La convocatoria de reuniones consultivas de las partes contratantes, con una periodicidad mínima bianual y de reuniones extraordinarias de las partes cada vez que así lo requieran en un porcentaje superior a los dos tercios.

— La preparación y el asesoramiento, en consulta con las partes contratantes y con organismos internacionales adecuados, para el desarrollo e implantación de los procedimientos reseñados en el epígrafe 4 e) del artículo XIV.

— Atender las consultas de las partes contratantes y recibir información de las mismas, coordinar los contactos entre organismos internacionales y hacer recomendaciones a las partes con referencia a aquellas materias relacionadas con el convenio y que no figuran explícitamente en el mismo.

— Hacer llegar a las partes contratantes todas las notificaciones recibidas por la organización, de acuerdo con los artículos IV (3), V (4), XV, XX y XXI.

La CIPR fue creada con ocasión del Segundo Congreso Internacional de Radiología en 1928, y ha venido funcionando sin interrupción desde entonces. A pesar de haber mantenido sus vínculos tradicionales con las aplicaciones médicas de las radiaciones, su área de influencia e interés se ha extendido a otros grupos profesionales y es reconocida internacionalmente como la agrupación científica más autorizada para dar orientaciones generales en el campo de la protección radiológica. La política de la CIPR se ha centrado en la elaboración de principios fundamentales sobre los que se basa la protección contra las radiaciones y de recomendaciones genéricas, sin descender a detalles sobre regulaciones o procedimientos específicos. Se ha considerado que las cuestiones concretas deben dejarse en manos de los organismos internacionales o nacionales que mejor conozcan las circunstancias propias de cada país o grupo de países. En otras palabras, es criterio de la CIPR que el mejor servicio a los expertos, encargados de la práctica concreta de la radioprotección, es el suministrarles principios claros de carácter fundamental y de naturaleza flexible. Su sistema de limitación de dosis descansa sobre tres reglas de oro bien conocidas:

- «No se adoptará ninguna práctica que no implique un beneficio neto claro para los seres humanos.»
- «Todas las exposiciones serán tan bajas como sea posible, habida cuenta de los pertinentes factores sociales y económicos.»
- «Las dosis equivalentes recibidas por los seres humanos a título individual no excederán en ninguna circunstancia los límites recomendados por la Comisión.»

La CIPR ha hecho, asimismo, hincapié en la necesidad de considerar las

previsiones de dosis para el futuro que resultan de ciertas prácticas presentes y los posibles riesgos de exposición no deseada para miembros del público, punto este de capital importancia en relación con los vertidos a los océanos. Asimismo, la Comisión sustenta que el nivel de protección requerido para la especie humana es suficiente para garantizar la protección de las restantes especies, aunque no necesariamente a los individuos de las mismas.

La AEN agrupa a todos los miembros europeos de la OECD, así como a Australia, Canadá, Japón y los Estados Unidos. Entre sus objetivos figura el promover la cooperación entre los gobiernos asociados en el terreno de la seguridad nuclear, y el evaluar la contribución de la energía nuclear al progreso económico. Dentro del primer objetivo citado, el consejo de la OECD decidió, en 1977, establecer un Mecanismo Multilateral de Consulta y Vigilancia para los Vertidos Radiactivos en el Mar. Esta decisión solicitaba a la AEN:

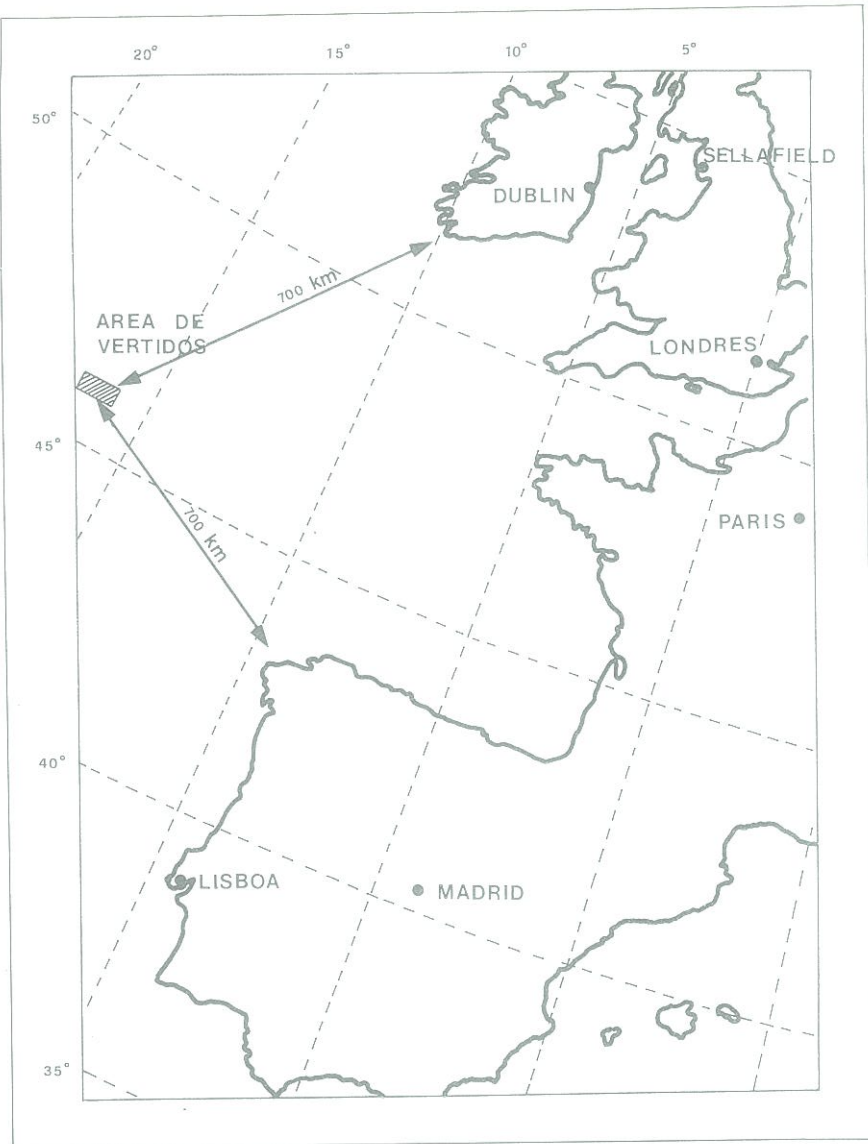
— Poner a punto y mantener bajo revisión pautas, recomendaciones y procedimientos para el vertido de desechos radiactivos en el mar.

