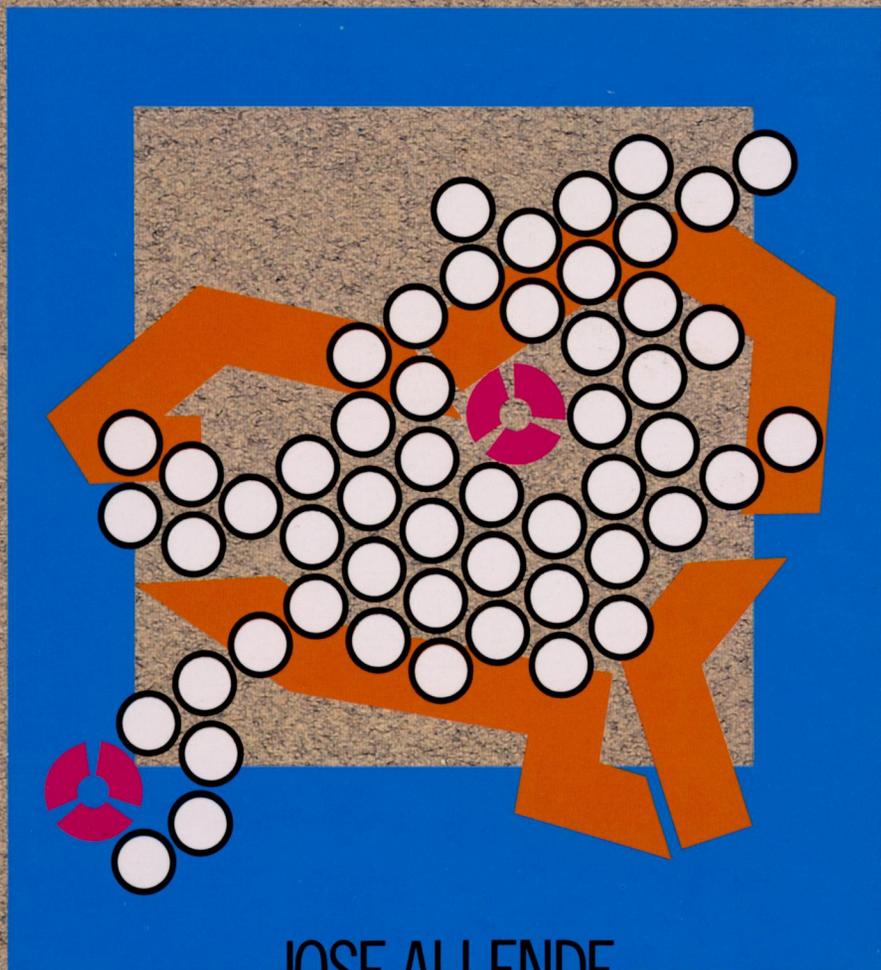


# POLITICA DE UBICACION DE CENTRALES NUCLEARES



JOSE ALLENDE

Servicio Editorial  
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO



Argitarapen Zerbitzua  
EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA



# **POLITICA DE UBICACION DE REACTORES NUCLEARES**

**JOSE ALLENDE**

Servicio Editorial  
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO



Argitarapen Zerbitzua  
EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA



© Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco  
Argitarapen Zerbitzua Euskal Herriko Unibertsitatea

I.S.B.N.: 84/7585/212/2

Depósito legal: BI/1888/89

Fotocomposición: DIDOT  
Nervión, 3-5.º BILBAO

Imprime: Editorial Ellacuría, S.A.L.  
Avda. Ribera de Erandio, 8 - Erandio (Vizcaya)

«People can foresee the future only when it coincides with their own wishes, and the most grossly obvious fact can be ignored when they are unwelcome». George Orwell (En «The Collected Essays, Journalism, and Letters of George Orwell», vol. III, Sonia Orwell and Ian Argus eds., Harcourt Brace Jovanovich, 1968, p. 297).

«La energía no es algo tan complejo o tan técnico como para que la gente ordinaria no lo entienda —aunque puede ser demasiado simple y demasiado político como para que muchos expertos técnicos lo comprendan». Amory B. Lovins and L. Hunter Lovins. (En «Soft Energy Paths», Nuclear Power: Both Sides, Ed. by Michio Kaku and Jennifer Trainer, 1982, p. 192).



## PROLOGO

Me une una larga y entrañable amistad con el autor de este libro, con el que he trabajado en múltiples proyectos de investigación aplicada tanto en nuestro país como en América Latina. Tengo, pues, un conocimiento de primera mano de la capacidad creativa de José Allende y del rigor con que maneja las técnicas racionalizadoras de la distribución espacial de actividades, la planificación física, la ordenación territorial en suma, que ha puesto, también, al servicio de una tarea que le preocupa desde hace años: la clarificación de los riesgos inherentes a la utilización para finalidades productivistas de la energía nuclear.

Recuerdo con nitidez que una mañana, hace ya bastantes años, quince quizás, en nuestra común sede de trabajo de la Facultad de Sarriko, José me transmitía su preocupación por un proyecto cuyo alcance todavía no valoraba con precisión, aunque intuía sus negativas implicaciones. Se trataba de la construcción de una central nuclear en Ispáster, cerca de la localidad vizcaína de Ea, a la que seguiría posteriormente otra en Deva, que con la ya entonces iniciada en Lemóniz completaría el equipamiento energético de Euskadi.

José Allende fue pronto, recuerdo, el primer crítico entre nosotros de la energía nuclear que no había encontrado oposición alguna para sus primeras instalaciones, caso de Trillo en Guadalajara, Santa María de Garoña en Burgos y la propia Lemóniz.

Eran épocas de desarrollismo a ultranza en las que la energía nuclear aparecía como una especie de antorcha del progreso. Recordemos la campaña de «Atomos para la paz», sabiamente orquestada por cierto para favorecer los intereses industriales norteamericanos. La oposición a este tipo de energía, lo que por cierto no asumo personalmente en su integridad, no estaba bien vista en aquellos tiempos. Las propias localidades afectadas saludaban con alborozo la llegada de una especie de Mr. Marshall generador de empleos directos e indirectos.

Los titulares entonces del poder autocrático pretendían legitimar su status mediante la invocación de éxitos económicos. La entonces desorganizada y clandestina oposición democrática tampoco veía con malos ojos el crecimiento económico y, más aún, los nacionalistas vascos esperaban respaldar sus aspiraciones con el apoyo de la autosuficiencia energética.

A pesar de todo, José Allende y los componentes altruistas de la «Comisión de Defensa de una Costa Vasca no Nuclear», por él creada, consiguieron paralizar los proyectos aún no comenzados y difundir una conciencia reflexiva y cautelosa sobre la aplicación civil de la energía nuclear.

A partir de entonces el redactor de esta monografía acumuló importantes conocimientos sobre esta materia siendo después seguramente una de las principales autoridades científicas en este campo desde la perspectiva de las ciencias sociales llegando a asesorar al Congreso de los EE.UU., de la mano de Walter Isard, el padre de la moderna Ciencia Regional, de la que se ocupan por cierto los componentes de la Asociación filial española que presido.

Una parte, pequeña me consta, del trabajo realizado en este período, se recoge en este libro, cuyo contenido fue la tesis doctoral brillantemente defendida por su autor, a quien el tiempo ha dado también la razón al asumirse, generalmente, sin reservas, la capital importancia del tema de la ubicación de este tipo de plantas, lo que por cierto ha tardado en ser asimilado en su integridad en España ya que acaba de aprobarse el Plan de Emergencia Nuclear.

En el supuesto, hoy hartamente improbable, de que se construyan nuevas centrales nucleares, al menos con la tecnología hasta ahora disponible, la elección del emplazamiento adecuado constituye el problema fundamental. No se trata tan sólo de comprobar que en la zona elegida se den las circunstancias naturales exigidas: sísmica satisfactoria, geología e hidrogeología adecuada, meteorología propicia, disponibilidades de agua, etc., sino sobre todo garantizar que en caso

de siniestro el número de personas afectas será mínimo y las personas que habitan en el área de influencia podrán ser rápidamente evacuadas.

Desgraciadamente el accidente en plantas energéticas nucleares no es descartable, el fallo humano, como demuestra la experiencia de operación de estas instalaciones, siempre puede producirse, aunque el riesgo puede atenuarse y las consecuencias de su incidencia paliarse, si se adicionan sucesivas barreras de seguridad. Así, el accidente de Harrisburg, a diferencia del de Chernobil, no produjo víctimas y pudo ser rápidamente controlado. Pero en ambos casos fallaron aparatosamente las medidas de evacuación, lo que también en la catástrofe que afectó a la central ucraniana se acentuó por las incomprensibles circunstancias del emplazamiento de la central, como han puesto de manifiesto los documentos gráficos sobre este episodio, en los que pueden observarse grandes bloques de casas situadas en las inmediaciones de la planta.

Un libro oportuno, pues, el que presento, construido con impecable metodología, y que maneja abundantes materiales tratados con profunda seriedad científica. En la literatura mundial no conozco ninguna obra que le supere. Ahora que la energía vuelve a la actualidad, confío en que estudios como éste contribuyan a que la Humanidad no vuelva a tropezar otra vez en la misma piedra.

Alicante, mayo 1989  
Ramón Martín Mateo



## INDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	17
<b>1. ORIGENES DE LA POLITICA DE UBICACION DE REACTORES</b> .....	21
<b>1.1. Introducción</b> .....	21
<b>1.2. Criterios de ubicación según la «Atomic Energy Act»</b> .....	23
1.2.1 <i>Propósito de las regulaciones</i> .....	24
1.2.2 <i>Alcance de los criterios</i> .....	25
1.2.3 <i>Conceptos y definiciones</i> .....	26
1.2.4 <i>Factores a considerar en la evaluación de las ubicaciones</i> .....	28
1.2.5 <i>Determinación de las zonas y distancias del entorno</i> .....	29
1.2.6 <i>Ubicaciones con múltiples reactores</i> .....	31
1.2.7 <i>Cálculo de factores de distancia. TID-14844</i> ..	33
<b>2. INCORPORACION DE LA DIMENSION MEDIO-AMBIENTAL A TRAVES DE LA NEPA</b> .....	37
<b>2.1. Introducción</b> .....	37
<b>2.2. Drástico cambio en la política de ubicación a partir de 1970</b> .....	39

2.3.	<b>Guías generales ambientales</b> .....	41
2.3.1.	<i>Exposición a las radiaciones y entorno poblacional</i> .....	43
2.3.2.	<i>Compatibilidad con los usos del suelo</i> .....	46
2.4.	<b>Criterios generales de ubicación y preparación de informes ambientales</b> .....	48
2.4.1.	<i>Criterios generales</i> .....	48
2.4.2.	<i>Preparación de informes de impacto ambiental</i> .....	51
3.	<b>REVISION DE LA POLITICA DE UBICACION POR LA TASK FORCE DE LA NRC (1979)</b> .....	59
3.1.	<b>Introducción</b> .....	59
3.2.	<b>Política de ubicación y práctica hasta el presente</b> .....	63
3.2.1.	<i>Selección y revisión de la ubicación propuesta</i> .....	63
3.2.2.	<i>Requerimientos medio-ambientales</i> .....	70
3.3.	<b>Criterios generales del nuevo enfoque</b> .....	72
3.4.	<b>Recomendaciones específicas</b> .....	75
3.5.	<b>Comentarios de otras oficinas nucleares involucradas</b> .....	81
4.	<b>LA POLITICA DE UBICACION Y LA ALTERNATIVA NUCLEAR DESPUES DE HARRISBURG</b> .....	85
4.1.	<b>Informe presidencial sobre el accidente de Three Mile Island</b> .....	86
4.2.	<b>Evolución y situación actual del concepto «remotness» (alejamiento) en la política de ubicación</b> .....	90
5.	<b>ENFOQUE DE LA UBICACION POR LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA Y CRITERIOS SEGUIDOS POR OTROS PAISES</b> .....	97
5.1.	<b>Objetivos, funciones y criterios de la IAEA en la alternativa nuclear</b> .....	97
5.2.	<b>Ubicación de reactores según la IAEA</b> .....	100

5.3.	<b>Guías de la IAEA para la distribución de la población y selección del emplazamiento</b> .....	104
5.3.1.	<i>Breve descripción de los métodos de selección</i> .....	107
5.4.	<b>Bases y características de una política de ubicación post-Harrisburg según la IAEA</b> .....	111
5.5.	<b>Prácticas en la ubicación de reactores seguidas por otros países —la URSS e Italia—</b> .....	118
5.6.	<b>El caso de Gran Bretaña</b> .....	126
5.7.	<b>El caso español</b> .....	132
5.7.1.	<i>Organización y proceso de obtención de licencias</i> .....	134
5.7.2.	<i>Ubicación y selección de emplazamientos</i> .....	140
5.7.3.	<i>Demografía, distancias y ordenación espacial</i> .....	144
5.8.	<b>El modelo concentrado en la ubicación de reactores: centros de energía nuclear</b> .....	150
6.	<b>HACIA UN CAMBIO DE ENFOQUE EN LA POLÍTICA DE UBICACION. NUEVOS ELEMENTOS A INCORPORAR EN SU ANALISIS</b> .....	155
6.1.	<b>Introducción</b> .....	155
6.2.	<b>Accidentes y problemas no resueltos en reactores</b> .....	157
6.2.1.	<i>Visión crítica del planteamiento tradicional</i> ..	157
6.2.2.	<i>Estudio sobre seguridad en reactores (informe Rasmussen)</i> .....	163
6.2.3.	<i>Valoración del riesgo</i> .....	171
6.2.4.	<i>Conclusiones</i> .....	178
6.3.	<b>Desmantelamiento de reactores nucleares</b> .....	180
6.4.	<b>Evacuación de emergencia</b> .....	187
6.4.1.	<i>Antes de Harrisburg</i> .....	188
6.4.2.	<i>Después de Harrisburg</i> .....	192
6.4.2.1.	Nuevo enfoque de la planificación de emergencia por F.E.M.A. ....	195
6.4.2.2.	Adicionales aportaciones a la planificación de emergencia .....	198
6.5.	<b>Un debate irresuelto: las dosis radiactivas</b> .....	205

6.5.1.	<i>Introducción</i> .....	205
6.5.2.	<i>Orígenes y desarrollo de la polémica</i> .....	208
6.5.3.	<i>Vinculación con el programa nuclear</i> .....	215
6.6.	<b>Otros aspectos relevantes</b> .....	226
6.6.1.	<i>Almacenamiento definitivo de los residuos nucleares de alto nivel</i> .....	226
6.6.2.	<i>Vulnerabilidad de los emplazamientos</i> .....	235
6.6.2.1.	Inseguridad, sabotaje y terrorismo en las instalaciones .....	238
6.6.2.2.	Objetivos militares en caso de conflictos políticos o guerras .....	245
6.6.3.	<i>Ausencia de credibilidad en la industria nuclear y organismos públicos reguladores</i> .....	250
7.	<b>POLITICA DE UBICACION, CRITICA Y PERSPECTIVAS</b> .....	261
7.1.	<b>Introducción</b> .....	261
7.2.	<b>Ubicación de reactores. Teoría y práctica</b> .....	263
7.2.1.	<i>Determinantes en la selección de emplazamientos</i> .....	268
7.2.2.	<i>Centrales en el mar «off shore», subterráneas y de doble propósito «dual purpose»</i> .....	271
7.2.2.1.	Centrales «dual purpose» para desalación de agua del mar .....	273
7.2.2.2.	Centrales «dual purpose» para calefacción .....	276
7.2.3.	<i>Algunas consideraciones sobre impactos de interés en la selección y evaluación de emplazamientos</i> .....	278
7.2.3.1.	Impactos sobre la generación de empleo y ciclo boom-bust .....	278
7.2.3.2.	Impactos sobre las tasas y recaudación local .....	282
7.2.3.3.	Consecuencias de una mejora en la infraestructura de comunicaciones .....	284
7.2.3.4.	Impacto sobre el planeamiento urbano y la ordenación del territorio .....	286
7.2.3.5.	Ubicación próxima a áreas fronterizas .....	289

7.2.4. <i>Metodologías de evaluación. Crítica de los métodos convencionales</i> .....	291
7.2.4.1. Incorporación de estudios de impacto ambiental de las alternativas y aplicación del análisis coste-beneficio ...	293
7.2.4.2. Deficiencias del análisis coste-beneficio .....	296
7.2.4.3. Coste-beneficio para la justificación de generación de energía más barata	299
7.2.4.4. Debilidad de los enfoques económicos convencionales para abordar este tipo de problemas .....	302
7.2.4.5. Metodologías utilizables. Perspectiva general .....	306
7.2.5. <i>Directrices de una nueva política de ubicación</i>	313
7.3. <b>Participación en la toma de decisiones</b> .....	319
7.4. <b>Dimensión ético-política y responsabilidades científicas frente al interés público</b> .....	327
<b>Anexo I. LOS COSTES DE LA ALTERNATIVA ELECTRONUCLEAR</b> .....	331



## INTRODUCCION

La cuestión nuclear, tradicionalmente tratada en su vertiente estrictamente tecnológica, tiene también importantes dimensiones de carácter no técnico que están resultando trascendentales en el proceso de aceptación e incorporación de esta tecnología a las estrategias energéticas de la humanidad.

Por una parte, los llamados «usos pacíficos» del átomo arrastran el hándicap de haber nacido precedidos por los usos no pacíficos o bélicos con que esta energía se incorporó a nuestra civilización. Ambos usos alternativos permanecen inequívocamente vinculados no sólo a nivel simbólico sino también en su escala tecnológica.

Por otro lado, la energía nuclear fue promocionada en sus inicios como la gran panacea de la abundancia, impregnada de un halo salvador que intentaba borrar su ingrato y catastrófico nacimiento. Y así se presentó como la gran revolución tecnológica de nuestro siglo, de gran complejidad, perfección y sofisticación, haciéndola abordable sólo por unos pocos elegidos.

Sorprendentemente, durante décadas prevaleció en estamentos científicos y políticos esa visión de privilegiada tecnología punta que ofuscó otro tipo de dimensiones cruciales con fuertes connotaciones éticas, socio-económicas y políticas. Son diversas las razones de esta singular evolución, pero no es éste el objetivo de este trabajo, por lo que quedan parcialmente marginadas de la investigación. El objetivo

del análisis aquí presentado, debe quedar claro, no aborda la temática de fondo sobre la energía nuclear, tan escasamente tratada desde plataformas académicas.

La intención de esta investigación, sin soslayar una necesaria contribución a la discusión de fondo sobre las características y naturaleza de la energía nuclear, pretende aportar un marco de análisis e incluso una incipiente propuesta del contenido teórico que debiera conformar la política de ubicación de reactores nucleares. Evidentemente, la complejidad de muchas cuestiones interpretativas, insuficientemente analizadas y debatidas en sus vertientes éticas y políticas, dificultan el diseño y conformación de un cuerpo teórico sólido y bien delimitado. En cualquier caso estas variables, susceptibles de ponderación, son internalizables en el entramado metodológico ofrecido.

Hasta la fecha, podría afirmarse que las políticas energéticas de los países ya nuclearizados se han llevado a cabo con la ausencia de un marco consistente y comprensivo de una política de ubicación de reactores nucleares. Se ha incidido, casi exclusivamente, en los aspectos técnicos y económicos desde la perspectiva de los promotores de los proyectos nucleares, relegando otras dimensiones que a la postre se han revelado trascendentales y ello ha estado relacionado, a juicio del autor, con la progresiva «despolitización» vinculada con toda tecnología revolucionaria que pretende presentársenos como una necesidad económica «racional» que funciona desligada de consideraciones sociales, éticas y políticas. Todo ello al estilo del escenario que fue ya predicho por George Orwell en su conocida y actual obra «1984». Algo parecido pudiera, pues, estar sucediendo en el presente con la revolución de los ordenadores, informática y robótica, conformadora de ese llamado sector cuaternario de implicaciones aún poco conocidas.

Al disfrazar cuestiones con trascendentales contenidos políticos de complejas pero esperanzadoras aportaciones técnicas, la tecnocracia, en su substrato ideológico, parece pretender eliminar la responsabilidad de los individuos con el objeto de aislarlos de los procesos políticos. Y una elección tecnológica importante implica una elección social.

Ese tradicional planteamiento economicista, tecnocrático y reduccionista de la política de ubicación de reactores nucleares, no sólo en España sino también en el resto del mundo, fue, desde 1973, el motivo de preocupación principal que me invitó a reflexionar e investigar en las múltiples dimensiones de lo que significaba una elec-

ción de una determinada forma de energía y en la consecuente política de ubicación de reactores nucleares.

Tras mi licenciatura en Ciencias Económicas me desplazé a Gran Bretaña obteniendo en la London School of Economics un Master en Ciencia Regional. Ello me ayudó a incorporar la dimensión espacial a los análisis socio-económicos y, sobre todo, a visualizar la necesaria interdisciplinariedad presente en la temática que afecta al planeamiento urbano-regional y a la ordenación del territorio en general.

A mi vuelta se produjo en 1973 el boom de los proyectos nucleares en España con las centrales de la llamada «segunda generación». La observación del planteamiento reduccionista y unidimensional presente entonces en los proyectos propuestos me indujo a iniciar el estudio de las múltiples dimensiones que conllevaba una elección tecnológica de ese calibre y del procedimiento seguido en la selección y evaluación de los emplazamientos. Y no sólo eso, sino que ante la realidad social y política existente en el Estado por aquellas fechas me sentí obligado a colaborar en la clarificación de la controversia, asesorando a diversos colectivos y comunidades afectadas por dichos proyectos. De esta forma, con la praxis y la teoría, pude profundizar críticamente en el procedimiento seguido y constatar la ausencia de un marco consistente, comprensivo y racional, en el que se estaba desarrollando la política de ubicación de reactores.

En 1974 me desplazé a EE.UU. con objeto de investigar la cuestión nuclear, precisamente en el país promotor por excelencia de esta alternativa y diseñador de la tecnología de los reactores de agua ligera (LWR) comercializada en el mundo muy por encima de cualquier otro tipo o modalidad de reactores. Allí, mientras obtenía el Master en Planificación Urbana y Regional (Universidad de Pennsylvania), tuve oportunidad de colaborar estrechamente, junto a Walter Isard, en unos de los encargos sobre la temática nuclear que el Departamento de Ciencia Regional recibió de la Nuclear Regulatory Commission. Walter Isard había sido ya pionero avanzando unos incipientes análisis sobre la energía nuclear en una obra publicada junto a Vicent Whitney en 1952: «Atomic Power. An Economic and Social Analysis».

Mi colaboración en esos trabajos para el organismo regulador nuclear americano me permitió contrastar y avanzar en mis iniciales reflexiones y conocimientos así como acumular información y, sobre todo, detectar las principales fuentes de información que me permitieran en el futuro conectar y acceder, sin pérdida de tiempo, con los organismos, instituciones y sectores científicos más incisivos.

No puede, pues, ocultarse que, desafortunadamente, la información manejada procede, casi en su totalidad, de EE.UU. Pero ello ni es casual ni resultado de una reflexiva elección, ya que las investigaciones y trabajos publicados en Europa sobre la temática nuclear en general y política de ubicación en particular son escasísimos. Esta escasez se agudiza hasta extremos preocupantes en España, donde son contados los trabajos existentes fuera de los ámbitos pro-nucleares de la Junta de Energía Nuclear y las propias Compañías Eléctricas. Publicaciones, por otra parte, acríicas y de marcado carácter técnico o de ingeniería técnica.

Debo reconocer que siempre ha supuesto para mí una sorpresa y extrañeza la ausencia de trabajos e investigaiones sobre la problemática nuclear y política de ubicación de reactores nucleares dentro del mundo académico, particularmente en España. La ubicación de reactores nucleares posee una inequívoca dimensión multidisciplinar que exige la aportación investigadora y crítica de multitud de disciplinas. Aportación que debe proceder, por lo polémico del tema y por la relativa neutralidad que caracteriza a los ámbitos académicos, precisamente de dichas plataformas.

En el trabajo aquí presentado no se cuestiona, se insiste, ni el autor se pronuncia con respecto a la alternativa nuclear, sino que se revisa críticamente el enfoque y práctica seguida hasta la fecha en la ubicación de reactores, sugiriendo nuevos factores y análisis que se estiman necesarios para una visión más comprensiva y racional del objeto de la investigación. Este primer esfuerzo de sistematización metodológica pretende abrir una vía que facilite la discusión e investigación con nuevos análisis que fructifiquen en la conformación de una estructura metodológica más delimitada y acabada, así como en la mayor profundización sobre determinadas características y aspectos de una elección energética aún con multitud de problemas e incertidumbres.

## CAPITULO I

### 1. ORIGENES DE LA POLITICA DE UBICACION DE REACTORES

#### 1.1. Introducción

La política de ubicación de reactores que ha venido siguiéndose en la práctica totalidad del mundo occidental se ha fundamentado, con distintas matizaciones y especificaciones, en las normas y regulaciones que han ido surgiendo en los EE.UU. La experiencia americana con los reactores de agua ligera (L.W.R.) en sus versiones de reactores de agua a presión (P.W.R.) y reactores de agua en ebullición (B.W.R.), ha marcado la pauta en lo relativo a todos los condicionantes, tanto técnicos como legales, que afectan a la producción de energía eléctrica de origen nuclear. Sólo Canadá, con su modelo de reactor de agua pesada (CANDU) y Gran Bretaña, con su tecnología de reactores refrigerados con gas (GCR), han escapado ligeramente a la influencia americana, aunque en lo que respecta a normas, regulaciones y especificaciones, todos descansan, con mayor o menor intensidad, en las directrices que emanan del país que primero lanzó la gran promesa de la llamada «utilización pacífica del átomo».

La ubicación de reactores nucleares ha sido uno de los aspectos de esta alternativa energética más descuidados en la política nuclear de EE.UU. y del resto del mundo. Cada vez son mayores las voces

que desde distintas plataformas científicas y públicas, denuncian este abandono, esa tendencia a olvidar o menospreciar la importancia de la ubicación como una adicional y trascendental medida de seguridad, hurtándose ese amplio debate público y político que hoy ya se empieza a considerar imprescindible en un sistema democrático. Realmente, puede afirmarse que no ha existido ni en EE.UU., ni en ningún otro país del mundo occidental, una política nacional, completa y comprensiva, sobre la ubicación de reactores nucleares, lo que ha coadyuvado en parte a la fuerte controversia nuclear que ha presidido la implantación de esta alternativa durante la última década y, a la postre, a la crisis que aqueja a este modelo energético.

EE.UU. es en definitiva el punto de referencia para cualquier estudio sobre la política de ubicación de reactores nucleares, por lo que el presente trabajo, sin orillar importantes aportaciones y experiencias de otros países y organismos internacionales (IAEA), se centrará, fundamental y prioritariamente, en la experiencia americana.

Los orígenes de la política de ubicación de reactores nucleares se remontan al Atomic Energy Act de 1954, de la que se derivan 10 CFR Part 50 «Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities»; 10 CFR Part 51 «Licensing and Regulatory Policy and Procedures for Environmental Protection»; 10 CFR Part 100 «Reactor Site Criteria». Tanto Part 50 como Part 100, que trata directamente de los criterios de ubicación, fueron regulaciones promulgadas por la Atomic Energy Commission (AEC) en 1962, habiendo permanecido hasta la actualidad prácticamente inalteradas.

Con posterioridad, la incorporación del National Environmental Policy Act (NEPA) de 1969, añadió nuevas dimensiones de gran trascendencia a la política de ubicación, pero el origen o fuente de donde emanan pronunciamientos adicionales y específicos sobre casos determinados reside, inequívocamente, en el documento de la AEC «Reactor Site Criteria» (10 CFR Part 100). Desde entonces, además de pronunciamientos específicos, la AEC y después la NRC, han venido aportando General Design Criteria, Regulatory Guides, Standard Review Plans, Licensing and Appeals Board Decisions y asesoramiento general desde el Advisory Committee on Reactor Safeguards (ACRS).

Entre todos han contribuido, con mayor o menor acierto, a la formulación de lo que se ha venido denominando política y práctica de ubicación de reactores de la AEC, después Comisión Nuclear Reguladora (NRC), que no supo evolucionar con el drástico cambio

que afectuó tanto al tamaño y proliferación de los reactores como a la sistemática aparición de nuevas consideraciones críticas hacia la alternativa. La constatación, a finales de la década del 70, de problemas no resueltos que tuvieron su punto álgido, tras los incidentes de Brown Ferry, Winscale (Gran Bretaña), etc., en el accidente de Three mile Island, ha supuesto ya un definitivo revulsivo de cambio. Harrisburg, es pues, a partir de 1979, punto de inflexión en el enfoque y análisis de la ubicación y evaluación de los proyectos nucleares (1). El informe de la Comisión Presidencial o Informe Kemeny (2), junto al Informe de la Siting Policy Task Force de la NRC (3) delimitan ya el inicio de un nuevo marco más preciso y riguroso respecto a la ubicación de reactores nucleares. Enfoque y cambio que está siendo frenado por la Administración Reagan y por la crisis generalizada que afecta a la alternativa nuclear, englobada ésta, evidentemente, en el nuevo planteamiento energético en que se desenvuelven la práctica totalidad de los países.

## 1.2. Criterios de ubicación según la «Atomic Energy Act»

Las bases legales para la política de ubicación de reactores nucleares se encuentran en la Atomic Energy Act de 1954 que responsabiliza a la AEC en la construcción y operación de los reactores, así como en el control regulador y en la concesión de licencias. La Comisión, consecuentemente, elaboró en febrero de 1961, con objeto de llevar a cabo su cometido, las regulaciones contenidas en 10 CFR Part 100 «Reactor Site Criteria» (4), cuyo propósito era «describir criterios que guíen a la Comisión en la evaluación de la aceptabilidad de las ubicaciones propuestas», reconociendo ya entonces que «la experiencia con la ubicación de reactores era limitada» (Paragraph 100.1). La AEC actuará pues, hasta 1974, como promotor de esta alternativa y como controlador o regulador de la misma. Esta doble función englobaba grandes dificultades haciéndose harto difícil vi-

---

(1) Según la propia NRC «Acontecimientos durante el pasado año (1979), incluyendo Three Mile Island, han originado en la NRC, Congreso y público en general, una creciente preocupación en el sentido de que las prácticas de ubicación pasadas pudieran no ofrecer suficiente protección para la salud y la seguridad de la comunidad». «Modification of the Policy and Regulatory Practice Governing the Siting of Nuclear Power Reactors». NRC Division of Reactor Siting Criteria. 7590-01, 1980, pág. 1.

(2) Report of the President's Commission on The Accident at Three Mile Island, «The Need for Change: The Legacy of TMI». Oct. 1979. Washington, D.C.

(3) Report of the Siting Policy Task Force. Office of Nuclear Reactor Regulation. U.S. NRC. NUREG-0625, August, 1979.

(4) Rules and Regulations, Title 10, Part 100 «Reactor Site Criteria». Atomic Energy Commission, 1962.

sualizar la objetividad y neutralidad que el tema exigía al encontrarse la función de «promoción» y la de «regulación» asumidas por una misma agencia. La evidente contradicción, objeto de innumerables críticas, se intenta resolver con el Energy Reorganization Act de 1974, que crea dos agencias gubernamentales nuevas, en sustitución de la AEC. Por una parte, la ERDA (Energy Research and Development Administration) encargada de la función promotora, y por otra la NRC (Nuclear Regulatory Commission), que adoptará exclusivamente la función reguladora. A pesar de este intento renovador, no parece que ello haya tranquilizado a las voces críticas que siguen observando un excesivo celo promotor en la NRC, organismo que, obviamente, absorbió los cuadros del personal que venían trabajando dentro de la antigua agencia AEC.

El «Reactor Site Criteria» desarrolló por primera vez, en sus secciones 100: 1, 2, 3, 10 y 11, el propósito, alcance, definiciones y factores de evaluación de ubicaciones. Estas regulaciones —es obligado insistir— aún siendo promulgadas en 1962, han permanecido prácticamente iguales desde esa fecha, a pesar de la fuerte expansión de la alternativa nuclear que se produjo hasta 1974 aproximadamente, y del sustancial incremento de la capacidad de los reactores junto a la concentración de los mismos en un único emplazamiento.

A lo largo del trabajo se volverá insistentemente sobre este documento de forma crítica y analítica, puesto que su larga vigencia, con muy ligeros cambios, ha originado fuertes ambigüedades, imprecisiones y serios conflictos en su interpretación. En esta sección se describen someramente los contenidos más relevantes de estas reglas y regulaciones, apuntándose algunas inconsistencias y ambigüedades, ya que en otras partes se analizarán con más profundidad estas deficiencias e inconcreciones, agravadas tras el accidente de Three Mile Island y el Informe Kemeny.

### 1.2.1. *Propósito de las regulaciones*

La sección 100.1 desarrolla el propósito de estas regulaciones: «El propósito de esta parte es describir los criterios que guíen a la Comisión en la evaluación de lo adecuado de las ubicaciones de reactores propuestas...». «Se ha acumulado una experiencia aún insuficiente para permitir la descripción de detallados estándares que permitan una correlación cuantitativa de todos los factores significativos en la cuestión de la aceptabilidad de la ubicación de reactores.

Se intenta que esta parte provea de una guía interna para identificar un número de factores considerados por la Comisión, en la evaluación de emplazamientos de reactores y criterios generales de utilización en la actualidad, como guías en la aprobación o desaprobación de las ubicaciones propuestas. Cualquier aplicante que crea que hay otros factores distintos a los expuestos en esta guía que deberían ser considerados por la Comisión, queda invitado a demostrar la aplicabilidad y significado de tales factores».

Se parte pues de un explícito reconocimiento de la inexperiencia existente tanto en los factores que debieran considerarse en la ubicación como en la elaboración de estándares precisos que fijen con claridad las exigencias y limitaciones. Esta ausencia de estándares precisos permanecerá sin embargo hasta la actualidad.

También cabe destacar el hecho de que las propuestas de ubicación se generan en el aplicante, es decir, en la compañía eléctrica privada. Los criterios que aquí se ofrecen cumplen solamente el papel de guías y se admite la existencia de criterios y elementos no suficientemente contrastados que pudieran tener importancia en la toma de decisiones. Ahora bien, la guía reguladora se dirige sólo al aplicante para presentar otros factores que pudieran ser importantes y que la regulación no ha contemplado.

### 1.2.2. *Alcance de los criterios*

Desde las primeras líneas se insiste en que «...estos criterios básicos se aplicarán de forma que tomen en consideración la falta de experiencia existente»... «En la aplicación de estos criterios, que son deliberadamente flexibles, las salvaguardas recomendadas —bien referentes al aislamiento (alejamiento) o a los factores de ingeniería— deben reflejar la ausencia de certidumbres que sólo la experiencia es capaz de demostrar». Se insiste nuevamente en la ausencia de certidumbre y se reconoce la flexibilidad de los criterios, debido a la poca experiencia acumulada. Veinte años más tarde esos criterios, más matizados, seguirán caracterizándose por su gran flexibilidad y ambigüedad. También aparece un término que prevalecerá con gran insistencia a lo largo de las regulaciones y de la práctica en la controversia nuclear, y éste es «los factores de ingeniería» como salvaguardas prioritarias. Las consideraciones técnicas de la ingeniería, es decir, las características del diseño han gozado de una confianza ciega por parte de los organismos reguladores nucleares, sobre cual-

quier otro factor, compensando siempre las desfavorables características del emplazamiento. Este es quizás el leit-motiv fundamental de toda la política de ubicaciones de reactores nucleares que ha permitido que las características del diseño de la planta compensaran, a efecto de la salud y seguridad del entorno, las desfavorables características del emplazamiento. El nuevo marco de análisis que la crítica venía planteando durante los últimos años ha tenido como detonante a Harrisburg para cambiar radicalmente el planteamiento. Tal y como se comentará en extensión más adelante, es la propia NRC la que llega a afirmar: «La original política de licencias para centrales nucleares permitía que características del diseño de la planta compensaran características desfavorables del emplazamiento y por lo tanto, a lo largo de los años el efecto neto ha sido un incremento en los sistemas de diseño de seguridad y un debilitamiento de la característica de aislamiento del emplazamiento (ubicación remota era el concepto originalmente utilizado). La Comisión con estas reglas intenta volver a enfatizar la deseabilidad del aislamiento del emplazamiento independientemente de las características de ingeniería de seguridad que puedan compensar las desfavorables características del emplazamiento» (5).

### 1.2.3. *Concepto y definiciones*

El desarrollo de varios de los elementos más utilizados en la temática de ubicación se desarrolla en la sección 100.3. Aquí aparecen delimitados por primera vez conceptos tan manejados como «área de exclusión», «zona de baja población» y «distancia al centro de población», todos ellos definidos con bastante imprecisión y ambigüedad como está demostrando la evolución de la polémica inconclusa sobre los criterios de ubicación intensificada durante los últimos años.

«Área de exclusión significa aquella zona rodeando al reactor en la que el detentador de la licencia tiene autoridad para determinar todo tipo de actividades incluyendo la exclusión o el desplazamiento de personas y propiedades de la zona. Esta área puede estar atravesada por una autovía, red ferroviaria o río, siempre y cuando no estén lo suficientemente próximos al reactor como para interferir con las operaciones normales de la instalación debiendo proveerse de los instrumentos adecuados para controlar el tráfico en caso de emergencia,

---

(5) Modification of the Policy and Regulatory Practice Governing the Siting of Nuclear Power Reactors. NRC Division of Reactor Siting Criteria (7590-01), 1980, pág. 5, 6.

con objeto de proteger la salud y seguridad pública. Las residencias dentro del área de exclusión deberán, normalmente, estar prohibidas. Sólo estarán permitidas aquellas actividades no relacionadas con la operación del reactor, cuando estén sujetas a limitaciones apropiadas, siempre y cuando no existan peligros significativos para la salud y seguridad pública».

La definición pues de «áreas de exclusión», llena de términos imprecisos y afectados por importantes juicios de valor: «no estén suficientemente próximos», «instrumentos adecuados», «normalmente», «limitaciones apropiadas», «peligros significativos», orienta indefectiblemente el espíritu y forma de los criterios de ubicación. No hay ningún tipo de estándar cuantitativo, lo que permite una amplia interpretación, favorecida por la ambigüedad de la definición. Este problema, que afecta al concepto de áreas de exclusión, ha originado no pocas controversias en los «hearings» o sesiones de contrastación pública de los proyectos previos a la otorgación de las licencias.

En segundo lugar, la sección comentada, desarrolla el concepto de «zona de baja población»: «significa aquella área que rodea inmediatamente al área de exclusión y que dispone de residentes cuyo número total y densidad son tales que existe una razonable probabilidad de que puedan tomarse medidas protectoras en el supuesto de un accidente serio. Estas guías no especifican una densidad de población permitida dentro de esta zona porque la situación puede variar de un caso a otro. El que un determinado número de residentes puedan, por ejemplo, ser evacuados de un área específica, o informados respecto a su protección en un tiempo determinado, dependerá de multitud de factores como localización, número y tamaño de la red viaria, alcance y extensión de la planificación de emergencias y distribución actual de residentes dentro del área». La imprecisión e indeterminación no puede ser más palmaria. Ni especifica el número de residentes ni densidades y vuelve a introducir conceptos vagos y ambiguos como «cuyo número total y densidad son tales que...», «razonable probabilidad», «medidas protectoras», «accidente serio», «determinado número de residentes», «área específica», «tiempo determinado», etc. Todo ello refleja una gran inseguridad y desconocimiento del grado de riesgo y peligrosidad de la actividad. Aunque más adelante se delimite con más precisión este concepto, ello se hará exclusivamente en función de nuevos parámetros excesivamente ambiguos e imprecisos.

También se define el concepto de «distancia al centro de población», considerándose «la distancia existente desde el reactor al límite más cercano de un centro de población denso que contenga más de

25.000 habitantes». Se enfatiza por tanto la importancia de un centro de población agrupado y se desvela una cifra mínima a partir de la que la concentración urbana parece tener relevancia a efectos de la salud y seguridad de la población. En ningún momento se determinará el por qué de esta cifra tan redonda.

#### 1.2.4. *Factores a considerar en la evaluación de las ubicaciones*

Estos factores son contemplados en la sección 100.10 y representan aspectos a revisar por la Comisión para la aceptación o rechazo de una ubicación que ha sido propuesta por el aplicante: «los factores considerados en la evaluación de emplazamientos incluyen a aquellos relacionados con el diseño del reactor y los que afectan a las peculiares características de la ubicación. Se espera que los reactores reflejen a través de su diseño, construcción y operación, una extremada baja probabilidad de accidentes que puedan resultar en la emisión de significativas cantidades de productos de fisión radiactiva. Adicionalmente, al emplazamiento elegido y las salvaguardias técnicas contra los peligros de un accidente, en el supuesto de que ocurra, deberían asegurar un bajo riesgo para el público expuesto. En particular, la Comisión tomará en consideración los siguientes factores en la determinación de la aceptabilidad de una ubicación:

- a) Características del diseño del reactor y la operación propuesta, incluyendo 1) la utilización que se intenta hacer del reactor, capacidad máxima propuesta y naturaleza del inventario de materiales radiactivos...
- b) Densidad de población y características del uso del entorno.
- c) Cuando existan desfavorables características físicas de la ubicación puede, sin embargo, encontrarse aceptable el emplazamiento propuesto si el diseño del reactor incluye apropiadas y adecuadas compensaciones con respecto a la ingeniería de seguridad».

Aunque se maticen los aspectos descriptivos de obligado cumplimiento no se explicitan aquí exigencias concretas, ni limitaciones. Se insiste en la utilización de expresiones imprecisas como «extremada baja probabilidad de accidentes», «emisión de significativas cantidades», «asegurar un bajo riesgo», «desfavorables características físicas», «apropiadas y adecuadas compensaciones», etc. y permanece

la ambigüedad denunciada en cuanto a límites precisos, contenidos cuantitativos y concretas especificaciones. El punto c, tendrá trascendental importancia al permitir a la ingeniería de seguridad cubrir cualquier característica desfavorable del entorno sustituyendo esta deficiencia con un diseño de ingeniería más sofisticado. Este principio de compensación introducido significará, tal y como se ha señalado con anterioridad, el centro de gravedad de la polémica y crítica a las políticas de ubicación de reactores nucleares.

#### 1.2.5. *Determinación de las zonas y distancias del entorno*

La Sección 100.11 del documento comentado aborda la parte de mayor interés «Determinación del área de exclusión, zona de baja población y distancia al centro de población»... Como se observará la determinación de estas zonas se realiza tomando como exclusiva referencia el cálculo de dosis de radiación total como resultado de un accidente limitado y definido por el diseño del reactor. Esta frágil referencia, que fue criticada fuertemente desde plataformas públicas y científicas, ha sido en 1980 finalmente reconocida por la NRC que señala en un reciente documento: «La valoración de las dosis no deberá usarse como la medida dominante de la aceptabilidad de un emplazamiento porque este análisis ha tendido a restar importancia al aislamiento (concepto de ubicación remota) como una característica independiente de la seguridad y, en consecuencia, es contrario a la intención de la comisión de volver a reafirmar la importancia del aislamiento (alejamiento de centros y áreas pobladas)...» (6).

La Sección 100.11 aborda la determinación de las zonas del entorno:

«Para el propósito de este análisis, que debe sentar las bases de los valores numéricos usados, el aplicante debe de determinar lo siguiente: Un área de exclusión de tal tamaño que un individuo localizado en cualquier punto de sus límites durante dos horas, inmediatamente después del escape de productos radioactivos postulado, no reciba una dosis de radiación total en todo su cuerpo que exceda 25 rem o una dosis de radiación total que exceda los 300 rem de exposición a la yodina en la tiroides». A pie de página se explicita que estas dosis consideradas no implican que constituyan límites aceptables como dosis de emergencia bajo condiciones accidentales. «Se

---

(6) NRC Division of Reactor Siting Criteria, 1980, pág. 6, op. cit.

entiende —comenta el texto— que estas dosis son sólo valores de referencia». El concepto de «límites aceptables» puede ser enormemente cambiante, tanto en función de que la sociedad sea más o menos sensible hacia los peligros y riesgos de la radiactividad como en razón al desconocimiento o incertidumbre que aún hoy impera sobre los riesgos de la radiactividad y en especial sobre los efectos de las bajas dosis.

En síntesis, las dosis de «un escape de productos radiactivos postulado» es el único factor considerado para delimitar la zona de exclusión, con independencia de la capacidad y/o concentración de reactores, el tipo de reactor o sistema de refrigeración, las características socioeconómicas y poblacionales del entorno, etc., con lo que los criterios de ubicación quedan exclusivamente vinculados, en términos reales, con los sistemas de ingeniería de seguridad del reactor y en general con el aparato técnico capaz de rebajar esas dosis en función de las características del entorno. Esta fé ciega en la técnica como factor de seguridad y de control del riesgo estará presente en las agencias nucleares públicas de todo el mundo hasta el accidente de Harrisburg que, como se ha señalado, sirvió de detonante a esa crítica creciente a la que vienen estando sujetos diversos aspectos de la tecnología nuclear y en concreto la política de ubicación de reactores.

La Sección que comentamos continúa apuntando que, en segundo lugar, el aplicante debe determinar:

«Una zona de baja población de tal tamaño que un individuo localizado en cualquier punto dentro de sus límites, que esté expuesto a una nube radiactiva resultante del escape de productos radiactivos postulado, no reciba una dosis de radiación total en todo el cuerpo que exceda de 25 rem, o una dosis de radiación total que exceda 300 rem de exposición a la yodina en la tiroidea». Es decir, como en el caso precedente, sólo se considera la radiación directa externa de un «escape postulado», como único factor referenciado a efectos de delimitación de esta área.

Finalmente, y antes de entrar en las especificaciones de ubicaciones con múltiples reactores, el documento de la AEC determina el concepto de «distancia a un centro de población»:

«Una distancia a un centro de población de al menos una y una tercera parte de la distancia desde el reactor al límite exterior de la zona de baja población. Al aplicarse esta guía debe con-

siderarse la distribución de población. Cuando estén afectadas grandes ciudades será necesario una mayor distancia debido a consideraciones de dosis sobre la población total integrada». La determinación de la «distancia al centro de población» queda pues soportada por la indefinición acusada a los conceptos de «zona de baja población» y «zona de exclusión». La interpretación del concepto es lo suficientemente confusa como para que el mismo texto señale a renglón seguido: «cuando estén afectadas grandes ciudades será necesario una mayor distancia». ¿Qué se entiende por grandes ciudades? ¿Qué se entiende por una mayor distancia? ¿Cuánto de mayor? Estas y otras interrogantes similares surgen de forma sistemática, como se observará, en la práctica totalidad de las guías, regulaciones y recomendaciones que emanan de la AEC y, posteriormente, de la NRC.

#### 1.2.6. *Ubicaciones con múltiples reactores*

La Comisión reguladora trata en la misma sección (100.11) del supuesto, que ya entonces se visualizaba, de considerar la concentración de varios reactores en un mismo emplazamiento. Se entiende, por la evolución seguida a lo largo de las décadas del 60 y 70, que cuando utiliza el término «múltiples reactores» se está refiriendo a concentraciones de hasta cinco grandes reactores en una misma ubicación, caso que hoy aún se desconoce aunque exista algún proyecto de este calibre en Francia y EE.UU.

Las regulaciones del documento comentado señalan en su apartado b): «Para ubicaciones con múltiples reactores, deben especificarse las siguientes consideraciones:

1. Si los reactores son independientes... el tamaño del área de exclusión, zona de baja población y distancia al centro de población deben de ser definidas, con respecto a cada reactor, individualmente. La envolvente de todas las áreas así calculadas deben de tomarse como los respectivos límites».

La solución ofrecida es de un simplismo algo sorprendente al prescindirse, aparentemente, de los efectos acumulativos de las dosis de radiaciones y considerar que el riesgo no se incrementa por el hecho de coexistir en un mismo emplazamiento varios reactores. Esta linealidad asumida implicaría que la implantación de lo que se ha venido en denominar «Centros de Energía Nuclear» o «Parques Nu-

cleares», cuyo tratamiento se ampliará en profundidad más adelante y que contemplan hasta cuarenta reactores de 1.000 Mwe cada uno en único emplazamiento, no conllevaría nuevas exigencias y limitaciones respecto a su entorno que las ya tratadas para el caso de un único reactor. Evidentemente, el corolario que de estas hipótesis se desprende es una absoluta confianza en la seguridad de los reactores, minimizándose sus potenciales impactos sobre la penumbra que los rodea y, consecuentemente, vaciando de interés alguno al problema de la ubicación de instalaciones nucleares en cuanto que no aparece como una medida adicional de seguridad de importancia. Desde esta perspectiva, las consideraciones sobre la distribución geográfica de la población, en el supuesto de ubicaciones con múltiples reactores, no generaría ni impactos ni exigencias distintas a las consideraciones de un emplazamiento con un único reactor.

El texto del documento aborda en segundo término el supuesto de reactores interconexionados:

2. «Si los reactores están interconexionados hasta el punto de que un accidente en un reactor pueda afectar la seguridad de la operación de otro, el tamaño de las zonas analizadas debe basarse sobre el presupuesto de que todos los reactores interconexionados emiten los productos de fisión postulados simultáneamente...».

Persisten pues, el factor dosis de radiación como único elemento condicionador del tamaño de las áreas colchón.

El punto tercero insiste en el tema de las dosis denotando una extremada confianza en la tecnología nuclear:

3. «Se espera que el aplicante demuestre que la operación simultánea de múltiples reactores en una ubicación no resulte en una emisión de productos radiactivos que superen los límites permitidos según las regulaciones aplicables».

Este texto es la única referencia oficial al tratamiento que debe darse a un gran parque nuclear de hasta 40.000 Mwe tal y como fueron contemplados a partir de mediados de la década del 70. El vacío regulatorio y normativo que reflejan los primeros trabajos sobre el modelo concentrado de reactores no es pues sorprendente. La ubicación de grandes centros nucleares no podía soportarse, racionalmente, en estos tres subepígrafos del documento clave de la administración pública nuclear referente a la ubicación de reactores.

La Part 100 del «Reactor Site Criteria» finaliza con una nota a pie de página que reza así: «Para una mayor guía en el desarrollo del

área de exclusión, zona de baja población y distancia al centro de población se hace referencia al Technical Information Document 14844, fechado el 23 de marzo de 1962, que contiene un método y un ejemplo para el cálculo de distancias que reflejan las prácticas corrientes en la ubicación de reactores...».

#### 1.2.7. *Cálculo de factores de distancia. TID-14844*

Las regulaciones contenidas en Title 10, CFR Part 100, comentadas en anteriores epígrafes, hacen especial referencia al documento TID-14844 (7), fechado también en 1962. Es, por lo tanto, un documento de referencia para cumplir con «Reactor Site Criteria», en el que se ofrece una metodología y directrices para el cálculo de las distancias de los emplazamientos con objeto de ser consistentes con las prácticas corrientes de ubicación.

En esa fecha son muy pocos los reactores nucleares comerciales en funcionamiento en EE.UU. destacando Indian Point 1, reactor del tipo PWR, con una potencia de 265 Mwe. El reactor Dresden 1, tipo BWR, con una potencia de 200 Mwe, llevaba funcionando desde 1960, siendo el resto de potencias más pequeñas (Yankee 175 Mwe, Big Rock Point 70 Mwe, etc.).

Al describir el método, basado en el cálculo de dosis para un accidente prototipo base del diseño, es decir, no para los mayores accidentes posibles Clase 9 que a partir de Harrisburg (1979) será obligado considerar, se hacen unos reconocimientos significativos que, sin embargo, no serán alterados prácticamente durante las décadas del 60 y 70. Así se reconoce que: «Hay un amplio grado de juicio implícitos en el establecimiento de los supuestos básicos y en la definitiva asignación de valores a los parámetros» (p. 13). También se reconoce que «los resultados obtenidos son aproximaciones, algunas veces relativamente pobres, al resultado que debiera ser obtenido si los efectos de toda la gama de variables y factores influyentes pudieran reconocerse y fijarse con certeza, lo que es imposible en el estado presente del problema» (p. 13). Sin embargo, el punto tercero de la valoración que los autores hacen sobre el método utilizado confunde al lector que en principio, y a tenor de los dos reconocimientos apuntados, piensa que las distancias son mínimas ya que la introducción de otros parámetros impondrían exigencias más restrictivas. El punto tercero dice así: «El efecto neto de los supuestos y

---

(7) TID-14844. U.S. AEC, March 23, 1962.

aproximaciones se cree que ofrecen resultados más conservadores (mayores distancias) que lo que correspondería en el caso de que pudiera hacerse cálculos más precisos» (p. 13). Cálculos, por otra parte, que en la práctica no se volverían a hacer, incomprensiblemente, durante las siguientes dos décadas.

Algunos de los supuestos fundamentales que asumen son: «Se supone una extremadamente pequeña probabilidad de un accidente serio...» y «La expulsión de radioactividad del edificio del reactor al medio ambiente se asume que ocurre a una tasa constante de 0,1 % al día...» (p. 15) (Se entiende que se refieren al accidente base de diseño).

Los supuestos, consecuentemente, en función de la crítica posterior, no parecen ser excesivamente conservadores. En cualquier caso el documento oficial ofrece, con el método utilizado en el que se fundamentan exclusivamente en el factor dosis radioactivas, una tabla en la que por primera vez aparecen unas referencias numéricas concretas para las distancias a considerar. La Tabla VII que lleva por título: «Radios calculados para reactores refrigerados con agua» emite las siguientes cifras:

Potencia energética (Mw <sub>e</sub> )	Distancia del área de exclusión (Millas)	Distancia zona de baja población (Millas)	Distancia al centro de población (Millas)
1500 (500 Mwe)	0,88 (1,4 Km)	13,3 (21,3 Km)	17,7 (28,3 Km)
1200 (400 Mwe)	0,77 (1,23 Km)	11,5 (18,4 Km)	15,3 (24,5 Km)
1000 (333 Mwe)	0,67 (1,1 Km)	10,3 (16,48 Km)	13,7 (22 Km)
800 (266 Mwe)	0,58 (0,93 Km)	8,5 (13,6 Km)	11,5 (18,4 Km)

NOTA: Las cifras entre paréntesis no pertenecen al original. Se ha estimado que la capacidad en Mwt. es, aproximadamente el triple de la capacidad en Mwe a efectos de hacer el cuadro más inteligible.

El cuadro refleja que las distancias varían con la potencia energética, aunque no proporcionalmente. Parece necesario resaltar que la zona de baja población no hace alusión alguna ni a valores absolutos de esa población, ni a densidades totales o por sectores. Por otra parte, se sigue considerando como significativas, a efectos del concepto «distancia al centro de población», una concentración urbana com-

pacta que exceda de 25.000 habitantes. Este documento de la AEC será de obligada referencia, en los estudios sobre ubicaciones de reactores, al menos durante la década siguiente (8).

En 1983 permanecen siendo válidas las guías y regulaciones establecidas en Reactor Site Criteria, incluyendo la referencia TID-14844, de donde se deduce el gran frenazo legislativo y normativo a que ha estado sujeta la temática de la ubicación de reactores desde aquella fecha.

---

(8) Ver publicación de la AEC, 5, dic. 1973 «Reactor Site Criteria» Title 10 CFR Part 100, U.S. AEC, que incorpora pequeñas variaciones al documento original de 1962.



## CAPITULO 2

### 2. INCORPORACION DE LA DIMENSION MEDIO-AMBIENTAL A TRAVES DE LA NEPA

#### 2.1. Introducción

La fuerte expansión de la alternativa nuclear que se produjo, fundamentalmente en los EE.UU., a lo largo de los 60, junto al creciente tamaño de los reactores, problemas imprevistos que solapadamente y con gran secretismo se venían detectando, y la intensa sensibilización hacia el medio ambiente desarrollada en el seno de la comunidad americana, determinó que a finales de 1969 se dictara la ley «National Environmental Policy Act» (NEPA) (1) con las metas nacionales ambientales que tanta trascendencia tendría en la política americana y que, evidentemente, afectó de lleno a la política de ubicación de reactores añadiendo nuevas dimensiones de inestimable interés.

Gran parte de las decisiones de localización de reactores nucleares tendrán impactos de diverso orden y magnitud sobre su entorno inmediato a lo largo de muchas décadas. Por una parte, el problema del desmantelamiento de las concentraciones de reactores de gran

---

(1) National Environmental Policy Act (83 Stat. 852), 1969. Executive Order 11514. Public Law 91-190.

capacidad no está aún resuelto. Por otra, existe una tendencia a ir construyendo varios reactores en una misma ubicación en base a criterios de economías de localización y aglomeración, socio-políticos, administrativos y también debido a la inercia locacional causada por las redes o sistemas de transmisión ya establecidos. En consecuencia los impactos medio ambientales, entendidos en su sentido más globalizante, podrían llegar a durar en muchos casos incluso un siglo o varios siglos, si se incorporaran en los parques nucleares la siguiente generación prevista de la alternativa nuclear, los reactores regeneradores o alternativa que ha venido denominándose de «la economía del plutonio».

Es, pues, la NEPA, a partir de 1970, la que asumiendo la problemática medioambiental provocada por cualquier proyecto industrial o actividad económica con potenciales impactos sobre su entorno, requiere, junto al Council on Environmental Quality's Guidelines de agosto de 1973 (2), que todas las agencias del Gobierno Federal preparen detallados estudios ambientales en las propuestas de acciones Federales que puedan afectar significativamente la calidad del medio ambiente humano. El principal objetivo de la NEPA será pues requerir a la agencia involucrada que considere, en su proceso de toma de decisiones, los impactos ambientales de cada acción importante propuesta y, asimismo, las acciones alternativas disponibles.

En la actividad nuclear aquí tratada, todo lo que la NEPA exige es que se consideren las ubicaciones alternativas y que los impactos sobre el medio ambiente, como consecuencia de la construcción y operación de reactores nucleares, sean estudiados cuidadosamente y considerados en la decisión final. Análisis de impactos también exigibles a las ubicaciones alternativas. La Comisión nuclear (AEC o NRC) será, a partir de 1970, directamente responsable, bajo dicha ley, de evaluar el impacto ambiental, en todas sus dimensiones, de los proyectos de centrales nucleares.

Las reglas de la Comisión al implantar la NEPA exigen que antes de aprobar o conceder el permiso de construcción deba demostrarse que, en lo referente a las consideraciones ambientales «no existe una clara ubicación alternativa superior» (3). Y es la NRC hoy, la agencia requerida para que valore los efectos potenciales ambientales de un proyecto de forma que asegure y garantice que la concesión del permiso o licencia será consistente con las metas ambientales nacionales

---

(2) Council on Environmental Quality's Guidelines. 1 de agosto de 1973 (38 FR 20550).

(3) Revision of Reactor Siting Criteria, NRC, 1980, op. cit., p. 7.

tal y como figuran expresadas en la NEPA. Esta implementación de la ley por la Comisión está contenida en las regulaciones 10 CFR Part 51 (4).

## 2.2. Drástico cambio en la política de ubicación a partir de 1970

Aunque la realidad mostró que la incorporación de la NEPA a partir de enero de 1970 no resolvería los problemas fundamentales que representa una racional política de ubicación de reactores comprensiva y vinculante a través de estándares y exigencias precisas, es obligado reconocer que la Ley de 1970 supuso un gran avance en el tratamiento y enfoque del problema.

Con anterioridad a la NEPA la práctica totalidad de los informes y proyectos de ubicación de centros de energía se basaban, casi con exclusividad, en los aspectos económicos desde la perspectiva de compañía eléctrica y sin exigencia de transparencia pública alguna. La concesión de licencias envolvía únicamente problemas técnicos relacionados con la seguridad de las radiaciones, ignorando el impacto que la construcción y operación de una instalación nuclear tendría sobre el medio-ambiente, el uso del suelo del entorno y la ordenación del territorio en general. Esta política, con el paréntesis que supuso 10 CFR Part 100, que se limitaba a definir, y de forma ambigua, una serie de conceptos con respecto a la población y distancias desde el emplazamiento, se llevaba practicando desde principios de los 60. Todo consistía en garantizar un emplazamiento «aislado» y el diseño de la planta (fundamentalmente el edificio de contención) como elementos de defensa con el fin de «asegurar» la ausencia de peligros para la salud y seguridad de la población.

Con la ley de 1970 el Congreso obligaba ya a las agencias federales a considerar las consecuencias ambientales de las acciones propuestas y a emitir por escrito un detallado informe de impacto ambiental valorando alternativas antes de tomar críticas decisiones que pudieran afectar al medio ambiente. Ello exigía analizar, entre otros aspectos, el impacto ambiental de las acciones proyectadas, cualquier efecto ambiental adverso y/o inevitable, alternativas, mantenimiento y recuperación de la productividad a largo plazo en lo referente a los usos del entorno, cualquier efecto irreversible sobre los recursos originados por la acción, etc.

---

(4) «Licensing and Regulatory Policy and Procedures of Environmental Protection». Title 10 CFR. Par 51, U.S. NRC.

Un aspecto que conviene destacar es la obligación que impone la ley de que el estudio de impacto ambiental incluya «alternativas a la acción propuesta», contemplando los efectos ambientales de esas alternativas. La ley también exige realizar estudios de impacto ambiental de localizaciones alternativas, pero al ser las compañías eléctricas las que elaboran los aspectos económicos y los borradores de los informes de impacto ambiental y no requerirse por las regulaciones sobre licencias que los cálculos económicos se hagan públicos, es difícil encontrar en los análisis de las alternativas un completo análisis económico con cifras explicitadas. Como Ralph L. Keeney denuncia «se desconocen los supuestos de que parten dichas cifras finales, por lo que no es posible hacer análisis de sensibilidad de los resultados» (5). Incluso los tribunales han dulcificado estas exigencias favoreciendo a las compañías eléctricas, al conceder que la discusión de los efectos ambientales de las alternativas no necesitan ser «exhaustivas» sino únicamente con objeto de facilitar «información suficiente para permitir escoger razonablemente las alternativas en lo que respecta a los aspectos ambientales» (6).

En cualquier caso, se insiste, las nuevas exigencias que impone la NEPA abrían una nueva dimensión al enfoque de la ubicación de reactores en un vasto campo constantemente sujeto a críticas y revisiones, sobre todo en lo referente a la temática de las alternativas y métodos de evaluación de las mismas, aspectos que serán tratados más extensamente en el presente trabajo. Evidentemente, lo que la NEPA estaba señalando, lo cual ya suponía un gran avance, es que como consecuencia de la tangible complejidad de los problemas envueltos en la ubicación, con contestación pública, desacuerdos entre los científicos sobre multitud de aspectos de la alternativa nuclear, mayor capacidad y dificultades en los reactores y ciclo nuclear y creciente sensibilidad medio ambiental de la comunidad, los emplazamientos ya no podían seguir siendo seleccionados basados exclusivamente en criterios de ingeniería y económicos. La absoluta confianza mostrada por las agencias nucleares gubernamentales y las compañías eléctricas en los sistemas de la ingeniería de seguridad o diseño técnico de la instalación no era suficiente.

---

(5) Ralph L. Keeney «Siting Energy Facilities», Academic Press 1980, p. 168.

(6) Ver Natural Resources Defense Council. Inc. V. Morton, 458 F. 2d. 836 (D.C Cir 1972). Así «Energy. The Next Twenty Years». A Report Sponsored by the Ford Foundation. Ballinger, 1979, de quien se recoge la referencia, denuncia la práctica de algunas agencias que han tomado decisiones y después se han cubierto escribiendo informes de impacto para soportarlas, como hacen los abogados escribiendo un pequeño informe para soportar una conclusión predeterminada, p. 515.

### 2.3. Guías generales ambientales

Previo a las guías reguladoras sobre la preparación de informes ambientales publicados por la NRC en 1976 (7), la AEC publicó en diciembre de 1973 unas guías generales ambientales para la ubicación de reactores nucleares (8) que, en forma de «draft», supusieron durante varios años las directrices principales para cumplimentar la NEPA de 1970.

Desde el inicio el documento enfatiza la necesidad de que se lleve a cabo, por parte de las compañías eléctricas, una «temprana identificación y selección preliminar de una diversidad de emplazamientos, tanto para reactores nucleares como para planes convencionales (fossil-fired)», insistiendo en la necesidad de realizarse una planificación a largo plazo para alcanzar los objetivos de compatibilidad ambiental. Se reconoce también que la selección de ubicación estará afectada no sólo por las leyes federales sino también por las leyes, regulaciones y procedimientos específicos que en materia de ubicación de reactores y de calidad ambiental emanen a nivel estatal.

El documento que se comenta brevemente intenta desarrollar principios y guías, en el campo medioambiental exclusivamente, para una selección y evaluación de los emplazamientos más correcta. Desde el 70 este tema venía siendo tratado de forma dispersa por distintos organismos (9) y la AEC pretende con este documento sistematizar el tratamiento bajo un marco estandar.

Los informes ambientales requieren, no sólo estudios de impacto ambiental sino también lo que se denomina «evidencia positiva» de que se han adoptado los criterios de diseño y procedimientos operacionales que aseguren que la central causará efectos mínimos en el medio ambiente.

---

(7) Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Stations. U.S. NRC Regulatory Guide Series, NUREG 0099, Regulatory Guide 4.2, 1976.

(8) General Environmental Siting Guides for Nuclear Power Plants, Topics and Bases. U.S. AEC, December, 1973.

(9) Ver «Back ground Report on Power Plant Siting» prepared for the Senate Committee on Commerce. 92d Congr. 2d. Ser Superintendent of Documents, U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C. July 1972; «Engineering for Resolution of the Energy-Environment Dilemma», Committee on Power Plant Siting, National Academy of Engineering, National Academy of Science Printing and Publishing Office, Washington, D.C. 1972; «Electric Power and the Environment», U.S. Office of Science and Technology, Energy Policy Staff, Superintendent of Documents, U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C. 1970; «Environmental Aspects of Nuclear Power Stations, Proceedings of a Symposium», New York, N.Y. August, 1970. STI/PUB/261. I.A.E.A., Vienna, Austria, UNIPUB, New York, N.Y. 1972.

Las regulaciones impuestas exigen los siguientes análisis y descripciones:

- Geología y suelo. Datos actualizados de las características sísmicas y geológicas. Estabilidad del suelo y topografía. Actividad sísmica que pueda inducir a inundaciones, etc. no sólo a nivel local sino también en el entorno más alejado pero que pudiera tener repercusiones sobre el emplazamiento.
- Factores Atmosféricos. Polución del entorno. Dispersión climatológica e incidencia sobre el entorno, áreas residenciales, recreacionales u otros recursos humanos. Problemas de nieblas y nevadas, etc.
- Hidrología. Oferta y usos de las aguas. Aguas subterráneas. Calidad de las aguas, tanto en el emplazamiento como en los alrededores. Análisis de la situación de todos los puntos de suministro de agua actuales o planificados.
- Ecología. Sensibilidad a la temperatura de las especies acuáticas. Impacto de la construcción y operación sobre las especies existentes. Interferencias con la migración de especies. Efectos potenciales sobre la vegetación terrestre, etc.
- Exposición pública a las radiaciones. Aquí se limitan a señalar que los emplazamientos deben cumplir con los requerimientos federales (10, CFR Parts 20, 50 y 100) para la protección del público a la exposición de las radiaciones.
- Usos del suelo. Compatibilidad con otros usos del suelo existentes o proyectados, además de con las políticas de uso del suelo estatal, regional y locales, planes y regulaciones. Incidencia sobre los usos del suelo de los corredores de transmisión eléctrica.
- Factores de Interés Humano. Areas con recursos naturales únicos, parques, monumentos, áreas de especial valor natural, como refugios de especies, originales formaciones geológicas, áreas de recreo, etc. Todos estos aspectos, se insiste, deben considerarse cuidadosamente antes de seleccionar las ubicaciones.
- Estética. Impacto estético de las líneas o corredores de transmisión eléctricos. Incidencias paisajísticas.
- Impacto durante la construcción. Identificación y evaluación de los mismos.

Estos son los epígrafes fundamentales que aparecen desarrollados en estas guías generales. Se dan constantemente referencias a las bases de diseño exigibles para cumplir con las características sísmicas, geológicas, topográficas, hidrológicas, etc., aunque sin especificar estándares o limitaciones específicas, por lo que la valoración conlleva grandes juicios de valor y subjetividades en la interpretación. La posibilidad explicitada de que a través de adecuados diseños de ingeniería se puedan compensar deficiencias en las características de los emplazamientos, es una constante permanente en el texto.

### 2.3.1. *Exposición a las radiaciones y entorno poblacional*

Interesa destacar, por una parte, el tratamiento que la AEC ofrece del controvertido tema de la exposición pública a las radiaciones, factor trascendental para el cálculo de distancias y distribución de población en la filosofía mantenida por ese organismo.

El argumento principal es que «los emplazamientos deben cumplir con los requerimientos federales, incluyendo 10 CFR Parts 20, 50 y 100; para la protección del público en general de la exposición a las radiaciones» (p. 82).

En 1971 la AEC publicó un apéndice a 10 CFR Part 50 donde ofrecía guías numéricas para cumplir con el criterio de la exposición pública a las radiaciones durante el funcionamiento de los reactores nucleares (10). Como se verá este documento será sucesivamente corregido tomando una primera forma en 1975, año en que se altera el término referente a las radiaciones «As low as practicable» (tan bajo como sea practicable), del apéndice de 1971, por el que reza «As low as is Reasonable Achievable» (tan bajo como sea razonablemente alcanzable) (11). Este punto adquiriría considerable importancia en la controversia nuclear. Por una parte hablar de dosis radiactivas «tan bajas como sean practicables», es de gran imprecisión

---

(10) Appendix I a Part 50 «Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet the Criterion». «As low as Practicable» for Radiative Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents». WASH 1258. Code of Federal Regulations, Title 10, Part. 5, Proposed Rule Making. Federal Register 36 (111), June, 9, 1971.

(11) Appendix I «Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet the Criterion». «As Low as Reasonable Achievable» for Radiative Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents». Registro Federal 40 FR 19437, haciéndose efectivo el 5 de mayo de 1975. El 4 de septiembre de 1975, la NRC inició ya las correcciones al Apéndice I de 10 CFR Part 50 (40 FR 40816) que representa uno de los puntos más delicados y controvertidos de la alternativa nuclear.

pues de ello no debe inducirse que son dosis inocuas y sin riesgo alguno para la salud. Por otro lado «tan bajo como sea practicable» parece significar que lo practicable está en función de las limitaciones técnicas o del monto económico de las mismas. La referida ambigüedad intenta corregirse con el posterior término «tan bajo como sea razonablemente alcanzable», que lo deja todo sujeto a la interpretación de la expresión «razonablemente».

La política general seguida por la AEC en lo referente al funcionamiento normal se remite a las recomendaciones del Federal Radiation Council que consisten en «hacer todo esfuerzo razonable para mantener las exposiciones a la radiación y escapes de materiales radiactivos tan bajas como sean practicable» (p. 82). La definición del término la realiza el CFR en Title 10 Parts 20 y 50 de la siguiente forma: «Tan bajo como sea practicable significa tan bajo como sea prácticamente alcanzable tomando en consideración el estado de la tecnología y la economía de las mejoras en relación a los beneficios para la salud y seguridad pública concernientes con la utilización de la energía atómica en el interés público». La compleja interpretación de la definición no necesita comentarios adicionales.

La determinación de la aceptabilidad de un emplazamiento, tal y como se vio en 10 CFR Part 100, está relacionada directamente con la capacidad del diseño de ingeniería para controlar los efluentes radiactivos, el tipo y características de los productos radiactivos emitidos durante un accidente y, en términos más secundarios, las características meteorológicas, geológicas, hidrológicas y de la población del entorno espacial del emplazamiento (p. 82).

La confianza en los sistemas de ingeniería de seguridad vuelve a aflorar de nuevo cuando señalan «La política largamente mantenida por la AEC ha incentivado la ubicación de los reactores nucleares lejos de las áreas densamente pobladas, aunque los accidentes envolviendo incluso pequeñas cantidades de radiactividad sean improbables, debido a la redundancia de los sistemas de seguridad incorporados en cada central nuclear aprobada» (p. 82).

El documento comentado ofrece una relación de cifras resultantes de la práctica seguida hasta entonces en lo referente a distancias y poblaciones de los entornos de los reactores nucleares en funcionamiento. Para la descripción de estos datos se remite al documento WASH-1258 de la AEC (12).

---

(12) Final Environmental Statement Concerning Proposed Rule Making Action: Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Met the Criterion. «As

El informe WASH-1258 refleja, en base a la práctica seguida hasta ese momento, una serie de distancias típicas relacionadas con la población, acompañadas de los casos máximos y mínimos. Así la distancia media entre el reactor y su primer límite o barrera, es decir, el área de exclusión, era entonces de 0,46 millas (0,74 Km), estando la banda de fluctuación para 64 ubicaciones seleccionadas entre 0,11 millas (0,18 Km) y 1 milla (1,6 Km). Evidentemente el límite inferior se está refiriendo a los reactores de primera generación que no sobrepasaban los 100 Mwe.

La zona de baja población abarca desde 0,44 millas (0,7 Km) hasta 7 millas (11,2 Km), siendo 3,3 millas (5,28) la distancia media. El informe señala también que las distancias actuales a los centros de población más cercanos de más de 50.000 habitantes van desde 4 millas (6,4 Km) a 100 millas (160 Km), apareciendo como una distancia típica 30 millas (48 Km).

También se realizan unas consideraciones sobre la densidad de población que los emplazamientos tendrán en el año 2000, observándose que la densidad media en el anillo de cero a 10 millas (16 Km) no sobrepasa, en el supuesto de un reactor ubicado en el interior, los 300 hab/milla<sup>2</sup> (115 hab/Km<sup>2</sup>) y no supera los 400 hab/milla<sup>2</sup> (155 hab/Km<sup>2</sup>) en el anillo circular de 10 millas (16 Km) a 20 millas (32 Km).

No se hace comentario alguno respecto a la densidad recomendable o distribución de centros de población en el entorno y, por supuesto, no se sugiere estándares numéricos como límites obligados o recomendables. Se singulariza sin embargo una apreciación que puede tener interés para los casos en los que los reactores estén ubicados en las áreas marítimas: «Debido a la restricción natural para la localización de la población, presentada por las grandes superficies marinas, la densidad de población próxima a los lagos y costas fue corregida para describir la geometría del emplazamiento y los valores de densidad media se refieren solamente a las áreas de tierra firme» (p. 84).

Como se observará a lo largo del trabajo, existirán diversas propuestas y recomendaciones en lo referente a la población, densidad, distancias, etc., en cuanto que importantes parámetros a considerar en la selección de los emplazamientos. La tesis que el autor mantiene

---

Low as Practicable» for Radiactive Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents». Vol. I. WASH-1258. U.S. AEC, Directorate of Regulatory Standards, Washington, D.C. July, 1973.

es que la elección de esos parámetros ha venido siendo algo relativamente arbitrario, máxime al enfrentarnos con una tecnología en la que cada día se cuestionan más sus impactos, crecen las incertidumbres, se descubren errores y equivocaciones técnicas en sistemas que eran considerados immaculados y casi infalibles, se establecen nuevas valoraciones de parámetros que en su momento fueron infravalorados o ignorados, etc. etc. En consecuencia los límites de población, densidades, distancias a centros urbanos, etc., han venido caracterizándose, durante los últimos veinte años, por una patente ambigüedad impregnada de una arbitrariedad fuera de toda duda, pecando por defecto y no por exceso lo que, evidentemente, favorece a las compañías eléctricas privadas o, alternativamente perjudica a la seguridad de la comunidad y a una comprensiva y racional política de ubicación de reactores.

Mientras la AEC ofrecía esas directrices poblacionales y de distancias, comentadas bajo el principio tan ambiguo de favorecer una política de ubicación de reactores lejos de las áreas densamente pobladas a la vez que permitía compensar deficiencias poblacionales de los emplazamientos a través de los diseños de la ingeniería de seguridad, desde dentro de su staff se hacían propuestas para establecer definitivamente límites excluyentes. Así ese mismo año 1973, el organismo propuso especificar densidades de población tales que el máximo de población permitida dentro de las 40 millas (64 Km) del entorno nuclear fuera 6,5 veces menor que la cifra que entonces se aceptaba. Los nuevos límites de población propuestos fueron: 30.000 personas dentro de las 5 millas (8 Km), 500.000 dentro de las 20 millas (32 Km) y 2 millones dentro de las 40 millas (64 Km) (13). Desde que se anunciaron tales cifras la U.S.A.E.C. decidió no especificar criterio alguno de densidad de población, ni hacer de ello un factor obligatorio.

### 2.3.2. *Compatibilidad con los usos del suelo*

Las guías generales ambientales señalan que «deben considerarse las compatibilidades del uso del emplazamiento para una central nuclear con las utilizaciones existentes en los usos del suelo» (p. 91). Reconoce en la exposición de motivos que no existen estándares ampliamente aceptados para establecer compatibilidades o incompatibilidades con los usos del suelo del entorno limitándose a indicar que «el proceso de selección de emplazamientos deberá considerar la

---

(13) Ver *Nucleonics Week*, 14 de mayo de 1973.

compatibilidad con las políticas de uso del suelo actuales o proyectadas a nivel federal, estatal, regional y local, así como con los planes y regulaciones existentes» (p. 92). Sin embargo, y tal y como se llega a admitir, no existe una consistente definición de lo que se entiende por «compatibilidad».

Un documento del Directorate of Regulatory Standards de la AEC citada en 1972 (14) la exigencia de una especial consideración —sin establecer límites o estándares específicos— sobre las regiones de los emplazamientos que contengan instalaciones industriales, de transportes militares u operaciones que puedan significar una amenaza al funcionamiento de la central nuclear y consecuentemente a la protección ambiental. Por ello, sí se insiste en que debe prestarse atención a evitar la interacción ambiental, sea ésta directa o indirecta, con materiales peligrosos y productos asociados con plantas manufactureras, químicas, de almacenamiento, importantes rutas de transporte (por tierra o marítimas), oleoductos y gaseoductos, aeropuertos (15), emplazamientos de missiles y bases militares.

Por otra parte, quien más incidió en la consideración de las compatibilidades con proyectos de usos del suelo y planes estatales, regionales y locales fue el Council of Environmental Quality que estableció unas guías para ser consideradas en los informes de impacto ambiental (16). Uno de los aspectos que tiene quizás más importancia en cuanto a impactos sobre otros usos del suelo y estéticos, sería el problema generado por los grandes y visibles corredores de transmisión eléctricos o «autopistas aéreas», como en ocasiones han sido denominadas. En cualquier caso es un tema en el que no existen más que generalidades en su tratamiento, y sólo la opinión de las áreas afectadas puede ofrecer una referencia para su valoración y/o contrastación.

---

(14) «Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants (Revision 1)», U.S. AEC, Directorate of Regulatory Standards, Washington, D.C. October, 1972.

(15) El tema de los aeropuertos es uno de los aspectos más desarrollados en la dimensión de compatibilidades con los usos del entorno. Ver «Airplane Crash Probability Near a Flight Target», Hornyik, K. Oregon State University, Corvallis, O.R. Transactions of the American Nuclear Society 16: pp. 209-10. June 1973; «Reactor Sitings in the vicinity of Airfields 1», Eisenhut, D.G., U.S. AEC, Washington, D.C. Transactions of the American Nuclear Society, 16, pp. 210-211 June, 1973.

(16) «Preparation of Environmental Impact Statements, Guideline», Council on Environmental Quality, Federal Register 38 (147): 70553. August, 1, 1973.

## 2.4. Criterios generales de ubicación y preparación de los informes ambientales

### 2.4.1. *Criterios generales*

La Comisión, sea la AEC o posteriormente la NRC, elabora guías reguladoras para describir métodos y ofrecer directrices aceptables para el staff regulador en relación con las regulaciones exigibles y las revisa periódicamente incorporando nuevos comentarios, información y experiencia.

En septiembre de 1974 se publicó un «Draft» de la guía reguladora 4.7. sobre los criterios generales de aceptabilidad de la Comisión en relación a la ubicación de reactores (17). Esta guía presenta las directrices y opiniones del staff regulador en lo referente a la seguridad, la salud pública y los problemas medioambientales concernientes con la ubicación, entendiéndose que debe ser utilizada por las compañías eléctricas en el proceso que siguen para identificar ubicaciones adecuadas. En realidad aporta poca novedad respecto a lo ya existente y pretende complementar el primer «draft» de la guía reguladora 4.2., referente a la preparación de informes ambientales hecha pública en marzo, 1973 (18).