— Auspiciar y analizar estudios de los aspectos ecológicos, ambiental y radiológico del vertido de desechos radiactivos en el mar.

— Informar sobre la idoneidad de las áreas de vertidos propuestas por las autoridades nacionales, y mantener bajo revisión aquellas que previamente se hayan considerado adecuadas. Dichas revisiones deben tener una periodicidad máxima de cinco años, e incluir los resultados de las medidas de control pertinentes.

Tal como es habitual en los convenios internacionales, los miembros de la OECD que participan en esta decisión lo hacen voluntariamente y se les denomina «Países Participantes».

El OIEA también emite recomendaciones e interacciona estrechamente con algunos de los organismos ya mencionados. La Definición y Recomendaciones Provisionales sobre Desechos Radiactivos y Otras Materias Radiactivas (4), mencionados en los anexos I y II del Convenio de Londres, de 1972, fueron elaborados por el OIEA en 1974. Con posterioridad, el OIEA presentó una Revisión de la Definición y las Recomendaciones (5) a la OMI, organismo



que, como ya se ha mencionado, tiene a su cargo la secretaría del Convenio de Londres. Los textos de la Revisión serán examinados con cierto detalle en este trabajo, dado que constituyen en la actualidad los criterios de decisión sobre lo que se puede o no se puede verter al mar. Las actividades del OIEA previstas para el bienio 1983-84 incluyen:

- Revisión de la definición de sustancias radiactivas que pueden ser vertidas, y recomendaciones asociadas.

- Un intento de definir las cantidades máximas de desechos radiactivos que pueden ser autorizados con carácter general.

- Desarrollo de modelos de acuerdo con las recomendaciones de la CIPR para determinar la migración y dispersión de los radionúclidos y sus recorridos hasta llegar al hombre.

En el Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación (6) se estableció un programa de investigación centrado en el estudio de radionúclidos en organismos del litoral y en el agua, así como en sólidos en suspensión en los estuarios. Este convenio reafirma los términos del Convenio de Londres, referentes al vertido de desechos radiactivos y en lo que se refiere a descargas procedentes del continente, su artículo 5 declara que las partes firmantes del convenio se comprometen a eliminar la contaminación por sustancias radiactivas, incluyendo los desechos, allí donde sus descargas no se adecuen a los principios de protección radiológica recomendados por los organismos internacionales apropiados.

EL VERTIDO DE DESECHOS RADIATIVOS EN EL AREA DE VERTIDOS DEL NORDESTE DEL ATLANTICO

Preliminares

El vertido de desechos radiactivos sólidos envasados ha sido una práctica bien establecida durante los últimos treinta años. Se han utilizado con este fin, por parte de diferentes países, diversas localizaciones en el nordeste del Atlántico, casi siempre exteriores al borde de la plataforma continental. La naturaleza y composición de los desechos ha sido diversa, y su procedencia incluye fuentes tanto de la industria nuclear como de otras actividades. Los radionúclidos presentes comprenden un número considerable de productos de fisión y de activación, además de los principales transuránidos. Algunos radionúclidos naturales también están presentes en concentraciones netamente superiores a las ordinarias. En total se han vertido 130.582 toneladas de desechos sólidos envasados en el nordeste del Atlántico, en el período comprendido entre 1949 y 1981. En términos de actividad, estos desechos representan 623 TBq de actividad Alfa, 36.480 TBq de actividad

Investigaciones llevadas a cabo bajo los auspicios de la EURATOM han cristalizado en la preparación de un informe titulado «Metodología para la evaluación de las consecuencias radiológicas de las descargas de efluentes radiactivos en operaciones ordinarias» (7). Este informe propone una metodología de control de los efectos nocivos que la descarga de efluentes en el agua o en la atmósfera pueden tener sobre la población de la Comunidad. A nivel estatutario, la Comunidad ha realizado previsiones concernientes a la descarga de efluentes radiactivos procedentes del continente en los artículos 37 y 38 del Tratado de la EURATOM (8), y en una recomendación de la Comisión sobre la Aplicación del artículo 37 (9). Esta última es especialmente interesante, ya que impone el control periódico de virtualmente todas las fuentes de desechos radiactivos con una frecuencia que depende del tipo de descarga.

Desde un punto de vista jurídico, los únicos acuerdos internacionales de carácter vinculante son: a) El Convenio de Londres sobre la Prevención de Contaminación del Mar por Vertidos de Desechos y Otras Materias, en el sentido de que prohíbe el vertido de desechos radiactivos de alta actividad. b) El Tratado de la EURATOM, que obliga a comunicar a la Comisión cualquier propuesta de descarga de efluentes radiactivos. c) El Mecanismo OECD/AEN, que somete a los participantes a la observación de las recomendaciones y procedimientos que se determinen. En cuanto a la obligación de las partes contratantes, contenida en el artículo 5 del Convenio de Barcelona, no está lo bastante bien definida como para tener valor práctico.

Beta y Gamma y 12.338 TBq de Tritio (10).

Aspectos jurídicos internacionales

Durante los años cincuenta y sesenta, el vertido de desechos de baja actividad se realizó sin control internacional. A partir de 1967, las operaciones de vertido se han llevado a cabo bajo los auspicios de la AEN. El conjunto más importante de regulaciones a nivel internacional se encuentran en el Convenio de Londres de 1972. El Convenio quedó abierto a la firma para cualquier Estado desde el 29 de diciembre de 1972 hasta el 31 de diciembre de 1973. Con posterioridad, cualquier Estado que lo desee se puede adherir al mismo. España lo hizo en 1974 e Irlanda ocho años más tarde, en 1982. Asimismo, España participa en el Mecanismo Multilateral de Consulta y Vigilancia de la OECD, establecido en 1977. Hay que destacar que ni Irlanda ni España han realizado jamás vertidos radiactivos en el Atlántico ni en cualquier otro océano.