Los problemas de seguridad discutidos recogen la práctica totalidad de las guías generales ambientales comentadas en anteriores epígrafes, añadiendo nuevas consideraciones en algunos de sus apartados.

Se analiza la importancia de las características geológicas y sísmológicas, estableciéndose algunas específicas limitaciones con respecto a la proximidad de fallas, citándose tanto en éstas como en el resto de las características las regulaciones relevantes y las guías aplicables, junto a la posición y experiencia de la Agencia Reguladora.

En el análisis de las características meteorológicas se apunta nuevamente que los escapes de material radioactivo de rutina a la atmósfera deben mantenerse «as low as practicable», remitiéndose a 10 CFR Part 20 (19). Aunque se concede que cuando la meteorología es desfavorable con respecto a las características de dispersión, el área de exclusión pudiera tener que ser mayor para satisfacer los criterios sobre dosis establecidas, acto seguido se apunta: «Si bajo

---

(17) «General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations». U.S. AEC Regulatory Guide 4.7, sept. 1974.

(18) «Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Plants». U.S. AEC. March, 1973.

(19) U.S. AEC, 10 CFR Part 20, Secc. 20.1.(c).

desfavorables condiciones meteorológicas la dispersión sigue siendo insuficiente la ubicación requerirá que el diseño de la planta incluya apropiados y adecuados sistemas compensatorios de ingeniería de seguridad» (p. 4.7-6), con lo que se mantiene la filosofía de priorizar la ingeniería a efectos de seguridad.

Se destaca también a la hidrología como característica fundamental junto a las posibilidades de inundaciones, disponibilidad y calidad de agua, etc. Los aspectos relativos a la biota y sistemas ecológicos en general vuelven a ser apuntados, aunque permanece la indeterminación en cómo calibrar esos impactos y valorarlos a efectos de incidir en la denegación de una licencia, pues no basta con explicar la metodología para evaluar los impactos.

Los establecimientos industriales, militares y de transporte, en cuanto a los efectos potenciales que sobre la planta pueda tener la operación de los mismos y posibles accidentes asociados, son también tratados, haciéndose especial hincapié en el tema de los aeropuertos. Con respecto a las instalaciones se especifica que deben identificarse los establecimientos potencialmente peligrosos y actividades que estén dentro de las 5 millas (8 Km) de la ubicación propuesta, ofreciéndose sólo condiciones más matizadas para el caso de los aeropuertos. Así, se exige la realización de análisis específicos de factores tales como la frecuencia, el tipo de movimiento de aeronaves, vuelos, meteorología local, topografía, etc. para los siguientes casos:

1. Ubicaciones emplazadas dentro de las 5 millas (8 Km) de un aeropuerto existente o proyectado.
2. Ubicaciones localizadas entre las 5 y 10 millas (8-16 Km) de un aeropuerto existente o proyectado, sea comercial o militar, con más de aproximadamente  $500 \text{ xd}^2$  (cuando d está en millas) movimientos de aeronaves por año.
3. Ubicaciones localizadas a distancias mayores que 10 millas (16 Km) de aeropuertos con más de aproximadamente 1.000  $\text{xd}^2$  movimientos de aeronaves por año (p. 4.7-21).

En el aspecto relacionado con la densidad y distribución de la población se remiten a 10 CFR Part 100 (Op. cit.), precisando que «las áreas de baja densidad de población son preferidas para las ubicaciones de plantas nucleares»... «Si la densidad de población en una ubicación propuesta no es aceptablemente baja, el aplicante será requerido a dar una atención especial a ubicaciones alternativas con más bajas densidades de población» (p. 4.7-17). Hay que insistir que se sigue desconociendo qué es una densidad «aceptablemente baja».

Aludiendo a la experiencia pasada el staff regulador señala haber encontrado que una mínima distancia de exclusión de 0,4 millas (0,64 Km), «incluso con unas desfavorables características de dispersión atmosférica del diseño base, provee normalmente la garantía de que los sistemas de ingeniería de seguridad puedan diseñarse para cumplir las dosis calculadas para un accidente postulado dentro de las guías 10 CFR Part 100» (p. 4.7-17 y 18). También basados en la experiencia pasada se considera adecuada la distancia de 3 millas (4,8 Km) al límite exterior de la zona de baja población.

Los impactos sobre los usos del suelo, estética y aspectos socio-económicos del entorno, aparecen finalmente como determinantes de una política de ubicación, aunque algunos de éstos, los estéticos por ejemplo, también llegan a apuntar que «pueden mitigarse a través de un apropiado diseño». Cabe destacar, en el Apéndice B del documento, las consideraciones emitidas en cuanto a que el uso del suelo para una central nuclear debe ser compatible con los planes del uso del suelo, zonificaciones, etc., adoptados por las entidades federales, estatales, regionales y locales, aunque matiza: «cualquier conflicto entre estos planes y el uso de la ubicación propuesta debe resolverse a través de la consulta con la entidad gubernamental apropiada» (p. 4.7-37).

Destaca el documento que las áreas dedicadas por los Gobiernos federales, estatales o locales para esparcimiento, recreo o propósitos culturales, son áreas generalmente prohibidas para la ubicación de reactores, al poder resultar en la pérdida o deterioro de importantes áreas de esparcimiento público. La posición reguladora en este sentido la define con los términos siguientes: «La ubicación en la proximidad de áreas públicas designadas como de recreo requerirán generalmente de una amplia evaluación y justificación. La evaluación de lo adecuado o no de las ubicaciones en la proximidad de estas áreas públicas depende de consideraciones sobre un específico diseño de la planta en relación a los impactos potenciales sobre estas áreas» (p. 4.7-36).

En definitiva la Regulatory Guide 4.7, sigue manteniendo la misma filosofía de indeterminación, flexibilidad, falta de precisión en cuanto a estrictas limitaciones y, consecuentemente, ausencia de estándares, denotando una clara arbitrariedad en las escasas aproximaciones que se van haciendo en cuanto a ofrecer cifras o exigencias numéricas de fácil interpretación para la evaluación de la idoneidad de un emplazamiento.

#### 2.4.2. *Preparación de los informes de impacto ambiental*

La Regulatory Guide 4.2. inicia su andadura en marzo de 1973, llegando a tomar cuerpo, aunque no de forma definitiva, en julio de 1976 (20). Su objeto es servir de guía y establecer las directrices, a través del diseño de modelos estandard, en la cumplimentación de la NEPA de 1969 (Op. cit.). La NRC está obligada a valorar los efectos ambientales potenciales de un reactor antes de conceder un permiso de construcción y la licencia de operación. Por ello el aplicante debe emitir un informe ambiental en dos ocasiones a lo largo del proceso, cuando solicita el permiso de construcción y cuando solicita licencia de operación. El informe del aplicante, es decir la Compañía eléctrica, se pone a disposición pública tanto en la sede de la NRC como en las localidades próximas al proyecto. Una vez haya recibido comentarios, éstos los recogerá la NRC para preparar lo que se denomina Draft Environmental Impact Statement, que también se hace público por diversos medios, recibiendo críticas y comentarios, no sólo de la comunidad sino también de las Agencias federales, estatales y locales sobre cuyos cometidos tenga o pueda tener alguna incidencia el proyecto. La NRC y diversas agencias federales poseen una serie de convenios llamados «Memoranda of Understanding» para coordinar e implementar ciertos requerimientos y evitar duplicaciones de trabajos por lo que, en concreto en la ubicación de reactores, se les asigna unas especiales responsabilidades. Con todas las críticas, comentarios y valoraciones la NRC prepara el Final Environmental Impact Statement, previo recibo del aplicante del segundo informe ambiental correspondiente a la solicitud de licencia de operación, que se transmite al Council of Environmental Quality y se hace público, procediéndose después a los llamados «hearings» en los que públicamente son contrastados.

El procedimiento explicitado no ha estado exento de críticas en diversos sentidos. Así Donald W. Stever, Jr. (21), acusa duramente al staff de la NRC de empezar a trabajar en el Draft Environmental Impact Statement (D.E.I.S.) después de decidir aceptar la ubicación del aplicante. Consecuentemente, su trabajo se transforma en producir un E.I.S. de un proyecto en el que ya se está de acuerdo, en otras palabras legitimar a posteriori una decisión previamente tomada. Crítica al staff de la NRC de utilizar el procedimiento del E.I.S. de forma

---

(20) «Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Stations». Regulatory Guide 4.2. U.S. NRC. NUREG-0099. July, 1976.

(21) Donald W. Stever, Jr., «Seabrook and the Nuclear Regulatory Commission. The Licensing of a Nuclear Power Plant». University Press of New England, 1980, p. 87.

que los documentos se estructuren para justificar la decisión ya tomada, en lugar de como medio para alcanzar una decisión a la que no está previamente comprometido.

Por otra parte, se ha criticado también (22) el que no se requiera que las compañías eléctricas hagan públicos los análisis económicos de las alternativas, lo que resta transparencia al procedimiento, así como el que muchos informes sobre la selección de un emplazamiento sean descriptivos y no evaluativos (23). Este último aspecto, achacable incluso a determinadas secciones de los informes ambientales de la NRC, no deja de ser comprensible dada la gran dificultad de cuantificar multitud de aspectos que se concitan en la alternativa nuclear y en la política de ubicación de reactores.

La guía reguladora 4.2. establece una identificación de toda la información que necesita el staff de la NRC para valorar y sopesar los impactos ambientales de la central nuclear propuesta, además del formato recomendado para su presentación.

El aplicante debe demostrar el beneficio de la central elegida con respecto a las necesidades de energía, su sistema energético, proyecciones de demanda y método de proyección utilizado. Debe presentar también información concerniente a las características físicas, biológicas y humanas del área potencialmente afectada por la construcción y operación de la planta. La distribución de población en concreto debe extenderse en primer lugar al radio de 10 millas (16 Km) y en cada círculo concéntrico de 1, 2, 3, 4 y 5 millas. Los círculos deben dividirse en sectores de  $22\frac{1}{2}$  grados con la población contenida. El documento insiste en que se describan las bases en que se fundamentan las proyecciones de población estimadas. En segundo lugar debe describirse, a intervalos de 10 millas, la población existente entre las 10 y 50 millas (80 Km), además de la población transeúnte, estacional y diaria dentro del radio de 10 millas (16 Km).

Se deben reflejar con detalle los usos del suelo y del agua del entorno, no sólo en el presente sino también lo proyectado.

Los usos del suelo, naturaleza, extensión, etc., deben realizarse hasta una distancia de 5 millas (8 Km). Sin embargo, la identificación y descripción de las actividades agropecuarias y una amplia infor-

---

(22) Ver Ralph L. Keeney, 1980, op. cit., p. 168.

(23) Siting of Reactor and Nuclear Research Centers. Proceedings of a Symposium. Bombay, 11-15 March, 1963. IAEA, Vienna, 1963, p. 426.

mación referente a aguas superficiales y subterráneas debe establecerse dentro de las 50 millas (80 Km), ya que parece entenderse que las descargas de la central nuclear pueden afectar al agua utilizada hasta esa distancia. Realmente no aparece ninguna justificación razonada del por qué de las 5, 10 o 50 millas, lo que es habitual en estos documentos oficiales.

El aplicante debe también describir todos los aspectos ecológicos del entorno, flora, fauna, sus hábitats y su distribución espacial, evidentemente tanto en lo referente a los sistemas terrestres como a los marinos.

Se señala también las 50 millas con respecto a la información meteorológica y a las detalladas descripciones hidrológicas exigibles. En este sentido la NRC venía publicando ya una serie de guías reguladoras proveiendo de información para la evaluación de las dosis de radiación potenciales para individuos y poblaciones dentro de las 50 millas (80 Km) del emplazamiento, para cumplir así con el Apéndice I de 10 CFR Part 50 (Op. cit.). La constante pues de las 50 millas aparece como una permanente exigencia.

Información detallada es también demandada en referencia a la geología, ruido, sistema de transmisión eléctrica en conexión con su posible impacto medioambiental, estético, etc. Se pide además una detallada descripción de la planta nuclear y sus sistemas conexos.

El capítulo cuarto incide ya sobre los efectos ambientales de la preparación del entorno y construcción de la planta, de su operación y de su vasto sistema de transmisión eléctrica. Efectos irreversibles y medidas para reducir los efectos indeseables. Explícitamente se señala que «estos efectos, en lo posible, deben ser cuantificados y presentados en forma sistemática» (p. 5.1.).

Resulta novedoso el punto en el que se exige que el aplicante describa sus planes y políticas referentes a las acciones a tomar con respecto a la planta al final de su vida útil, consecuencias ambientales del desmantelamiento y una estimación de los costes monetarios previstos. Este importante y aún mal resuelto aspecto, será tratado en próximos epígrafes con más extensión.

No menos novedoso es la sección que incide sobre todo el ciclo del uranio, en donde se señala que, para el caso de los reactores LWR, la información del aplicante debe abarcar a los efectos ambientales de todo el ciclo del fuel nuclear. Es decir, efectos o impactos desde la extracción del uranio, limpieza, producción del hexafluoruro de uranio, enriquecimiento, fabricación del fuel irradiado y resolución

de los problemas de los residuos de bajo y alto nivel, tanto en lo referente al transporte como a su almacenamiento. Con ello se está reconociendo que los impactos del funcionamiento de un reactor nuclear no se limitan sólo a los acaecidos sobre la región en que se ubica, sino que tiene unos impactos no menos importantes diferidos, en la fase anterior y posterior a la construcción y operación, que no necesariamente se manifiestan en el emplazamiento y entorno del reactor.

El promotor deberá describir los efectos potenciales sobre el medio ambiente de los diferentes accidentes que puedan ocurrir en la central. En esta fecha todavía no se exigía considerar los máximos accidentes Clase 9, al estar catalogados como accidentes «no creíbles». Esto queda explicitado en el Apéndice I, donde se apunta que «la probabilidad de que ocurran es extremadamente pequeña por lo que no es necesario discutirlos» (p. I. 1).

El capítulo ocho trata de los impactos sociales y económicos de la construcción y operación de la planta, reconociendo que muchos de ellos no son fácilmente cuantificables o incluso trasladables a unidades conmensurables. En lo referente a los costes se citan tanto los costes económicos internos como los externos sociales y económicos, dividiendo estos en temporales y a largo plazo. En concreto los de largo plazo citados incluyen: pérdida de valores y recursos recreacionales; deterioración de valores estéticos y paisajísticos; restricciones al acceso a áreas de interés cultural, histórico, ecológico; degradación de áreas de valor natural, cultural, etc.; cambios de usos de suelo como consecuencia de movimientos de tierra; creación de condiciones meteorológicas adversas; ruidos; desplazamiento de personas con reducción del producto regional; pérdida de renta como consecuencia de los impactos negativos sobre el turismo; pérdida de recursos piscícolas atribuible a la degradación ambiental; depreciación del valor del suelo en las áreas adyacentes al emplazamiento; costes crecientes para los gobiernos locales por los servicios ahora requeridos por los empleados, etc. Muchos de ellos, como es fácil de constatar, difícilmente cuantificables.

El informe comentado incide después en el tema de las alternativas visualizándose que la compañía eléctrica no sólo debe presentar una relación de ubicaciones alternativas sino también de fuentes energéticas alternativas, con una detallada comparación de coste-efectividad que demuestre el por qué de la selección propuesta por el aplicante. El emplazamiento-alternativa elegido por el aplicante debe pues demostrarse ser resultado de un proceso de selección, conse-

cuencia de un análisis de alternativas cuyos costes y beneficios ambientales han sido evaluados y comparados a través de un detallado análisis de coste-efectividad.

De entrada debe justificarse la necesidad de nueva generación de energía. La selección de áreas o emplazamientos candidatos lo hará conforme a la Regulatory Guide 4.7. (Op. cit.) donde se trató en relación a este aspecto, del controvertido problema de la llamada «región de interés», cuya definición es sumamente flexible y en consecuencia ambigua. Según el documento se entiende por región de interés: «El área geográfica inicialmente considerada en el proceso de selección de la ubicación. Este área puede representar el área de influencia del aplicante, el área de mercado o el área dentro de la que se basan los estudios de planificación del aplicante, o el consejo de seguridad regional, o la apropiada subregión o área del consejo de seguridad» (p. 9-1).

Parece obvio que la confusión sembrada por tal definición pueda levantar suspicacias, que serán tratadas desde diversos ángulos tal y como se verá más adelante.

Resulta interesante que la solución de otras ubicaciones alternativas deba incluir la proposición y valoración de otras opciones energéticas (gas, carbón, etc.) para abastecer esa demanda estimada. Evidentemente el aplicante, que elabora todo el trabajo para justificar una ubicación de una central nuclear que ya ha elegido, dispone de los argumentos que él considera adecuados para llevar a cabo su proyecto. La temática del coste de la energía procedente de las diversas fuentes disponibles ha generado una disparidad de criterios y valoraciones muy controvertidas. No existe claridad respecto a los cálculos del coste del KW. procedente de distintas alternativas continuando aún hoy siendo un tema harto polémico al que se hará referencia más extensa. Por otra parte, puesto que la selección de las alternativas, tanto para emplazamientos nucleares como para plantas convencionales, es realizada por el aplicante, parece obvio reconocer que éste, previa selección del emplazamiento elegido de antemano, no tendrá dificultades en señalar otros emplazamientos generadores de mayores inconvenientes en esa área geográfica que también él define. De esta forma garantiza en gran medida la ubicación previamente seleccionada y asegura el coste de estudios e informes ya incurrido por el aplicante hasta ese momento.

Por otra parte, no se espera que el aplicante desarrolle detallados estudios ambientales de las ubicaciones alternativas que presenta.

Únicamente se le exigen «investigaciones preliminares de reconocimiento» (p. 9.3.).

En justificación de su propuesta se requiere al aplicante que presente análisis de coste —efectividad de alternativas realistas en términos de costes económicos y ambientales para demostrar por qué la combinación propuesta de alternativa— ubicación es preferible sobre cualquier otra alternativa. La contradicción que se presenta entre esta exigencia y el criterio de que no contenga detallados estudios de las alternativas es evidente. El candidato no está obligado a presentar profundos estudios del coste de las otras alternativas por lo que no es posible llevar a cabo una rigurosa investigación de los supuestos y del proceso analítico seguido para concluir en unas cifras finales del precio del Kwh de cada alternativa, ni de las externalidades generadas.

En la evaluación de beneficios y costes para la comparación de alternativas, se describen una serie de factores de forma orientativa (p. 9-4). Estos son:

#### Factores de Ingeniería y Ambientales:

Metereología, Geología, Sismología, Hidrología, Densidad de población, Acceso a las redes viarias, de ferrocarril y vías de transporte acuático, Abastecimiento energético y posibilidades de disposición de residuos, Disponibilidad de agua para refrigeración, Calidad del agua; Sensibilidad de los hábitats terrestres y acuáticos afectados; Impacto sobre recursos, Usos del suelo, Previstos usos recreacionales, Valores paisajísticos.

#### Factores de Transmisión:

Acceso al sistema eléctrico de transporte; Problemas de apertura de nuevas redes eléctricas, Problemas de seguridad del transporte; Minimización de las pérdidas de transmisión.

#### Factores de Construcción:

Acceso al equipamiento y materiales; Accesibilidad, vivienda, etc., para los trabajadores de construcción.

Factores de Usos del Suelo: Compatibilidad con las zonificaciones y planes existentes.

Factores Institucionales.

Factores Relacionados con los costos:

Costes de construcción y de transmisión; Costes del fuel (anuales); Costes de operación y mantenimiento (anuales).

Factores operacionales.

Factores de Costes de los Emplazamientos Alternativos:

Derechos sobre el uso del suelo y del agua; Posibilidades de estaciones de base; Sistema principal de refrigeración; Estructuras de refrigeración y sistemas de descarga; Subestaciones y transmisión; Acceso viario y de ferrocarril; Preparación del emplazamiento.

Los factores de evaluación descritos, servirán para la comparación de alternativas de emplazamientos en un único sector, por ejemplo alternativas de ubicaciones nucleares, pero no para la comparación de distintas alternativas energéticas posibles en varios emplazamientos. Por otro lado, la mayor parte de los factores señalados abarcan elementos tangibles y desde la perspectiva de la empresa o compañía privada, soslayándose costes sociales y económicos a corto y largo plazo no internalizados por la empresa, aspecto éste que se tratará con mayor extensión en próximos epígrafes.

Finalmente, la guía reguladora solicita una descripción de las alternativas del diseño de los sistemas de la planta nuclear y valoración comparativa de los mismos, para acabar con un análisis resumen de costes y beneficios en el que debe demostrar por qué, a juicio del aplicante, los beneficios agregados superan a los costes agregados. Reconocen que parte de los costes y los beneficios no son monetarizables al estilo del clásico análisis coste-beneficio, pues aparecen muchos factores de naturaleza no conmensurable, por lo que no es posible obtener un resultado en términos cuantitativos. El grado en que los beneficios superan a los costes es un factor que no está obligado a tratar el aplicante, pero que sí será considerado en el estudio de impacto ambiental que elabore la NRC, que preparará también un análisis coste-beneficio en dicho documento. En definitiva, el aplicante ayudará con su documento a la elaboración del análisis coste-beneficio que finalizará después la NRC, facilitando la evaluación que haga la Comisión.

El procedimiento referido de evaluación viene exigido por 10 CFR Part 51 (51.20 (b)) (Op. cit.).



## CAPITULO 3

### 3. REVISION DE LA POLITICA DE UBICACION POR LA TASK FORCE DE LA NRC (1979)

#### 3.1. Introducción

En agosto de 1979 se publicó el informe de la «Siting Policy Task Force» (1) que marca un hito importante en la revisión de la política de ubicación de reactores nucleares llevada hasta esa fecha en los EE.UU. y en la práctica totalidad del mundo occidental.

Aunque las deliberaciones del equipo de trabajo tuvieron lugar antes del accidente de Three Mile Island (TMI, marzo 1979), el informe se completó después del mismo, por lo que no aparece ninguna referencia a Harrisburg y sí una explícita constatación de que las deliberaciones que condujeron al informe se realizaron antes del accidente de TMI (2). Este hecho, aparentemente intrascendente, tiene su importancia, pues el conocido informe «Kemeny» de la Comisión Presidencial (3) está fechado a finales de octubre de 1979.

---

(1) «Report of the Siting Policy Task Force». Office of Nuclear Reactor Regulation. U.S. NRC. NUREG, 0625, august, 1979.

(2) Ibid., p. 41.

(3) Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island, «The Need for Change. The Legacy of TMI», October, 1979, Washington, D.C.

Parecería deducirse al menos es una interpretación legítima —que el staff de la NRC intentó cubrirse del descalabro que el accidente de TMI generó en las premisas y supuestos previamente mantenidos con respecto a multitud de factores relativos a la alternativa nuclear y específicamente a la política de ubicación. Al no internalizar en su informe las enseñanzas de TMI mostraban que ya antes del accidente existía una voluntad de cambio y adaptación con respecto a la política seguida hasta entonces. Desde esta perspectiva puede afirmarse que el informe de la Task Force, que se comentará extensamente, es sólo una primera etapa en esa necesidad de cambio que la política de ubicación de reactores nucleares venía exigiendo desde hacía tiempo.

El nuevo enfoque de la política de ubicación supone un cambio drástico con respecto a la práctica seguida hasta entonces, aunque no llegue a formular con precisión los factores, análisis y concretas especificaciones de una política de ubicación comprensiva, aún por diseñarse. Evidentemente, las nuevas reconsideraciones deberán tener una inmediata repercusión en las estrategias y criterios de ubicación que se lleven en el resto de los países que dispongan o tengan previsto incorporar los reactores de agua ligera (LWR) de diseño americano. Aunque la adaptación será lenta, todo país es consciente del papel de brújula jugado por la experiencia americana en la temática nuclear.

Fue en agosto de 1978 cuando la NRC, consciente de la debilidad presente en varios de los supuestos y, en general, la filosofía en que se fundamentaba la política de ubicación, encargó a su staff un informe sobre este tema. El Task Force que elaboró el informe recomendaba cambios importantes en la política de ubicación seguida hasta entonces. En síntesis las recomendaciones iban dirigidas a cumplir los siguientes objetivos:

1. «Reforzar la ubicación estableciendo requerimientos para la aprobación de un emplazamiento independientes de las consideraciones del diseño de la planta. La política actual de permitir que las características del diseño compensen las desfavorables características del emplazamiento ha resultado en una mejora del diseño pero ha tendido a desincentivar el alejamiento del emplazamiento». Este nuevo enfoque aparece de una importancia extraordinaria en cuanto que deja de priorizar el diseño de ingeniería y los posibles sistemas técnicos de seguridad como factores fundamentales en la seguridad de los reactores y emplazamientos. La confianza en los sistemas de ingeniería técnica ha venido permitiendo sacrificar cualquier característica desfavorable del emplazamiento, por lo

que la política de ubicación venía siendo más una política de ingeniería técnica que otra cosa, aunque se adornara el proceso con estudios de impacto ambiental y análisis de coste-beneficio.

2. Otro segundo objetivo consiste en «tomar en consideración en la ubicación, el riesgo asociado con los accidentes más allá del referido como base de diseño (Clase 9), estableciendo densidades de población y criterios de distribución... El riesgo puede reducirse significativamente seleccionando un emplazamiento determinado». La infravaloración de los riesgos venía siendo denunciada desde múltiples plataformas, incluso por técnicos altamente cualificados de la NRC que salían del organismo para denunciar irregularidades y ocultación de información sobre riesgos reales y aspectos no resueltos de la alternativa. El fracaso del informe Ramussen sobre riesgo de accidentes y posteriormente el accidente de TMI, no dejan lugar a dudas en cuanto a la urgente necesidad de revisar antiguos supuestos. Los accidentes clase 9, jamás habían sido tomados en cuenta en la política de ubicación. Su nueva incorporación exigirá restricciones considerablemente más rígidas, no susceptibles de ser ya paliadas a través del diseño de ingeniería.
3. Finalmente, visualizan en sus recomendaciones un tercer objetivo «Requerir que la selección de emplazamientos minime el riesgo derivado de la generación de energía. Las ubicaciones seleccionadas deberían estar entre las mejores de la región en la que se necesite una nueva capacidad de generación». Objetivo éste nada nuevo y original, puesto que venía estando también presente en la política anterior. Nuevamente aparece la ambigüedad implícita en el término «región», que se presta a múltiples manipulaciones e imprecisiones.

En la preparación del informe la Task Force identifica una serie de premisas entre las que se destacan las siguientes (4):

1. Las responsabilidades fundamentales que tiene asignadas la NRC son «la protección de la comunidad desde el punto de vista de la salud radiológica y seguridad, así como la protección del medio ambiente». Estas responsabilidades quedaron

---

(4) NUREG-0625, Loc. Cit., p. 5-6.

establecidas en el Energy Reorganization Act de 1974 que separó las funciones del «desarrollo y promoción» de las de «regulación» en dos agencias diferentes, desapareciendo la AEC que aglutinó durante su existencia ambas contradictorias funciones.

2. «En la ubicación de centrales nucleares el aplicante selecciona los emplazamientos para ser revisados y la NRC supervisa los mismos tomando la decisión de aprobar o desaprobar la propuesta. La NRC ni recomienda las ubicaciones específicas a los aplicantes ni participa en el proceso de selección de ubicaciones de los aplicantes». Esta es precisamente una de las mayores debilidades del procedimiento. El aplicante no sólo selecciona los emplazamientos, cuando propone uno específico como el más satisfactorio desde sus intereses, sino que además delimita también la región dentro de la que debe instalarse un centro nuclear. El margen de maniobra que tal procedimiento implica es obvio. No parece resultar excesivamente complejo seleccionar el emplazamiento que más interese, desde el punto de vista de la compañía eléctrica y, después, encontrar otros emplazamientos que desde la perspectiva privada y pública puntúen desfavorablemente en relación a la ubicación ya escogida. Si además es el aplicante el que selecciona la región de interés, su margen de maniobra se ampliará considerablemente. Este procedimiento debería alterarse radicalmente a la vista de las características de la alternativa nuclear, sus potenciales implicaciones, externalidades, e importancia de dicho servicio desde la perspectiva pública. Tanto en la delimitación de la región de interés como en la selección de los emplazamientos debería participar, prioritariamente, el sector público, dentro de una política de ubicación de reactores nucleares diseñada a escala de grandes agregados espaciales y por los entes públicos.
3. «Es responsabilidad del aplicante facilitar información concerniente de todas las características significativas de una ubicación propuesta y de las alternativas en soporte de la que presenta ante la NRC». Esta premisa es una extensión de la anterior por lo que aparece sujeta a las mismas consideraciones. Se recordará de anteriores comentarios que la información y valoración de características de las alternativas no se exige sea excesivamente profunda en relación a la información y valoración obligada para con la ubicación propuesta.

4. Otra premisa, finalmente, digna de mención es la que hace referencia a la eventualidad de la aceptación de un emplazamiento. Es decir, un emplazamiento, por el hecho de haber obtenido la licencia de construcción y la de operación, no debe inferirse que permanecerá siendo aceptable durante toda la vida. El staff de la NRC se expresa así: «A pesar de que la aceptación de un emplazamiento se establece durante la revisión del permiso de construcción, nueva información pudiera requerir reabrir el caso de la aceptación del emplazamiento en cualquier momento durante la vida de la planta».

Particular importancia tiene, a la luz de esta exigencia, la densidad y distribución de población a lo largo de la vida de la planta. Puede que un emplazamiento, con unas características de la población aceptables en un momento determinado, no lo sean quince años después debido al cambio habido en las normas. De aquí se deduce que los emplazamientos impondrían unas rígidas servidumbres durante muchos años (25-30 años vida para los reactores nucleares comerciales).

### **3.2. Política de ubicación y práctica hasta el presente**

Antes de entrar en los cambios propuestos en la política de ubicación, es conveniente resaltar los rasgos más característicos que vienen prevaleciendo desde la promulgación en 1962 de 10 CFR Part y 50 y 10 CFR Part 100 (Op. cit.).

#### *3.2.1. Selección y revisión de la ubicación propuesta*

Es el aplicante el que selecciona una ubicación y lo remite para su revisión a la NRC. Tal y como 10 CFR Part 50 (50.34 (a)(1)) indica: «el aplicante deberá realizar una descripción y valoración de la seguridad del emplazamiento sobre el que la central se va a ubicar». Los factores a considerar al evaluar los emplazamientos vienen fijados por 10 CFR Part 100 (100.10).

La NRC revisa luego las características del emplazamiento propuesto y en el supuesto de que sean desfavorables, el aplicante tendrá la oportunidad de compensarlas a través del diseño de la planta.

Es difícil encontrar un proyecto en el que la NRC haya rechazado un emplazamiento en base a criterios de seguridad. Normalmente aprovecha el proceso de selección y revisión de ubicaciones contenido en la NEPA como mecanismo para demostrar que el emplazamiento

es inaceptable en base a apreciaciones medioambientales. Es el caso de Newbold en el que el staff dictaminó que existía una alternativa más deseable desde la perspectiva medioambiental (5). En el proyecto nuclear de Perryman la presencia de peligros externos y la alta densidad de población condujo a la NRC a rechazar la ubicación propuesta en la revisión ambiental, basados en la existencia de una ubicación alternativa obviamente superior (6).

En el caso del proyecto de Cementon, New York, la NRC, después de sopesar impactos ambientales y costes, recomendó rechazar la ubicación propuesta. Entre los impactos y costes que sirvieron de base para sus conclusiones están:

1. Utilizar torres de refrigeración (natural draft) con un inaceptable impacto estético sobre el paisaje y recursos naturales (particularmente la iglesia de Frederick E. Church, monumento nacional).
2. Impacto negativo económico sobre la comunidad de Cementon, ya que el suelo demandado requería desplazar a una empresa de cemento, repercutiendo en una pérdida de ingresos fiscales locales de \$ 212.000 al año. La compañía eléctrica sólo ingresaría en las arcas locales \$ 10.400 al año (7).

En general, la ausencia de estándares y limitaciones numéricas precisas de carácter vinculativo dificultaban rechazos a las propuestas, aunque el staff de la NRC publicó criterios de umbrales de densidad de población para su uso en la revisión que, según la NEPA, había que hacer de las ubicaciones alternativas (8).

Quizás la única referencia que la literatura nuclear ofrece, en relación con los criterios de densidad que podrían suponer una cuestión estricta de seguridad para rechazar un proyecto, es la referida a la

---

(5) Letter from L. Manning Muntzing. Director of Regulation to Robert L. Smith, President, Public Service Electric and Gas of New Jersey, oct., 5, 1973. Sin embargo, *Nucleonics Week*, oct., 1973, referenciaba este rechazo con otros argumentos: «En 1973 fue denegada una licencia para un centro nuclear en Newbold, sobre el río Delaware, en base a criterios de distribución de población. La población prevista en 1980 alcanzaba los 125.000 habitantes dentro del radio de 5 millas y 4,7 millones de habitantes dentro de las 30 millas».

(6) Letter from H.R. Denton, NRC, to J.W. Gore, Jr., Baltimore Gas and Electric Company, december 1, 1977.

(7) Ver Memo from John F. O'Leary to A. Giambusso and J.M. Hendrie, «Population Density Consideration in Acceptance Review of Nuclear Power Plant Applications». Nov., 28, 1973; Regulatory Guide 4.7. «General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations», Revisión 1, november 1975, U.S. NRC. Office of Standards Development.

(8) NRC staff recommends against New York nuclear power plant site». New Release, U.S. NRC Office of Public Affairs. February 13, 1979. Washington, D.C.

Regulatory Guide 4.7., nov. 1975, en la que se cita una cifra como criterio limitativo. Según la misma, el procedimiento y criterios de ubicación de la NRC tienen en cuenta la proximidad de la población, requiriendo que la densidad hasta las 30 millas (48 Km) no sea mayor de 500 hab/milla<sup>2</sup> (193 hab/Km<sup>2</sup>) en el momento de ponerse en funcionamiento y no superior a 1.000 hab/milla<sup>2</sup> (386 hab/Km<sup>2</sup>) durante el tiempo en que esté proyectada la vida de la planta (9).

En definitiva y hasta que se lleven a cabo los cambios recomendados aquí por la NRC, durante las décadas del 60 y 70 las cuestiones de seguridad sólo eran consideradas indirectamente en la comparación de alternativas (excepto el tema de densidades tratado) a través de la estimación de costos. Según la NRC se introducirá, a partir de esta revisión, una aproximación alternativa para cambiar esta práctica (10).

En lo referente a la revisión de la ubicación propuesta, el Task Force hace hincapié en que el máximo accidente creíble ha venido siendo el especificado en 10 CFR Par 100 (Op. cit.), a pesar de que ahora comienzan a ser concebibles accidentes más serios encuadrados dentro de la tipología Clase 9. Pero éstos nunca fueron analizados en la valoración de un emplazamiento propuesto, ni siquiera en el diseño de la planta. En concreto el máximo accidente creíble, se asumió, lo constituía la pérdida de refrigeración (LOCA). Los reactores eran de poca capacidad y se pensó que el llamado «melt down» (fundición o derretimiento) del corazón del reactor no era posible pues la integridad del edificio de contención resistiría al mismo. Más tarde se constataría la inconsistencia de esta suposición y los sistemas de refrigeración de emergencia del corazón del reactor (ECCS) se transformarían en un requerimiento obligado para todos los reactores.

En realidad, Part 100 era la única referencia en cuanto a exigencias en una política de ubicación, centrando sus directrices en la zona de exclusión, de baja población y distancia a un centro poblacional, con la original concesión en cuanto a la flexibilidad de su

---

(9) Regulatory Guide 4.7. (Op. cit.); Ver «Standard Format and Content of Safety Analysis». Report for NPP NUREG 75/094, Regulatory Guide 1.70. NRC. Sept., 1975 (p. 2-4); Citado también en «Nuclear Power. Issues and Choices», Report of the Nuclear Energy Policy Study Group Ford Foundation. Ballinger, 1977 (p. 239). La interpretación que hace Donald W. Stever, Jr. 1980 (Op. cit.) es que las densidades de población que no excedan de 500 hab/milla<sup>2</sup> y 1.000 hab/milla<sup>2</sup> se entiende sobre cualquier distancia radial hasta las 30 millas (p. 78).

(10) «Modification of the Policy and Regulatory Practice Governing the Siting of Nuclear Power Reactors Revision of Reactor Siting Criteria, 1980 Advance Notice 7590-01 (p. 8).

interpretación al permitir que las características desfavorables de un emplazamiento se compensaran por los sistemas de ingeniería de seguridad, es decir, por factores de diseño. De esta forma, la protección que garantizaba la distancia, el aislamiento del reactor con respecto a la población, quedaba subestimada a merced de la confianza en la tecnología (11).

Las zonas o áreas definidas en el entorno del emplazamiento se diseñaban tomando como referencia límites de dosis radioactivas resultantes de un máximo accidente o accidente base de diseño. La práctica en relación al cálculo de dosis, que partía de unos supuestos que han sido y vienen siendo muy cuestionados (aspecto que se desarrollará en próximos epígrafes), está documentada en numerosos Regulatory Guides y Standard Review Plans, apareciendo el método con algunos ejemplos en el informe TID-14844, 1962 (Op. cit.).

La Task Force reconoce ahora la deficiencia del procedimiento al basarse los cálculos sólo en la inhalación de la radioactividad ambiental, realizarse para un «hombre estándar» y no para otros estratos de la población más sensibles (niños, ancianos, etc.) e ignorarse otros caminos posibles para las dosis, tales como ingestión de leche contaminada con posterioridad a la decantación de la yodina sobre el suelo, etc. (12).

Son limitadísimos los casos en los que no han podido añadirse mejoras relacionadas con una mayor ocupación del suelo, incorporación de diseños de ingeniería más avanzados, etc., para compensar características negativas de la ubicación como consecuencia del cálculo de dosis.

Con respecto al área de exclusión, cuyas distancias oscilan desde 0,1 millas a 0,6 millas (1 Km), ésta se definió con los objetivos de controlar el uso del suelo cercano a la planta, proteger al público en caso de accidente y proteger la central de posibles catástrofes o acontecimientos exteriores producidos por la actividad humana. Ha existido la proposición de radios mínimos de 0,5 millas para la zona de exclusión como requerimiento de ubicación obligatoria (13), pero a pesar de proceder del staff de la NRC nunca prosperó. Por otra parte, existe cierto confucionismo en la oscilación de la distancia de esta zona y la distancia típica. Así la USNRC Regulatory Guide 4.2, 1975 (Op. cit.) consideraba que el área mínima de exclusión era de 0,4

---

(11) NUREG-0625, Loc. Cit. pp. 10-11.

(12) Ibid. p. 13.

(13) Nucleonics Week, mayo 1973.

millas. Para WASH-1258, 1973 (Op. cit.) la banda de fluctuación oscila entre 0,11 y 1 milla, siendo la distancia media de 0,46 millas.

Similares diferencias existen en cuanto a la Zona de Baja Población. Para el documento comentado el límite exterior típico es de 2 a 3 millas. Para la Regulatory Guide 4.2, 3 millas es la distancia adecuada. Sin embargo, WASH 1258 señala que ésta oscila desde 0,44 millas a 7 millas (11,2 Km), siendo una distancia típica 3,3 millas (5,3 Km). La ZBP se definió con objeto de que en ella fuera posible la evacuación de emergencia y como zona colchón entre el área de exclusión y las grandes concentraciones de población para controlar o minimizar las consecuencias en caso de accidente.

Con respecto a la distancia al centro de población de más de 25.000 residentes, su propósito era el de proveer de alguna adicional medida de protección en el supuesto «remoto» de accidentes mayores de aquellos considerados creíbles. Accidentes éstos no compensados por el diseño de la planta. Si la distancia al centro de población no cumple el test, la práctica del staff ha sido que el aplicante proponga modificaciones que consigan una zona de baja población más pequeña, de forma que al calcular después la distancia al centro de población se cumplan las especificaciones. La NRC sin embargo amplió de forma poco precisa el concepto con la apreciación siguiente: «cuando grandes ciudades estén afectadas, una mayor distancia (que la distancia al centro de población) puede ser necesaria debido a consideraciones de dosis total sobre la población integrada» (10 CFR Part 100 Secc. 100.11 (a) (3), Op. cit.). Claro que nunca definió lo que entendía por «grandes ciudades» ni «mayor distancia».

La densidad de población es otro aspecto trascendental, de cara a la seguridad de la ubicación, que aparece también deficientemente tratado. No existe una guía específica en las regulaciones en relación con la densidad de población. La preocupación del staff —debido entre otras razones a la intensidad de las críticas— sobre la ubicación de reactores en áreas densamente pobladas condujo al desarrollo de guías de población en ese sentido (14).

La Regulatory Guide 4.7, nov. 75 (Op. cit.) ha venido siendo el documento más avanzado en cuanto a los aspectos de población y densidad referidos en la práctica por el staff de la NRC. La guía señala:

---

(14) Ver NUREG-0478 «Metropolitan Siting—A Historical Perspective», oct. 1978; También Memorandum from John F. O'Leary et al., 1973 (Op. cit.) y Regulatory Guide, 4.7., 1975 (Op. cit.).

«Las áreas de baja densidad de población son preferibles para la ubicación de plantas nucleares... Si la densidad de población en la ubicación propuesta no es aceptablemente baja, entonces el aplicante será requerido para que preste especial atención a ubicaciones alternativas con densidades de población más bajas.

Si la densidad de población, incluyendo una ponderación de la población transeúnte, proyectada en el momento de la puesta en marcha de la central nuclear excede de 500 hab/milla<sup>2</sup> (193 hab/Km<sup>2</sup>), promediada sobre cualquier distancia radial hasta 30 millas (48 Km), o la densidad de población proyectada sobre la vida de la planta excede de 1.000 hab/milla<sup>2</sup> (386 hab/Km<sup>2</sup>), promediando sobre cualquier distancia radial hasta las 30 millas, debe darse especial atención a la consideración de ubicaciones alternativas con más bajas densidades de población.

La población transeúnte debe de ser incluida en aquellas ubicaciones con un significativo número de habitantes... La población transeúnte debe tomarse en consideración ponderando la misma de acuerdo con la fracción de tiempo que los transeúntes permanecen en el área».

Pues bien, a pesar de estas directrices que casi cumplen el papel de estándares máximos de población, «una ubicación que exceda estas densidades de población, puede sin embargo seleccionarse y aprobarse —señala el Task Force— si no existe una clara ubicación alternativa superior» (15).

Respecto a los cambios en la población que puedan darse durante la vida operativa del reactor, el Statment of Consideration de Part 100 especifica que «La revisión por la AEC del uso del suelo de los alrededores de una ubicación propuesta incluye consideraciones del crecimiento residencial potencial». El criterio establecido en 10 CFR Part 100.11 debe cumplirse para la población proyectada durante la vida de la planta. La NRC (Office of Inspection and Enforcement) revisa, por otra parte, la población y cambio de usos del suelo en la vecindad de la ubicación cada tres años, con objeto de determinar si han ocurrido cambios significativos.

En la revisión de la ubicación propuesta se consideran también las actividades peligrosas en la proximidad tal y como especifica Part 100.10 (Op. cit.). La práctica del staff aparece expresada en las

---

(15) NUREG-0625, Loc. Cit. p. 19.

Regulatory Guides y el Standard Review Plan (16), aunque en general resulta sumamente ambigua por carecer de estándares concretos.

Algunas acciones administrativas han sido instrumentalizadas en varios casos para controlar el desarrollo de situaciones potencialmente peligrosas, destacando cambios significativos que fueron exigidos en las actividades de los aeropuertos cerca de Three Mile Island, en los desarrollos relacionados con el tráfico cerca de Hope Creek Plant, de gas natural licuado (LNG) y en la planta de gas natural licuado de Cove Point, cerca de Calvert Cliffs (17).

La política seguida en cuanto a la planificación de emergencia es uno de los aspectos con tratamiento más endeble de las guías reguladoras y demás documentos oficiales, estando sus directrices incluidas en 10 CFR (100-3) al definir el área de exclusión y de baja población. Evidentemente será uno de los cambios propuestos que será tratado con suficiente extensión más adelante.

La temática que enfoca los fenómenos naturales y las características físicas son abordadas, tal y como se señaló en el análisis de 10 CFR Part 100 (Op. cit.), en su Apéndice A, donde se facilitan criterios de ubicación sísmicos y geológicos, describiéndose la naturaleza de las investigaciones requeridas para obtener los datos que determinen la idoneidad o no del emplazamiento (18). En este campo se refleja con especial frecuencia la filosofía de compensación, por medio del diseño de la ingeniería, de las desfavorables características físicas del emplazamiento.

El Task Force reconoce también la debilidad del tratamiento que subyace en el modelo concentrado de reactores, ligeramente abordado en Part 100 (11.(b)) bajo el epíteto de «ubicación múltiple», donde se distingue entre los reactores independientes entre sí y aquellos para los que pueda haber un grado de interdependencia. La regulación se limita prácticamente a indicar que los escapes radiactivos procedentes de la simultánea operación de múltiples reactores en una ubicación no deben exceder los límites permitidos en las regulaciones aplicables. Cita el Criterio de Diseño General 5 (Part 50, Apéndice A) que prohíbe compartir estructuras, sistemas y componentes entre las unidades nu-

---

(16) Regulatory Guides 1.70.8 y 1.91; SRP Sections 2.2.3., 3.5.15 y 3.5.1.6.

(17) NUREG-0625, Loc. Cit. p. 22.

(18) Factores que se comentan en detalle en: «Geologic and Seismic Siting Policy and Practice for Nuclear Plants», SECY-77-288A, august 1977. U.S. NRC; «Identification of Issues Pertinent to Seismic and Geologic Siting Regulation, Policy and Practice for Nuclear Power Plants», SECY-79-300, april, 1979, U.S. NRC.

cleares, a menos que el aplicante pueda demostrar que esa utilización conjunta no pueda afectar significativamente a los sistemas de paralización de seguridad del resto de las unidades, en el caso de un accidente en cualquiera de ellas. Este aspecto será tratado con más extensión en el Capítulo 6 de este trabajo, dedicado exclusivamente al modelo concentrado de los Centros de Energía Nuclear.

### 3.2.2 *Requerimientos medioambientales*

En el capítulo 2 se ha desarrollado la NEPA, guías generales y criterios en la preparación de informes ambientales. Se destacaba la exigencia de presentar ubicaciones alternativas a la propuesta, dentro de la denominada «región de interés» del aplicante, área geográfica que siempre ha sido aceptada por el staff de la NRC y que en la generalidad de los casos suele coincidir con el área de servicio de la compañía eléctrica.

La Task Force destaca que «hasta 1978, la revisión por la NRC de las ubicaciones alternativas no había conllevado una profunda revisión del proceso de selección del aplicante y de las alternativas, a menos que importantes cualidades inferiores fueran identificadas en la propuesta del aplicante» (19). Resulta palmario deducir que, puesto que el aplicante es el que selecciona la «región de interés» el emplazamiento que propone y los emplazamientos alternativos que considera inferiores, es sumamente difícil que no tenga bien preparada la defensa de su propuesta cuando él es el que marca el campo de juego ajustándose a las guías, regulaciones y especificaciones de la Administración y legislación al respecto.

Ahora, sin embargo, la NRC conduce —según la Task Force— de forma rutinaria, detalladas revisiones de ubicaciones alternativas en situaciones en las que no son identificadas sustanciales cualidades inferiores en la ubicación propuesta por la compañía eléctrica. Por otra parte, y según quedó establecido en NUREG-0499 (20), también revisa el proceso utilizado por el aplicante tanto para seleccionar el emplazamiento como las alternativas.

Después de determinar que las ubicaciones alternativas están «entre las mejores que razonablemente podían encontrarse», el staff las compara con la propuesta por la compañía para deducir si alguna

---

(19) NUREG-0625, Loc. Cit. p. 31.

(20) «Preliminary Statement on General Policy for Rulemaking to Improve Nuclear Power Plant Licensing». NUREG-0499, U.S. NRC, december 1978, and Supplement 1 «General Considerations and Issues of significance on the Evaluation of Alternative Sites for Nuclear Generating Stations Under NEPA».

de las alternativas es «obviamente superior». En caso afirmativo, cosa extremadamente inusual en la historia de la intervención de la NRC, se recomendará el rechazo de la ubicación propuesta. A finales de la década del 70 se desarrolló un test de dos fases para determinar la superioridad «obvia» entre las ubicaciones candidatas. En la primera fase se consideró por el staff de la NRC factores como: disponibilidad de agua, calidad del agua, recursos biológicos acuáticos y terrestres, usos del suelo y del agua y aspectos socio-económicos y de población para determinar si existía una ubicación «ambientalmente preferida». En la segunda fase se analizaban las consideraciones económicas actuales y previsibles, la tecnología y los factores institucionales, para conocer si esa ubicación «obviamente superior» existía. Concretamente los factores escrutados eran:

- Costes de construcción y operación del proyecto.
- Consideraciones tecnológicas.
- Costes adicionales incluyendo costes del retraso.
- Otros criterios tales como posibles barreras institucionales, etc.

Si al considerar ambas fases del test aparecería una alternativa ambientalmente preferible que fuera «obviamente superior» a la propuesta, esta sería rechazada.

Los requerimientos medio-ambientales exigen también de la participación de agencias federales en ese proceso de selección de la ubicación. Así la Agencia de Protección Ambiental (EPA) tiene autoridad reguladora sobre la calidad del agua, evaluando los impactos sobre el agua y biota y comentando sobre los estudios de impacto ambiental (EIS). La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica asesora en cuestiones relativas a la dispersión atmosférica de contaminantes. El Departamento de Energía interviene en los EIS y asiste en la evaluación de los costes de transmisión. El Departamento del Interior opina sobre los EIS y asiste en la evaluación de múltiples impactos, así como el Departamento Geológico (U.S. Geological Survey). El Departamento de Comercio comenta también sobre los EIS asistiendo en las evaluaciones de especies en peligro, zonas costeras, etc. En igual medida participan el Departamento de Agricultura en los aspectos que le conciernen y el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano, Consejo de Asesoramiento sobre Preservación Histórica, Departamento de Transporte, Consejo de Calidad Ambiental y Departamento de Defensa.

La participación de agencias gubernamentales no exige al procedimiento de mantener a la comunidad informada sobre las consideraciones y decisiones concernientes a la ubicación, ofreciendo a toda persona interesada los estudios de impacto ambiental y otros documentos para su comentario en las sesiones públicas que se organizan (public hearing) en las localidades próximas al emplazamiento. El objeto es informar, recibir comentarios e información y responder a las preguntas que en esos foros se presenten. Han existido muchas críticas, desde la oposición a los proyectos, a la forma en que se viene llevando este procedimiento bajo el calificativo de planificación «abierta», permitiendo una «simbólica» participación al final del proceso (21). Desde otra perspectiva, el descontento se manifiesta también en el seno de las compañías eléctricas y de la actual Administración Reagan que estiman que el procedimiento alarga excesivamente el proceso generando costosos retrasos.

### 3.3. Criterios generales del nuevo enfoque

La filosofía contemplada de permitir que las características del diseño de la planta y la ingeniería de seguridad compensaran cualquier característica desfavorable del emplazamiento propuesto por el aplicante, ha desincentivado y debilitado el factor de ubicación remota, aislada con respecto a áreas poblacionales y de fuerte actividad económica. La tendencia a olvidar la importancia de la ubicación como una medida adicional, pero de gran trascendencia en cuanto a la seguridad, era la tónica que hasta finales de los 70 estuvo presente en las políticas de ubicación no sólo de EE.UU. sino de la práctica totalidad de los países occidentales dependientes, en gran medida, no sólo tecnológicamente sino también en los criterios, del enfoque americano.

La Comisión intenta ahora volver a enfatizar la deseabilidad del aislamiento del emplazamiento, con independencia de las características de la ingeniería de seguridad y diseño de la planta. Ello a pesar de que según la NRC «las mejoras en el diseño de ingeniería permanezcan siendo una forma válida, probada e importante reducir para el público los riesgos del funcionamiento de una central nuclear» (22).

---

(21) Ver «Citizen Participation in Power Plant Siting». Dennis W. Ducsick, *APA Journal*, April, 1981 (pp. 154-166).

(22) «Modification of the Policy...». Advance Notice of Rulemaking: Revision of Reactor Siting Criteria U.S. NRC, 1980, p. 6 (Op. cit.).

Por otra parte, otro drástico cambio en los criterios generales es que la valoración de las dosis, que ha tendido también a restar importancia al aislamiento del emplazamiento, no deberá usarse en el futuro como la medida dominante de la aceptabilidad de una ubicación.

En definitiva, el problema fundamental de la práctica del staff es que «permitió una erosión del intento original establecido en Part 100, respecto al uso de la distribución de población y la distancia, como elementos de profunda defensa en la protección adicional contra las consecuencias de accidentes más allá de aquellos para los que la planta es diseñada (23).

La Task Force estima que los objetivos básicos pueden alcanzarse modificando Part 100 para limitar así la flexibilidad frecuentemente permitida en la ubicación, reafirmando el uso de la densidad de población y la distancia como elementos fundamentales de una política de ubicación, tal y como fueron concebidos en un principio. Esto puede conseguirse «aislando las decisiones sobre el diseño de la planta concernientes a la mitigación de accidentes, de las decisiones de ubicación por medio del requerimiento de límites fijos sobre la densidad de población y sobre las distancias e incluyendo, implícitamente en Part 100, consideraciones sobre el riesgo asociado con accidentes más allá de aquellos para los que la planta está diseñada» (24).

El enfoque prevaleciente en el establecimiento del área de exclusión, LPZ y distancia al centro de población, basado en cálculos de dosis que descansan en la supuesta eficacia de los sistemas de ingeniería de seguridad, queda retirado como base para decidir la aceptabilidad de un emplazamiento.

Aparecen, pues, criterios de ubicación independientes, junto a otros como:

- el diseño y control de calidad para prever accidente,
- las características del diseño para mitigar las consecuencias de accidentes, y
- la planificación de emergencia.

En las recomendaciones, el principio que prevalecerá será el dar más énfasis al aislamiento (entendiéndose éste respecto a la población

---

(23) NUREG-0625, Loc. Cit. p. 41.

(24) Ibid. pp. 41-42.

y grandes áreas industriales), reconociéndose que la protección respecto a los accidentes no está sólo relacionada con el aislamiento de la ubicación, sino también con la planificación de emergencia.

Los dos posibles enfoques que considera la Task Force para, a través de la ubicación, implementar ahora la protección contra accidentes Clase 9, son:

- a) modificar las regulaciones para requerir cálculos específicos de la ubicación, en relación a las consecuencias de accidentes Clase 9.
- b) modificar las regulaciones para incluir requerimientos específicos relacionados con el aislamiento de la ubicación y la densidad y distribución de la población basados en consideraciones genéricas de las consecuencias de accidentes Clase 9.

Sea cual fuera el enfoque, los modelos de cálculo utilizables son similares, incluyendo —según manifiesta la Task Force— grandes incertidumbres. «En el futuro será prudente reestablecer la distancia como un importante factor de garantía» (25).

A pesar de admitir estos cambios radicales necesarios en la política de ubicación de reactores, se observa en la Task Force reticencias con respecto a llevar excesivamente lejos el cambio, estableciendo unas comparaciones no muy científicas con la alternativa del carbón y llegando a manifestar que en ésta «los riesgos generales pueden ser aún mayores que en la alternativa nuclear» (26). La Task Force dice reconocer que pueden venir cambios en el sistema de regulación «como resultado de actividades asociadas con la investigación del incidente del TMI-2 (\*), que resultarán en una reducción del riesgo». La misma terminología aquí empleada es significativa de la reticencia observada, ya que para la NRC es muy distinto el vocablo «incidente» de «accidente», término que sólo fue incorporado en los documentos oficiales y en el léxico habitual sobre el caso, algunos meses después del acontecimiento.

La preocupación que subyace en la Task Force es que el accidente de TMI pueda tener consecuencias excesivamente rígidas en las re-

---

(25) Ibid. p. 43.

(26) Ibid. p. 44.

(\*) En el texto se reconoce que aunque las deliberaciones para la elaboración de este informe tuvieron lugar antes del accidente de TMI, el trabajo se completó poco después del accidente. Con ello parecen querer justificar que aquí no se han tenido en cuenta los resultados y recomendaciones como consecuencia del accidente de Harrisburg.

gulaciones sobre la ubicación y, por ende, en la propia alternativa nuclear, ya sumida en una intensa crisis en 1979-1980. Por ello, aunque concluye que deben desarrollarse criterios de ubicación que vuelvan a enfatizar la contribución de las características favorables de la ubicación, con objeto de conseguir un bajo nivel de riesgo residual, señala sin embargo, a renglón seguido, que «los criterios de ubicación no necesitan ni deben ser tan rígidos como para eliminar de grandes regiones de la nación la potencial ubicación de reactores»... «Los criterios de ubicación deben ser numéricos cuando sea posible y pudieran fundamentarse en términos regionales» (27). Esta apreciación «regional» si no es desarrollada y matizada en el futuro con más precisión, seguirá originando una fuerte controversia, tal y como ha sido comentado en otras partes de este trabajo. La Task Force muestra su preocupación con ciertos emplazamientos ya aprobados, basados en la pasada experiencia de concesión de licencias; emplazamientos que hoy no serían admitidos.

### 3.4. Recomendaciones específicas

La Recomendación n.º 1 es quizás la de mayor trascendencia para la futura política de ubicación de reactores. Parte de la necesidad de revisar Part 100 para cambiar la forma en que se articula la protección contra los accidentes, a través de la incorporación de una distancia fija del área de exclusión y de protección, además de unos criterios concretos de densidad y distribución de población. Para ello recomienda:

1. Especificar una distancia de exclusión mínima, de carácter fijo, basada en limitar el riesgo individual de los accidentes base de diseño. Las regulaciones deben clarificar el control, por la compañía eléctrica, de las actividades que tengan lugar en el suelo y agua que pertenezcan al área de exclusión.
2. Especificar una distancia de planificación de emergencia mínima, de carácter fijo, de 10 millas (16 Km). Las características físicas de la zona de planificación de emergencia (ZPE) deben garantizar una seguridad razonable de que la evacuación de las personas, incluyendo los transeúntes, será posible si es necesario mitigar las consecuencias del accidente.

---

(27) *Ibid.*, p. 45.

3. Incorporar densidades de población específicas y límites de distribución de esa población, fuera del área de exclusión, que sean dependientes de la población media de la región.
4. Remover o eliminar los requerimientos para calcular las dosis de radiación como medios para establecer distancias mínimas de exclusión y zonas de baja población (28).

Tal y como se analizó (cap. 1), el 10 CFR 100 (Op. cit.) requiere el cálculo de dosis de radiación para establecer las distancias de las distintas zonas rodeando al emplazamiento del reactor, cálculos en los que están implícitos los supuestos relacionados con el diseño de la planta. La Task Force estima que el análisis utilizado para calcular las distintas zonas, fundamentado en la eficacia de los sistemas de ingeniería de seguridad, no ofrecen suficiente énfasis al aislamiento como un importante contribuidor de la garantía de seguridad. En su opinión, los sistemas de ingeniería de seguridad pueden diseñarse para hacer casi cualquier ubicación aceptable, desde el punto de vista del cálculo de dosis en caso de accidente. Opinión ésta que no es del todo compartida en las esferas científicas, sobresaliendo los innumerables trabajos en este sentido de la Union of Concerned Scientists del MIT.

Aunque la Task Force no establece una distancia recomendada del área de exclusión señala, sin embargo, que un valor de 0,5 millas (800 mts.) «podría ofrecer una razonable seguridad». Resulta novedoso el énfasis que hacen en el sentido de que el área de exclusión debe de entenderse en todas las direcciones alrededor de la planta, incluyendo aquellas en las que exista sólo agua.

La zona de planificación de emergencia es concebido como un término menos confuso que la zona de baja población a la que sustituye, estimándose que debe abarcar como mínimo 10 millas (16 Km). Sin justificarse este valor, se remiten a que ésta fue la recomendación de la Task Force sobre planificación de emergencia formada por NRC/EPA. El criterio de las características físicas y de población que debe tipificarla no queda bien definido, limitándose a señalar que estas zonas deben ser tales «que provean de una garantía razonable de que una rápida evacuación de la ZPE, incluyendo la población transeúnte, será posible en el caso de un accidente» (29). Es de destacar la explícita matización de que las 10 millas se consideran una «distancia mínima», de donde puede evidentemente infe-

---

(28) Ibid., p. 46.

(29) Ibid., p. 48.

irse que la existencia de un centro poblacional importante en los límites de las 10 millas o incluso 15 o 20 millas ampliaría considerablemente esa zona de planificación de emergencia, así como las características infraestructurales y físicas del entorno del emplazamiento.

La última puntualización está relacionada con la densidad y distribución de la población, aspecto que parcialmente intentaba recoger el anterior concepto de «distancia al centro de población». La Task Force estima que la DCP no garantiza la protección originalmente prevista contra los graves accidentes Clase 9, recomendando reemplazar este concepto, entroncado en el excesivo crédito dado al diseño de ingeniería, con límites en la densidad y distribución de la población. Gran parte de la crítica en torno a la controversia de esta alternativa estima que no sólo los accidentes Clase 9, sino otros posibles de clase inferior, exigirían una total remodelación de la práctica de ubicación.

Las recomendaciones con respecto a la densidad y distribución de población tienen por objeto que el riesgo social se mantenga «en niveles razonables» al menos en la zona hasta las 20 millas (32 Km) del entorno del emplazamiento, considerándose que deben existir límites en las características de la población de ese entorno. Los límites en la densidad y agrupamientos de población deben establecerse por sectores y por anillos «desde la zona de exclusión hasta una distancia, quizás de 20 millas, detrás de la cual no habrá ya limitaciones sobre la población» (30). Esta recomendación de 20 millas representa ya una auténtica toma de conciencia en la consideración de la ubicación como un factor de seguridad imprescindible «per se», aunque no esté fundamentada en un riguroso cálculo de riesgos.

La Task Force reconoce que no ha completado aún un estudio definitivo sobre densidades y distancias, pero ofrece ya unas recomendaciones al respecto:

1. Desde el área de exclusión a las 5 millas (8 Km) la densidad de población, en el momento de puesta en marcha del reactor, no debería exceder de la mitad de la densidad de población media de la región en la que el reactor se localice, o 100 hab/milla<sup>2</sup> (39 hab/Km<sup>2</sup>), la que sea mayor. La población dentro de este anillo no deberá crecer más que el doble de la población original durante la vida de la planta y no más de la mitad del número permitido de personas en la zona deberá admitirse

---

(30) Ibid., p. 49.

dentro de cualquier sector de veintidós grados y medio. La población transeúnte deberá ser promediada de acuerdo con su ocupación dentro de este anillo.

El punto de referencia fundamental de la recomendación es la cifra de 39 hab/Km<sup>2</sup>. La alternativa en la que se refiere a la «región» resulta nuevamente ambigua e imprecisa, al no definir qué se entiende por «región». Por otra parte, aborda el importante aspecto de la distribución de población penalizando la excesiva concentración de la misma. Los sectores han sido calculados de forma ilustrativa, no siendo realista la aparente impresión de proceder tras un cálculo analítico.

2. Desde 5 a 10 millas (8-16 Km) la densidad de la población, durante la puesta en marcha del reactor, no debería exceder las 3/4 partes de la densidad de población media de la región en la que el reactor se localice o 150 hab/milla<sup>2</sup> (58 hab/Km<sup>2</sup>), el que sea mayor. No más de la mitad del número de habitantes permitido en este anillo debe admitirse en cualquier sector de veintidós grados y medio.

La puntualización expresada al punto primero es igualmente válida para este caso. La cifra de 58 hab/Km<sup>2</sup> es la referencia más significativa. La adopción de la alternativa en la que se refiere a la «región» podría conducir la decisión a un absurdo, en el supuesto de que la región tuviera una alta densidad.

3. Desde las 10 a las 20 millas (16 a 32 Km), la densidad de población, en la puesta en marcha del reactor, no debería exceder del doble de la densidad de población media de la región en la que se ubica el reactor, o 400 hab/milla<sup>2</sup> (154 hab/Km<sup>2</sup>), la que sea mayor. No más de la mitad del número de personas permitido en este anillo deberá admitirse en cualquier sector de veintidós grados y medio.

La cifra más representativa sería 154 hab/Km<sup>2</sup>. En cuanto a la distribución, el tratamiento dado a la concentración de población implica la exigencia virtual de que no existan concentraciones de población en estos 32 Km rodeando a la planta nuclear.

La recomendación n.º 2 representa también un gran avance con respecto a criterios precedentes en lo relativo a los peligros potenciales de las actividades humanas y características naturales del entorno del emplazamiento, estableciendo distancias mínimas para un abanico de actividades y atributos.

La 10 CFR Part 100 no dispone de guías específicas en el tratamiento de los peligros externos en la ubicación y diseño de la planta. La Task Force estima «que es importante mantener el factor de seguridad inherente en la distancia física y que el factor distancia no debe intercambiarse por sistemas de seguridad en el diseño del reactor» (31).

Las distancias específicas recomendadas de forma aproximativa son:

1. Aeropuertos, terminales de Gas Natural Licuado y áreas de almacenamiento de explosivos o materiales tóxicos no deben de estar más cerca de 5 millas (8 Km).
2. Oleoductos de propano. Una distancia mínima de 1,5 millas (2,4 Km).
3. Oleoductos de gas natural. Una distancia mínima de 0,5 millas (0,8 Km).
4. Fallas geológicas no más cerca de 12,5 millas (20 Km) (32).

Deben establecerse también distancias específicas para presas, zonas inundables y otro tipo de actividades que pudieran significar un riesgo para el funcionamiento de la Central Nuclear.

La Recomendación n.º 3, incide de nuevo en la necesidad de revisar Part 100 en el sentido de requerir una razonable garantía de que son posibles medidas de protección para limitar la contaminación del agua del subsuelo resultante de accidentes Clase 9.

La Recomendación n.º 4 aborda la revisión del Apéndice A de 10 CFR Part 100, con objeto de reflejar mejor la evolución de la tecnología en la valoración de peligros sísmicos.

La Recomendación n.º 5 contempla la revisión de Part 100 en lo referente a la inclusión de consideraciones sobre los cambios susceptibles de darse en las actividades externas a la planta después de haber sido concedida la licencia.

La Task Force saca a colación el caso del proyecto nuclear de Hope Creek en Newbold Island, donde la existencia de unos planes para el desarrollo de viviendas en la proximidad de la ubicación propuesta hicieron que el staff de la NRC recomendara que la compañía desplazara la planta a una nueva ubicación.

---

(31) Ibid., p. 51.

(32) Ver «Identification of Issues Pertaining to Seismic and Geologic Siting Regulations, Policy and Practice for Nuclear Power Plants» SECY-79-300. April, 27, 1979 (p. 51-52).

La recomendación sitúa la responsabilidad del conocimiento de los cambios potenciales del uso del suelo en la compañía eléctrica, sugiriendo que ésta debe estar en contacto con los planificadores para asegurarse de que tomen decisiones con pleno conocimiento del riesgo para la salud y seguridad de la comunidad.

La Recomendación n.º 6 señala que la selección de las ubicaciones debe realizarse de forma que no aparezcan características desfavorables que requieran un especial diseño para compensarlas. Se insiste en el principio de separar el diseño de la ubicación como factor de seguridad. La Task Force explícitamente manifiesta que las regulaciones hasta la fecha no ofrecen a la compañía eléctrica un apropiado incentivo para proponer emplazamientos que tengan un mínimo de características desfavorables y limita o condiciona al staff de la NRC a aceptar cualquier ubicación propuesta por el aplicante, siempre que el diseño de la planta incluya «apropiados y adecuados sistemas de ingeniería de seguridad compensatorios», tal y como reza Part 100.

En suma se sienta el importante principio de preservar la seguridad a través de la ubicación como forma no sustitutiva sino adicional a los sistemas de seguridad técnicos. ¿Cómo hacerlo? La Task Force considera tres posibles aproximaciones.

1. Proveer en las regulaciones límites específicos con ciertas características de la ubicación (densidad y distribución de la población, distancia a actividades peligrosas, etc.).
2. Requerir en las regulaciones una evaluación de ubicaciones alternativas en la revisión sobre la seguridad similar a la que se exige en la revisión ambiental.
3. Incluir en las regulaciones un requerimiento para que la compañía evite los sistemas de diseño compensatorios.

La recomendación emitida incide sin embargo en que la revisión sobre la seguridad de la ubicación continúe enfocándose en el emplazamiento propuesto y no en los alternativos, aunque no parece haber unanimidad entre todos los miembros respecto a este punto (33).

El criterio que prevalece en definitiva es que Part 100 debe ser cambiada para señalar que es deseable seleccionar las ubicaciones de reactores que no muestren características físicas y de uso del suelo desfavorables, que requieran especiales diseños compensatorios.

---

(33) NUREG-0625. Loc. Cit. p. 58.

La Recomendación n.º 7 se refiere a que la concesión de la licencia se establezca en las primeras fases del proceso y se especifiquen criterios para la posible reconsideración de esta decisión.

La Recomendación n.º 8 trata de reforzar en la concesión de la licencia, el papel jugado por los gobiernos estatales y locales, intentando fortalecer su posición en los procesos de revisión y aprobación de la ubicación. Para ello proponen revisar Part 51 con objeto de introducir la condición de que una decisión final que rechace una ubicación por parte de una agencia estatal en base a no estimar cumplido un aspecto considerado fundamental para el proyecto, será base suficiente para que la NRC dé por finalizada la revisión. Si, en consecuencia, la aprobación de una agencia estatal, en la que se encuentra el emplazamiento propuesto, ha sido denegada, no existe razón para continuar la revisión considerándose rechazado el emplazamiento. Ello representa también un cambio de enfoque en el sentido de reforzar el papel de los gobiernos estatales en la selección y aprobación de una ubicación. Esta nueva visión viene condicionada por el papel que a finales de la década del 70 venían jugando una diversidad de Estados al elaborar una legislación específica sobre la ubicación de instalaciones energéticas.

Finalmente, la recomendación n.º 9 insta a desarrollar una base única común para la comparación de riesgos procedentes de fenómenos naturales y acontecimientos externos a la planta en general. La necesidad de encontrar bases cuantitativamente uniformes para la comparación de riesgos es un problema general de cualquier método de evaluación en cuanto que trata con sistemas complejos multisectoriales y, evidentemente, la alternativa nuclear ejemplifica inequívocamente el caso.

Tras estas importantes recomendaciones, que alteran sustancialmente los criterios mantenidos hasta esa fecha, el documento de la Task Force comentado describe unas opiniones y sugerencias de grupos significativos dentro de la Task Force y de otras oficinas y programas que resultan sumamente ilustrativos.

### **3.5. Comentarios de otras oficinas nucleares involucradas**

Previamente a contrastar los comentarios de otras oficinas de la NRC a las que se les pidió su opinión sobre el trabajo de la Task Force, parece interesante reflejar una puntualización realizada por miembros de la Task Force implicados en la elaboración del informe.

La proposición de la Task Force en relación a los criterios de población recomendados fallan, al parecer con grandes diferencias en el riesgo, en el análisis hecho para grandes poblaciones, al emparejar la meteorología y la distribución de población. Parecería recomendable introducir factores meteorológicos que, en cualquier caso, corrigieran esos estándares generales haciéndolos más restrictivos en determinados supuestos meteorológicos desfavorables.

Entre las oficinas del establishment nuclear consultado destaca el comentario de Howard K. Shapar, Executive Legal Director de la NRC. Según él «la premisa de que la generación de energía eléctrica nuclear no es más dañina para la salud y el medio ambiente que la generación de energía procedente del carbón es altamente controvertida y me parece que la Comisión preferiría que los estándares de ubicación de los nuevos reactores se fundamentasen en una premisa menos controvertida, si esto es posible» (34).

Parece significativo que dentro del establishment nuclear se dé este tipo de controversias sobre criterios tan importantes como el apuntado. En la misma línea podría encuadrarse el agudo comentario del Executive Legal Director cuando afirma: «El informe indica que no debería haber evaluaciones sobre accidentes Clase 9 en el emplazamiento o consideraciones sobre seguridad del riesgo residual en el tratamiento de las ubicaciones alternativas. Me parece que cualquier posición que rehuya observar los accidentes Clase 9 o riesgos residuales en un emplazamiento, provocará una importante controversia y dará lugar a implicaciones que la Comisión no está interesada en descubrir, en relación al riesgo para la comunidad de accidentes en reactores» (35).

La Task Force de la NRC, a pesar del cambio tan trascendente que suponen sus nuevos criterios, se sigue mostrando muy conservadora dando lugar a este tipo de comentarios de su propia dirección.

En Memorandum de Robert G. Ryan, Director Office of State Programs insiste en recomendar una zona de planificación de emergencia de 50 millas (80 Km), señalando: «Aceptar una zona de planificación de emergencia de hasta 50 millas para la ruta de exposición a la ingestión sería un deseable añadido» (36) (Se refiere a la posible contaminación de agua y productos agrícolas).

También hace una referencia al área «regional» considerándola como multiestatal o compuesta por varios Estados, lo que no deja de

---

(34) Ibid., p. 71.

(35) Ibid., p. 71.

(36) Ibid., p. 74.

tener su interés en un tema tan controvertido como éste, estimando que los emplazamientos no deberían limitarse a aquellos posibles dentro del área de servicio de una Compañía eléctrica, siempre que ofrezcan aspectos de seguridad superiores.

Norman M. Haller, Director Office of Management and Program Analysis, envía en su Memorandum unos comentarios al informe entre los que cabe destacar su petición de que la Task Force elabore una definición de trabajo, cuantificada, de lo que entiende por «riesgos indebidos» y «razonables niveles de riesgos sociales» que se citan en el informe. Por otra parte y en relación con los accidentes Clase 9, puntualiza acertadamente:

«La recomendación de la Task Force de que los accidentes Clase 9 para la ubicación específica no sean analizados y ponderados en el proceso de decisión, parece ser inconsistente con la recomendación novena “Desarrollar bases comunes para comparar los riesgos de cualquier accidente externo...” El desarrollo de bases comunes requeriría también el análisis de los accidentes Clase 9» (37).

Estos comentarios los vino solicitando la NRC de cualquier organismo o persona interesada durante la práctica totalidad de 1980, a través de diversas Advance Notice of Rulemaking. Así, por ejemplo, el Advisory Committee on Reactor Safeguards (ACRS) ofreció algunos comentarios a las recomendaciones de la Task Force que merecen ser reseñados por la importancia del organismo.

La ACRS solicita el establecimiento por la NRC de una filosofía de seguridad para los futuros reactores, «filosofía que debiera basarse —señala— en objetivos preestablecidos por la Comisión en lo relativo a los riesgos aceptables para los individuos y para la sociedad» (38). También estima que la especificación de una distancia de exclusión mínima debe incluir «consideraciones de riesgo de todos los accidentes y no sólo de los accidentes base de diseño; debe incluir consideraciones relativas al número de reactores en cada emplazamiento; debe darse apropiada atención a problemas potenciales que se presenten a distancias mayores, etc.» (39).

El estudio de la Task Force comentado, junto a los informes del accidente de TMI, alumbran el inicio de un nuevo enfoque de la ubicación de reactores en cuanto que importante medida de seguridad.

---

(37) *Ibid.*, p. 76.

(38) «Modification of the Policy...» (7590-01) U.S. NRC, 1980, p. 10 (Op. cit.).

(39) *Ibid.*, p. 13.



## CAPITULO 4

### 4. LA POLITICA DE UBICACION Y LA ALTERNATIVA NUCLEAR DESPUES DE HARRISBURG

El accidente de Three Mile Island (Harrisburg, U.S.A.), ha supuesto, sin duda alguna, el acontecimiento con más trascendencia habido hasta la fecha en torno a la alternativa energética nuclear. El accidente tuvo lugar el 28 y 29 de marzo de 1979, justo en el momento en que la crisis de esta forma de energía se encontraba en un momento de recesión profunda debido a la crisis económica generalizada, costes crecientes de multitud de factores relacionados con la industria nuclear, debilitamiento y rigurosa crítica de los argumentos tradicionalmente manejados por los defensores de esta energía y amplia contestación mundial a la misma.

En lo referente a las normas, regulaciones y recomendaciones, parece aceptarse de forma generalizada que hoy se puede ya hablar de «antes y después de Harrisburg». El accidente precipitó la necesidad de dar un importante giro en la política de ubicación de reactores, aunque la misma ha sido frenada por la llegada de la Administración Reagan, mucho más pronuclear de lo que fue la administración de su antecesor Carter, que ha revertido la tendencia en la distribución del presupuesto energético, volviendo a primar los fondos destinados a la fisión, fusión y desincentivando y eliminando prácticamente el

presupuesto destinado a la investigación y promoción de las energías alternativas.

#### 4.1. Informe presidencial sobre el accidente de Three Mile Island

El Presidente Carter estableció, tras el accidente de T.M.I., una Comisión Presidencial para realizar una investigación y estudio comprensivo del mismo, dirigido por John G. Kemeny. El 30 de octubre de 1979 la Comisión entregaba un riguroso informe que se ha venido conociendo bajo el calificativo de «Informe Kemeny» (1), en el que presumiblemente se fundamentarán los cambios en las recomendaciones, regulaciones y práctica que desde aquella fecha se vienen incorporando a la política energética nuclear.

Con mayor o menor intensidad todas las recomendaciones y conclusiones del informe tienen importancia en su directa o indirecta relación con la política de ubicación de reactores. En el presente epígrafe sólo se reflejarán y comentarán los aspectos más relevantes dejando constancia, tal y como lo hace el documento, de lo que no se ha hecho. No se ha examinado a la industria nuclear ni a las aplicaciones militares de la energía nuclear. Tampoco se consideraron las importantes cuestiones de la proliferación nuclear, disposición de residuos radioactivos, peligro de la acumulación de residuos dentro de las plantas nucleares y ciclo del fuel nuclear, además de otros aspectos de interés. Según señalan en el prefacio: «No hemos intentado llegar a una conclusión en el sentido de si debe o no continuar el desarrollo de centrales nucleares comerciales. Ello requeriría una investigación más profunda que involucrara consideraciones económicas, ambientales y políticas» (p. 4).

El informe está orientado a la mejora de la seguridad en las centrales nucleares existentes y previstas, dimensión estimada crucial; está dirigido a «aquellos cambios que pueden y deben de hacerse como consecuencia del accidente» (p. 4).

Las conclusiones más destacables del documento son:

«Para prevenir accidentes como el Three Mile Island, serán necesarios cambios fundamentales en la organización, procedimientos y prácticas —y sobre todo— en las actitudes de la NRC y de la industria nuclear». Esta conclusión —recomendación aparece a lo largo del informe como la de mayor trascendencia, insistiéndose rei-

---

(1) Report of the President's Commission on The Accident at Three Mile Island. The Need for Change: The Legacy of TMI. October, 1979. Washington, D.C.

teradamente en «necesarios cambios fundamentales». También se insiste, paralelamente, en que «Nosotros no estamos diciendo que las recomendaciones propuestas son suficientes para garantizar la seguridad de la energía nuclear» (p. 7), «no queremos decir que no vuelvan a suceder accidentes de esta seriedad o aún más graves, aunque se hagan los cambios aquí recomendados» (p. 15), «No hemos encontrado una fórmula mágica que nos garantice que no volverá a haber accidentes nucleares tan serios como éste en el futuro» (p. 25), etc. La Comisión intenta dejar bien claro, constantemente, que nos movemos en un campo aún sujeto a muchas incertidumbres, lo que resulta sorprendente, máxime cuando procede de una Comisión científica presidencial.

«Estamos convencidos que sólo con las regulaciones no se puede asegurar la seguridad... Son necesarios cambios fundamentales si se quieren mantener los riesgos dentro de unos límites tolerables» (p. 8 y 9).

Tras un análisis detallado del accidente llegan a la conclusión de que los problemas fundamentales son aquellos relacionados con el personal, la gente, la organización, con la práctica de la NRC y no con el equipo técnico, aunque estiman que el accidente ocurrió «como resultado de una serie de fallos humanos, institucionales y mecánicos» (p. 27).