Después de la entrada en vigor del Convenio, en agosto de 1975, tuvo lugar una reunión de las partes contratantes en diciembre de 1975, para tomar decisiones en lo referente a los aspectos organizativos y prácticos de su desarrollo, designándose a la OMI como el organismo encargado de los trabajos de secretaría del convenio. El ámbito de control de este comprende:

- Cualquier vertido deliberado en el mar de desechos u otras sustancias desde navíos, aeronaves, plataformas u otras estructuras artificiales situadas en el agua.

- Cualquier abandono deliberado en el mar de contenedores, aeronaves, plataformas u otras estructuras artificiales.

El convenio no extiende su control al vertido en el mar de desechos u otras materias derivadas de las operaciones ordinarias de navíos, aeronaves, etc., o procedentes de la exploración o explotación en alta mar de los recursos minerales del fondo oceánico.

En lo referente a sustancias radiactivas, el convenio confía al OIEA responsabilidades específicas en los aspectos siguientes:

- En el anexo I sobre materias cuyo vertido está prohibido, el apartado 6 establece:

«Los desechos radiactivos de alta actividad o cualquier otra sustancia radiactiva, así clasificada desde el punto de vista de la salud pública o biológica u otros por el organismo internacional competente, es decir, el OIEA, no son apropiados para su vertido en el mar.»

- En el anexo II, sobre sustancias y materiales que requieren especiales precauciones para su vertido, el apartado D establece:

«Desechos radiactivos u otras materias radiactivas no incluidas en el anexo I. Para las autorizaciones de su vertido, las partes contratantes tomarán buena cuenta de las recomendaciones del organismo internacional competente, actualmente el OIEA.»

El convenio también distingue, en su artículo IV. 1, entre sustancias que se pueden verter con una autorización de carácter general y aquéllas que requieren autorización especial. El anexo II sitúa a los desechos radiactivos en esta última categoría.

El artículo IV. 3 del convenio aclara que nada impide a una parte contratante el prohibir, de manera unilateral y en lo que a ella le concierne, el vertido de desechos u otras materias no mencionadas explícitamente en el anexo I. Además, el artículo IV. 2 establece que sólo se concederá una autorización después de una detallada consideración de todos los factores indicados en el anexo III, incluyendo estudios previos del área de vertidos, tal como se menciona en las Secciones B y C de dicho anexo.

T-I

ALGUNOS VALORES REPRESENTATIVOS DE CONCENTRACIONES DE RADIONUCLIDOS EN EL MEDIO MARINO

LOCALIZACION	TIPO DE MUESTRA	CONCENTRACION		
		Cs-137 (Bq/Kg)	Pu-239/240 (mBq/Kg)	Am-241 (mBq/Kg)
Mar de Irlanda	Aguas Superficiales Pescado	0,05-5,00 (20, 22) 100-1.000 (20, 22)	0,4-90 (31, 32) 7,5-600 (22)	0,06-63 (31, 32) 5,0-550 (22)
Mar del Norte	Aguas Superficiales Pescado	0,05-0,25 (22) 12-60 (22)	0,03-0,08 (31, 33) 15 (22)	0,001-0,008 (31, 33) 10 (22)
Area Atlántica de Vertidos	Aguas Superficiales Sedimentos del fondo Pescado (Coryphamoides Armatus)	0,004 (17, 26) 0,37-2,2 (27) 1,6 (28)	— — —	— — —
Golfo de Vizcaya	Sedimentos del fondo Pescado (Profundidad > 2.100 m.)	2,0 (29) 1,0 (29)	0,15-0,45 (29) 7,2 (29)	0,07-0,21 (29) 2-74 (29)
Aguas de Islandia	Aguas Superficiales Pescado	0,04 (31) 1,5-3,0 (22)	— 9 (22)	— 7 (22)
Islas Madeira	Pescado (Aphanopus Carbo, Profundidad > 1.900 m.)	1,7 (30)	—	—

Definición de desechos de alta actividad no apropiados para su vertido en el mar según el OIEA

La Revisión de la Definición y Recomendaciones fue publicada por el OIEA en 1978 (5). En el bien entendido de que nada en el documento impide la adopción de medidas más restrictivas por cualquier parte contratante, la definición de desechos de alta actividad no apropiados para su vertido en el mar comprende aquéllos cuyas concentraciones excedan:

- 37 GBq/tonelada para emisores Alfa, excepto el Radio-226, para el cual el límite es 3,7 GBq/tonelada.
- 37×10^3 GBq/tonelada para emisores Beta-Gamma con semiperíodos superiores a 0,5 años (incluyendo el Tritio) y emisores Beta-Gamma con semiperíodos desconocidos.
- 37×10^6 GBq/tonelada para el Tritio y emisores Beta-Gamma con semiperíodos inferiores a 0,5 años.

Las actividades específicas mencionadas se obtendrán promediando sobre

grandes cantidades que no excedan las 1.000 toneladas.

La definición anterior se basa en:

- Asumir un límite superior de vertidos de 10^5 toneladas/año en una localización determinada.
- Unos límites calculados para el ritmo de vertido procedente de cualquier fuente (excluyendo las naturales) de:
 - 37×10^5 GBq/año para emisores Alfa (37×10^4 GBq/año para Radio-226).
 - 37×10^7 GBq/año para emisores Beta-Gamma con semiperíodos superiores a 0,5 años (excepto Tritio) y emisores Beta-Gamma de semiperíodos desconocidos.
 - 37×11^{11} GBq/año para Tritio y emisores Beta - Gamma con semiperíodos inferiores a 0,5 años.

Y todo ello en una localización concreta y para emisores Alfa vertidos en una cuenca oceánica de volumen no inferior a 10^{17} m³.