En lo referente al tema de las dosis radiactivas la Comisión deja traslucir el desconocimiento que aún existe sobre el particular. «No existe una forma directa de medir el peligro para la salud de los bajos niveles de radiación... Diferentes científicos establecen premisas también diferentes sobre cómo debe hacerse la estimación del riesgo y, consecuentemente, esas estimaciones varían» (p. 12) ya que, «existe un inadecuado conocimiento de los efectos de los bajos niveles de radiación ionizante» (p. 17). En síntesis, se considera sumamente difícil estimar los efectos potenciales sobre la salud de las bajas dosis pues, como está generalmente aceptado, «los efectos sobre la salud de dosis de radiación de unos pocos rems o incluso más pequeños no son conocidos» (p. 35).

El accidente no estaba previsto o tipificado por la industria nuclear y la NRC, dando origen a la afirmación siguiente: «el accidente se escapó de las manos por lo que los que intentaban controlarlo operaban en la oscuridad» (p. 15). Entre otras razones se maneja el argumento crucial de que durante el proceso de concesión de licencias al aplicante sólo se concentra en las posibles consecuencias de fallos únicos y no existe un programa de entrenamiento para preparar a los

operadores en accidentes en los que dos sistemas, independientes el uno del otro, fallen.

También se critica el enfoque que hace la NRC de diversos problemas de seguridad denominados «genéricos»: «Una vez que se clasifica como «genérico» un problema, puede darse la licencia a una planta sin quedar resuelto ese problema. La NRC tiene una larga historia de dejar problemas de seguridad «genéricos» sin resolver durante muchos años» (p. 51).

Esta valoración y muchas otras críticas en relación a la organización, y práctica de la NRC, lleva a la Comisión a emitir juicios muy duros con respecto al organismo regulador. Así por ejemplo se afirma: «Aunque algunos compromisos entre las necesidades de la seguridad y de la industria son inevitables, la evidencia sugiere que la NRC se ha equivocado en varias ocasiones favoreciendo a la industria en lugar de llevar a cabo su principal misión de garantizar la seguridad» (p. 19). Evidentemente esta crítica tiene también una importante lectura en la dimensión relativa a la práctica seguida en la ubicación de reactores, al primar y favorecer el criterio del diseño de ingeniería sobre otros factores de seguridad.

Más adelante señala la comisión: «La existencia de un amplio cuerpo de regulaciones de la NRC tiende a concentrar la atención de la industria estrechamente en el cumplimiento de las regulaciones y no en la sistemática preocupación por la seguridad» (p. 20), concluyendo: «Por todas estas razones recomendamos una reestructuración total de la NRC» (p. 22); «Tal y como está constituida la NRC, no posee las capacidades de dirección y organizativas necesarias para la efectiva consecución de los fines relativos a la seguridad» (p. 61).

Otro de los aspectos que la Comisión considera de mayor relevancia en sus conclusiones y recomendaciones es el referente a la evacuación de emergencia, problema éste directamente relacionado con la seguridad y por ende con la política de ubicación, por lo que será objeto de un tratamiento más amplio en próximos epígrafes.

«La respuesta a la emergencia estuvo dominada por una atmósfera de total confusión» (p. 17), afirma la Comisión. La evacuación no se limitó en Harrisburg a la llamada «zona de baja población», sino que rápidos planes de evacuación fueron desarrollados para distancias que abarcaban las superficies contenidas dentro de los radios de 10 y 20 millas (16 y 32 Km) rodeando a la central.

Ante la nueva situación, la Comisión establece unas específicas recomendaciones en torno a la planificación de emergencia, entre las que cabe destacar:

«Antes de que se garantice a una compañía eléctrica la licencia de operación, el Estado dentro del que esa planta se va a ubicar debe disponer de un plan de emergencia revisado y aprobado por la Federal Emergency Management Agency (FEMA)»; «Los Estados con plantas ya funcionando deben revisar sus planes de emergencia con objeto de cumplir los requerimientos establecidos por la FEMA»; «Ningún plan basado en una serie de distancias fijas y en unas respuestas fijas puede ser adecuado. La planificación debe envolver la identificación de diferentes tipos de accidentes con diferentes posibles consecuencias de la radiación. Para cada escenario deben identificarse claramente, criterios para respuestas apropiadas a distintas distancias...» (p. 76). Es decir, se recomienda una práctica reestructuración del importante problema de la planificación de la evacuación de emergencia, visualizándose de forma tácita distancias de al menos 10 y 20 millas para la organización de planes de evacuación de emergencia.

Finalmente, el documento trata del problema tan directamente relacionado con la política de ubicación, cual es la población del entorno y la distancias y zonas a considerar.

Un concepto central en la política de ubicación mantenido hasta esa fecha por la NRC era el que los reactores debían localizarse en una «zona de baja población» (LPZ), concepto que definía un área alrededor de la central en la que se podían tomar «apropiadas acciones protectoras» para los residentes en caso de accidente. Para determinar su tamaño la compañía calcula la cantidad de radiación emitida en un «muy serio accidente hipotético». Este procedimiento, que ya había sido criticado por la NRC (Ver Epígrafe 3.3.), vuelve a ser duramente descalificado por el informe presidencial comentado, afirmando que el mismo: «tiene serias deficiencias»... «El accidente de T.M.I. muestra que la LPZ tiene poca relevancia en cuanto a la protección del público pues incluso la NRC consideró distancias de evacuación de hasta 20 millas, a pesar de que el accidente fue bastante menos serio de aquellos postulados durante el procedimiento de ubicación. Nosotros en consecuencia concluimos afirmando que todo el concepto es defectuoso»... «Recomendamos que el concepto de LPZ sea abandonado en la ubicación y en la planificación de emergencia» (p. 16).

El Informe Kemeny estableció, con particular énfasis, una recomendación que recoge de forma indirecta el problema de la población, distancias, evacuación de emergencia y toda una serie de factores

relacionados con la política de ubicación. Esta recomendación señala: «En orden a proveer una contribución adicional a la seguridad, la agencia reguladora debe ser requerida, hasta el máximo posible, que localice las nuevas centrales nucleares en áreas lejanas («remote») de las concentraciones de población. Las determinaciones sobre la ubicación deberían basarse en valoraciones técnicas de las varias clases de accidentes que pueden tener lugar, incluyendo aquellos que envuelvan escapes de bajas dosis de radiación» (p. 64). Esta recomendación, crucial en la política de ubicación, exige un tratamiento singular por la importancia que puede tener en la formulación, aún pendiente, de una realista y comprensiva política de emplazamientos nucleares.

En síntesis, con el accidente de T.M.I. se inicia una nueva etapa en la alternativa nuclear, afectando no sólo al diseño y construcción de centrales nucleares en varios de sus aspectos fundamentales, sino en general a todos los requerimientos presentes en las regulaciones. Tal y como Komanoff apunta: «El accidente de marzo de 1979 en T.M.I., afectará al diseño y construcción de las centrales nucleares en varios aspectos fundamentales...» (2).

En T.M.I. se han excedido muchas de las bases de diseño actuales «por un amplio margen», como reconoce incluso la NRC (3). Ello conducirá, obviamente, a mayores exigencias en los requerimientos de virtualmente todos los campos de la alternativa, así como a nuevos enfoques de la seguridad (4). El propio Departamento de Energía de los EE.UU. es taxativo: «El accidente de T.M.I. ha alterado permanentemente el proceso regulador para la energía nuclear» (5).

#### **4.2. Evolución y situación actual del concepto «remotness» (alejamiento) en la política de ubicación**

El Informe Kemeny comentado es definitivo en el énfasis que hace sobre el degradado concepto de «remotness», presente desde el origen en la alternativa nuclear pero que a lo largo del tiempo fue perdiendo consistencia real en la política de ubicación. A partir de Harrisburg se refuerza sólidamente, tal y como el informe presidencial

---

(2) «Power Plant Cost Escalation. Nuclear and Coal Capital Costs, Regulation and Economics». Charles Komanoff, Komanoff Energy Associates, New York, 1981, Cap. 6, pp. 153-175.

(3) «TMI-2. Lessons Learned». NRC Task Force Final Report. NUREG-0585, 1979.

(4) Nuclear Ingeneering International, 24 (n.º 10) 1979, p. 42.

(5) Department of Energy «Nuclear Power Regulation» DOE/EIA-0201/10. 1980; p. XIV.

insiste, la importancia de la ubicación como una adicional medida de seguridad, independientemente de los sistemas de ingeniería de seguridad. La NRC debe requerir, enfatiza Kemeny, ubicar las nuevas centrales nucleares en localizaciones lejanas de las concentraciones de población (Kemeny p. 64).

En enero de 1980 se hacía también público el informe, comisionado por la NRC a raíz del accidente de T.M.I., conocido como Informe Rogovin (6). Este documento fue aún más explícito que el Informe Kemeny en el tema de la ubicación, al recomendar que «los reactores futuros debieran localizarse solamente en emplazamientos que estén al menos a 10 millas (16 Km) y quizás más, de cualquier significativo centro de población» (p. 131). Un borrador anterior había sugerido 35 millas (56 Km) e incluso recomendado cerrar reactores incapaces de formular planes de evacuación realistas de toda la comunidad que habitara dentro del radio de 30 millas (48 Km) (7).

La NRC, principal responsable, junto a la antigua AEC, de que el criterio del alejamiento de las áreas pobladas perdiera relevancia en las décadas del 60 y 70, no parecía haber asimilado en toda su extensión este importante cambio de política. Así en el documento NRC 7590-01 (8) no reconoce aún su práctica habitual al afirmar «Una tendencia hacia ubicar las nuevas centrales lejos de las áreas muy pobladas y de las grandes áreas industriales, ha venido sucediéndose desde hace varios años» (p. 5). La ACRS, sin embargo, señala en ese mismo documento: «La ACRS concuerda con la Task Force en que la práctica seguida durante las dos últimas décadas no ha ofrecido suficiente énfasis al aspecto del aislamiento del emplazamiento... lo que no ha significado una óptima aproximación al problema de la seguridad» (p. 15).

La incómoda situación en que se encontraba la NRC en 1980, tras el accidente de T.M.I., se refleja pues inequívocamente en este informe en el que, a pesar del contradictorio párrafo anterior, llega a definirse con los siguientes términos:

1. «La original política de licencias para centrales nucleares permitía que características del diseño de la planta compensaran características desfavorables del emplazamiento y por tanto, a lo largo de los años el efecto neto ha sido un incremento

---

(6) «Three Mile Island: A Report to the Commissioners and the Public» Rogovin, M., et al., USPGO, January, 1980.

(7) Citado por HCSCE, House of Commons Select Committee on Energy. Report on the Nuclear Power Programme. 1981, Vol. 2, p. 532, HMSO, London.

(8) «Modification of the Policy and Regulatory practice... Division of Reactor Siting Criteria. Advanced Notice of Rulemaking. July, 1980 (Op. cit.).

en los sistemas de diseño de seguridad y un debilitamiento de la característica de aislamiento del emplazamiento (ubicación remota). La Comisión con estas reglas intenta volver a enfatizar la deseabilidad del aislamiento del emplazamiento, independientemente de las características de ingeniería de seguridad que puedan compensar las desfavorables características del emplazamiento» (p. 5, 6).

En su punto 3, insiste desde otra perspectiva en lo mismo:

3. «La valoración de las dosis no deberá usarse como la medida dominante de la aceptabilidad de un emplazamiento, porque este análisis ha tendido a restar importancia al aislamiento (“isolation”) como una independiente característica de seguridad y, en consecuencia, es contrario a la intención de la Comisión de volver a reafirmar la importancia del aislamiento... (p. 6)».

Parece claro que, cual es el criterio general presente a partir de 1980. Pero ¿cómo se ha llegado a esta situación y cuáles fueron los rasgos más sobresalientes de este aparente dilema?

A principios del 60, la Comisión reguladora, entonces la AEC, basó sus decisiones sobre ubicación en el cálculo de dosis con respecto a ciertos accidentes de referencia (Ver comentario de 10 CFR Part 100. Cap. 1) y en los sistemas de seguridad de ingeniería. Sin embargo, antes de la preparación de 10 CFR Part 100, la política general de la AEC consistía en garantizar un emplazamiento aislado para asegurar la ausencia de peligros para la salud y seguridad de la población. Aunque este criterio, en la práctica fue perdiendo fuerza, se detecta, tal y como se ha visto en anteriores epígrafes, una preocupación relativa del staff de la Comisión sobre la ubicación de reactores en áreas densamente pobladas, por lo que en 1975 ya surgieron las Regulatory Guide 4.7. y antes las Regulatory Guide 1.3 y 1.4. Según refleja Nucleonics Week (9), en 1973 la USAEC propuso limitar las densidades de población de forma que la máxima población admitida dentro de las 40 millas (64 Km) de la central «fuera un factor 6,5 más bajo que la figura aceptada en el presente». Las limitaciones de población propuestas eran:

30.000 personas dentro del radio de 5 millas (8 Km).

500.000 personas dentro del radio de 20 millas (32 Km).

---

(9) Nucleonics Week, 14-19. May, 1973.

2.000.000 personas dentro del radio de 40 millas (64 Km).

Desde que estas figuras se anunciaron, la AEC decidió no facilitar criterio de densidad de población.

Todo lo que figuraba en las regulaciones y recomendaciones era: «Las áreas de baja densidad de población son preferibles para la ubicación de plantas nucleares...» (Regulatory Guide 4.7. Op. cit.), sugiriendo unas cifras de referencia, ya comentadas, que no son vinculativas.

Sin embargo, la confusión y ambigüedad seguía estando presente hasta incluso 1976. En un trabajo de L. Manning Muntzing (10), antiguo director de regulaciones de la AEC, éste puntualiza: «Los emplazamientos nucleares... deberían encontrarse cerca de los centros de consumo por razones de economía y lejos de las zonas de altas densidades de población por razones de maximizar la seguridad». La aparente inconsistencia de estos dos criterios, prevaleciendo casi siempre el primero, era típica de la retórica de la AEC que, desde la década del 60, venía favoreciendo de forma indirecta la proximidad a áreas pobladas, tal y como se refleja en un informe del Office of Science and Technology en 1968: «A medida que se gana en experiencia y se prueba la seguridad y el buen funcionamiento, se permitirá una mayor flexibilidad en la ubicación de las centrales nucleares y éstas se localizarán, indudablemente, más cercanas a los centros de población» (11). Algo más adelante afirman en el mismo documento: «La probable tendencia hacia la ubicación metropolitana de los grandes reactores requiere consideraciones de medidas que minimicen el grado del riesgo en las áreas habitadas. La AEC está desarrollando guías para la selección de emplazamientos localizados en las regiones más densamente pobladas» (p. 20). Existe en el seno de la industria nuclear e incluso de ciertos sectores de la Administración energética, la idea de implantar ubicaciones multipropósito aprovechando las características de la energía nuclear. En ellas se visualizan, junto a los reactores nucleares, plantas desalinizadoras, complejos agroindustriales, nuevas ciudades, etc. (12). Evidentemente ello supone el grado máximo de desprecio a la ubicación remota como un factor de seguridad.

---

(10) Muntzing, L.M. «Siting and Environment: Towards an effective nuclear Siting Policy». Energy Policy, 1976, p. 3-8.

(11) Considerations Affecting Steam Power Plant Site Selection. A Report Sponsored by The Energy Staff, Office of Science and Technology, 1968, (pp. IX y 17.

(12) «Considerations Affecting—Office of Science and Technology, 1968, Op. cit., pp. 69-76.

En EE.UU. los casos más relevantes que se manejan ya hoy como absolutamente inadecuados por la proximidad a centros de población son las centrales nucleares de Indian Point y Zion. Según H.B. Piper and F.A. Hedderson (13) «La relación población versus distancia representada por una combinación de Indian Point y Zion, ha servido como un límite superior (máximo) en la práctica de ubicación de reactores». Hoy tanto Indian Point como Zion, están siendo objeto de una profunda investigación, a pesar de haber sido reforzados sus sistemas de seguridad con métodos técnicos únicos. Parece, sin embargo, difícil que superen las exigencias en cuanto a evacuación de emergencia, por lo que se especula seriamente en torno a su cancelación definitiva. No obstante y con objeto de disponer de un marco de referencia numérico, H.B. Piper et al, ofrecían las siguientes cifras de la población para sus respectivos entornos:

Distancia	Indian Point	Zion
0- 5 millas (0- 8 Km)	53.000 hab.	56.000 hab.
0-10 millas (0-16 Km)	155.000 hab.	189.000 hab.
0-15 millas (0-24 Km)	327.000 hab.	447.000 hab.

(A partir de las 15-20 millas la población crece bastante más en el caso de Indian Point).

Indian Point y Zion son hoy considerados dos casos extremos de alta densidad de población en sus entornos.

En 1977, año en que se agudizaron las voces disidentes en cuanto a la política de ubicación de reactores comenzándose, aunque brevemente, su replanteamiento que tendría el punto álgido tras el Informe Kemeny, el mismo Presidente de los EE.UU. se refirió explícitamente al tema. El Presidente Carter, al dirigirse al Congreso en relación con el programa energético, enfatizó la necesidad de ubicar las plantas nucleares lejos de las poblaciones llegando a sugerir ubicaciones subterráneas como un nivel adicional de protección (14). Esta preocupación se repitió en una publicación de la Casa Blanca en la que señalaba:

---

(13) H.B. Piper and F.A. Hedderson, «Siting Practice and its Relation to Population». Nuclear Safety, Vol. 14, n.º 6, Nov.-Dic. 1973, pp. 576-585.

(14) Congressional Record at H 3330, Vol. 123, n.º 65 (4/20/77).

«El Presidente está solicitando que la Comisión desarrolle rígidos criterios de ubicación con claras guías para prevenir la ubicación de futuros reactores nucleares en localizaciones densamente pobladas, en valiosas áreas naturales o en emplazamientos potencialmente peligrosos. Una ubicación adecuada reducirá sustancialmente el riesgo de un accidente nuclear y sus consecuencias, en el caso de que esto ocurra» (15).

Habría que llegar sin embargo a mayo de 1980, con el anuncio de un plan de acción en el establecimiento de criterios numéricos, para encontrar ya la reformulación de la política de ubicación por parte de la NRC (16). Este «Action Plan» diseña un plan comprensivo e integrado para todas las acciones «juzgadas necesarias por la NRC», dirigido a corregir o mejorar las regulaciones y la operación de las centrales nucleares basado en la experiencia de Three Mile Island y en las investigaciones y estudios oficiales sobre el accidente.

El Plan contempla con especial singularidad los casos de las dos centrales nucleares americanas cuando afirma: «Actualmente se realizan estudios para incorporar medidas adicionales o cambios de diseño que puedan implementarse en Indian Point 2 y 3 y en Zion 1 y 2, centrales éstas localizadas en ubicaciones con altas densidades de población» (p. 2, Vol. I). La NRC muestra su preocupación por las centrales ya ubicadas en áreas densamente pobladas en los siguientes términos:

«Para asegurar que la salud pública y seguridad estén adecuadamente protegidos, la NRC está llevando a cabo una revisión de los reactores operando ubicados en áreas de alta densidad de población, con objeto de determinar el tipo de medidas adicionales y/o cambios de diseño que deban implementarse. Ello reducirá más la probabilidad de un accidente grave y mitigará las consecuencias del mismo al disminuir la cantidad de radiactividad emitida y al retrasar estos escapes, ofreciendo un tiempo adicional para la evacuación del entorno. Indian Point 2 y 3 y Zion 1 y 2 son las dos centrales —señalan— que entran en la categoría de localización cercanas a áreas de alta densidad de población» (p. 2, B-8). Independientemente de estas referencias concretas, las acciones previstas por la NRC contemplan en primer lugar la reformulación de la política de ubicación: «La NRC establecerá, a través de la elaboración de normas, criterios numéricos para la densidad de población, distribución (incluyendo centros de

---

(15) White House «The National Energy Plan», abril, 29, 1977, p. 72.

(16) NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI-2, Accident, NUREG 0660, Vol. 1 y 2, U.S. NRC, may, 1980.

población) y distancias de exclusión, considerando las consecuencias de toda clase de accidentes y la capacidad de respuesta en caso de emergencia; valores numéricos para las distancias a peligros externos y los objetivos expresados en el resto de las recomendaciones del Report of the Siting Policy Task Force (NUREG-0625)» (p. 2, A-1, Vol. I). En suma, parece que al fin la ubicación «per se», en relación al alejamiento de áreas pobladas, comienza a considerarse con seriedad. Todo ello, evidentemente, generará una similar respuesta en el resto de los países del mundo cuyas políticas de ubicación, en los supuestos en que se trate fundamentalmente de reactores de agua ligera (LWR), seguirán las directrices marcadas en EE.UU.

## CAPITULO 5

### 5. ENFOQUE DE LA UBICACION POR LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA Y CRITERIOS SEGUIDOS POR OTROS PAISES

#### 5.1. **Objetivos, funciones y criterios de la IAEA en la alternativa nuclear**

El Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) fue fundado en Viena (Austria), el 29 de julio de 1957. Su génesis empieza en 1953, cuando el Presidente Dwight D. Eisenhower en una alocución ante la Asamblea General de las Naciones Unidas formuló una propuesta con objeto de establecer un programa, muy conocido y hoy también muy criticado, denominado entonces «Atomos para la paz». Estaba muy reciente la gran tragedia de la utilización bélica del átomo y EE.UU. necesitaba de alguna manera lanzar la gran promesa del átomo para el progreso y bienestar de toda la humanidad.

Con este trasfondo y bajo los auspicios de las Naciones Unidas se iba a crear en 1957 una organización internacional autónoma, aunque miembro del sistema de las Naciones Unidas, que consagrara sus actividades a promocionar la utilización de la energía atómica con fines pacíficos.

En consecuencia, la IAEA es una organización intergubernamental cuyas actividades son dirigidas por una Junta compuesta por

representantes de 34 Estados Miembros, aunque cuente actualmente con 110, la mayoría pertenecientes a países en vías de desarrollo.

Sus objetivos quedan recogidos en el artículo II de sus estatutos: «El Organismo procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. En la medida en que le sea posible se asegurará que la asistencia que presta, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares». En definitiva, destaca su objetivo de «acelerar» y «aumentar» la utilización de la energía atómica para fines no bélicos, facilitando para ello orientación y asesoramiento. Establece normas de seguridad, como recomendaciones, para todo género de actividades nucleares, aplicando también salvaguardias nucleares en unos sesenta países para garantizar, según su intención, la utilización de la tecnología con los fines pacíficos declarados.

Entre sus funciones, aspecto desarrollado por el artículo III de sus estatutos, figuran: «El Organismo está autorizado a fomentar y facilitar en el mundo entero la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía atómica con fines pacíficos; y, cuando se le solicite, a actuar como intermediario para obtener que un miembro del Organismo preste servicios o suministre materiales, equipo o instalaciones a otro; y a realizar cualquier operación o servicio que sea de utilidad para la investigación, el desarrollo o la aplicación práctica de la energía atómica con fines pacíficos».

La IAEA viene elaborando normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica teniendo en cuenta las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIRP), habiendo también publicado reglamentos y códigos prácticos sobre diversas actividades nucleares. Estas normas y recomendaciones han pretendido servir de base orientativa para reglamentos internacionales y legislaciones nacionales.

Existe también un programa regulador que intenta ser de utilidad para las autoridades nacionales, con cuyo fin establece códigos, guías y criterios de seguridad. Este programa, en lo que afecta a la política de ubicación de reactores, será comentado en profundidad en próximos epígrafes, ya que el Organismo ayuda a los países en desarrollo con su «servicio de asesoramiento sobre emplazamientos sin riesgos», así como en el examen de las condiciones de seguridad de las centrales nucleares y en todos los aspectos de la reglamentación en materia de seguridad.

Por otra parte, figura como una de las principales funciones del Organismo la aplicación de salvaguardias para que los materiales

nucleares o el equipo destinado a fines pacíficos no sean utilizados de modo que contribuyan a fines militares. Todo ello está relacionado con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP) que encomendó al Organismo, en 1968, la tarea de comprobar que no se produzca ninguna desviación de los usos de la energía nuclear con fines pacíficos hacia la fabricación de armas u otros dispositivos nucleares explosivos (1).

En el campo de la alternativa nuclear la experiencia hasta el presente parece corroborar que la promoción de esta energía y los problemas del ciclo del combustible nuclear, constituyen las esferas principales de su actividad, dificultando y cuestionando seriamente su común función contradictoria de promocionar y controlar o regular la energía nuclear, en términos similares a lo sucedido con la AEC de los EE.UU.

Posee multitud de publicaciones (2), destacando en todas ellas su carácter técnico o de ingeniería de seguridad. Se ha publicado muy poco desde una perspectiva interdisciplinaria prevaleciendo, reiterada e inequívocamente, la dimensión estrictamente técnica.

Sólo a partir de 1978, la Agencia comienza a introducirse en el campo de la ubicación de reactores, absolutamente abandonado en el pasado en relación con otros aspectos de la alternativa, a través de la publicación de Nuclear Safety Standards (NUSS). Estas publicaciones ofrecen guías para el establecimiento de requerimientos de Seguridad. Existen cinco Códigos de Práctica, siendo uno de ellos el de «Ubicación», suplementados por una serie de Guías de Seguridad. Los Códigos establecen los principales objetivos y requerimientos con objeto de garantizar en lo posible la seguridad de las centrales nucleares. Las guías ofrecen orientaciones y describen métodos para implementar algunas partes específicas de los Códigos. Conviene destacar que estas publicaciones son esencialmente recomendaciones; una opción, un marco de referencia, para aquellos países con ausencia de una infraestructura nuclear consolidada.

En la temática relacionada con la ubicación, no fue pues hasta 1978 cuando se empieza a abordar con cierta profundidad el problema, siendo aún hoy muy pobre el contenido y alcance de lo publicado. Destacan «Safety in Nuclear Power Plant Siting», 1968; «Atmospheric

---

(1) Ver a este respecto «Armamento Nuclear, Energía Nuclear y Política Internacional», José Allende, Cuadernos para el Diálogo, Serie Monográfica n.º 73. Colección Los Suplementos, Madrid, 1976.

(2) Dirigirse para su obtención a IAEA. Division of Publications. Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400, Vienna. Austria.

Dispersion in Nuclear Power Plant Siting», 1980 y «Site Selection and Evaluation for Nuclear Power Plants with Respect to Population Distribution», 1980 (3), estando previsto en 1983 la publicación «Site Survey for Nuclear Power Plants» (4), importante trabajo cuyo borrador final se analizará en próximos epígrafes.

## 5.2. Ubicación de reactores según la IAEA

El primer compromiso, digno de mencionarse, adoptado por la IAEA en relación con la ubicación de reactores es la publicación en 1978 del documento «Safety in Nuclear Power Plant Siting. A Code of Practice» (Op. cit.). La ambigüedad, imprecisión y generalidad que rezuman sus diecinueve páginas resulta algo sorprendente. Que sea éste el primer documento sobre ubicación que bajo el calificativo de «safety standards» aparezca, tras más de veinte años de actividad es, en sí mismo, significativo.

En la introducción al documento, el Director General del Organismo vierte unas opiniones y afirmaciones también significativas para entender mejor la filosofía y marco de análisis en que se desenvuelve esta Agencia: «La demanda de energía crece continuamente, tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo. Las fuentes tradicionales de energía tales como el petróleo y el gas serán probablemente agotadas en unas pocas décadas y la demanda mundial de energía en la actualidad está ya superando la capacidad existente. De las nuevas fuentes la energía nuclear, con su probada tecnología, es la más significativa y única fuente segura disponible para cerrar el vacío energético que es probable, de acuerdo con los expertos, que acontezca antes de fin de siglo». Los juicios de valor y supuestos de que parten, hoy altamente controvertidos, evidencian el talante regulador que este organismo pueda tener en las políticas de ubicación de reactores nucleares. Tanto los Códigos de Práctica como las Guías de Seguridad de reciente nacimiento (1978), tienen el carácter, se insiste, de recomendaciones y marco de referencia para cualquier país que carezca de directrices claras, normas o regulaciones sobre la alternativa nuclear.

---

(3) «Safety in Nuclear Power Plant Siting». A Code of Practice. Safety Series n.º 50-C-S. IAEA Safety Standards, Vienna, 1978; «Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting». A Safety Guide. Safety Series n.º 50-SG-S3. IAEA Safety Guides, Vienna, 1980; «Site Selection Distribution». A Safety Guide. Safety Series, n.º 50-SG-S4. IAEA Safety Guide, Vienna, 1980.

(4) «Site Survey for Nuclear Power Plants». A Safety Guide. Safety Series n.º 50-SG-S9. IAEA. De próxima publicación en 1984.

El documento comentado contiene tres apartados fundamentales: Criterios; Evaluación de las bases del diseño para acontecimientos externos específicos; y Características del emplazamiento que influyen en los impactos de la central nuclear sobre la región. Sólo aquellos aspectos de la selección y evaluación de un emplazamiento relacionados con la seguridad radiológica son tratados en la publicación que, en consecuencia, no contempla ningún tipo de impacto que no sea el radiológico.

En su introducción establece unas premisas dignas de ser reseñadas: «La seguridad de las centrales nucleares que están localizadas en emplazamientos adecuados, puede garantizarse a través de alcanzar un adecuado nivel de calidad en el diseño, construcción, puesta en servicio, funcionamiento y desmantelamiento» (p. 1). Esta afirmación no parece reconocer que el emplazamiento en sí mismo es un factor fundamental de seguridad. ¿Qué se entiende por «estar localizadas en emplazamientos adecuados?». De la afirmación anterior parece desprenderse que la antigua filosofía de primar los sistemas de ingeniería de seguridad sobre cualquier otra característica, tan propia de la U.S. AEC y U.S. NRC hasta finales del 70, está también presente en la IAEA. Las garantías de seguridad se cifran, prioritariamente, en los aspectos técnicos y del diseño, tal y como reconoce algo más adelante el documento: «La aceptación de un emplazamiento está íntimamente relacionada con el diseño de la central nuclear propuesta. Desde el punto de vista de la seguridad un emplazamiento es aceptable si existen soluciones técnicas para los problemas relacionados con ese emplazamiento, lo que garantiza que la planta propuesta pueda construirse y operar con un aceptable bajo riesgo para la población de la región» (p. 1). Esta ciega confianza en la tecnología como garantía de seguridad ha sido ampliamente comentada a lo largo de este trabajo. Queda ahora la duda de lo que se entiende por «bajo riesgo» y «población de la región», aunque con respecto a los análisis del riesgo se llegue a reconocer: «A pesar de que ha habido un considerable progreso en el desarrollo de métodos apropiados para la cuantificación de la probabilidad del riesgo y evaluación de las consecuencias, estos métodos, sin embargo, están todavía en una etapa de desarrollo» (p. 2).

En el Capítulo de criterios se parte de que el principal objetivo en la ubicación, desde el punto de vista de la seguridad nuclear, es la protección del público de los impactos radiológicos resultantes de escapes accidentales de radiactividad. El documento señala:

«En la evaluación de la disponibilidad de un emplazamiento para localizar una central nuclear, deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Efectos de acontecimientos externos que sucedan en la región de un particular emplazamiento (sean de origen natural o humanos).
- b) Características del emplazamiento y su entorno que puedan influir en la transferencia al hombre de los escapes del material radiactivo.
- c) Densidad y distribución de la población, en vista de la posibilidad de implementar medidas accidentales o de emergencia» (p. 3).

Únicamente, pues, se hace referencia a los posibles impactos radiológicos y a la planificación de emergencia, sin desarrollar ambos criterios, lo que permite una ilimitada flexibilidad de interpretación.

En cuanto a lo que denomina criterios generales, estos son también de gran ambigüedad e imprecisión, tal y como queda tipificado con su primer punto: «Deben investigarse y sopesarse las características que puedan afectar a los aspectos de seguridad de la planta» (p. 3). Resulta reseñable el criterio que reza así: «La previsible evolución de los factores naturales y humanos en la región que tengan incidencia sobre la seguridad deben evaluarse. Particularmente importantes son el crecimiento y distribución de la población. Si es necesario deben tomarse medidas apropiadas para asegurar que el riesgo general permanezca aceptablemente bajo» (p. 4).

Aquí se presentan una serie de preguntas a las que el documento no ofrece respuesta: ¿Cómo se evalúa la evolución de los factores naturales y humanos?, ¿cuáles son las medidas apropiadas?, ¿qué significa «aceptablemente bajo»? Este tipo de cuestiones para las que, se insiste, no se ofrece respuesta, permiten una flexibilidad de interpretación que vacía de contenido efectivo al criterio. Así, algo más adelante, se presenta de nuevo esta ambigüedad cuando se dice: «Si, después de la evaluación, se demuestra que las medidas propuestas no pueden ser observadas como garantías de una adecuada protección contra los acontecimientos externos del diseño base, el emplazamiento debe ser considerado inadecuado para la localización de una central nuclear del tipo propuesto» (p. 4), ¿quién tiene que demostrar eso? y ¿qué se entiende por «adecuada protección»?

Por el contrario, aparece perfectamente delimitado el criterio 3.4.4. referente a los sistemas de ingeniería de seguridad: «El diseño de la planta debe compensar por cualquier otro efecto inaceptable de la central nuclear en la región, en caso contrario la ubicación debe declararse inadecuada» (p. 7).

Las consideraciones sobre la población no son menos imprecisas y ambiguas: «Tomando en cuenta las características y distribución de la población, la central nuclear debe diseñarse y operarse de forma que:

- a) durante su funcionamiento la exposición radiológica de la población permanezca tan baja como sea razonablemente posible y en cualquier caso de acuerdo con los requerimientos nacionales, tomando en consideración las recomendaciones internacionales.
- b) el riesgo radiológico para la población de las condiciones de accidentes, incluyendo aquellos que puedan conducir a situaciones de emergencia, sea aceptablemente bajo de acuerdo con los requerimientos nacionales, tomando en consideración las recomendaciones internacionales» (p. 7).

Por una parte, el criterio de ubicación, con referencia a los factores poblacionales, gravita sobre consideraciones de dosis ya rechazadas por las normas y regulaciones americanas. Por otra, permanecen las preguntas sin respuesta: ¿qué significa «tan baja como sea razonablemente posible» y qué «riesgo aceptablemente bajo»?

El capítulo 4 que analiza la evaluación del diseño base para acontecimientos específicos externos se limita a señalar que «deben ser examinados», sin ofrecer ningún tipo de estándar numérico o fórmula específica para su evaluación, lo que supuestamente será desarrollado más tarde en las Guías. Las que han sido publicadas hasta la fecha aunque, evidentemente, profundizan en aspectos concretos de las características del emplazamiento, siguen orillando la fijación de indicadores numéricos absolutos permitiendo aún una amplia interpretación de los criterios.

Finalmente, el capítulo 5 «características del emplazamiento que influyan sobre los impactos de la central nuclear en la región» mantiene similar textura, mereciendo un comentario especial el punto 5.4. que bajo el título «distribución de la población» se limita a afirmar: «Debe determinarse la distribución de la población dentro de la región»... «Los radios dentro de los cuales hay que recoger la infor-

mación deben escogerse sobre la base de las prácticas nacionales, tomando en cuenta características especiales. Debe prestarse atención especial a la población del entorno próximo a la planta y a las áreas densamente pobladas en la región» (p. 18).

Todo lo que determina es que hay que recoger información dejando imprecisiones tales como: «sobre la base de las prácticas nacionales», «tomando en cuenta características especiales», y «debe prestarse atención especial». La región a la que se está refiriendo y que tanta polémica ha despertado en EE.UU., se define en un anexo como «Aquella área geográfica, rodeando e incluyendo al emplazamiento, suficientemente grande como para contener todas las características relacionadas con un fenómeno o con los efectos de un particular acontecimiento» (p. 28). Resulta, evidentemente, harto difícil comprender qué se entiende por «región» tras una definición tan rebuscada e imprecisa como la ofrecida.

### **5.3. Guías de la IAEA para la distribución de la población y selección del emplazamiento**

En 1979 se produce en EE.UU. el gran cambio en los criterios y enfoques del problema, precipitado con el accidente de Harrisburg. La IAEA produce entonces un nuevo documento: «Site Selection and Evaluation for Nuclear Power Plants with Respect to Population Distribution», 1980 (Op. cit.) quedando constancia sin embargo, a través de las fechas en que se reunieron el Working Group, Technical Review Committee y Senior Advisory Group, de que las discusiones y contrastaciones que condujeron la final elaboración de estas guías tuvieron lugar antes del accidentes de T.M.I.

Este documento, que se comentará in extenso, representa hoy la posición más avanzada de la IAEA con respecto al factor quizás más trascendental de las políticas de ubicación cual es las características y distribución de la población del entorno.

Sorprende que aparezcan, como prefacio al documento, las mismas palabras del Director General de la IAEA referentes a la sesgada valoración de la alternativa energética nuclear ya comentadas en el epígrafe anterior. Mantener en 1980 esa postura parece cuando menos arriesgado a la vista de la evolución del debate energético en el mundo y de las conclusiones de multitud de prestigiados informes, críticos

hacia los planteamientos tradicionales, que están apareciendo desde finales de la década del 70 (5).

Las guías de seguridad que se comentarán cumplen el papel de recomendaciones para los Estados Miembros que lo deseen, siempre en el contexto de sus propios requerimientos sobre seguridad nuclear.

La introducción describe el proceso típico de la selección del emplazamiento más adecuado, tras incidir en que la distribución de población es uno de los factores más importantes a considerar en la ubicación de centrales nucleares. Esta inicial posición no queda sin embargo después reforzada y convenientemente matizada ofreciendo concretas características y estándares, aunque fueran orientativos, que describan las limitaciones y exigencias en la distribución de población, lo que ha permitido una interpretación sumamente flexible de la misma.

La práctica común, señala, es «seleccionar la ubicación más adecuada, entre un inventario de posibles emplazamientos, por medio de un proceso de criba que comprenda una secuencia con sucesivas aproximaciones convergentes» (p. 1). ¿Con qué criterios se selecciona «la ubicación más adecuada» y se realiza el «proceso de criba»? , pues, según adelanta el documento: «El uso de valores numéricos fijos, como generalmente es aplicable para otros casos, no se recomienda en esta guía puesto que el desarrollo de criterios numéricos puede depender del tipo de reactor y del diseño, además de otros factores especiales, y puede por tanto ser considerado como un aspecto de la política nacional» (p. 1). Este criterio que aún mantiene la IAEA, ha sido ya rechazado, tal y como se vió en anteriores capítulos, por la NRC americana, con gran experiencia en ese campo y obligada referencia inmediata para cualquier país que proyecte ubicar reactores nucleares de agua ligera (LWR), sean estos del tipo PWR o BWR.

El proceso de selección que sugiere la IAEA ejemplifica el método usual, genéricamente hablando, de proyectos de gran impacto como el aquí tratado:

---

(5) Ver entre otros: «A Time to Choose. America's Energy Future», Energy Policy Project of the Ford Foundation, Ballinger, 1974; «Non Nuclear Futures. The Case for an Ethical Energy Strategy», by Amory B. Lovins and John H. Price; «Energy. The Next Twenty Years», A Report Sponsored by the Ford Foundation, Administered by Resources for the Future, Ballinger, 1979; «A Low Energy Strategy for the United Kingdom», The International Institute for Environment and Development, Science Reviews, 1979; «A New Prosperity. Building a Sustainable Energy Future», The SERI Solar/Conservation Study, Brick House, Mass, 1981; «Energy Strategies. Toward a Solar Future», Edited by Henry W. Kendall and Steven J. Nadis, A Report of the Union of Concerned Scientists, Ballinger, 1980.

- Criba preliminar de todo el «territorio de interés» por medio de métodos relativamente simples, con objeto de identificar las posibles ubicaciones adecuadas.
- Selección de la ubicación o ubicaciones propuestas a través de una valoración comparativa entre varios emplazamientos por medio de métodos más detallados que tomen en consideración características específicas del emplazamiento.
- Evaluación final de la combinación ubicación-planta seleccionada y revisión de la licencia...

Insiste el documento en que «los datos de población deben proyectarse a lo largo de la vida de la central nuclear, tomando en cuenta la posible influencia de la presencia de la central sobre el crecimiento de población alrededor de la ubicación y los impactos generados en las políticas de planeamiento» (p. 1). Es decir, se reconoce que sea cual fuera la ubicación seleccionada, ésta tendrá unas repercusiones sobre la evolución de la población del entorno, evidentemente en sentido restrictivo, y sobre las políticas de planeamiento que en esa «región» se diseñen. La IAEA afirma también: «Los países que han desarrollado sus propios programas nucleares desde el principio, han comenzado seleccionando ubicaciones —hasta lo que les ha sido posible— en regiones lejanas de los centros de población y con bajas densidades. A medida que se ha adquirido experiencia y con el progreso tecnológico habido, algunos de estos países han justificado la elección de emplazamientos más lejos de los centros de población pero con altas densidades de población» (p. 2). Nuevamente esta tendencia apuntada, está siendo seriamente revertida en las recomendaciones de diversos informes oficiales de los EE.UU., separándose el «progreso tecnológico» de las características poblacionales del entorno, con objeto de enfatizar este último aspecto con independencia de cualquier otra característica.

El Capítulo 2 desarrolla los requerimientos de información que exige el proceso en lo referente a la población, incidiendo sobre:

- Datos de la población permanente y temporal con detalles de ocupación, medios de comunicación, hábitos de la población, tipos de comunidades, etc.
- Proyecciones de población en la región durante la vida de la planta.
- Datos meteorológicos, hidrológicos y geohidrológicos.
- Datos adicionales para valorar la capacidad de implementar

las medidas de emergencia (comunicaciones, agentes topográficos, etc.).

La información se ofrecerá en círculos concéntricos y por sectores radiales cada kilómetro y después en los intervalos de 5, 10, 20... Km., dejando explicitado que «los radios con los datos de población deben escogerse en base a la práctica de cada país» (p. 6).

Quizás sea el Capítulo 3 lo más novedoso dentro del documento al describir una serie de métodos preliminares de selección de ubicaciones, dentro de ese proceso de criba al que aludía (p. 6 a 15).

Los métodos tratados fueron concebidos para la comparación de ubicaciones pero pueden también ser utilizados para un juicio directo preliminar de lo adecuado o no de un emplazamiento, haciendo comparaciones con ubicaciones ya existentes en regiones de características similares, aunque esto no significa que esa ubicación sea necesariamente correcta.

En realidad los diferentes métodos resultan de utilizar de formas distintas, una o más características del emplazamiento consideradas claves por la IAEA:

- a) esquemas del uso del suelo y restricciones.
- b) distribución de la población.
- c) características meteorológicas y topográficas.

Evidentemente, estos tres elementos no agotan, ni mucho menos, los factores susceptibles de considerarse en la comparación de emplazamientos, pudiéndose dar el caso de que sean otros los factores definitivos a la hora de tomar la decisión final.

### 5.3.1. *Breve descripción de los métodos de selección*

1. Método del área fija. No da estándares numéricos aunque se basa en la definición de tres conceptos equivalentes a los ya tratados de zona de exclusión, de baja población y distancia al centro de población. El anexo II cita algunas prácticas nacionales en la elección de distancias para estas áreas, ofreciendo sólo datos de la zona de exclusión, excepto para la India y EE.UU. en donde amplía los criterios zonales.

Las zonas de exclusión serían aproximadamente:

Canadá 1 Km.; Checoslovaquia 0,5 Km.; URSS 3 Km. La zona de baja población o zona restringida sólo refleja datos para la India

y EE.UU., cifrándola en 5 Km. aproximadamente. Ninguno de estos valores surge de un consistente proceso analítico y sus mismas diferencias muestran la aleatoriedad de su concepción, más dependiente de factores intangibles que de una supuesta rigurosa valoración analítica. El documento reconoce que la elección de los límites radiales es algo arbitrario.

El método consiste pues en la búsqueda de emplazamientos que satisfagan las hipótesis sobre los requerimientos de población.

2. Método de la curva acumulativa de población. Consiste en relacionar los anillos concéntricos con los sectores. Sólo requiere, como el anterior, información sobre la distribución de la población y permite en su interpretación una gran flexibilidad. Una de las características del método, reconocida por la IAEA, es lo arbitrario de escoger el límite radial.
3. Método de densidad de población. Compara la población del entorno con una densidad de población de referencia (por ejemplo, la densidad media de la población nacional). Clasifica las zonas del entorno tomando en cuenta la población por anillos, por sectores, instituciones como escuelas, hospitales, etc., del entorno, tráfico e infraestructuras de comunicaciones. Los cálculos comparan los valores de la población en anillos y sectores con valores de referencia, escogidos sobre la base de densidades de población regionales o nacionales.

El método, tal y como se expresa en el Anexo II.2., sigue favoreciendo muchas arbitrariedades y permitiendo una gran flexibilidad de interpretación. Depende por ejemplo que se tome como referencia la población regional o la nacional para alterar drásticamente el resultado. Por otra parte, sigue siendo arbitrario la elección del límite radial, reconociéndolo así el documento.

4. Método del factor de población del emplazamiento (SPF). Aquí los valores de la población son ponderados a través de una función simple de dispersión atmosférica, dependiendo sólo de la distancia desde el emplazamiento. En consecuencia requiere exclusivamente datos de densidad de población y meteorológicos para calcular el factor meteorológico. Persiste aquí la arbitrariedad en la elección del límite radial.

La U.S. NRC elaboró ya este índice de población basado en promediar la población acumulada con una función que decrece a medida que nos alejamos de la población, tal y como señalan Joel E.

Kohler et al (6). El índice asigna por tanto a la población situada a grandes distancias una importancia menor que la población cercana al reactor.

5. Método del factor del emplazamiento y sectorial.

Compara las ubicaciones sobre la base de las consecuencias radiológicas de un escape postulado de yodina radiactiva. Toma en cuenta también la dirección del viento, topografía, actividad industrial, medidas de emergencia, etc. Dentro de las específicas características del método, la IAEA reconoce que el factor de ponderación está sólo determinado por la yodina radiactiva que puede no ser representativa de los peligros radiológicos, y la arbitrariedad de la distancia del límite radial.

6. Método de población del emplazamiento y dispersión atmosférica. Relaciona la distribución de la población con las características de la dispersión atmosférica. El procedimiento ofrece al final unos «factores de ubicación» numéricos que podrán ya utilizarse para comparar emplazamientos. Quizás las características a destacar del mismo es que requiere gran cantidad de información relativa a la meteorología del emplazamiento por una parte, y por otra mantiene esa común deficiencia de la arbitrariedad presente en la elección del límite radial.

7. Método de la dosis colectiva normalizada. Evalúa y compara los emplazamientos en función de las dosis colectivas simplificadas, evaluadas asimismo en sectores y regiones alrededor de los emplazamientos. Exige una amplia base de datos y la elección del límite radial sigue siendo arbitraria.

Evidentemente los métodos explicitados resultan más útiles para comparar emplazamientos bajo unas restrictivas hipótesis que para conocer la absoluta idoneidad de una ubicación, puesto que asumir la comparación con emplazamientos de reactores funcionando o aceptados como correctos, no legitima una toma de decisiones racional. Para que esta comparación fuese válida, la ubicación del reactor de referencia existente debería estar sólidamente fundamentada en criterios específicos y suficientemente contrastados y aceptados.

---

(6) «Population Distribution Considerations in Nuclear Power Plant Siting», Joel E. Johler et al., (U.S. AEC), Nuclear Technology, april, 1975.

Finalmente, el Capítulo 4, que cuenta escasamente con tres páginas, trata del impacto radiológico y la evaluación final del emplazamiento. Persisten las generalidades y la ambigüedad que caracteriza a todo el documento, siendo digno de destacar, por lo ilustrativo de la filosofía que en 1980 aún permanecía en la IAEA, la siguiente conclusión:

En la evaluación final «debe valorarse las dosis accidentales potenciales individuales y colectivas para la región de interés... Si esta evaluación muestra que la distribución de la población alrededor del emplazamiento y las características de seguridad de la planta propuesta no son compatibles, pueden considerarse las siguientes medidas:

- a) Mejorar los sistemas de ingeniería de seguridad de la planta.
- b) Ampliar las zonas de baja densidad de población.

Si no se pueden establecer modificaciones satisfactorias, debe tomarse en consideración emplazamientos alternativos» (p. 18). Con independencia de lo correcto o no que pueda significar la válvula de salida que se concede a los sistemas de ingeniería de seguridad, se presenta una inmediata pregunta que, como tantas otras en el texto, carece de una respuesta idónea y contrastada: ¿Qué se entiende y quién establece las «modificaciones satisfactorias»? ¿En base a qué criterios y objetivos se consideran satisfactorias las «modificaciones»?

A la espera de la prevista publicación «Site Survey for Nuclear Power Plants» (Safety Series N.º 50-S6-S9), anunciada para 1983, los dos documentos comentados recogen toda la política de ubicación de reactores desarrollada hasta la fecha por IAEA. El resto son documentos sectoriales referentes a terremotos (7), seísmos (8), dispersión atmosférica (9), acontecimientos externos inducidos por el hombre (10), inundaciones (11) y acontecimientos meteorológicos extremos (12). Todos ellos estudios puntuales y eminentemente técnicos.

---

(7) «Earthquake and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting». IAEA. Safety Series n.º 50-SG-S1, 1979.

(8) «Seismic Analysis and Testing of Nuclear Power Plants» IAEA. Safety Series. N.º 50-SG-S2, 1979.

(9) «Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting» IAEA Safety Series n.º 50-SG-S3, 1980. Loc. Cit.

(10) «External Man-Induced Events in Relation to Nuclear Power Plant Siting» IAEA. Safety Series n.º 50-SG-S5, 1981.

(11) «Design Basis Flood for Nuclear Power Plants on River Sites» IAEA Safety Series, n.º 50-SG-S10A, 1983.

(12) «Extreme Meteorological Events in Nuclear Power Plant Siting, Excluding Tropical Cyclones», IAEA Safety Series n.º 50-SG-S11A, 1981.

Parece razonable pensar que la IAEA tendría que alterar muchas de sus hipótesis y supuestos, además de profundizar con más rigurosidad en sus guías sobre ubicación de reactores, tras el accidente de Harrisburg y los drásticos cambios que empiezan a manifestarse en EE.UU. con los nuevos análisis de la NRC y las recomendaciones de los Informes Kemeny y Rogovin (Op. cit.). Sin embargo, la publicación, largamente esperada, «Site Survey for Nuclear Power Plants». A Safety Guide, Safety Series 50-SG-S9 no acaba de producirse en su versión definitiva.

#### 5.4. Bases y características de una política de ubicación post-Harrisburg según la IAEA

La IAEA que hasta 1978 se había mostrado sumamente reticente a elaborar códigos y guías prácticas en materia de ubicación de reactores se vio en la necesidad de abordar esta importante dimensión de la alternativa nuclear con el inicio de la serie de publicaciones NUSS (Nuclear Safety Standards).

Al establecimiento de los objetivos y principales requerimientos necesarios en la ubicación de reactores, reflejados en su Código de Prácticas «Safety in Nuclear Power Plant Siting» (13) ya comentado, siguieron una serie de Guías de Seguridad destinadas a describir métodos de implementar partes específicas desarrolladas en el Código de Prácticas tales como terremotos, análisis sísmicos, dispersión atmosférica, etc. De entre las guías ha sido ya comentada en profundidad la publicada en 1980 n.º 50 SG-S4 (14) que aborda la selección y evaluación del emplazamiento en relación a la distribución de la población. En ella queda claramente explicitado que fue elaborada antes del accidente de Harrisburg.

El documento, dentro del capítulo de ubicación de reactores que parecía debía internalizar ya el cambio constatado en el enfoque de las normas y regulaciones referentes a la ubicación de reactores tras el accidente de TMI, era el 50-SG-S9 (15) denominado «Investigación sobre la Ubicación de Centrales Nucleares» que tenía prevista su publicación en 1983. En noviembre de 1983 aún no había sido hecho

---

(13) «Safety in Nuclear Power Plant Siting». A Code of Practice. IAEA, n.º 50-C-S, Vienna, 1978, Loc. Cit.

(14) «Site Selection and Evaluation for Nuclear Power Plants with Respect to Population Distribution». A Safety Guide, IAEA, n.º 50-SG-S4. Vienna, 1980, Loc. Cit.

(15) «Site Survey for Nuclear Power Plants». A Safety Guide. IAEA, n.º 50-SG-S9. Vienna. Prevista su publicación en 1984.

público aunque el autor del presente trabajo ha tenido acceso a un informe borrador del mismo, prácticamente en fase de última revisión, por lo que puede estimarse que representa ya el documento oficial definitivo.

Aunque ya se constata un cambio de enfoque sustancial, el documento sigue arrastrando la práctica de la IAEA de huir del establecimiento de estándares reflejados en valores numéricos fijos o en criterios excluyentes, permaneciendo la ambigüedad en muchos conceptos trascendentales así como la gran flexibilidad en la interpretación de la mayoría de los criterios de ubicación establecidos.

Evidentemente ya no se habla de criterios de dosis radiactivas, ni de accidentes base de diseño, ni, lo que es más sorprendente, de sistemas de ingeniería de seguridad a los que tan frecuentemente acudían sus recomendaciones siempre que aparecían complicaciones en alguna de las características del emplazamiento.

Por primera vez se matiza algo más el área espacial de interés que tradicionalmente se limitaba a denominar «región», de compleja e imprecisa definición (16). El documento comentado, aunque persista la explícita ambigüedad en el término, lo denomina sin embargo, por vez primera, «amplia región» (large region), con lo que está ya ofreciendo un adjetivo más clarificador, por mucho que la indefinición siga presente.

La guía se limita a describir la primera etapa en el proceso de ubicación de reactores, cual es la investigación o examen de las características del emplazamiento o emplazamientos dentro de una «amplia región», concepto que lo repite en estos términos en varias ocasiones llegando a definirlo con las siguientes palabras: «La región de interés puede ser un país, una subdivisión política, el área de mercado de la compañía o un área definida por características geográficas. Debe de ser lo suficientemente grande como para ofrecer una adecuada amplitud a la selección de la ubicación» (p. 4). Aunque continúe la ambigüedad, existe un importante cambio con respecto al concepto de «región» que, hasta este documento, venía manejando la IAEA.

Siendo el propósito de la Guía de Seguridad recomendar procedimientos y ofrecer información para su uso en la implementación del proceso de selección de emplazamientos, aunque enfatiza los aspectos o criterios de seguridad en las características de los emplazamientos, por primera vez la IAEA extiende su análisis hacia un contexto más amplio citando características que pueden representar im-

---

(16) Safety Series, n.º 50-C-S. IAEA, Loc. Cit., p. 28.

portantes limitaciones en la selección de un emplazamiento y que, sin embargo, no están directamente relacionadas con la seguridad. Destaca entre estas características las que denomina «consideraciones técnicas, económicas, sociales y culturales» (p. 1 y Anexo III). Resulta novedoso y estimulante observar en un documento de sus «Safety Series» una reflexión como ésta: «Además, la distinción entre las características de seguridad y las que no son de seguridad no es siempre absoluta. La aceptación de un emplazamiento depende no sólo de las características relacionadas directamente con la seguridad, sino también de una amplia gama de aspectos que sólo están indirectamente relacionados con la seguridad» (p. 1).

La guía describe las etapas del proceso de selección de un emplazamiento en una «Large region», tratando sólo los aspectos que denomina de seguridad y enunciando la información que debe recogerse así como los criterios recomendados para su rechazo, muy ambiguos en su contenido y entre los que nunca se encuentra alguno que resulte de rechazo absoluto.

Distingue tres etapas en el proceso de selección:

- Etapa de examen de emplazamientos: consiste en una primera identificación de varios emplazamientos candidatos tomando en cuenta consideraciones de seguridad y no directamente relacionadas con la seguridad en «la región de interés que es normalmente muy grande» (p. 8). Ello conlleva, evidentemente, el rechazo de una serie de zonas en base a las características más inmediatas, entre las que el documento cita: «densidad de población, fallas del territorio, áreas volcánicas y sismicidad regional... Pueden también ser elementos de rechazo algunas consideraciones no relacionadas con la seguridad tales como, disponibilidad de agua para la refrigeración y consideraciones en relación con el sistema de transmisión eléctrica» (p. 8). Aparecerán entonces unos emplazamientos potenciales que el documento cifra entre 10 y 50 lo que da una idea del tipo de región de interés que contempla.
- Etapa de estudio, investigación y criba de los emplazamientos candidatos. En realidad consiste en ir reduciendo el número de emplazamientos candidatos en base a la utilización de métodos de evaluación, tras añadir adicionales características de las ubicaciones no consideradas en la primera fase del análisis regional y refinarse los criterios relativos a las características. No existe una metodología universalmente aceptada para la valoración de la comparación entre los empla-

zamientos por lo que el Anexo I describe una serie de métodos basados en la utilización de diferentes escalas para las diferentes características. El objetivo consiste en encontrar índices o atributos que expresen el relativo cumplimiento de una característica a través de escalas que pueden ser ordinal, de intervalo, de ratios, etc. (17).

- Etapa de comparación y clasificación ordenada de candidatos preferidos. Tras ponderar los criterios se establece la comparación entre los distintos emplazamientos con metodologías como la teoría de la decisión con múltiples objetivos, entre otras (18). También se valoran las características no directamente relacionadas con la seguridad.

Destaca, en la nueva orientación, la explícita referencia que por primera vez se hace del carácter multidisciplinario prevaleciente en el examen e investigación de los emplazamientos, en detrimento del tradicional énfasis en los aspectos puramente técnicos: «Estas investigaciones sobre emplazamientos requieren de un número de expertos con formaciones muy diversas, que ofrezcan conocimientos en muchas disciplinas» (p. 11). En concreto, el documento cita una serie de disciplinas en las que se requieren expertos: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Nuclear, Protección Radiológica, Ecología-Radioecología, Demografía, Planificación de Emergencia, Ingeniería Civil, Mecánica del Suelo, Geología, Sismología, Hidrología y Meteorología. Evidentemente, esta extensa enumeración debería haber sido completada con expertos en las siguientes disciplinas que juegan también un importante papel en la política de ubicación: Ordenación del Territorio (Planificación Urbana y Regional), Sociología, Política Pública y Derecho Administrativo. En cualquier caso, el reconocimiento explícito de esta dimensión multidisciplinar es ya un importante avance en los planteamientos de la IAEA.

En el último capítulo del documento analizado, la IAEA aborda una enumeración de las características del emplazamiento que deben ser contempladas en relación con la seguridad (pp. 14-21). Estas características son:

---

(17) Ver B.J. Hobbs «Analytical Multiobjective Decision Methods for Power Plant Siting: A Review of theory and Applications», Brookhaven National Laboratory, august, 1979.

(18) Métodos utilizables en la comparación de emplazamientos han sido desarrollados en B.J. Hobbs, 1979, Loc. Cit.; Keeney, R.L. «Siting Energy Facilities», Academic Press, 1980; Delphi Assessment, Pennsylvania Power and Light Company, Coal-Fired Power Plant, Site Selection, january, 1977.

- Fallas superficiales del territorio, limitándose a señalar que «la existencia de fallas conocidas es un factor de rechazo» (Ver Safety Series 5-SG-S1).
- Sismicidad: «Las áreas con una relativa alta sismicidad son normalmente rechazadas en el análisis regional», es decir, en la primera etapa de la investigación. La imprecisión que reflejan los términos de tal afirmación queda algo más clarificada en las Safety Guides 50-SG-S2 y SG-S1, aunque la IAEA siempre deja un amplio grado de indeterminación con su política de evadir estándares numéricos precisos o criterios absolutos que determinen umbrales de aceptación o rechazo.
- Características de adecuación del subsuelo. Se remite a la Safety Guide 50-SG-S8.
- Areas Volcánicas. «En las regiones volcánicas, las áreas en la inmediata vecindad de volcanes potencialmente activos son frecuentemente rechazadas en el análisis regional». Hubiera sido deseable se matizara con más precisión qué se entiende por «inmediata vecindad».
- Inundaciones. «Las áreas sujetas a altos niveles de inundaciones son normalmente rechazadas», señala el documento, remitiéndose a las Safety Series 50-SG-S10A y 50-SG-S10B.
- Fenómenos metereológicos extremos. «En las regiones con fenómenos metereológicos extremos (ciclones, tornados...) algunas áreas afectadas pudieran ser rechazadas». Para el método y tipos de estudios a realizar con detalle cita las Safety Series 50-SG-S11A y 50-SG-S11B.
- Acontecimientos inducidos por el hombre. Se está refiriendo a «las áreas en la proximidad de grandes instalaciones peligrosas, grandes aeropuertos o rutas de transportes de materiales peligrosos», que deben ser rechazadas. «Los potenciales emplazamientos deben ser cribados en base a las distancias de estas instalaciones y a su impacto asociado». Sin embargo, tanto en este documento como en la Safety Guide a la que remite 50-SG-S5, está presente su resistencia a fijar valores numéricos absolutos excluyentes. En la Safety Guide aparece alguna cifra en nota a pie de página, aunque siempre explicitando que se trata del ejemplo seguido en algún Estado Miembro, sin establecer ninguna recomendación respecto a umbrales. Así se nombra el factor SDV (Screening Distance Value), o valor de la distancia pantalla según algún Estado

Miembro, cifrando en 8 a 10 Km la distancia mínima de los focos susceptibles de generar nubes de gases o vapores peligrosos. Consideran que debe darse particular atención en este sentido a: plantas químicas, refinerías, sistemas de almacenaje superficial y subterráneo de petróleo y gas natural, tuberías de líquidos volátiles, gas y gas licuado, rutas del mar por las que se transporten materiales peligrosos, etc. (19).

Evidentemente aquellos emplazamientos donde el impacto potencial sea menor son preferibles a los otros. Esto puede servir, en efecto, para comparar emplazamientos pero, ¿cómo puede conocerse con precisión la aptitud absoluta de un emplazamiento si se carece de criterios específicos excluyentes? Hablar de la «proximidad» como factor excluyente es decir, muy poco.

- Dispersión atmosférica. La misma imprecisión y similar razonamiento crítico puede extenderse con respecto al comentario que el documento hace de esta característica: «Las áreas con elementos desfavorables que puedan presentar características de dispersión atmosférica adversas a lo largo de amplios períodos de tiempo, y que tengan también densidades de población relativamente altas, son rechazadas en el análisis regional». El documento se remite a las Safety Guides 50-SG-S3 y 50-SG-S4.
- Dispersión en el agua. «Un área puede considerarse rechazable si contiene importantes fuentes de agua potable superficiales y subterráneas que estén previstas para usos públicos». Esta característica tipifica aquellas para las que resulta enormemente difícil establecer valores absolutos o umbrales de rechazo. En ellas aparece particularmente recomendable la valoración o ponderación del criterio, a través de una consulta o participación pública del colectivo directamente afectado. Para una mayor pormenorización se remite a las Safety Guides 50-SG-S6 y 50-SG-S7.
- Distribución de población. Esta trascendental características es tratada con sorprendente superficialidad y ambigüedad, limitándose a señalar el documento que: «En el análisis regional se debe considerar el rechazo de aquellas áreas con muy alta densidad de población». Ni en ese texto, ni en la Safety Guide a la que se remite 50-SG-S4, ya comentada con extensión en anteriores epígrafes, se llega a definir con pre-

---

(19) «External Man-Induced Events in Relation to Nuclear Power Plant Siting». Safety Guide 50-SG-S6, IAEA, Vienna, 1981, p. 23.

cisión lo que se entiende por «alta densidad» o «muy alta densidad». Es quizás en este importante parámetro donde se constata el mayor alejamiento con respecto a los cambios que empiezan a estar presentes en la práctica y regulaciones de EE.UU. Allí, tal y como se ha descrito, el tema de las características y distribución de la población del entorno de los proyectos nucleares ha adquirido una notable relevancia, intensificada tras el accidente de Harrisburg.

- Planificación de emergencia. Resulta novedoso el destacar esta característica con singularidad, es decir, como un criterio más de aceptación o rechazo en el proceso de selección de emplazamientos. «La posibilidad de efectivas acciones de emergencia (disponibilidad de comunicaciones, accesos, evacuación, transporte) es considerada en el examen de los emplazamientos, particularmente durante las últimas fases cuando han sido seleccionadas unas pocas ubicaciones». Es decir, de una forma tácita, la imposibilidad o dificultad de articular efectivas acciones de emergencia, puede ser, en la fase previa de análisis de los emplazamientos, un factor suficiente para rechazar una ubicación. El documento se remite para más detalles a la Safety Guide 50-SG-G6.
- Usos del suelo. Esta característica se desarrolla en dos líneas de forma harto inconsistente, ya que la IAFA se limita a señalar: «El uso del suelo en la región puede influir en la selección del emplazamiento. Debe también considerarse los futuros desarrollos y la planificación regional». El punto de vista en el que se enmarca el criterio descansa en la protección del medio ambiente, factor éste que requiere también de una directa prospección consultiva sobre la comunidad directamente afectada.
- Disponibilidad de agua para la refrigeración. Esta es una característica claramente excluyente que dispone, inequívocamente, de un umbral mínimo para su aceptación o rechazo. «La disponibilidad de agua es esencial para propósitos de seguridad», señala la AIEA. En efecto, una planta de 1.000 Mwe, con sistema de refrigeración abierto (once through), debe disponer de un flujo mínimo de 150 m<sup>3</sup>/s de agua. Y este sí es un criterio excluyente.
- Finalmente, la AIEA enfatiza, como nunca lo había hecho en sus Guías, las consideraciones no relacionadas con la seguridad, aduciendo que son aspectos que pueden muy bien «con-

ducir al rechazo de varios emplazamientos por lo que deben investigarse en las primeras etapas del estudio de las áreas» (Anexo III). Entre ellos cita como más relevantes a los económicos, técnicos, ambientales y sociales, pormenorizando en temas como: costes de transporte y pérdidas de energía, rutas de transporte y comunicaciones idóneas, topografía, aspectos ambientales y socioeconómicos y proximidad a centros industriales, matizando en este último criterio que «aunque es una ventaja para la operación y mantenimiento el disponer de una cercana infraestructura industrial, esta proximidad puede, por otra parte, crear problemas de seguridad secundarios en caso de emergencia».

En síntesis, aunque el nuevo enfoque de la ubicación suponga un importante cambio con respecto a la postura tradicional de este organismo, persiste aún una considerable indefinición y un tratamiento repleto de ambigüedades en muchos de los criterios explicitados. Sin duda alguna la Agencia Internacional avanza con gran lentitud y retraso en relación a los nuevos planteamientos que empiezan a estar presentes en los organismos reguladores americanos, vanguardias y principal punto de referencia en la política de ubicación de los reactores de agua ligera existentes y previstos a escala mundial.

### **5.5. Prácticas en la ubicación de reactores seguidas por otros países**

Cualquier investigador de esta importante parcela de la alternativa nuclear se queda sorprendido por la práctica ausencia de información pública oficial sobre la compleja temática de la ubicación de reactores nucleares. Así como la información sobre los aspectos técnicos de la energía nuclear es extensísima, no ocurre lo mismo en el área relativa a la ubicación de reactores que, en los pocos casos que ha sido tratada, sus autores son ingenieros o especialistas en dimensiones estrictamente técnicas, por lo que su análisis resulta, en la generalidad de los casos, bastante sesgado y unidimensional.

Esta prevalencia del enfoque técnico en la escala micro espacial ha sido denunciada, a niveles globales, por prestigiados tratadistas como José Luis San Pedro en los siguientes términos: «Yo recomendaría a los que defienden a ultranza la expansión de la energía nuclear que repasen la historia. Si hoy estamos luchando contra graves casos de contaminación es porque los puramente técnicos y los científicos han estado aplicando técnicas determinadas con una ignorancia es-

candalosa de las consecuencias que luego tienen esas aplicaciones» (20).

Con excepción del programa NUSS y sus Safety Series relacionadas con la ubicación, pero no iniciado hasta 1978, es difícil encontrar en la IAEA publicaciones relativas a la política de ubicación de reactores. En realidad, sólo tienen publicados dos tratados sobre el tema que se limitan a recoger los trabajos presentados en un simposium sobre ubicación de reactores organizado por la IAEA en 1963, en Bombay (21), y los recopilados en otro simposium que tuvo lugar en 1974, en Viena, organizado conjuntamente por la OCDE y la IAEA (22). El contenido de ambos documentos resulta algo decepcionante por tres razones. En primer lugar todos los autores están directamente vinculados con la industria nuclear o con los organismos oficiales promotores de la misma. En segundo término, la orientación de la práctica totalidad de los trabajos es estrictamente técnica, unisectorial, figurando ingenieros y especialistas técnicos, casi en exclusividad, como autores de las ponencias. En tercer lugar, la mayoría de los trabajos son descriptivos, limitándose a explicar someramente cuál es la práctica en su país, sin atisbo crítico hacia diversos aspectos de esas prácticas.

Aquí radica, precisamente, el gran problema de la ubicación de reactores nucleares y políticas seguidas que exigen una aproximación multidisciplinar, invitando a la participación de un amplio abanico de especialistas y disciplinas. Los aspectos técnicos y de ingeniería de seguridad son sólo un dato más a internalizar en el proceso de estudio, selección y decisión final, y no el centro del problema.

En la introducción del Simposium de Bombay ya se señala que la búsqueda de un emplazamiento idóneo envuelve un compromiso entre objetivos: «Las consideraciones de seguridad pública favorecen normalmente la instalación de un reactor nuclear lejos de las áreas pobladas, mientras que las consideraciones económicas pueden favorecer el que se ubique cerca de los consumidores a fin de minimizar los costes de transmisión». La realidad posterior hasta Harrisburg ha mostrado que ha prevalecido la segunda consideración. Desde 1979 sin embargo, se empieza a reconsiderar la práctica seguida reforzán-

---

(20) J. Luis San Pedro. Presidente de la Comisión del Medio Ambiente del Senado Español. *El País*, 8 de diciembre, 1977.

(21) *Siting of Reactors and Nuclear Research Centres. Proceedings of a Symposium, Bombay, 11-15 march, 1963, IAEA, 1963.*

(22) *Siting of Nuclear Facilities. Proceedings of a Symposium IAEA-OECD. Vienna, 9-13 december, 1974, IEAE, 1975.*

dose el alejamiento de las áreas pobladas y enfatizándose aspectos ecológicos, socio-económicos, políticos, que antes se menospreciaron.

Son muy pocas las referencias dignas de reseñarse en relación al simposium de Bombay, por otra parte hoy ya demasiado lejano. En la temática de los criterios de distancias en relación a la población cabe destacar la práctica seguida en la India, que no permitía ningún centro de población superior a 10.000 habitantes dentro de los 16 Km. del reactor, ni ciudad de más de 100.000 habitantes dentro de los 40 Km. del emplazamiento. También es digno de reseñar el caso de la URSS que no permitía la existencia de «ninguna gran población dentro de los 25 Km.» (p. 214). En otra parte del mismo trabajo se afirma que «En la India no deben existir dentro de los 50 Km. desde el emplazamiento ninguna ciudad mayor de 100.000 habitantes» (p. 307), lo que evidencia la falta de rigurosidad con que el tema era tratado.

Entre las conclusiones del simposium es digna de mención la respuesta de F. Duhamel, en nombre de la delegación francesa que, a la pregunta «¿Cuál es el lugar que debe ocupar en el futuro el emplazamiento entre las posibles medidas para alcanzar un deseable estándar de seguridad?», contesta: «esta delegación es unánimemente de la opinión que el emplazamiento es importante puesto que a ninguna instalación nuclear puede considerarse que le despreocupe la dosis de exposición de la población de su entorno. Sin embargo, aunque la ubicación es importante, sólo puede jugar un modesto papel en la consecución de la seguridad. Los requerimientos económicos y la necesidad fundamental de que la instalación sea productiva seguirán siendo las consideraciones dominantes. En cualquier caso, aunque sólo sea por consideraciones económicas, la seguridad debe ser alcanzada para evitar el daño y la destrucción de las instalaciones además de para mantenerla productiva» (p. 491). Esta sorprendente y honesta presentación de la filosofía de la delegación francesa ha estado presente en la práctica totalidad de los países hasta finales de la década del 70, años durante los cuales la industria nuclear y los científicos nucleares han sido los diseñadores de las políticas energéticas nucleares y de las políticas de ubicación de reactores. En el simposium parece que se admitió la dificultad de establecer un índice capaz de evaluar la seguridad de un emplazamiento, aunque sea posible estimar el grado comparativo de seguridad entre emplazamientos. La solución más repetida era la doble contención del edificio del reactor como una mejora que haría compatible el reactor, según se insiste, con prácticamente cualquier ubicación.

No obstante, hoy parece reconocerse que las políticas de ubicación de reactores han venido siendo, en todos los países nuclearizados, muy arbitrarias y poco consistentes.

Ya en 1977, la OCDE recomendó a sus miembros que «deben encontrarse los medios para favorecer el desarrollo de políticas de ubicación a nivel nacional como una parte de las políticas de desarrollo de energía y de medio ambiente» (23), existiendo aún hoy poca evidencia de que esto se haya llevado a cabo. Hay autores, como Pagett, G. y Lloyd, G. (24) que opinan que el sistema de planificación está siendo utilizado como un medio para «legitimar intereses nacionales energéticos a expensas de las áreas locales», tema éste que entra dentro de la polémica de los conflictos entre los objetivos nacionales, regionales y locales.

Dentro de las prácticas de ubicación y en lo que respecta a su importante dimensión poblacional, destaca como representativa de un área geopolítica concreta el caso de la Unión Soviética.

### *LA UNION SOVIETICA*

Siendo la URSS el primer país del mundo que construyó en 1954 un reactor nuclear comercial de 5 Mwe, refrigerado con agua y moderado por grafito, en Obniskaya próximo a Moscú, a principios de 1981 la Unión Soviética disponía sin embargo de una capacidad de generación de energía eléctrica de origen nuclear que sólo alcanzaba los 13.000 Mwe. Es decir, el 5 por ciento de la demanda total de energía eléctrica del país. En esas mismas fechas EE.UU. disponía de 70 reactores con una capacidad de 60.000 Mwe. No obstante los proyectos a finales de 1980 iban orientados a contratar 5.000 Mwe al año de generación nuclear, lo que no resulta sorprendente pues, como apunta Frank Barnaby «No existe virtualmente discusión pública sobre los riesgos y beneficios de la energía nuclear en la URSS, lo que supone el paraíso para el ingeniero nuclear» (25).

Paradójicamente sin embargo, en 1980 la URSS alcanzó sólo una tercera parte de la producción de energía nuclear que tenía prevista desde 1972 para ese año. El récord, por lo tanto, es aún peor que el de EE.UU. (26).

---

(23) OECD «Energy Production and Environment», París, 1977.

(24) Pagett, G. and Lloyd, G. «Planning and Nuclear Power», Planners News, october, 1981 (p. 8-9).

(25) Frank Barnaby «A Nuclear Engineer's Paradise», The Bulletin of the Atomic Scientists, february, 1981, p. 55.

(26) Not Man Apart, FOE, agosto, 1981, p. 17.

La promoción de la Energía nuclear en la URSS parece estar fuertemente mediatizada por la geopolítica de dependencia en relación a los países que se encuentran bajo su órbita. Probablemente este aspecto esté aún mucho más agudizado en la Unión Soviética que en los EE.UU.

La URSS se muestra muy interesada en incrementar su mercado de exportación nuclear, posiblemente más por razones de dependencia —vulnerabilidad que por razones comerciales. Nueve reactores han sido ya exportados a Alemania del Este, Bulgaria, Checoslovaquia, Finlandia, construyéndose diecisiete más destinados a Bulgaria (2), Checoslovaquia (6), Alemania del Este (4), Hungría (2), Polonia (2), y Cuba (1). Ahora bien, los elementos del fuel nuclear irradiado en todos esos reactores deben ser devueltos a la URSS para su reprocesamiento y almacenamiento.

Se sabe que ha habido accidentes en reactores pero, tal y como señala F. Barnaby: «Desafortunadamente las autoridades soviéticas rehúsan facilitar un considerable volumen de información que deben de tener acumulada referente a los accidentes nucleares» (27) ya que pregonan que ellos han resuelto, satisfactoriamente, los problemas de seguridad asociados con los reactores nucleares.

En abril de 1979, el Ministro Soviético de la Energía, Pyotr Neoporozhny, personaje pro-nuclear al que insistentemente hace alusión el lobby e industria pro-nuclear occidental, admitió por vez primera que accidentes nucleares, incluyendo una explosión y escapes radiactivos, habían ocurrido en la Unión Soviética. No ofreció información precisa sobre cuándo y dónde ocurrieron los accidentes, pero citó dos además de una serie de incendios en centrales que no identificó (28).

Se conoce ya que el accidente, supuestamente en un almacén de residuos nucleares, habido en los Urales, en 1957, causó cientos de muertos (29). Aunque en un principio los medios nucleares oficiales occidentales recogieron la noticia con una gran dosis de escepticismo e incluso sarcasmo, más tarde sin embargo, el Laboratorio Nacional de Oak Ridge en EE.UU. publicó un informe en el que se confirmaban las afirmaciones de Medvedev. El Dr. Aurbach, director de los Laboratorios, reconocía en un informe que una superficie de alrededor de 1.000 Km<sup>2</sup> al Este de Kyshtym había resultado contaminada por

---

(27) Frank Barnaby, 1981, Loc. Cit., p. 56.

(28) Titular de Financial Times «Moscú Admite Accidentes Nucleares», 24 de abril, 1979.

(29) Zhores A. Medvedev «Nuclear Disaster in the Urals», W.W. Norton and Company, INC. 1979.

el accidente en el centro de almacenamiento de productos radiactivos (30).

En lo referente a la práctica nuclear soviética en la localización de las plantas, ésta se orienta a concentrar varios reactores en un único emplazamiento. Así en Novovoronezh por ejemplo, se encuentra un complejo nuclear de cuatro reactores PWR, refrigerados y moderados por agua, con un output total de 1.500 Mwe.

En la década del 60 se señalaba que las centrales debían estar al menos a 10 Km. de áreas pobladas y a 35 Km. de grandes ciudades (31). Con posterioridad, en un trabajo de A.N. Belitskiy et al., presentado en Viena 1971, se señala que en la URSS se recomienda la no existencia de residencias en el entorno de las plantas nucleares, aunque no se establecen distancias (32).

En 1974, Philip R. Pryde y Lucy T. Pryde afirmaban que hasta esa fecha ningún reactor nuclear se había construido a menos de 40 Km. de un importante centro urbano (33). Sin embargo, el origen del confucionismo creado por el lobby pro-nuclear de occidente que ha hecho creer que en la URSS ubican los grandes reactores dentro, prácticamente, de sus grandes ciudades, está, previsiblemente, en un informe de una delegación estadounidense a la URSS en 1970. Decían entonces: «Los Soviéticos localizan sus centrales nucleares en los centros de consumo y donde hay agua para la refrigeración. No requieren un área de exclusión alrededor de los reactores. Desarrollan convenientemente las áreas residenciales del personal para su acceso al centro industrial. Las viviendas para sus trabajadores se localizan frecuentemente cercanas a la planta» (34).

La URSS impone un área de exclusión de aproximadamente 3 Km. en torno a sus reactores (35). Cabe destacar que Checoslovaquia, dentro de su área de influencia-dependencia, establece para esta misma zona sólo 0,5 Km. (36). La Unión Soviética no permite en esos 3 Km. la existencia de ningún habitante. La siguiente zona es de ob-

---

(30) Ver La Gazette Nucleaire, n.º 38, sept.-oct. 1980, p. 10; Nuclear Safety Magazine, Oak Ridge National Laboratory, march-abril, 1979; J.R. Trabalka, L.D. Eyman and S.I. Averbach, «Analysis of the 1957-1958 Soviet Nuclear Accident», Science 209, 1980, p. 345.

(31) A.N. Komarovskiy, «Design of Nuclear Plants» Atomizdat, Moscow, 1965, traducido por el Israel Program for scientific Translations, 1968, p. 159.

(32) A.N. Belitskiy et al., trabajo presentado a las conferencias sobre «Environmental Aspects of Nuclear Power Stations, IAEA, Vienna, 1971, pp. 179-181.

(33) Philip R. Pryde and Lucy T. Pryde «A Different Approach to Nuclear Safety: Soviet Nuclear Power». Environment, Vol. 16, n.º 3, 1974, p. 31.