Recomendaciones del OIEA sobre autorizaciones de vertidos

Cuando las autoridades nacionales deciden conceder una autorización para vertido de desechos radiactivos, se deben asegurar, en primer lugar, a través de un cuidadoso estudio ambiental y ecológico de que la operación satisface los requisitos del Convenio de Londres y las recomendaciones contenidas en la revisión del OIEA. Asimismo, deben comprobar que la operación de vertido propuesta cumple con las prescripciones internacionales sobre protección radiológica. Por último, deben también garantizar que las condiciones de envasado son las adecuadas para que los requerimientos de aislamiento y confinamiento del contenido radiactivo tras el descenso al fondo marino se respeten, y la radiactividad que se libre con el paso del tiempo sea mínima. De acuerdo con

las recomendaciones de la AEN para vertido en el mar de contenedores de desechos radiactivos (11), el diseño y construcción de los envases deben ser tales que garanticen el aislamiento del contenido durante su manipulación, transporte, vertido en aguas de profundidad no inferior a 4.000 m, descenso e impacto sobre el fondo marino, minimizando así la liberación de radionúclidos asociada al proceso. La experiencia indica que los envases actualmente utilizados se ajustan a estas exigencias. Por supuesto, el punto de vista de la AEN es que los envases y el mezclado con hormigón, que satisfacen los requisitos tipo B del Reglamento de Transporte del OIEA pueden durar siglos en condiciones tales que tan sólo se producirá una liberación parcial de su contenido. Esta

opinión no es compartida por determinados grupos que sostienen que incluso si los envases permaneciesen intactos durante centenares de años, no se respetaría el principio fundamental de aislamiento y confinamiento en orden a minimizar la radiactividad que puede ser liberada sin peligro apreciable. Sin embargo, hay que hacer notar que, una vez el envase externo se ha deteriorado subsiste todavía otra barrera que evita la dispersión del contenido radiactivo. Los desechos están mezclados con bitumen, hormigón o polietileno en el interior del envase externo de acero u hormigón. En consecuencia, la incorporación al agua de muchos de los radionúclidos se ve muy reducida, dando lugar a una contaminación que tiene lugar a un ritmo mucho más lento que si los desechos estuviesen contenidos en matrices menos estables.

El control ambiental indicado en las recomendaciones del OIEA debe incluir, además de lo reseñado en el anexo III del Convenio de Londres (características y composición de las sustancias, características del área de vertidos, método de vertidos, etc.), consideraciones sobre los siguientes aspectos:

- Justificación de la operación propuesta y de sus ventajas frente a soluciones terrestres.
- Actividades de los radionúclidos vertidos.
- Factores que afecten, de manera significativa, el movimiento de sustancias radiactivas, desde el lugar de vertido al entorno del hombre.
- Previsiones de dosis a individuos y grupos de población.
- Posibles riesgos para los ecosistemas marinos resultantes de la dispersión de actividad.
- Posibilidad práctica de reducir las previsiones de dosis.
- Métodos operacionales apropiados.

Las recomendaciones instan a la realización de la medida o estimación de las cantidades y de la naturaleza de los

desechos radiactivos, cuyo vertido se propone, así como el control de los niveles de radiactividad, en el medio marino próximo al área de vertidos. Determinados autores han sugerido que es poco probable que las medidas de control de niveles en el medio marino sean significativas, habida cuenta del tipo de confinamiento empleado, de la escasa solubilidad del residuo y de su matriz, y de las pequeñas cantidades de desechos en relación con otras fuentes naturales de radiactividad presentes en el mar.

El Área Atlántica de Vertidos

El Área Atlántica de Vertidos actualmente utilizada comprende una superficie aproximada de 4.000 km², entre las latitudes 45° 50' N-46° 10' N y las longitudes 16° 00' W-17° 30' W. La plataforma continental se encuentra a una distancia superior a los 500 km, y la costa irlandesa o española más próxima a 700 km, tal como se indica en la figura 1.

Aunque la creación de Mecanismo Multilateral de Consulta y Vigilancia por el Consejo de la OECD implica un cierto control internacional, la responsabilidad directa sobre las operaciones de vertido recae sobre las autoridades nacionales involucradas. Es decir, aunque las operaciones de vertido se llevan a cabo bajo los auspicios e inspección de la AEN (12), el control efectivo queda a cargo del país que las realiza. La AEN no tiene funciones legales y trabaja a nivel de asesoría y vigilancia. Así, sus tareas concretas son:

- Elaboración de criterios de idoneidad para la elección de lugares de evacuación.
- Elaboración de criterios para el envasado de los desechos.
- Funcionar como centro de información y de registro de las operaciones de vertido.
- Funcionar como organismo observador, es decir, enviar representaciones de la AEN para observar las operaciones concretas de vertido.

La decisión tomada por el Consejo de la OECD de crear un Mecanismo Multilateral de Consulta y Vigilancia llevó a la AEN a encomendar, en 1979, a un grupo de expertos la revisión continua de la idoneidad del Área de Vertidos. Su informe (13), que englobaba la información científica y de otros órdenes disponible sobre el Área Atlántica de Vertidos, se publicó en 1980. Sus conclusiones fueron:

- Las propiedades físicas, químicas y biológicas del Área satisfacen los requisitos del Convenio de Londres y de la Revisión del OIEA.
- No hay evidencia ni razones que hagan creer que las condiciones del Área produzcan dosis por unidad de tasa de vertido de radionúclidos específicos significativamente superiores a los calculados mediante los modelos elaborados por el OIEA (14,15).

- Las tasas de dosis calculadas para los grupos críticos más expuestos, debidas a los vertidos recientes, son inferiores al 1 % de las tasas de dosis medias procedentes de radiación natural, y las tasas reales probablemente incluso menores.

- Se impone la necesidad de desarrollar un modelo de migración de radionúclidos, desde el Área hasta los seres humanos, que sea específico de la misma, así como la ampliación de los estudios de los procesos de transporte en el nordeste del Atlántico.

- Aunque el mecanismo de la OECD no prevé una revisión de la idoneidad del Área antes de cinco años, se recomienda una reelaboración de las bases científicas de la revisión y del conjunto de datos existentes sobre mecanismos de transporte en el nordeste del Atlántico antes de este período.

- Si el ritmo de vertidos se mantiene como hasta la fecha, el Área es adecuada para ser utilizada en los próximos cinco años. Si el ritmo de vertidos aumenta en un factor superior a 10, habría que replantearse su idoneidad.

Control e investigación ambientales

De acuerdo con la recomendación de ampliar el conjunto de datos relativos a las características biológicas y oceanográficas del Área de Vertidos y de desarrollar un modelo específico de migración de radionúclidos, un grupo de expertos de la AEN propuso un programa de investigación que fue aprobado en 1981. Este programa se puso en marcha este mismo año con la participación de trece países miembros y del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina de Mónaco. Una descripción muy completa del trabajo realizado ha sido publicada por la AEN (16). En la actualidad, se encuentran en curso amplios estudios en las áreas generales de la oceanografía física, geoquímica, biología, modelos de migración y control radiológico, con el objetivo prioritario de reunir información abundante y fiable que permita una vigilancia más eficaz y realista del Área de Vertidos en un futuro próximo. Se considera que el desarrollo de un modelo específico para el Área contribuirá grandemente a este fin.