(34) «Soviet Power Reactors», Report of the U.S.A. Nuclear Power Reactor Delegation Visit to the USSR, June 15-July 1, 1970, p. 11.

(35) IAEA Safety Series n.º 50-SG-S4, Loc. Cit., 1980, p. 28.

(36) Ibid., p. 28.

servación y en ella se controla la producción agrícola y pecuaria. El emplazamiento debe situarse también a 25 Km., como mínimo, de cualquier ciudad de más de 300.000 habitantes, estableciéndose requerimientos bastante más rígidos para ciudades de más de un millón de habitantes (37).

Teniendo en cuenta la dificultad existente en ese país para las voces disidentes críticas a la política oficial, son de destacar las declaraciones del miembro de la Academia de Ciencias, Dr. Nikolai Dollezhal y del Dr. Yuri Koryakin, que en 1979 afirmaron: «Los planes gubernamentales energéticos en lo referente a la energía nuclear, pueden crear serios problemas de seguridad y ecológicos»... «las centrales deben situarse lo más lejos posible de las zonas de mayor densidad de población, lejos de los principales centros urbanos soviéticos» (38). Recientemente, en enero de 1984, la prensa occidental reflejaba una noticia sorprendente: «La contaminación en Kemerovo provoca una severa amonestación contra cinco ministros de la URSS». El Politburó del Partido Comunista de la Unión Soviética ha censurado pues a los ministros de la Industria Eléctrica —señalaba el artículo— «por la indisciplina evidenciada en la puesta en práctica de medidas de protección de la naturaleza por parte de empresas bajo su competencia». Curiosamente, dos de los ministros ahora afectados, el de la Industria Eléctrica Piotr Neoporozhny, histórico baluarte del lobby pro-nuclear de Occidente, y el de la Industria Siderúrgica, Ivan Kazanietz, fueron ya objeto con anterioridad de críticas desde las páginas de la prensa soviética (39).

En síntesis, cabe destacar en conexión con la frecuente referencia hecha por los intereses pro-nucleares occidentales al caso Soviético, la sesgada y a veces manifiestamente manipulada información que se maneja con respecto a esa inmensa República pionera en la instalación de reactores nucleares para producción de electricidad (40). A principios del 80 figuraba aún con una capacidad nuclear instalada bastante

---

(37) Current Nuclear Power Plant Safety Issues, Vol. I, Conference Proceedings, Stockholm 20-24 oct. 1980. IAEA, Vienna, 1981, p. 251.

(38) Ver Herald Tribune, 16 octubre, 1979 y el País, 18 octubre, 1979. «Los soviéticos comienzan a interrogarse —se señala— a nivel oficial y público sobre los problemas que plantea el desarrollo de la energía nuclear. En la Revista «Komunist» del Comité Central del Partido, el académico Dr. N. Dollezhal y el Dr. Y. Koryakin han enumerado las «dificultades, fundamentalmente ecológicas, con las que se enfrenta el desarrollo de este tipo de energía». Por ello «proponen comentar la construcción de nuevas centrales en una zona alejada de las poblaciones». También reconocer que «los métodos que se utilizan para almacenar, transportar y reciclar los residuos no están libres de riesgos».

(39) El País, 22 de enero de 1984.

(40) Philip R. Pryde y Lucy T. Pryde «Soviet Nuclear Power», Environment, Vol. 16, n.º 3, p. 26.

inferior no sólo a EE.UU., sino también a países como Alemania, Francia o Japón.

Dentro del contexto europeo, excluyendo a Gran Bretaña y España, cuyas políticas serán tratadas con especial singularidad, resulta interesante el caso de Italia.

### *ITALIA*

En 1975 el Gobierno italiano aprobó una Ley (Ley 393), que requería se preparara un mapa con todos los posibles emplazamientos de centrales nucleares en el país. Se definió una metodología en la que los criterios concernientes a la distribución de población se fundamentaban en cifras numéricas que limitaban:

- la densidad de población en el entorno.
- la población por sectores.
- la distancia a centros de población.

Para implementar los dos primeros conceptos se utilizó un factor de población del emplazamiento que ponderaba la población en función de la distancia. Para la densidad de población el factor de población se llevó a cabo hasta los 20 Km. En el análisis por sectores el cálculo se extendió hasta los 50 Km. Se establecieron también distancias mínimas desde los centros de población: 10 Km. para centros de más de 20.000 habitantes (41). Otros informes, sin embargo, señalan que el emplazamiento de un reactor no puede encontrarse dentro de los 30,5 Km. de un centro urbano (42).

El confucionismo detectado en el caso italiano, se trasluce también en las desmentidas políticas de ubicación presentes en el resto de los países nuclearizados que perciben al parecer la seguridad de forma bien distinta, a pesar de disponer del mismo tipo de reactores.

Según el panel que trató el tema de la ubicación en el reciente simposium de la IAEA de Estocolmo (43), se reconoce que existe en la actualida una ausencia de filosofía común sobre la seguridad, por lo que enfatizaron la necesidad de un nivel de seguridad unificado a escala mundial. «El mundo —señalan— requiere soluciones globales al problema de la seguridad de los reactores nucleares y por lo tanto será necesario un nivel uniforme en la seguridad. Con este concepto

---

(41) Current Nuclear Power Plant Safety Issues, IAEA, Loc. Cit. 1981, p. 252.

(42) Nucleonics Week., June 1, 1978.

(43) Current Nuclear Power Plant Safety Issues. Vol. I. Conference Proceedings, IAEA, Loc. Cit., pp. 253-255, 1981.

asumido globalmente, cada país podrá además tomar en cuenta consideraciones locales» (p. 257).

## 5.6. El caso de Gran Bretaña

Fue Gran Bretaña, junto con EE.UU., donde empezaron a funcionar los primeros reactores nucleares del mundo occidental a finales de la década de 1950. Concretamente en Calder Hall (Camberland), se inició en 1956 la era de la energía eléctrica nuclear en Europa, con reactores GCR (Reactores refrigerados con gas) de tecnología británica. Hasta 1976 la política de ubicación de reactores prácticamente no sólo no existía, sino que era difícil encontrar, dentro de Gran Bretaña, una referencia a la misma en la política oficial (44). Quizás el documento que, aunque brevemente, ha incidido más en esta dimensión de la alternativa nuclear fuera el conocido informe sobre la energía nuclear y el medio ambiente de la Royal Commission on Environmental Pollution (45).

En los primeros reactores nucleares estuvo presente el objetivo de ubicarlos lejos de las áreas pobladas y centros de población. El criterio que prevaleció era el buscar emplazamientos en áreas rurales «remotas», áreas frecuentemente con un alto valor medioambiental, lo que con la idiosincrasia anglosajona generaría posteriormente algún problema, modificándose el criterio (46). Según Charlesworth and Gronow, 1967 (Op. cit.), existía una práctica con unos criterios generales en cuanto a la ubicación de forma que se cumplieran unos requerimientos en esa primera fase del programa nuclear británico. Para cualquier sector de 10.º la población hasta las 0,3 millas (0,48 Km.) sería prácticamente inexistente; menos de 10.000 habitantes en

---

(44) Para conocer el método de evaluación utilizado en la selección de un emplazamiento hasta mediados de la década del 70, ver: Charlesworth F.R. and Gronow, W.S. «A Summary of Experience in the Practical Application of Siting Policy in the United Kingdom» (1967). IAEA. Symp. on the Containment and Siting of Nuclear Power Plants, Vienna; Farmer, F.R. «Siting Criteria—A New Approach» (1967). IAEA, Symp. on the Containment and Siting of Nuclear Power Plants, Vienna; Gronow, W.S. «Application of Safety and Siting Policy to Nuclear Plants in the United Kingdom» (1969) IAEA Symp. on the Environmental Contamination by Radioactive Material, Vienna; y Gronow W.S. and Gausden R. «Licensing and Regulating Control of Thermal Power Reactors in the United Kingdom» (1973). IAEA Symp. on the Principles and Standards of Reactor Safety, Julich, Federal Republic of Germany.

(45) «Nuclear Power and The Environment», Royal Commission on Environmental Pollution. Chairman Sir Brian Flowers, H.M.S.O. Cmnd. 6618, sept. 1976, London.

(46) Ver Farmer, F.R. and Fletcher, P.T. «Siting in Relation to Normal Operation and Accident Conditions». Proceedings of the Sixth Nuclear and Electronic Engineering Conference, CNEN, Roma, 1959; Farmer, F.R. «The Evaluation of Power Reactor Sites» DPR/INF/266. United Kingdom Atomic Energy Authority. Harwell, 1962.

las 5 millas (8 Km.) y menos de 100.000 habitantes dentro de las 10 millas (16 Km.). Para cualquier sector de 60.º el límite estaría en seis veces estos valores. Las citadas cifras resultan, comparativamente, bastante más permisivas que las manejadas oficiosamente en EE.UU. y demás países con centrales nucleares del tipo LWR. La capacidad de los reactores británicos de la época era relativamente pequeña y parece generalmente admitido que en esos reactores los accidentes susceptibles de producirse son de un impacto considerablemente menor que en los LWR de diseño americano. Por esta razón, en 1968, el Ministro de Energía anunció que con los reactores AGR (Advanced Gas Cooled Reactors) disponían, aparentemente, de diseños más seguros por lo que «...los reactores refrigerados con gas... podrían ser construidos y operados más cercanos a las áreas pobladas de lo que entonces se permitía» (47). De esta forma se inicia una mayor permisividad en relación a la ubicación y las áreas pobladas, centrándose la exigencia más rígida en la posibilidad de evacuación de la población de su entorno inmediato. Adicionalmente, la política «de ubicación» tenía como objetivo aprobar únicamente aquellos emplazamientos que no impusieran restricciones en el desarrollo alrededor de los mismos. El método de establecimiento de distancias y de restricciones poblacionales se basaba en el cálculo de dosis para hombres estándar y bajo accidentes base de diseño creíbles (48). En 1981 el programa nuclear británico empieza a orientarse hacia los reactores de agua a presión (PWR) generándose una intensa polémica (49).

Sin embargo, tal y como Openshaw señala, «la ubicación más permisiva está basada en un argumento económico no comprobado, en la hipótesis demográfica no verificada de que existen pocas ubicaciones remotas, en supuestos optimistas sobre probabilidad de accidentes en reactores y en el asumido buen funcionamiento de los sistemas de seguridad de los AGR» (50). Openshaw critica diversos

---

(47) Hansard, Parliamentary Debates, Vol. 758. Session 1967-68, HMSO. London.

(48) Para una descripción de los métodos utilizados ver: J. Shaw and R.J. Palabrica «A Critical Review and Comparison of the Nuclear Power Plant Siting Policies in the United Kingdom and the United States of America». *Annals of Nuclear Science and Engineering*, Vol. I. n.º 4, april 1974, pp. 241-254.

(49) Ver Michael Flood, Renée Chudleigh y Czech Conroy, «The Pressurised Water Reactor. A Critique of the Government's Nuclear Power Programme», FOE, Energy Paper, n.º 4, 1981.

(50) Ver el excelente trabajo, en el que se ha soportado este epígrafe, «The Siting of Nuclear Power Stations and Public Safety in the U.K.». S. Openshaw. *Regional Studies*, Vol. 16, n.º 3. Jun. 1982, pp. 183-198. Este autor criticó ya anteriormente la arbitrariedad de las políticas de ubicación en el sentido de no realizar ningún estudio comprensivo de los emplazamientos ni establecer ninguna relación con las probables consecuencias de accidentes. S. Openshaw «A Geographical appraisal of Nuclear Reactor Sites». *Area* 12, 1980, pp. 287-290.

aspectos del proceso de ubicación que sigue la Central Electric Generating Board (CEGB), acusando al organismo de dar una prioridad muy baja a los aspectos de seguridad puesto que «el Board naturalmente piensa que su planta es perfectamente segura» (p. 185). Otra seria acusación que pesa sobre este ente es que para cuando es hecho público el interés de la CEGB en un área específica, es ya demasiado tarde para influir sobre la decisión de ubicación, razón que hace exclamar a Openshaw: «Es sorprendente que las decisiones de ubicación no hayan sido objeto de un debate público y político mucho más amplio» (p. 184).

A pesar de esta política y de la flexibilidad de los criterios, la CEGB opina que sigue habiendo problemas para encontrar ubicaciones adecuadas para reactores nucleares. Esto se fundamenta al parecer en la gran dificultad de detectar ubicaciones costeras en Inglaterra y Gales puesto que «un 63 % de sus costas están protegidas por razones de ocio y recreo y un 25 % del resto está ya desarrollado» (p. 191). En lo que respecta al caso de Escocia el problema es más delicado, pues aún pesa sobre la población el hecho de que un accidente grave en la central nuclear de Torness puede resultar en la evacuación del 60 % de la población escocesa, aspecto que no fue considerado cuando se decidió la ubicación, tal y como ha sido denunciado por PERG (51).

Con este trasfondo crítico y con la ausencia de una política nacional de ubicación de reactores, quizás haya sido el Informe Flowers de la Royal Commission el documento oficial más incisivo con la temática nuclear, aunque siga siendo parco en el tratamiento de la ubicación. Tampoco en el reciente informe del House of Commons Select Committee on Energy (HCSCE, 1981) se aborda como sería deseable la ubicación, ofreciéndose descripciones de la práctica totalidad de las demás medidas de seguridad, con la excepción de la aportación que hacen en el apéndice 31 del documento Openshaw, S. and Taylor, P. (52).

El Informe Flowers de 1976 supuso, al menos a escala europea, un revulsivo importante que invitaba a una seria reflexión sobre la alternativa nuclear. Por ello se entresacarán algunas de sus conclusiones, por el interés directo e indirecto que tienen sobre la política de ubicación de reactores.

---

(51) «Safety Aspects of the Advanced Gas-Cooled Reactors». Political Ecology Research Group. PERG. Oxford, 1980.

(52) S. Openshaw and P. Taylor «U.K. Reactor Siting Policy: Memorandum by the Political Ecology Research Group» in First Report of the House of Commons Select Committee on Energy 1980-1981, Minutes of Evidence, Vol. 3, 1981, HMSO, London, pp. 990-1.018.

La Comisión se muestra extremadamente cauta en no hacer una crítica al programa nuclear y política de ubicación seguida hasta entonces pero, a través de una crítica al programa nuclear previsto, desvela contradicciones en la estrategia seguida hasta entonces y serias interrogantes con importantes consecuencias no sólo para el futuro nuclear, sino también para la política de ubicación.

En la introducción centra el problema de lo que va a ser el documento con las siguientes palabras:

«La energía nuclear introduce riesgos ambientales y problemas algunos de ellos únicos por sus implicaciones sobre la sociedad. Está el problema de la manipulación de los residuos radiactivos de alto nivel que se producen en el ciclo nuclear y que deberán almacenarse durante inmensos períodos de tiempo. Está el problema de la creación de materiales peligrosos, especialmente plutonio, que puede ser utilizado en actos malévolos contra la sociedad. Está el riesgo de escapes de radiactividad peligrosos en reactores y otras instalaciones nucleares, sea por accidente o sabotaje. Se ha desarrollado y se está desarrollando un gran esfuerzo para encontrar adecuadas respuestas técnicas e institucionales a estos problemas, pero es importantes que ello no margine u oscurezca los problemas que subyacen de carácter político, social y ético, y que exigen un amplio debate público» (p. 3).

El capítulo que trata directamente de la ubicación enfoca el problema de forma muy genérica y descriptiva, incidiendo sobre el procedimiento institucional. Cabe destacar la crítica que hace al procedimiento seguido apuntando que: «los métodos de trabajo y criterios del NII (Nuclear Installations Inspectorate) debieran ser revisados por las autoridades pertinentes» (p. 115). Los criterios del NII, que es el organismo regulador británico en relación a la ubicación, incluyen limitaciones en el número de habitantes hasta las 20 millas (32 Km.), aunque no se desarrolla este punto (p. 117).

A pesar de señalarse que la evacuación de la población «pudiera ser necesaria hasta los 50 Km. desde el emplazamiento» y que «a distancias menores de 15 Km. el problema de la limpieza de la radiactividad —como consecuencia de un accidente— pudiera ser muy difícil y muy caro» (p. 107), el informe de la Comisión Real adopta el mismo criterio que aún mantenía en esas fechas la NRC americana: «Estamos de acuerdo con la política del Gobierno en que la seguridad

para la comunidad es considerada que procede más de un alto estándar en el diseño, construcción y operación de las centrales nucleares, que de su remota ubicación» (p. 117). Sorprende esta afirmación tan directa —hoy ya rechazada en EE.UU.— por el avanzado contenido crítico del resto del documento, teniendo en cuenta la fecha en que el mismo se hizo público.

Así, otros aspectos que indirectamente inciden sobre la política de ubicación mantenida hasta entonces y la futura política de emplazamientos a diseñar, son tratados por la Comisión de forma bastante más avanzada y crítica.

Con respecto al polémico tema de los residuos radiactivos que se generan tanto en el reactor nuclear como en otras fases del ciclo del uranio, afirma la Comisión:

«No tenemos intención de minimizar los considerables problemas que impone la necesidad de asegurar el almacenamiento de los residuos radiactivos de alto nivel. Existe un consenso generalizado en el sentido de que la presente práctica de almacenamiento... es inaceptable como solución a largo plazo. Están desarrollándose procesos para solidificar los mismos de forma virtualmente insoluble con objeto de facilitar su almacenamiento seguro. Pero permanece aún el problema de su aislamiento por inmensos períodos de tiempo» (p. 80). La Comisión continúa: «sería irresponsable y moralmente equivocado comprometer a las futuras generaciones con la energía de fisión nuclear a gran escala, a menos que haya sido demostrado, por encima de cualquier duda razonable, que existe al menos un método para el almacenamiento seguro de los residuos de alto nivel por un futuro indefinido» (p. 81). En el capítulo de conclusiones, punto 27, insisten: «No debería permitirse el compromiso con un amplio programa nuclear hasta que no se haya demostrado, por encima de cualquier duda...».

En la práctica totalidad de los reactores nucleares del mundo se almacenan, durante períodos mucho más largos de lo que estaba previsto, los residuos del alto nivel que tienen dificultades para encontrar un definitivo cementerio o ser tratados en las escasas plantas de reprocesamiento hoy funcionando. Este es un problema que no tiene fácil e inmediata solución y que está generando graves dificultades en EE.UU. por ejemplo, donde durante mucho tiempo no se ha permitido el reprocesamiento del fuel nuclear irradiado, con lo que las

piscinas para residuos de los emplazamientos están llegando prácticamente a colapsar el propio funcionamiento del reactor. Este importante aspecto que añade un riesgo adicional al emplazamiento, debe ser considerado en las políticas de ubicación de reactores.

Por otra parte, el problema generado por la manipulación y salvaguardias del plutonio es observado como una seria dificultad que nace del desarrollo de la alternativa nuclear. Así señalan:

«Los peligros de la creación de plutonio en grandes cantidades y en el seno de un mundo crecientemente inestable, son serios y genuinos. No deberíamos depender para el abastecimiento de energía de un proceso que genera una sustancia tan peligrosa como el plutonio, a menos que no exista otra razonable alternativa» (p. 184 y 185). El punto 45 de las conclusiones, afirma: «Debería postponerse, tanto como sea posible, un mayor compromiso con la energía nuclear y la economía del plutonio».

La Comisión incide también indirectamente sobre la necesidad de potenciar otras alternativas y considerar otros aspectos hasta ahora no abordados o deficientemente tratados que, indudablemente, afectan a la práctica de ubicación de reactores seguida hasta entonces: «Existe un riesgo considerable de que se destinen recursos inadecuados al desarrollo de programas de energías alternativas, incluyendo la conservación, que podría hacer innecesaria la futura dependencia en la energía de fisión» (p. 197). «Existen pocas dudas de que a medida que aumente el número de reactores funcionando en el mundo, llegará un momento en que se produzca un gran accidente. Este accidente, incluso si ocurre fuera, causará ciertamente ansiedad en éste y en otros países, y pudiera requerir la paralización de todos los reactores mientras se vuelve a evaluar los aspectos de seguridad. Sólo este aspecto sugiere que sería prudente el objetivo de diversificar el abastecimiento de energía» (p. 192)... «A nuestro juicio debe reforzarse el caso de intentar evitar un fuerte compromiso futuro con la energía nuclear» (p. 190)... «Nos parece que existen importantes objeciones ambientales al futuro energético altamente nuclear y altamente eléctrico previsto en la estrategia oficial» (p. 185).

Insisten sobre connotaciones importantes que han sido ignoradas, si no despreciadas, con los siguientes términos:

«El desarrollo nuclear origina problemas a largo plazo de difícil e inusual rango de carácter ético y político, además de técnicos» (p. 198).

«Existe necesidad de que un órgano independiente y de alto nivel provea asesoramiento sobre la estrategia energética, tomando en consideración aspectos económicos, sociales, técnicos y ambientales» (p. 196).

Ante esta llamada de atención en la que tratan de enfatizar que el problema técnico es sólo una dimensión más de esta compleja alternativa, la Comisión Real incide sobre la necesidad de un compromiso público abierto:

«No nos deberíamos comprometer a un gran programa nuclear, incluyendo los reactores regeneradores, hasta que los problemas hayan sido totalmente apreciados y sopesados a la luz de un amplio compromiso público. Para este fin se requiere un procedimiento de consulta» (punto 50 de Conclusiones)... «Las decisiones sobre las principales cuestiones del desarrollo nuclear deben tener lugar a través de un proceso político explícito» (p. 199).

Retomando nuevamente el trabajo de S. Openshaw, 1982 (Op. cit.) en el que se muestra sorprendido de que las decisiones de ubicación «no hayan sido objeto de un mucho más amplio debate público y político» (p. 184), parece necesario que, como este autor apunta: «Las decisiones sobre ubicación de reactores nucleares deben estar expuestas a debate público y calibrados los supuestos sobre los que se soporta» (p. 185).

Ello representaría un primer paso para esa necesaria política de ubicación en la que el emplazamiento debe considerarse como una importante medida adicional de seguridad, con independencia de las características de los sistemas de ingeniería de seguridad. Si las centrales nucleares fuesen totalmente seguras y no generaran los riesgos directos e indirectos, tangibles e intangibles, que su emplazamiento conlleva, su localización sería de escasa importancia pública. Según el informe de la Comisión Real Británica este no es un supuesto aceptable.

### **5.7. El caso español**

Desde que en 1968 comenzó su funcionamiento el primer reactor comercial español, la energía con este origen representó el 9 % de la producción de energía eléctrica del país en 1981, con cinco centrales

en funcionamiento y diez nuevos grupos en construcción en 1983. La práctica totalidad de los reactores contratados responden al modelo americano LWR, y dentro de éste al reactor de agua a presión PWR.

El caso español tipifica la absoluta ausencia de unos criterios, normativas y regulaciones, claros en la política de ubicación de reactores nucleares que, a lo largo de la década del 60 y 70, vino fundamentalmente introducida, desarrollada e interpretada, por las compañías eléctricas privadas, con una poderosa influencia en el «corpus» político y económico del Estado (53).

El tratamiento de la alternativa nuclear en general adolece de muy escasas publicaciones, prevaleciendo los documentos de carácter estrictamente técnicos, provinientes siempre de las afueras de las compañías eléctricas o de técnicos al servicio del organismo que hasta principios de la década del 80 monopolizó de forma poco transparente (54), tanto la promoción como el control de la energía nuclear, la Junta de Energía Nuclear (JEN) (55), dependiente del Ministerio de Industria. Cabe destacar también su tratamiento en la vertiente jurídico-administrativa por juristas y especialistas en Derecho Administrativo, aunque también en esta importante parcela es difícil encontrar planteamientos críticos rigurosos (56).

Resulta, en este contexto, de gran actualidad para el caso español las recomendaciones que en 1963 hiciera David E. Lilianthal, primer presidente de la U.S. AEC:

«Estoy seriamente preocupado sobre el peligro potencial catastrófico para la vida humana y la seguridad pública de la radiación producida por la división del “átomo pacífico”... Si los planes presentes para construir centrales nucleares eléctricas en los grandes centros de población de costa a costa se permiten, este

---

(53) Ver Alfonso del Val. «El Negocio Nuclear de las Eléctricas». España Crítica. Dossier Monográfico, n.º 15, 1983.

(54) El País 2/oct. 1983, señalaba en relación a la JEN. «La JEN, situada a apenas dos Km. del Palacio de la Moncloa, en el circuito de la Ciudad Universitaria, concebida como un ente de investigación en torno a la energía nuclear con fines pacíficos, médicos e industriales, es hoy uno de los organismos menos conocidos por la opinión pública, incluidas las autoridades municipales y autonómicas de Madrid».

(55) Organismo autónomo, creado por Decreto-Ley de 22 de octubre de 1951 y vinculado desde 1962 directamente al Ministerio de Industria.

(56) En la vertiente jurídica relacionada con la normativa nuclear destacan los trabajos de L. Martín Retortillo «Energía Nuclear y Derecho. Problemas Jurídicos-Administrativos» Instituto de Estudios Políticos, Madrid 1964; Santos Lazurtegui «Problemas Jurídicos de la Energía Nuclear», Publicaciones Científicas de la Junta de Energía Nuclear». Madrid, 1964, y los recientes trabajos de R. Martín Mateo sobre el tema, de los que se nutre gran parte del presente epígrafe y a los que se hará oportuna referencia.

proceso vivirá entre nosotros en una escala nunca intentada y provocará la amenaza de contaminar amplias secciones de nuestras ciudades... Puesto que la seguridad de millones de nuestros ciudadanos está envuelta en ello, es sumamente importante que los hombres de leyes entiendan las implicaciones de estos pasos que ahora se están dando» (57).

Con este trasfondo, no resulta sorprendente la práctica ausencia de estudios e investigaciones sobre la importante parcela de la ubicación de reactores nucleares, que exige una visión comprensiva y multidisciplinaria por su propio carácter pluridimensional, cubierta de forma voluntariosa, pero incompleta, por los hombres de leyes.

### 5.7.1. *Organización y proceso de obtención de licencias*

#### a) Organización

La JEN, desde su creación en octubre de 1951, ha venido siendo a lo largo de las tres últimas décadas el organismo catalizador de todas las funciones relacionadas con la energía nuclear. R. Martín Mateo, en su excelente sistematización del Derecho Nuclear (58) dice del mismo:

«La presencia de una organización sustantivizada y dotada con amplios poderes suscitó ciertas críticas en cuanto que se concentraban en los mismos órganos las funciones de control y de promoción de la energía nuclear, yuxtaponiéndose las competencias fiscalizadoras a las estimuladoras con el riesgo de que primase una tendencia benévola y protectora de las empresas del ramo, en detrimento de intereses ambientales generales».

Es decir, hasta 1981, fecha en que queda ya definido y ubicado (59) la práctica totalidad del programa nuclear —para el presente siglo— la JEN ha mediatizado todas las modalidades de la acción administrativa relacionada con esta energía, abarcando no sólo el estímulo y la promoción de la misma, sino también, en lo que resulta más preocupante, el control, normativas, regulaciones referentes a la seguridad del emplazamiento y las instalaciones, además de «fomentar, orientar y dirigir investigación, estudios, experiencias y trabajos conducentes al desarrollo de las aplicaciones de la energía nuclear a

---

(57) David E. Lilianthal, «When the Atom Moves Next Door» McCall's, octubre, 1963.

(58) R. Martín Mateo. «Derecho Ambiental», IEAL. Madrid, 1967, p. 647.

(59) En 1983 funcionan 5 reactores nucleares, están en construcción 9 reactores y cuentan ya con licencia de emplazamiento otros tres reactores.

las guías nacionales y a la promoción de una industria de materiales y equipos nucleares» (60).

Las piezas angulares en las que descansa la organización legal en materia de energía nuclear en España son:

- La Orden del 22 de diciembre de 1959 por la que se dictan normas para protección sobre radiaciones ionizantes.
- La Ley 25/64 de 29 de abril de 1964 sobre Energía Nuclear.
- El Decreto 2869/72 de 21 de julio de 1972 por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR).
- La Ley 15/80 de 22 de abril de 1980 de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) que no entró en funcionamiento hasta marzo de 1981.

El organismo que mantiene la competencia en la concesión de licencias o autorizaciones es el Ministerio de Industria que recaba el asesoramiento de carácter vinculante y preceptivo antes de la JEN y ahora del CSN, que sustituye a la JEN sólo en las funciones relacionadas con el control, seguridad nuclear y protección radiológica. En realidad el nuevo CSN ha resultado de una transferencia del personal e instalaciones del Departamento de Seguridad Nuclear del JEN (61).

El CSN, que pretende romper con la función monopolizadora y hartamente controvertida de la JEN, sitúa a España, al menos formalmente, a nivel de la práctica institucional seguida en los países desarrollados con respecto a esta alternativa. Incumbe a este organismo autónomo con estatuto propio, funciones de propuesta reglamentaria, informes preceptivos y vinculantes cuando tengan carácter derogatorio para autorizaciones previas, de construcción, puesta en marcha, explotación y clausura de instalaciones nucleares, inspecciones, controles, vigilancia, asesoramiento e información (62). Según R. Martín Ma-

---

(60) Art. 5.º de la Ley de Energía Nuclear de 1964.

(61) Parte de la crítica al CSN se centra en que lo constituyen y presiden personas ligadas a los intereses de la industria nuclear, llegando a darse el caso de que el presidente del C.S.N., Francisco Pascual Martínez ha sido Director General de Equipos Nucleares S.A. empresa directamente vinculada a Westinghouse, diseñadora y comercializadora de los PWR, además de miembro del Consejo Ejecutivo del Forum Atómico Español, organismo constituido por la industria nuclear para la defensa de sus intereses. La imparcialidad pues de este reciente organismo pudiera quedar legítimamente en entredicho con este tipo de prácticas. De otro lado, Oscar Jiménez Reyualdo, Consejero del CSN ha sido también directo adjunto de la empresa Equipos Nucleares, S.A., director de garantía de calidad en proyectos como Almaraz, sobre cuya seguridad ahora se tiene que pronunciar desde la Administración, y miembro del Forum Atómico. Sobre estos antecedentes de algunos Consejeros del CSN, ver Nuevo Lunes, 3 al 9 de octubre de 1983.

(62) Art. 2 de la Ley de 17 de abril de 1980.

teo: «De la JEN se van segregando en un proceso legalmente sancionado, pero todavía no realizado íntegramente... todas las operaciones relacionadas con la energía nuclear, a excepción de las de investigación y el almacenamiento de los residuos radiactivos...» (63).

El CSN publicará pues guías de Seguridad Nuclear, hasta ahora muy inconsistentes y deslavazadas, salvo en los aspectos estrictamente técnicos, colaborará, supuestamente, con las autoridades competentes en la elaboración de los criterios etc., a que habrán de ajustarse los planes de evaluación de emergencia del entorno de las centrales nucleares y, en definitiva, desarrollará todos los aspectos de seguridad y control inexistentes o deficientemente tratados y adaptados de la legislación americana en todo el programa nuclear español vigente. El primer informe de este reciente organismo sugiere, precisamente, la revisión del Reglamento de Instalaciones Nucleares, totalmente desfasado a la luz de los nuevos criterios y planteamientos que desde finales de la década del 70 vienen revulsionando la ubicación de reactores en EE.UU., país cuyas prácticas, normas y regulaciones han sido adaptadas, de una forma muy particular, a la realidad española. Martín Mateo se refiere a este aspecto cuando señala:

«La revisión de los criterios de seguridad afecta a la economía... Recordemos el principio de la central de referencia y los costos que han supuesto para las centrales españolas en funcionamiento la modificación de la legislación americana» (64). Antes había definido lo que se entendía por central de referencia y el aparente conflicto de controles en los siguientes términos: «...una central nuclear requerirá cumplir con 2.000 a 3.000 normas que incluyen las correspondientes a dos ordenamientos, el del emplazamiento y el de la "central de referencia", al exigirse según pautas de la OIEA que todas las que construyan tengan la característica de otra que ya esté funcionando satisfactoriamente en un país de tecnología avanzada, lo que supone en nuestro caso la superposición de los controles del CSN y del organismo homónimo americano, la NRC» (65). Esta legítima preocupación de quizás el más brillante tratadista en España de la

---

(63) R. Martín Mateo «Nuevo Derecho Energético», I.E.A.L. Madrid, 1982, p. 344.

(64) R. Martín Mateo, 1982, Loc. Cit. p. 353.

(65) Ibid., pág. 342. Jesús Martínez recogía en la revista Sábado Gráfico n.º 1.179, 3/9 enero, 1980, unas declaraciones de portavoces del Forum Atómico Español, en las que definen el concepto de «central de referencia» en los siguientes términos: «...Cuando se decide construir una central se elige la llamada "central de referencia" que es una central ya aprobada en el país de origen, pero que puede estar en funcionamiento. A la central contratada se le incorporan todas las innovaciones que puedan hacerse a la de referencia. En cualquier caso la Administración exige que los criterios de seguridad sean los que recoge la última normativa vigente en el país de origen. Por eso cada nueva central en España es plenamente actual», p. 9.

dimensión jurídico-administrativa nuclear y energética con una perspectiva globalizante, refleja una gran cortesía hacia la práctica del procedimiento seguido por la JEN. La adaptación de los controles realizados por ese organismo ha venido siendo muy conspicua y poco transparente. De otro lado, los controles que establezca el CSN, existen fundadas razones para pensar que no serán adicionales a los que establezca la NRC, sino que, en todo caso, mimetizarán de forma más benevolente, flexible y hasta parcial, las exigencias del organismo regulador americano, entre otras razones para evitar graves contradicciones que se le presentarían al programa nuclear español con proyectos ya en construcción y hasta en funcionamiento de muy dudoso cumplimiento con las prácticas y regulaciones hoy vigentes. La misma interpretación del concepto «central de referencia» por las compañías eléctricas, ha adolecido de una ilimitada flexibilidad que vaciaba de contenido el objetivo de esa práctica al tomarse para un mismo proyecto referencias sobre tres y cuatro reactores, cambiar de central de referencia a la mitad del proyecto de construcción, etc. etc. Martín Mateo reconoce la penuria en la normativa española y señala: «Como quiera que no existe en España una reglamentación técnica precisa para la instalación de plantas nucleares, se aplican en cada caso normas específicas propuestas por los propios explotadores o adoptadas por la Junta. En la práctica se seguirá la reglamentación adoptada por la Comisión Nuclear Americana, ya que la mayoría de los reactores españoles son de este origen, y por otra parte, los criterios de dicha Comisión son de aplicación en España, bien que a los solos efectos de salvaguardar el uso pacífico, no militar, para las instalaciones y materiales suministrados con base a los convenios entre España y Estados Unidos» (66).

Si bien es cierto que la reglamentación técnica, de estricta referencia a la ingeniería del proyecto, ha seguido o adaptado la normativa americana, con mayor o menor rigurosidad, no ocurre lo mismo con respecto a los aspectos relacionados con la política y procedimiento exigido en el proceso de selección de un emplazamiento, donde no han existido ni sólidos criterios, ni rigurosidad en el procedimiento, ni se han seguido para nada las prácticas de obligado cumplimiento en el país origen de los reactores (67). Con el naci-

(66) Martín Mateo, «Nuevo Derecho Energético», Loc. Cit., p. 661.

(67) Según A. de Acha, técnico del CSN: «La evaluación preoperacional de los parámetros prenucleares de un emplazamiento español se lleva a cabo de acuerdo, fundamentalmente, con la filosofía de la U.S. NRC... La evaluación del impacto radiológico ambiental de nuestras instalaciones nucleares se basa también en criterios norteamericanos». Este técnico del CSN reconoce que «La valoración de los demás impactos exteriores de dichas instalaciones nucleares, es un tanto descoordinada...». Ver «La Evaluación Permanente de Emplazamientos Nucleares en España. La Perspectiva del Organismo de Seguridad Nuclear», Energía Nuclear, Vol. 27, enero-febrero, 1983, p. 36.

miento del CSN y la crítica generalizada y cambio del procedimiento que se vislumbra a partir de Harrisburg, podría pensarse que la práctica española se adaptará al fin a la nueva filosofía y valores que empiezan a prevalecer en la temática del control, seguridad y política de selección de emplazamientos nucleares presentes en el país de mayor experiencia nuclear y de donde proceden la mayoría de los reactores nucleares funcionando y en construcción.

b) Procedimiento de concesión de licencias

En el RINR de 1972, se establecen tres autorizaciones requeridas por el explotador de una central nuclear (68).

— Autorización Previa o de Emplazamiento.

— Autorización de Construcción.

— Autorización de Puesta en Marcha.

La primera autorización «es un reconocimiento oficial del objetivo propuesto y del emplazamiento elegido» (69), con lo que se transforma en primordial de cara a la política de ubicación de reactores. Una vez obtenida la autorización para emplazamiento las posibilidades de reconsiderar la idoneidad del mismo son, en la legislación española, prácticamente nulas, aunque es precisamente a partir de ese momento cuando se señala que «deba procederse a una investigación a fondo del emplazamiento para confirmar la aceptabilidad del mismo» (70).

La concesión de esta licencia por el Ministerio de Industria, previo informe preceptivo y vinculante, cuando sea denegatorio o imponga determinados condicionantes, de la JEN (hoy del CSN), elimina pues en la práctica las posibilidades de revertir esa decisión. «La autorización previa aunque contempla las características fundamentales del proyecto y va más allá aún de una mera opción espacial, no condiciona formalmente a la Administración más que en lo relativo a la ubicación de la instalación, si bien implica toma de posturas sobre los aspectos contenidos en la documentación aportada», opina Martín

---

(68) Para una visualización gráfica de los trámites del proceso de autorizaciones véase Alvarez de Buergo «Aplicación de la Seguridad Nuclear en España», *Energía Nuclear*, Tomo 18, núm. 91 extra, sept.-oct. 1974, pp. 315 y ss. Citado por Martín Mateo, 1977, Op. Cit.

(69) Artículo 6 del RINR de 21 de julio de 1972.

(70) A. González Ubieta et al. «La Selección y el Proceso de Autorización de Emplazamientos de Centrales Nucleares en España. La Perspectiva de la Empresa Eléctrica». *Energía*. Núms. 4 y 5, 1982, p. 88. Este trabajo escrito por cinco técnicos especialistas de Unesa, Fecsa, Iberduero, S.A., C.N. de Almaraz y Unión Eléctrica, representa inequívocamente el punto de vista de los técnicos al servicio de las Compañías Eléctricas en España.

Mateo (71). Este mismo autor trata extensamente el tema aludiendo a los conflictos de intereses, revisión judicial, etc. (72), señalando: «Los motivos de impugnación únicamente podrán basarse en el incumplimiento del ordenamiento bien en cuanto a la incompatibilidad de la central con los planes de urbanismo, bien en lo relativo a los sistemas de seguridad. Ahora bien, en las legislaciones como la española, tan poco explícitas a este último respecto, es difícil que prospere la impugnación...» (73).

La legislación española no contempla los «hearings» o sesiones públicas que en diferentes momentos son obligatorias en el procedimiento americano y en otros países, sino que únicamente habla de un período de información pública para presentación de alegaciones por escrito en un plazo de treinta días, lo que resulta ridículo. Pretender que en treinta días se elabore un razonado y documentado escrito de alegaciones a todo un proyecto nuclear que ha costado más de dos años a un amplio equipo es, realmente, una mofa de la participación pública y del proceso democrático de toma de decisiones.

Para la solicitud de autorización de emplazamiento, que es la autorización fundamental en conexión con la política de ubicación de reactores, el RINR se refiere de forma imprecisa a la necesidad de presentar una descripción del emplazamiento que «se ocupará de destacar los motivos que han aconsejado su elección... Se describirá el lugar, los terrenos circundantes, la distribución de población y las características geológicas, sismológicas, hidrográficas y meteorológicas de la zona elegida», es decir, una descripción de las principales características del emplazamiento sin obligar a todo un proceso de selección de alternativas y descripción crítica de las mismas, justificación de la solución nuclear con respecto a otras alternativas energéticas, criterios específicos vinculativos con respecto a las características, etc. etc.