Posiciones actuales de Irlanda y España respecto al vertido en el mar de desechos envasados

La posición oficial irlandesa se ha puesto de manifiesto en varias ocasiones a lo largo de 1983. Así, el 3 de marzo, en respuesta a una pregunta parlamentaria sobre el Convenio de Londres y la política irlandesa referente a los vertidos en el mar, el Ministerio de Industria y Energía afirmaba:

«El Gobierno irlandés se opone en principio al vertido de sustancias radiactivas en el mar y desearía que se pusiese fin a esta práctica tan pronto como sea posible.»

Otros laboratorios, con independencia del programa OECD/AEN, llevan a cabo investigaciones en este campo y otros relacionados. Desde la publicación en 1980 del informe de la AEN sobre la idoneidad del Área de Vertidos, se han enviado varios cruceros oceanográficos a la zona, y se han analizado datos recogidos con anterioridad. Esta información adicional ha sido incorporada a un informe recientemente publicado por la AEN y titulado «Descripción Oceanográfica Preliminar del Área de Vertidos Radiactivos de Baja Actividad en el nordeste del Atlántico» (10). Se intenta que este y otros informes, que se irán elaborando a medida que se acumulen nuevos datos constituyan la base para la próxima revisión del Área de Vertidos que llevará a cabo la AEN antes de 1985.

Los resultados del análisis de niveles de radionúclidos en las proximidades del Área de Vertidos son, hasta la fecha, compatibles con los procedentes de poso radiactivo (17). También se han examinado especímenes capturados en el Área, en una localización anteriormente utilizada (14°-15° W, 42°-43° N), y en otras más al oeste (19° W, 43° N) (18). Se analizaron tres clases de muestras, plancton, necton y benton, y se detectaron radionúclidos procedentes exclusivamente de poso radiactivo o de origen natural, con niveles compatibles con los típicos del nordeste del Atlántico. No se observaron tampoco diferencias significativas entre las concentraciones existentes en las tres localizaciones. En los que respecta a los niveles de Cesio-137 observados en peces capturados en el Área de Vertidos, es prácticamente imposible separar la parte atribuible a poso radiactivo de la eventualmente procedente de los desechos de vertidos. Por último, muestras de aguas superficiales, especímenes y sedimentos recogidas en la costa oeste y suroeste de Irlanda, y analizadas mediante espectrometría gamma de alta resolución (19,20) no proporcionan evidencia clara de que el origen de los bajos niveles de Cesio radiactivo detectados sea otro que el poso radiactivo.

En la tabla 1 se indican algunos valores típicos de concentraciones en el medio marino atlántico para radionúclidos representativos.

Asimismo, quedó bien claro que la delegación irlandesa, en la reunión del Convenio de Londres, se opuso a la continuación de los vertidos y apoyó, inicialmente, la propuesta, en este sentido, de Kiribati y Nauru secundada por cinco países nórdicos para interrumpir todo tipo de vertidos radiactivos en el mar desde el primero de enero de 1990. Sin embargo, tras negociaciones informales, se acordó que las bases científicas de la propuesta de Kiribati y Nauru deberían ser revisadas por un grupo de

expertos. En estas circunstancias, los países nórdicos retiraron su enmienda. Irlanda secundó una resolución presentada por España en el sentido de interrumpir los vertidos hasta que un grupo de expertos elaborase un informe técnico para las partes contratantes. Aunque esta resolución fue aprobada no alcanzó la mayoría necesaria de dos tercios para ser vinculante. Una moción del Reino Unido, proponiendo que cesasen los vertidos si un estudio científico objetivo demostrase su peligrosidad, fue aprobada por Irlanda, en el bien entendido que en caso de duda corresponde al país responsable de estas operaciones demostrar su carácter inofensivo o detener las mismas.

Así, pues, la posición oficial del gobierno irlandés se puede resumir en los siguientes puntos:

- Oposición, en principio, al vertido de sustancias radiactivas en el mar.
- Búsqueda activa, en el marco de los organismos internacionales adecuados, de medios para poner fin a estas prácticas, si bien con las demoras razonables que permitan a los países que actualmente las llevan a cabo encontrar soluciones alternativas válidas.
- Realismo, en el sentido de aceptar que la existencia de un cierto acuerdo internacional sobre este tema, aunque no sea satisfactorio del todo, es mejor que los vertidos sin ningún tipo de control.

Se trata, en definitiva, de una política posibilista y adaptada a la realidad.

En cuanto a la posición española, hay que señalar que con anterioridad a la aprobación del Convenio de Londres en 1972, el gobierno español protestó en diferentes ocasiones por las operaciones de vertido en el Atlántico, aunque dichas protestas tuvieron un carácter meramente testimonial al realizarse aquellas prácticas fuera de la jurisdicción española y no existir una normativa internacional universalmente aceptada. Posteriormente, España ratificó el Convenio de Londres y entró a participar en el Mecanismo Multilateral de Consulta y Vigilancia.

El punto de vista de la actual Administración quedó claro en la propuesta española a la Séptima Reunión Consultiva ya aludida en este trabajo en el sentido de suspender los vertidos mientras se llevaba a cabo un estudio a cargo de un grupo de expertos.

Sin embargo, España, como parte contratante del Convenio de Londres, respeta los términos del mismo y canaliza su oposición a los vertidos en el ámbito jurídico internacional correspondiente.

El Consejo de Seguridad Nuclear, por su parte, ha salido al paso de ciertas informaciones de prensa y de la inquietud, manifestada por diversos grupos sociales, en especial en la Comunidad Autónoma de Galicia, insistiendo en la legalidad internacional de los vertidos y en la inexistencia de evidencia científica

de un riesgo para la población o para el ecosistema marino superior al admisible, de acuerdo con las recomendaciones de la CIPR.

Se ha anunciado ya la puesta en marcha de un ambicioso plan de vigilancia radiológica de las costas españolas en el que intervendrán la Dirección General del Medio Ambiente, la Dirección General de la Salud Pública, la Dirección General de la Energía, el Institu-

to Español de Oceanografía, la Junta de Energía Nuclear y el Consejo de Seguridad Nuclear.

En definitiva, la postura española es muy semejante a la irlandesa. El Gobierno español es contrario a los vertidos de desechos radiactivos en el mar, y colabora activamente con todos aquellos intentos de hallar soluciones alternativas válidas a esta práctica en los foros internacionales apropiados.

DESCARGAS DE EFLUENTES LIQUIDOS DE BAJA ACTIVIDAD EN EL MAR DE IRLANDA

Preliminares

La descarga de efluentes líquidos radiactivos en el mar de Irlanda ha tenido lugar durante treinta años. Estas descargas han procedido de diversas instalaciones nucleares situadas a lo largo de la costa este del mar de Irlanda, destacando las del Complejo de Combustibles Nucleares Británicos (BNF) en Sellafield, sobre la costa de Cumbria. Este emplazamiento incluye la planta de reprocesamiento de Windscale, la central nuclear tipo Magnox de Calder Hall, el reactor experimental refrigerado por gas de Windscale y las piscinas de almacenamiento de barras de combustible. Las descargas más significativas proceden de las piscinas de almacenamiento de barras de combustible y de la planta de reprocesamiento, por la que pasa todo el combustible irradiado del Programa Nuclear Británico. La mayor parte de los desechos segregados del combustible se almacenan *in situ*; cantidades mucho menores se descargan al nordeste del mar de Irlanda mediante colectores que penetran dos kilómetros más allá del límite de aguas poco profundas. Las características de estas descargas son publicadas anualmente por el Departamento Británico del Medio Ambiente y por la Dirección General de Investigación Pesquera del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. La actividad Beta total descargada en 1980 fue de 4.306 TBq (22), incluyendo 2.966 TBq de Cesio-137. Las descargas de Rutinio-106 y Estroncio-90 fueron 344 TBq y 352 TBq, respectivamente, y las descargas de radiactividad Alfa total sumaron 39 TBq. La tendencia general en los últimos años ha sido disminuir las descargas, con una reducción de la actividad total Alfa y Beta liberada (23).

Situación jurídica internacional

Las descargas de sustancias radiactivas en el medio marino son mencionadas específicamente en el artículo 5 y en la parte III del anexo A del Convenio de París para la Prevención de la Contaminación Marina. Otros artículos del convenio, de carácter más general, también son aplicables. Así, por ejemplo, la parte 2 del artículo 1 establece:

«Las partes contratantes adoptarán medidas individuales y colectivas para

combatir la contaminación marina procedente de tierra, de acuerdo con lo reglamentado en este convenio, y coordinarán sus acciones en este sentido.»

Entre aquellas partes del convenio, que se refieren explícitamente a las sustancias radiactivas, el artículo 5 reza:

1) Las partes contratantes se comprometen a adoptar medidas para reducir y, si es posible, eliminar la contaminación del área marítima por sustancias radiactivas procedentes de tierra y mencionadas en la parte III del anexo A del presente convenio.

2) Sin perjuicio de sus obligaciones, respecto de otros tratados y convenios, al suscribir el presente las partes contratantes se comprometen a:

a) Tomar buena cuenta de las recomendaciones de las organizaciones y agencias internacionales pertinentes.

b) Seguir los procedimientos de control recomendados por dichas organizaciones y agencias.

c) Coordinar sus investigaciones y su control de sustancias radiactivas de acuerdo con lo especificado en los artículos 10 y 11 del Convenio.»

Además, en la Parte III del Anexo A se lee:

«Las sustancias siguientes se incluyen en esta parte porque, aunque exhiben características similares a las propias de las sustancias incluidas en la Parte I y deben estar sujetas a severos controles con el fin de prevenir y, si es posible, eliminar la contaminación que producen, ya son objeto de investigación, control y otras medidas bajo los auspicios de varias organizaciones e instituciones internacionales; tales sustancias están incluidas en lo previsto en el artículo 5: Sustancias radiactivas, comprendiendo desechos.»

El tipo de medidas a adoptar, y por quién deben ser adoptadas en orden a prevenir la contaminación del mar por materias radiactivas procedentes de tierra, no están actualmente bien definidas. La Comisión de Comunidades Europeas solicitó precisiones al Secretario del Convenio de París sobre si estas descargas eran tratadas por otras organizaciones, obteniendo la respuesta de que las mencionadas organizaciones se

ocupaban del vertido de desechos envasados (24). El Secretariado expresó el punto de vista de que ninguna organización internacional, excepto EURATOM, había formulado recomendaciones explícitas respecto a la prevención de la contaminación del mar por sustancias radiactivas descargadas desde tierra, y que nada se había hecho para poner en marcha la vigilancia coordinada mencionada en el artículo 5.2. (a). Sobre esta base la Comisión invitó al Grupo de Trabajo Técnico a formular recomendaciones sobre si sería aconsejable o no alguna acción, según lo previsto en el artículo 5 y, en caso de ser aconsejable, considerar dos opciones:

- La creación de un grupo de trabajo especial dentro de la Comisión.

- Una solicitud a la NEA/OECD para que estudiase la cuestión.

La segunda opción tiene la ventaja de que la OECD incluye a todas las Partes Contratantes del Convenio de París y a la NEA, y está técnica y legalmente capacitada para abordar el problema de las descargas procedentes de tierra. Si se emprendiese este camino, los resultados serían más rápidos y, en consecuencia, más ventajosos para Irlanda. Irlanda se encuentra en fase de ratificación del Convenio de París.

Control y evaluación de dosis en el mar de Irlanda

De acuerdo con la legislación británica vigente, compete al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la responsabilidad de asegurar que (a) el control de las descargas de efluentes líquidos radiactivos al medio acuático es satisfactorio y (b) la exposición resultante al público cumple los requisitos internacionales establecidos. El programa concreto de medidas y control es llevado a cabo por el Laboratorio Radiobiológico de Investigaciones Pesqueras en Lowestoft, con independencia de otros programas similares que realizan las propias instalaciones nucleares como parte de sus obligaciones de seguridad. Las autorizaciones de descarga de efluentes fijan unos límites deliberadamente inferiores a las actividades que se podrían liberar sin violar los máximos recomendados por la CIPR. En lo referente a los efectos sobre el público, el Reino Unido cumple con la Directriz de la EURATOM sobre Seguridad Radiológica (25) y se basa en la doctrina de la CIPR, tal como se expresa en su Publicación 26 (3).

Las dosis estimadas al público se publican anualmente en un informe sobre las descargas de efluentes líquidos controladas por el Laboratorio Radiológico de Investigaciones Pesqueras. Estas exposiciones se expresan como dosis equivalente efectiva para miembros del grupo crítico relevante en términos de porcentaje de los límites anuales recomendados por la CIPR para miembros del público en general. Algunos puntos a destacar del último informe (22), referente a los resultados del control ambiental durante 1980, son:

- Las dos rutas críticas de exposición a la radiación siguen siendo el consumo de pescado y de moluscos y la exposición externa.

- Las mayores exposiciones proceden de Sellafield.

- La exposición por consumo de pescado es predominantemente debida al Cesio radiactivo.

- La exposición por consumo de moluscos es debida en parte al Cesio radiactivo, pero también contribuyen sig-

nificativamente otros radionúclidos, tales como Americio y Plutonio, cuyos factores de concentración en estas especies son superiores al del Cesio. Hay que señalar que los datos se refieren a la región costera de Cumbria.

- Las concentraciones de radionúclidos en especímenes y en el agua disminuyen con la distancia a Sellafield, siendo el ritmo de decrecimiento inferior para aquellos radionúclidos que, como los isótopos del Cesio, se mantienen más en el agua.

- Las concentraciones de Cesio radiactivo en pescado procedente de la zona oriental del Mar de Irlanda fueron inferiores a los registrados en 1979.

- Todas las exposiciones son inferiores a los límites recomendados por CIPR para miembros del público en general.

El laboratorio Radiológico de Investigaciones Pesqueras basa su control en el concepto de grupo crítico. La filosofía subyacente se apoya en la identificación de grupos de individuos que, dentro de una población expuesta, son los sometidos a un riesgo más elevado. Para el grupo crítico constituido por los pescadores de la zona de Cumbria, la dosis equivalente efectiva debida al consumo de pescado y de moluscos del Mar de Irlanda fue de 14 % del límite recomendado por la CIPR de 5 mSv/año. Si se calcula la dosis utilizando un factor de incorporación algo superior al tejido intestinal en el caso del Plutonio, el porcentaje alcanza el 39 %. Por otra parte, un consumidor típico de pescado arribado al puerto de Whitehaven recibe una dosis debida a Cesio radiactivo del 1,1 % del límite recomendado. A medida que aumenta la distancia a Sellafield, la concentración de Plutonio disminuye rápidamente. La dosis colectiva para la población del Reino Unido fue de 100 Hombre-Sievert en 1980, algo inferior a los 130 Hombre-Sievert estimados en 1979. Esta reducción ha sido atribuida a un descenso en las descargas de Cesio Radiactivo procedente de Sellafield durante el año 1979 respecto al 1978.

Las dosis recibidas por la población irlandesa procedentes del Mar de Ir-

landa son atribuibles casi exclusivamente al consumo de pescado y marisco. El Cesio-137 es el radionúclido a destacar y, a diferencia de otros, se halla en concentraciones similares en peces, crustáceos y moluscos. Las dosis atribuibles a la presencia de transuránidos en dichas especies se suponen despreciables. En cuanto a las exposiciones derivadas de la presencia de radionúclidos emisores gamma en los sedimentos de áreas frecuentadas por el público (tales como, por ejemplo, la Isla de North Bull en la Bahía de Dublín) también son significativas. Un estudio de los niveles de Cesio radiactivo en el medio marino de Irlanda realizado por el Laboratory of Radiation Physics del University College de Dublin con la colaboración del Laboratorio de Física Corpuscular de la Universidad Autónoma de Barcelona a lo largo de 1982 y 1983 (19) indica: a) Niveles de Cesio radiactivo en la costa Este de Irlanda dos órdenes de magnitud superiores a los de la costa Oeste. b) La dosis recibida por un irlandés medio consumidor de pescado es aproximadamente 0,04 mSv/año, es decir inferior al 1 % del límite recomendado por la CIPR. Como término de comparación, la dosis de origen natural es en Irlanda de 1 a 2 mSv/año. Existen variaciones de carácter regional que pueden multiplicar por dos o más la cifra anterior. Se puede concluir que el riesgo al que están sometidos los individuos de la población de Irlanda está dentro de las fluctuaciones locales y temporales de la radiación natural. Datos más recientes (20) indican una ligera penetración de las descargas de Sellafield en las aguas litorales de las costas Sur y Oeste de Irlanda. Hay que señalar que la evidencia es tenue y que los niveles detectados son extremadamente bajos.

Otros estudios sobre niveles de Cesio radiactivo en especímenes del Mar de Irlanda, realizados por el Trinity College de Dublin y por el Nuclear Board irlandés, confirman los mencionados resultados.

La política irlandesa con respecto a la descarga de efluentes radiactivos líquidos en el medio marino se encuentra actualmente en revisión. Sin embargo, es lógico suponer que las futuras decisiones serán coherentes con la postura adoptada en lo que respecta al vertido de desechos envasados en el área atlántica.

En la tabla 1 se incluyen concentraciones típicas del medio marino de Irlanda y de otras localizaciones para algunos radionúclidos de especial significación.

CONSIDERACIONES FINALES

En el momento actual, las descargas de efluentes radiactivos en el nordeste del Mar de Irlanda constituyen un problema de muy superior envergadura al de la utilización del Área Atlántica de Vertidos. Sin embargo, hay que reiterar

que las dosis resultantes de aquella práctica para la población irlandesa son muy pequeñas y no se puede afirmar, a la luz de los conocimientos actuales, que representen un riesgo significativo. Es de suponer y de esperar que las cantidades vertidas anualmente en el Mar de Irlanda continúen disminuyendo durante los próximos años, mientras que las presiones para una utilización creciente del Área Atlántica se incrementarán. Para la formulación de una política adecuada sobre estas materias por parte de las Administraciones irlandesa y española se deberían tomar en consideración los siguientes puntos:

– Los efectos de los vertidos en el mar de desechos radiactivos sobre el ecosistema marino son objeto de vivas polémicas y protestas sociales debido a la dificultad de predecir con exactitud las consecuencias a muy largo plazo de tales prácticas.

– Existen en la actualidad medios técnicos adecuados para el almacenamiento en tierra de estos desechos en forma recuperable.

– Las bases para tomar una decisión que permita tales prácticas no deben ser exclusivamente de carácter científico, por esenciales que sean éstas, sino que factores políticos, sociales, económicos e incluso morales han de ser tenidos en cuenta.

– Aunque el actual sistema de limitación de dosis parece estar apoyado en evidencias científicas sólidas y es muy improbable que se revise a medio plazo, esta posibilidad no deber ser ignorada por completo.

– Es esencial que las Administraciones irlandesa y española auspicien programas de vigilancia radiológica de las costas afectadas y mantengan una estrecha colaboración en lo que se refiere al Área Atlántica de Vertidos.

REFERENCIAS

- (1) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping Wastes and Other Matter (1974).
- (2) Convention for the Prevention of Marine Pollution from Land-based Sources (1975).
- (3) Recommendations of the ICPR (1977). *Annals of the ICPR*, Publication 26, Pergamon Press.
- (4) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter. The Definition Required by Annex I, paragraph 6, to the Convention, and the Recommendation Required by Annex II, section D (1975).
- (5) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter. The Definition Required by Annex I, paragraph 6, to the Convention, and the Recommendation Required by Annex II, section I (1978). INFCIRC/205/Add. 1/Rev. 1, IAEA, Vienna.
- (6) Convention for the Protection of the Mediterranean Sea Against Pollution with Protocol for the Prevention of Pollution of the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft (1977). *Official Journal of the European Communities*, n.º L240/3.
- (7) «Methodology for the Evaluation of the Radiological Consequences of Radioactive Effluent Discharges in Normal Operation» (1979). Joint Report by the National Radiation Protection Board and Le Commissariat à l'Energie Atomique. Commission of the European Communities Doc. n.º V/3865/79.
- (8) EURATOM Treaty (1960). *Official Journal of the European Communities*, n.º 81, 1893/60.
- (9) Commission Recommendation on the Application of Article 37 of the EURATOM Treaty (1982). *Official Journal of the European Communities*, n.º L83/15.
- (10) Mitchell, N. T. (1983), «History of Dumping and Description of Wastes», in *NEA Interim Oceanographic Description of the North-East Atlantic Site for the Disposal of Low - Level Radioactive Waste*, Chapter 2, OECD, Paris.
- (11) *NEA Guidelines for Sea Dumping Packages of Radioactive Waste* (1979). OECD, Paris.
- (12) *NEA Recommended Operational Procedures for Sea Dumping of Radioactive Waste* (1979). OECD, Paris.
- (13) *NEA Review of the Continued Suitability of the Dumping Site for Radioactive Waste in the North-East Atlantic* (1980). OECD, Paris.
- (14) The Oceanographic Basis of the IAEA Revised Definition and Recommendations concerning High-Level Radioactive Waste Unsuitable for Dumping at Sea (1978). IAEA Tech. Doc. 210, Vienna.
- (15) The Radiological Basis of the IAEA Revised Definition and Recommendations concerning High-Level Radioactive Waste Unsuitable for Dumping at Sea (1978). IAEA Tech. Doc. 211, Vienna.
- (16) *NEA Research and Environmental Surveillance Programme Related to Sea Disposal of Radioactive Waste* (1981). OECD, Paris.
- (17) Dutton, J. W. R. (1983), «Seawater Radionuclide Analyses» in *NEA Interim Oceanographic Description of the North-East Atlantic Site for the Disposal of Low-Level Radioactive Waste*, Chapter 9, OECD, Paris.
- (18) Pentreath, R. J. (1983), «Biological Studies» in *NEA Interim Oceanographic Description of the North-East Atlantic Site for Disposal of Low - Level Radioactive Waste*, Chapter 12, OECD, Paris.
- (19) Mitchell, P. I.; Gonzalo, M., and Vidal-Quadras, A. (1983), «Estudio de Concentraciones de Cesio Radiactivo en el Mar de Irlanda mediante espectrometría gama de alta resolución». *Energía Nuclear*, 27, 369-378.
- (20) Mitchell, P. I.; Gonzalo, M., and Vidal-Quadras, A. (1983), «Niveles de Radiactividad de Cesio y Potasio en el medio marino de Irlanda». Actas de la IX Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española (en prensa).
- (21) *Dail Eireann Reports*, Questions-Oral Answers Session, 3. March 1984, volume 340, cols. 1774-1781.
- (22) Hunt, G. J. (1982), «Radioactivity in Surface and Coastal Waters of the British Isles, 1980». *Aquatic Environment Monitoring Report*, MAFF Directorate of Fisheries Research, n.º 8, Lowestoft.
- (23) «Radioactive Effluents from Nuclear Power Stations and Nuclear Fuel Reprocessing Plants in the European Communities: Discharge Data 1974-1978 and Radiological Aspects» (1980), Commission of the European Communities, Health and Safety Directorate, Luxembourg.
- (24) «Discharges of Radioactive Substances from Land-Based Sources» (1983). A Report presented to the Tenth Meeting of the Technical Working Group (Lillehammer, 8-11, March 1983) by the Secretariat to the Convention for the Prevention of Marine Pollution from Land - based Sources, TWG 10/9/1-E, Commission of the European Communities, Paris.
- (25) «Council Directive of 15 July 1980 amending the Directives laying down the revised basic safety standards for the health protection of the general public and workers against the dangers of ionizing radiation» (1980). *Official Journal of the European Communities*, n.º 23 (L246).
- (26) Feldt, W.; Kanisch, G., and Lauer, R. (1981), «Radioactive Contamination of the NEA Dump Sites» in *Impacts of Radionuclide Releases into the Marine Environment*. IAEA - SM-248/111, Vienna. 465-480.
- (27) Feldt, W.; Kanisch, G., and Lauer, R. (1983), «Radioactivity in Surface Layers of Box - Cored Sediments», in *NEA Interim Oceanographic Description of the North-East Atlantic Site for the Disposal of Low-Level Radioactive Waste*, OECD, Paris, 85-96.