Resulta sintomático que hasta los mismos técnicos de las compañías eléctricas lleguen a afirmar: «El desarrollo del RINR mediante guías de seguridad publicadas por el organismo competente en seguridad nuclear, no ha contemplado hasta el presente el detalle del contenido de la documentación sucintamente citada...» (74) refiriéndose a los factores de descripción del emplazamiento que el Reglamento exige. Claro que para obtener el permiso de explotación pro-

---

(71) R. Martín Mateo, 1977, Loc. Cit., página 682.

(72) Ibid., pp. 671 y ss.

(73) Ibid., pp. 682.

(74) A. González de Ubieta et al. Loc. Cit. p. 69.

visional, que es la primera fase de la autorización de puesta en marcha, se habrá de presentar el denominado Estudio Final de Seguridad que dispondrá de «datos complementarios obtenidos durante la construcción sobre el emplazamiento y sus características físicas, geológicas, sismológicas, meteorológicas, hidrológicas, ecológicas y demográficas» (75). Con ello se acumula un gran volumen de información que no tiene sentido alguno, salvo si esa información sirve para contrastarla con criterios restrictivos bien delimitados, estándares concretos respecto a las características, etc., lo que no es el caso en el supuesto español, dada la penuria de guías, regulaciones y reglamentos que fijen con precisión el procedimiento a seguir y que permitan una evaluación contrastada y sujeta a escrutinio público del proceso adoptado.

### 5.7.2. *Ubicación y selección de emplazamientos*

El tema de la ubicación de reactores nucleares no parece haber suscitado, se ha dicho, gran interés entre el corpus científico e investigador español a juzgar por la ausencia de trabajos sobre el mismo (76). Sería interesante buscar una explicación a este hecho

---

(75) Art. 26 del RINR.

(76) El tema de los emplazamientos, con evidentes características multidisciplinarias, además de fuertes connotaciones socio-políticas, ha sido escasamente tratado desde plataformas distintas a las presentadas por la industria nuclear, caso del Forum Atómico Español que organizó un coloquio sobre emplazamientos en mayo de 1972 (Ver Boletín Informativo del Forum, n.º 43, 1972) y alguna ponencia presentada en los Simposium organizados por la IAEA, a cargo de técnicos de las compañías eléctricas. Ponencias, por otra parte, meramente descriptivas. Ver A. de los Santos, Luz Corretjer, P. Trueba Bellido, L. Alvarez del Burgo, A. Alonso Santos «La Seguridad Nuclear en España», *Peaceful Uses of Atomic Energy. Proceedings of the Fourth International Conference*. IAEA, Geneva, 1971, Vol. 3, pp. 217-226; F. Pascual, L. Palacios, J. Ortega, I. Gaitan, «El Programa Nuclear Español», *Peaceful Uses of Atomic Energy, Proceedings of the Fourth International Conference IAEA, 1971. Vol. I*, pp. 273-287; E. Iranzo, F. Díaz de la Cruz «Criterios y Normativa para la Evaluación de las Dosis Recibidas por la Población en las Zonas de Influencia de las Instalaciones Nucleares». *Proceedings of a Seminar of Radiological Safety Evaluation of Population Doses and Application of Radiological Safety Standards to man and the Environment*. Yugoslavia, may, 1974, IAEA, pp. 167-181; A. de los Santos, Luz Corretjer «Marco Jurídico a un Programa Nuclear en España», ICNP, Austria, mayo 1977, IAEA, Vol. I, pp. 67-81.

En España cabe destacar, casi con exclusividad, el artículo de cinco técnicos (supuestamente ingenieros) de las compañías eléctricas. A. González Ubieta et al «La Selección y el Proceso de Autorización de Emplazamientos de Centrales Nucleares en España. La Perspectiva de la Empresa Eléctrica» *Energía*, números 4 y 5, 1982, loc. cit. y las aportaciones de A. de Acha, técnico al servicio del CSN que recientemente ha publicado un trabajo ejemplificador del gran confusionismo existente sobre el tema, aunque represente un voluntarioso intento de abordar la política de emplazamientos nucleares española. Ver A. de Acha «La Evaluación Permanente de Emplazamientos Nucleares en España. La Perspectiva del Organismo de Seguridad Nuclear», *Energía Nuclear*, Vol. 27, enero-feb. 1983, pp. 27-46. Ambas «perspectivas», la de la Empresa Eléctrica y la del Organismo de Seguridad Nuclear resultan inequívocamente reveladoras de la realidad española en la política de ubicación de reactores nucleares.

que probablemente se encuentre más dentro de los condicionantes socio-políticos que en los aspectos de interés y curiosidad científica que potencialmente pudiera generar.

El procedimiento seguido en España para la selección y ubicación de un emplazamiento nuclear, aunque formalmente se señala que se ha pretendido seguir la normativa americana y algunas de las recomendaciones que emanan de la AIEA, la realidad es que ha tenido muy poco que ver con todo ello. En la legislación nuclear española y en la práctica seguida, la temática de la selección de emplazamientos ha sido ambigua o inexistente pues, como acertadamente señala Sosa Wagner, «La legislación española a este respecto ha sido tradicionalmente bastante tosca. No ha existido, desde luego, una política general definida por la Administración pública de emplazamientos nucleares... debe sospecharse que, sobre una modesta Dirección General, las posibilidades de presión de los grupos interesados podrían ser notables, en mengua de los intereses públicos que la Administración debe tutelar» (77).

Se carece además de criterios precisos y concretos, no existen regulaciones de obligado cumplimiento en el procedimiento de selección de emplazamientos, no ha cabido la transparencia ni la participación pública en estas trascendentales decisiones, en definitiva, ha gozado de la máxima permisividad y ausencia de control administrativo, entre otras razones por la inexistencia de unas claras y precisas normativas y regulaciones en su aplicación.

Sentado este principio de vacío normativo y regulatorio bien definido, el problema de la ubicación queda pues, en gran medida, sujeto al arbitrio de los técnicos de las compañías eléctricas, con la supervisión, evidentemente, de la JEN y posteriormente del CSN. La compañía eléctrica es la que solicita una licencia para un emplazamiento concreto en función de sus propios intereses, sin estar obligada a presentar ni un serio estudio de emplazamientos alternativos, ni un riguroso estudio de impacto ambiental bien delimitado por normas y recomendaciones emanadas de instancias públicas, ni un estudio justificativo de la alternativa energética elegida frente a otras alternativas disponibles, ni una rigurosa valoración de externalidades y costes sociales incurridos, ni un estudio de coste-beneficio o coste efecti-

---

(77) F. Sosa Wagner «El emplazamiento de Centrales Nucleares», en *Derecho y Medio Ambiente*, CEOTMA, Series Monográficas n.º 4, 1981, p. 537. Este corto pero rico y sugestivo trabajo representa una de las escasas publicaciones existentes en España sobre el emplazamiento de centrales nucleares. Sosa Wagner suscita en muy poco espacio, aspectos aún pendientes de profundos tratamientos y otros polémicos y controvertidos que deseablemente deberían debatirse in extenso.

vidad, etc. etc. Todo ello no impide que de hecho se haya seguido una metodología por parte de los técnicos de las compañías eléctricas en el proceso de selección de emplazamientos con objeto de optimizar su inversión en el proyecto y cumplir esos mínimos requerimientos tan poco definidos de los organismos reguladores. Así, en el informe previo para la petición de una licencia de emplazamiento, los factores considerados son, según los técnicos de las compañías eléctricas y recogiendo uno de los escasísimos trabajos existentes en España sobre la ubicación y selección de emplazamientos, los siguientes (78):

- Disponibilidad de agua de refrigeración.
- Geotécnica y sismología.
- Demografía.
- Meteorología.
- Hidrología.
- Disponibilidad y usos del suelo.
- Instalaciones próximas significativas.
- Distancia a los centros de consumo.
- Accesos y transportes.

Excepto el factor «demografía», el resto son factores de interés propio como la disponibilidad de agua, disponibilidad y usos del suelo, distancia a los centros de consumo, accesos y transportes. En definitiva, características técnicas que, se supone, en la mayoría de los casos han aplicado aproximadamente la normativa de EE.UU. ya que las dificultades de contar con una información adecuada, al carecerse de series largas de datos en los emplazamientos y sus entornos, impide aplicarlas en su totalidad. Sería el caso de la geotecnia y sismología, meteorología e hidrología, pues, tal y como señalan: «Se incide en la evaluación de las características de forma cualitativa, debido a la dificultad de evaluar de forma cuantitativa, aspectos como características geológicas, meteorológicas, hidrológicas, etc.» (79). Esta metodología seguida en la selección aquí comentada, «es —dicen los técnicos de las compañías— la metodología que se ha seguido en España para la selección de algunos de los últimos emplazamientos» (80). Nótese que explícitamente se afirma «algunos de los emplazamientos», por lo que se supone que en otros proyectos nucleares

---

(78) Vid. A. González de Ubieta et al., 1982. Loc. Cit., p. 70.

(79) A. González de Ubieta et al., 1982, Loc. Cit. p. 87.

(80) *Ibid.* p. 70.

se han seguido otras metodologías en base a la gran versatilidad que permite la legislación, normas y regulaciones al caso.

Con respecto al criterio de usos del suelo la interpretación ofrecida es reveladora: «El uso a que están destinados los terrenos circundantes (cantidad, tipo de especies agrícolas producidas, ganadería, residencial, industrial, turístico) es un aspecto que, salvo casos excepcionales, evidentes a primera vista, no conduce al rechazo de un emplazamiento» (81). ¿Quién fija y delimita el alcance de los «casos excepcionales»? ¿con qué criterios?, ¿qué se entiende por «a primera vista»?

Al comentar la característica de «Instalaciones próximas significativas», su alcance se describe en términos similares: «Una central nuclear debe estar suficientemente alejada o, en caso contrario, adecuadamente protegida de los efectos que sobre ella puedan derivarse de instalaciones o actividades humanas de diverso tipo (aeropuertos, refinerías, industrias químicas, etc.)» (82). ¿Qué se entiende o cómo se fija el «suficientemente alejado» o el «adecuadamente protegido»? ¿Existen también en España limitaciones numéricas concretas respecto a esas «actividades humanas de diverso tipo», como es el caso de EE.UU. y otros países europeos? ¿Existe una relación, siquiera, de esos tipos de actividades? Las respuestas a estas preguntas, en los casos que puede responderse son, evidentemente, negativas, al menos en los relativo a la política de emplazamientos seguida hasta principios del 80.

También se presenta aquí el controvertido problema, tan poco definido en las normativas y regulaciones americanas, de «región» o «zona de estudio», cuando los técnicos de las compañías afirman: «Una metodología aplicada en los estudios para la selección de emplazamientos de centrales nucleares en algunas regiones españolas ha consistido básicamente en un proceso de acotación, a lo largo de las sucesivas etapas del Estudio, de las porciones de territorio más adecuadas para la ubicación de dichas instalaciones... Se ha partido de un territorio o Zona de Estudio, en el que se pretende definir uno o varios emplazamientos...» (83). Si esta metodología se ha aplicado en «algunas regiones españolas», ¿qué metodología se ha aplicado para emplazamientos en otras regiones? ¿En base a qué criterios se han definido «las porciones de territorio más adecuadas para la ubicación»? Se dice también que «se ha partido de un territorio o Zona

---

(81) Ibid., p. 72.

(82) Ibid., p. 72.

(83) Ibid., p. 73.

de Estudio», ¿en base a qué criterio y dónde aparece definido lo que se entiende por «territorio o Zona de Estudio»? Ni ley, ni normas o regulaciones existen en España que fijen con precisión estos importantes aspectos que cualquier política de ubicación tendría que tener bien definidos y delimitados.

En la segunda parte de su trabajo, los técnicos nucleares de las compañías eléctricas, citan la consideración de parámetros ambientales y ofrecen un estándar numérico como alcance del estudio de las características, sin ofrecer justificación alguna de esta cifra que, por otra parte, no aparece ni en el RINR, ni en reglamentación pública alguna: «los parámetros ambientales y socioeconómicos a considerar incluyen demografía, meteorología, costumbres dietéticas, utilización del agua, características agrícolas, ganaderas y características geológicas, todo ello dentro de un radio de 30 Km.» (84). Evidentemente, no existe criterio, estándar o marco legal alguno para valorar estas características en el sentido de invalidar o no un emplazamiento seleccionado por el promotor del proyecto, aunque sí se afirma a renglón seguido que «durante la fase del funcionamiento de la central los estudios ecológicos permiten poner de manifiesto que no se producen ningún riesgo indebido por radiación en los ecosistemas estudiados» (85) lo que denota un arriesgado juicio de valor, significativo por otra parte de la filosofía de los técnicos. ¿No sería más correcto y científico haber dicho: «los estudios ecológicos permitirán poner de manifiesto si se produce o no algún riesgo indebido...»? Adicionalmente, surge también otra pregunta obligada ¿qué se entiende por riesgo indebido y quién lo define?

### 5.7.3. *Demografía, distancias y ordenación espacial*

Tanto las características como la distribución de población del entorno de las centrales nucleares continúa siendo en España, como lo fue hasta finales de la década del 70 en EE.UU. y otros países, un aspecto deficientemente tratado y definido. España no ha sido pues excepción y resulta ilustrativo que se tenga que acudir a la opinión expresada por unos técnicos de las compañías eléctricas para conocer el alcance de la temática y los criterios prevalecientes en los protagonistas principales de las decisiones sobre ubicación. El enfoque demográfico lo expresan así: «se prefiere emplazamientos con poca población circundante... las evaluaciones que se realizan son en ge-

---

(84) *Ibid.*, núm. 5, p. 90.

(85) *Ibid.*, núm. 5, p. 93.

neral cualitativas» (86)... «Realmente existen grandes limitaciones para ubicar centrales nucleares en zonas densamente pobladas tendiéndose a la selección de emplazamientos en lugares con poca población circundante en relación con otros más poblados dentro de un mismo país, región o área» (87). Ahora bien ningún organismo público encargado del control y regulación de esta alternativa define lo que se entiende por «zonas densamente pobladas». Tampoco se define el término utilizado de «poca población circundante», ni queda nada claro relacionar esta característica directamente con los vocablos «país, región o área». Lo razonable parecería ubicar los reactores en las zonas más idóneas teniendo en consideración un riguroso estudio de emplazamientos alternativos y considerando los criterios, estándares y limitaciones que pudieran valorar tanto los aspectos técnicos como los factores de índole socio-económica, ambiental, de seguridad y políticos, sin limitar necesariamente el campo de estudio o un área física determinada, sea ésta un municipio, una comarca, una provincia o una región. Martín Mateo enfoca acertadamente el camino cuando afirma: «Lo ideal sería que los Planes Nacionales de Ordenación del Territorio tomasen en consideración la reserva de espacio preciso para el desenvolvimiento de los programas nucleares, adoptando legalmente posiciones sobre aquellas zonas idóneas para soportar las plantas previstas, sin que ello suponga forzosamente que, como quiere el PEN español «dentro de los condicionantes geográficos, técnicos y económicos de los emplazamientos en relación con las nuevas centrales, se hayan de situar próximas a los centros de gravedad y consumo» (Orden del 31 de julio de 1969)» (88). También los técnicos de las compañías eléctricas se ven obligados a reconocer que no deben prevalecer los intereses privados, que son los que tienden a acercar los emplazamientos a las áreas urbanas o centros de consumo, en detrimento de importantes factores de seguridad y riesgos, sobre los intereses públicos o colectivos: «Aunque desde ciertos puntos de vista sea conveniente la proximidad de las centrales a centros de población importantes (proximidad del consumo, facilidad de alojamientos y servicios durante la construcción y operación de la central, facilidad de disponer de trabajadores especializados, estabilidad del personal de la central, etc.) hay otros aspectos que aconsejan la lejanía de lugares habitados...» (89). Ahora bien, nunca se avanza más en la definición de estándares y criterios que definan y delimiten términos

---

(86) Ibid., núm. 5, p. 87.

(87) Ibid., núm. 4, p. 71.

(88) Martín Mateo, «Derecho Ambiental», Loc. Cit., p. 674.

(89) A. González de Ubieta et al. Loc. Cit., p. 71.

tan poco precisos como «proximidad» o «lejanía», por lo que en la práctica la política de ubicación sigue moviéndose en un mar de imprecisiones y ambigüedades que, evidentemente, favorecen al promotor del proyecto. El grave riesgo es hoy que el cúmulo de proyectos mal o deficientemente ubicados en España, EE.UU. y demás países nuclearizados, condicione en la actualidad la concreción objetiva y rigurosa de criterios, estándares y regulaciones de una claramente definida política de ubicación de reactores, intentando salvar o justificar, irresponsablemente, decisiones incorrectamente tomadas con anterioridad.

Al hilo de las consideraciones demográficas, cabe también destacar el tratamiento de la práctica española en lo relativo a las áreas y distancias recomendadas en el entorno de los proyectos nucleares.

El confusionismo terminológico en la denominación y alcance de estas áreas es también aquí sorprendente. Así, en relación con la población los técnicos de las compañías utilizan la terminología americana: «zona de exclusión, zona de baja densidad, distancia centros de población, población permanente en 80 Km...» (90). Más adelante sin embargo nombran, al hablar de la seguridad nuclear y entendiéndose ésta en relación con la población, las siguientes zonas:

- a) «Zona bajo control del Explotador, que tiene un radio de 500 a 1.000 m.
- b) Zona de Exposición a la Irradiación Externa, es el área de un círculo de 10 Km. de radio con centro en el eje del reactor. En caso de una emergencia se considera que la población debe estar protegida de los efectos...
- c) Zona de Exposición por Ingestión es el área de un círculo de 30 Km. de radio... En caso de una emergencia se considera que la población debe estar protegida de la exposición por ingestión de alimentos»... (91).

Los autores de esta descripción no citan la referencia o procedencia de esas normas o estándares, ni cómo se ha llegado a estas cifras tan redondas que no consideran ni la capacidad del reactor, ni el tipo y sistemas de ingeniería de seguridad del mismo, ni el número de reactores existentes en un único emplazamiento, etc. etc. Desde luego estos conceptos junto a las distancias estimadas no figuran en el Reglamento nuclear ni en normas o regulaciones emanadas del organismo encargado del control nuclear en España o de su homónimo

---

(90) Ibid., núm. 5, p. 86.

(91) Ibid., núm. 5, p. 94.

en EE.UU., la NRC. Sí se percibe su procedencia de la normativa americana en la denominación, aunque las distancias son distintas. Por ejemplo, la zona de exposición por ingestión que para la NRC es de 80 Km. los técnicos españoles la reducen, para los mismos reactores, a 30 Km. ¿Por qué 30 Km. y no 40, 50, 60...?

Pero la terminología al respecto no se para ahí, Martín Mateo ateniéndose a la normativa vigente española, afirma al tratar el tema de la determinación de umbrales de radiactividad y protección de la población: «En principio se parte de la delimitación de dos zonas, una denominada “controlada” que abarca un área que, por existir una fuente u origen de radiaciones ionizantes, los individuos que por su profesión trabajan en la misma pueden recibir dosis que excedan de 1,5 rem. por año, y otra calificada como “vigilada” que es aquella situada en la vecindad de la zona controlada, por lo que las personas que allí trabajan o residen pueden estar sometidas a las radiaciones que tienen su origen en aquella»... Estas determinaciones espaciales —continúa Martín Mateo— proceden de la legislación americana donde se califican— dos zonas: la denominada «exclusión área» y la de «Low Population Zone»... (92). En efecto, la legislación española habla de una zona controlada y otra vigilada pero «no da suficientes criterios para definir las zonas que contempla, lo que parece se efectuará empíricamente, pudiéndose aplicar la legislación americana cuando así lo estime la JEN o existan convenios o contratos que obligan a adoptar dichas pautas» (93). De nada sirve que se cuente con multitud de áreas y zonas si éstas no pueden ser clara y razonadamente delimitadas en los supuestos que contemple, al carecerse de criterios y estándares bien explicitados (94).

El Parlamento español llegó a considerar la necesidad de una Ley General de Emplazamiento en sesiones habidas en la primera mitad de 1981, aunque no prosperó. Sosa Wagner comenta al respecto: «La propuesta, pues, quedó derrotada, desaprovechándose así una ocasión para que fueran los representantes populares quienes establecieran los criterios para el emplazamiento de las centrales, dando legitimidad y respaldo popular a este espinoso punto y desmontando así las acciones de protesta de las comunidades o poblaciones direc-

---

(92) R. Martín Mateo. Derecho Ambiental. Loc. Cit., p. 694.

(93) Ibid., p. 695.

(94) Recientemente el Ministro de Industria, C. Solchaga ha declarado: «estamos iniciando unos estudios que podríamos llamar la curva integral de localización de una empresa —refiriéndose a los proyectos nucleares. En ellos se tienen en cuenta, naturalmente, los aspectos técnicos y económicos pero de manera también no menos importante los aspectos de seguridad, densidad de población de los alrededores, etc. Como consecuencia ahí tendremos un criterio objetivo, que hoy no tenemos para seleccionar». Declaraciones a DEIA, 4 de octubre de 1983.

tamente afectadas» (95). Si bien, la primera reflexión puede considerarse muy acertada no parece serlo tanto la conclusión a la que llega. Las acciones de protesta de las comunidades afectadas pueden ser, son de hecho, totalmente legítimas y justificadas en un sistema democrático. Así por ejemplo, una Comunidad Autónoma, con su propio sistema parlamentario, pudiera disponer de suficientes argumentos para rechazar un emplazamiento nuclear dentro de su territorio en base a los intereses de esa Comunidad. La fijación de unos criterios de emplazamientos a nivel Estatal, no debiera significar que ese Estado tenga carta blanca para fijar irreversiblemente los emplazamientos.

Otra cosa bien distinta es que a nivel Estatal se decida la incorporación o no de la alternativa nuclear al programa energético, aspecto éste que en países de democracia avanzada como Suecia y Austria ni siquiera se ha resuelto a nivel parlamentario, sino que se ha entendido conveniente, por su trascendencia, acudir a la consulta directa o plebiscito popular. Ello no significa que en el supuesto de que la alternativa nuclear sea aceptada, y en fases ya de implantación de reactores, sea necesario un nuevo referendun para cada emplazamiento a nivel Estatal. Pero desde luego, debido a las particulares y singularizadas características de las centrales nucleares, parece razonable que comunidades de escalas mayores que las comarcas e incluso provincias, tales como Comunidades Autónomas o Estados en regímenes federales, con unas particularidades sociopolíticas distintas a las simples regiones de planeamiento, dispongan de competencia propia para decidir la aceptación o no de un emplazamiento en su territorio. Si bien la consideración de alto interés nacional puede llegar a ser aducida para la implantación de la alternativa energética en un país, es difícil poder llegar a justificar, en base a este criterio de interés nacional, la ubicación de un reactor nuclear en un concreto y específico emplazamiento.

Existen pues aspectos sociales y políticos que los criterios no pueden delimitar y que deberán ser resueltos por procedimientos que la democracia ofrece a niveles de las comunidades afectadas. Téngase en cuenta que un accidente grave en un reactor nuclear pudiera dejar inhabitada un área del tamaño del Estado de Pennsylvania (96). Fijar los criterios de forma consensuada no implica que ello, automática-

---

(95) F. Sosa Wagner, *Loc. Cit.*, p. 541.

(96) En 1964, la U.S. AEC inició un estudio para actualizar los resultados del informe WASH-740. «Theoretical Possibilities and Consequences of Major Accidents in Large Nuclear Power Plants», March 1957. El estudio no soportó las conclusiones oficialmente deseadas. Un accidente grave causaría, según sus cálculos, 45.000 muertes y 70.000 heridos, afectando la zona del desastre a un área del tamaño del Estado de Pennsylvania. Estos resultados se ocultaron al público hasta 1973, fecha en que con el Freedom of Information Act se hicieron públicos.

mente, designe unos emplazamientos óptimos puesto que, entre otras razones, no existe un «óptimo» en el sentido cuantitativo para este tipo de decisiones. Es consecuentemente peligroso pensar que con la fijación de unos criterios a nivel Estatal, incluso con la aprobación parlamentaria, quede justificado y legitimado la designación de cualquier emplazamiento nuclear. Por mucho que se ajusten los criterios éstos dejarán un amplio margen de interpretación y valoración que deberá hacerse, se insiste, a través del escrutinio y debate público que una democracia debe incentivar y promover.

Finalmente, entre la escasa literatura no técnica sobre la ubicación de reactores, sobresale con luz propia el aspecto que relaciona el emplazamiento con la ordenación del territorio, gracias a una conocida sentencia del 19 de enero de 1973, «sentencia de Peñíscola», que primó el plan urbanístico existente sobre un proyecto de emplazamiento nuclear (97).

La ubicación de reactores incide de forma directa e indirecta en los usos del suelo de una amplia penumbra del entorno, de ahí el énfasis hecho por tratadistas como Martín Mateo sobre este aspecto, cuando señala: «La conveniencia de articular la política de emplazamientos con la ordenación del territorio parece evidente» (98).

En síntesis, la situación de la política de ubicación de reactores inexistente hasta la fecha en España parece podría empezar a considerarse tras el nacimiento del CSN ya desgajado, formalmente al menos, del objetivo de la promoción e incentivación de esta alternativa. La necesidad de establecer códigos, reglamentaciones, regulaciones y normas en general, que permitan la elaboración de criterios precisos y bien articulados, estándares y recomendaciones, incorporando la nueva filosofía naciente en el país de donde proceden la mayoría de las centrales en construcción y proyectadas, es ya una exigencia inaplazable. Los inicios, sin embargo, no parecen esperanzadores, al pretender irse por las ramas con iniciativas que, aunque importantes, son absolutamente secundarias en lo relativo a las regulaciones y enfoque de la ubicación de reactores nucleares. Es el caso con la reciente iniciativa del Ministerio de Industria de impulsar la elaboración de un mapa de la corteza terrestre de la Península Ibérica con vistas a su utilización en la selección de emplazamientos para instalaciones nucleares. Tal y como afirmó Carmen Mestre, Di-

---

(97) Véase a este respecto Ramón Martín Mateo, *Derecho Ambiental*, Loc. Cit. p. 675; R. Martín Mateo, *Nuevo Derecho Energético*, Loc. Cit., p. 352; F. Sosa Wagner, *Loc. Cit.* pp. 538 y ss. entre otros autores.

(98) Ramón Martín Mateo, *Derecho Ambiental*, Loc. Cit. p. 675.

rectora General de la Energía: «Cada Municipio, cada Comunidad Autónoma —señaló— debe poder conocer las características de su subsuelo para poder evaluar la seguridad de las instalaciones que se sitúen en su término territorial». Iniciar el enfoque de la política de ubicación en estos términos es, cuando menos, peligroso, pues las características del suelo aceptables, es una condición «sine qua non», existiendo multitud de parámetros de mucha mayor importancia para la valoración del riesgo y seguridad de un emplazamiento. En cualquier caso la iniciativa, aunque coja, es positiva, sobre todo por la velada denuncia que la Directora General de Energía hace de la política seguida hasta el presente: «Cualquier instalación nueva deberá contar con la adecuación del emplazamiento al mapa global del país, en vez de hacer el estudio de las características del subsuelo una vez hecha la elección del emplazamiento, como ha ocurrido hasta ahora» (99). Sin embargo, de ahí a señalar ingenuamente, como lo hace la Directora General de Energía: «La elaboración de un plan neotectónico nacional puede ser una herramienta decisiva para que la energía nuclear sea aceptada por el conjunto de la sociedad», va un abismo (100).

El problema pendiente es ¿cómo se resolverán los casos en que se encuentran proyectos que surgieron en situación de anarquía reguladora, denunciada ya en períodos dictatoriales y que hoy, con el cambio de enfoque que se detecta, quedarán en entredicho al incumplir gran parte de las nuevas exigencias?

### 5.8. **El modelo concentrado en la ubicación de reactores: centros de energía nuclear(\*)**

Los «centros» o «parques» de energía nuclear, concentraciones de 10 a 40 reactores en un mismo emplazamiento, fueron, a mediados de los 70, una alternativa que cobró cierta importancia e interés en

---

(99) El País, 2 de diciembre de 1983.

(100) Diario de Barcelona, 2 de diciembre de 1983.

(\*) Este epígrafe representa un apretado resumen de un amplio capítulo dedicado a la temática en la tesis doctoral. La investigación es el resultado de varios informes que realicé, junto a Walter Isard y otros, para la NRC americana desde la Universidad de Pennsylvania (1975-76). Véanse a este respecto «Preliminary Assessment of a Hypothetical Nuclear Energy Center in New Jersey» B.N.L. 20594, prepared for the U.S. NRC y U.S. ERDA, Under Contract N.º NE(30-1)-16 nov. 75; «Regional Economics Impacts of Nuclear Power Plants», W. Isard, T. Reiner, J. Allende et al. BNL 50562. Prepared for the U.S. NRC y U.S. ERDA, Nuclear Contract N.º Ey-76-C-02-0016. National Center for Analysis of Energy Systems, Brookhaven National Laboratory Associated Universities, Inc. (1976). Se corresponde con el capítulo 6, que ha sido omitido en el presente trabajo y sustituido por el epígrafe 5.8.

la estrategia energética de los EE.UU. (101). En medios de la industria nuclear y lobbys políticos pronucleares, la solución «parques nucleares» se observó como una salida a los crecientes problemas y dificultades que la controversia nuclear, en toda su dimensión técnica, financiera y pública, estaba generando. La filosofía que inspira esta solución propone, en síntesis, la concentración espacial de todo el ciclo nuclear, o de una parte del mismo, junto a un gran número de reactores generadores de energía eléctrica en un mismo lugar y alejados de los centros urbanos. Esta nueva orientación en la política de ubicación se pensó generaría menos problemas socio-políticos con las comunidades afectadas, al disminuir drásticamente el número de emplazamientos y al situar éstos alejados de las áreas pobladas.

La solución «Nuclear Energy Center» (NEC) aparece oficialmente con el Energy Reorganization Act de 1974 que creó la Nuclear Regulatory Commission (NRC) y solicitó de la nueva agencia una investigación sobre los NEC, viabilidad y posibles ubicaciones. El interés del Congreso americano se centraba, en su origen, en dos consideraciones básicas: la posibilidad de reducir el tiempo requerido hasta entonces para estudiar la ubicación aceptable y dar la licencia a las centrales nucleares por una parte y, en la que se consideraba razón trascendental, reducir el riesgo del robo de materiales radiactivos del ciclo del fuel nuclear, particularmente el plutonio.

De la investigación realizada desde la Universidad de Pennsylvania se deduce que los impactos económicos positivos de los NEC aparecerán fundamentalmente a nivel suprarregional. A corto plazo existirán algunos beneficios directos para las comunidades del entorno, pero no se vislumbra que a largo plazo esas comunidades salgan beneficiadas. Aparecen, por otra parte, multitud de potenciales externalidades cuyos efectos reales hoy se intuyen pero no pueden aún cuantificarse, sobre todo las externalidades negativas que puedan manifestarse a largo plazo. Existe un problema que es general para casi cualquier valoración de proyectos públicos y es que mientras los beneficios son más o menos tangibles, fáciles de medir y trasladar a términos monetarios, no ocurre sin embargo lo mismo con los costes. Normalmente son más difíciles no sólo de identificar sino también y

---

(101) U.S. NRC Office of Special Studies. Nuclear Energy Site Survey «Conceptualized Description of Nuclear Energy Centers». March, 1975. Anteriormente General Electric ya había desarrollado el concepto «Assessment of Energy Parks». General Electric Co, Center for Energy Systems NSF, Wash. C.C. 1974. También la AEC venía investigando esta alternativa «Evaluation of Nuclear Energy Centers», U.S. AEC Springfield, VA, 1974, tras encargar un estudio sobre un Centro de Energía Nuclear en Hanford «The hanford Nuclear Energy Center, A Preliminary Conceptual Study», Batelle Pacific Northwest Laboratories Report. BNWL-B-322.

sobre todo de cuantificarlos, al representar intangibles con grandes incertidumbres en su evolución futura, además de afectar a grupos de población bastante difusos.

Los CEN, sea cual fuera su localización, conllevarán serios trastornos a los gobiernos locales. Algunos desaparecerán, otros verán congelado su crecimiento, otros experimentarán sustanciales ganancias al menos a corto plazo. Los municipios que reciben el boom inicial tendrán problemas al principio con la infraestructura social, debido al rápido influjo de población que se dará durante los primeros años.

Podrían verse, siempre y cuando se ubiquen en zonas auténticamente remotas —lo que hoy es ya difícil, al menos en Europa y resto de países del mundo desarrollado— como solución a los conflictos que está generando el modelo disperso. La percepción de los impactos sociales y ambientales sería mucho más suave y, evidentemente, el impacto sobre la ordenación del territorio sería menor, y sobre todo, estaría mucho más controlado. La vulnerabilidad del sistema, tanto desde el punto de vista socio-económico como a nivel de política internacional sería mayor que el modelo disperso, pero en cualquier caso habría que valorar en profundidad las ventajas y desventajas de ambas alternativas para los distintos países en función de su marco geopolítico y condiciones particulares. No parece que existan aquí soluciones transferibles. La propia centralización y concentración de unidades energéticas generará una mayor centralización del poder y un mayor control al incrementarse paralelamente la vulnerabilidad del sistema. ¿Hasta qué punto la decisión de la alternativa debe fundamentarse en que sean criterios de eficiencia económica, cuantificables, los que decidan el camino a adoptar?, es algo que parece poco consistente, debido a la tremenda importancia que en la alternativa nuclear han adquirido otros factores difícilmente cuantificables: percepción social del riesgo y de la seguridad, independientemente del desconocimiento real de riesgo y consecuencias de un grave accidente, problemas de ordenación territorial implícitos en ambos modelos, consideraciones públicas y políticas de gran trascendencia, consideraciones ambientales y ecológicas, etc.

En lo referente a la dimensión espacial territorial, se desconoce en gran medida el tipo y alcance del impacto que generaría un CEN de 40 reactores que, por otra parte, dependería en gran medida del país y área regional en que se ubique.

El dilema de la ubicación de C.E.N. ha sido planteado en términos equívocos enfrentando la necesidad de una ubicación auténticamente remota versus el potencial efecto de crecimiento que un

complejo así tendría sobre la economía del entorno. Desde ámbitos no nucleares las investigaciones, tal y como se ha visto, se han inclinado por sacrificar ese potencial efecto de crecimiento sobre las zonas urbanas de su penumbra próxima en aras de favorecer su alejamiento de áreas urbanas o con presencia de actividades humanas. Si la característica de ubicación remota viene fundamentada en la exigencia de máxima seguridad y se prioriza este criterio. Los CEN no actuarán como polos de crecimiento, ya que sus efectos positivos sobre la economía aparecerán de forma altamente difusa. En el informe de ORNL (102) se sugería que un CEN no debería ubicarse dentro de las 20 millas (32 Km.) de los límites de un Municipio que tenga más de 25.000 habitantes. Sin embargo, la industria nuclear preferentemente ha utilizado, en favor de los CEN, el argumento de que debe observarse como un importante estímulo para el crecimiento del área donde se ubique, atrayendo nuevas industrias a la zona y generando incluso una nueva comunidad de 50.000 a 100.000 habitantes. Resulta obvia, pues, la contradicción existente entre los dos argumentos, o ubicación remota o polo de crecimiento, pero no ambas. Y en este contexto aparece la controvertida expresión de «buffer zones» o zonas colchón en las que deberá mantenerse una serie de limitaciones que afecten a densidades, actividades, presencia de centros urbanos etc., durante muchas décadas.

Los conceptos de «zonas colchón» y «áreas de precaución» no están aún suficientemente desarrollados, careciendo de normativa o regulación que haga vinculativas sus consideraciones en torno a esa dimensión espacial-territorial. Parece existir consenso en lo «remoto» de su ubicación, pero aún no se ha definido ni delimitado con precisión qué se entiende por «remoto» y cómo se compatibiliza esa condición con otros criterios de eficiencia y de impacto ambiental y socio-económico.

Existen también importantes consideraciones políticas vinculadas al modelo concentrado a ultranza que representan los CEN o eufemísticamente denominados «parques nucleares». En ellos aparece magistralmente tipificado el modelo energético duro con sustanciales incidencias sobre la ordenación del territorio y el planeamiento urbano en particular (103).

---

(102) «Nuclear Energy Centers: Industrial y Agro-Industrial Complexes». U.S. AEC Reports, CRNL-4290 November, 1968, ORNL-1291, July, 1968 and ORNL-4298, February, 1971, Oak Ridge National Laboratory.

(103) Ver José Allende «Planificación Energética Territorial», en La Ciudad Filoenergética, IEAL, 1981, pp. 41-89.

Por el momento la alternativa energética nuclear está en crisis, o al menos, en hibernación, en los países desarrollados. La tendencia que apuntaban los programas nucleares de la década del 70 adquirirían, poco a poco, visibles características de concentración espacial y centralización de gestión. Realidad ésta que vehiculizaba la política energética nuclear hacia grandes centros de Energía Nuclear, con importantes repercusiones en el modelo territorial. Hoy, sin embargo, a finales de los 80, el parón de la alternativa nuclear es tan evidente que lo que se cuestiona ya es la propia alternativa energética nuclear.

En resumen, parece aceptarse que en su dimensión espacial y debido a las fuertes servidumbres que generará un CEN en una amplia penumbra rodeando al mismo, no se vislumbran como complejos industriales para ayudar al desarrollo regional. Los efectos positivos, si existen, serán difusos y distantes. Quizás generen las llamadas «boom towns» de textura e impactos generalmente poco recomendables. Son otros tipos de beneficios los que puede inducir a la implementación del concepto en relación al modelo disperso de una política energética nuclear. En cualquier caso se carece de experiencia suficiente para poder evaluar tanto sus costes como sus beneficios, sus ventajas y desventajas, desde una perspectiva pública. Es un campo abierto a la investigación que, sin embargo, parece haber quedado excesivamente relegado, máxime cuando a niveles oficiales no existe un rechazo definitivo de la alternativa nuclear. Por ello no deja de ser importante la necesidad de elaborar guías, criterios y recomendaciones, particularmente a nivel regional, que puedan ir desbrozando el dilema tanto para planificadores como para economistas, sociólogos, legisladores, etc., con el fin de que los políticos, si es que un día llegara a presentarse la necesidad de tomar una decisión a nivel comarcal, regional o nacional dispongan de instrumentos y mecanismos de análisis adecuados.

## CAPITULO 6

### 6. HACIA UN CAMBIO DE ENFOQUE EN LA POLITICA DE UBICACION. NUEVOS ELEMENTOS A INCORPORAR EN SU ANALISIS

#### 6.1. Introducción

A partir de mediados de la década del 70, empiezan a aparecer una serie de trabajos e informes, unos oficiales, otros de prestigiados expertos, en los que se van desvelando diversos aspectos y dimensiones poco conocidas hasta entonces de la alternativa nuclear. Entre ellos destacan la desmitificación de la alternativa nuclear como única vía posible para el abastecimiento energético eléctrico de las próximas décadas; el controvertido debate sobre los costes reales de la electricidad de origen nuclear; el problema de los posibles accidentes en reactores y la desautorización del que fue el principal baluarte de la industria nuclear: el Informe Rasmussen; una creciente sensibilización en torno a los usos bélicos del átomo y relación directa entre la energía nuclear y la «economía del plutonio»; la persistencia del debate aún no resuelto sobre el riesgo de las dosis radiactivas; el reconocido problema de la evacuación de emergencia desvelado por el accidente de T.M.I.; el también inconcluso problema del desmantelamiento de los reactores de gran capacidad y el almacenamiento seguro de los residuos radiactivos constituyen aspectos que, directa o indirectamente, afectarán a la política de ubicación de reactores nucleares.

La incidencia inmediata de algunos de los problemas mencionados se manifestará en el nuevo planteamiento de criterios y valoración de los potenciales impactos, lo que incidirá en una reconsideración de limitaciones, servidumbres y exigencias en los emplazamientos. Sería el caso de posibles accidentes e incidentes, dosis radiactivas, desmantelamiento, evacuación de emergencia, almacenamiento no previsto de residuos en la propia planta nuclear, vulnerabilidad y objetivo prioritario de la central en caso de conflicto bélico junto al problema de extorsión y amenaza de esos complejos en manos de grupos terroristas, etc. Estas son algunas de las dimensiones susceptibles de reevaluación, con un impacto directo en el tratamiento de la política de ubicación de reactores, que se desarrollarán en este capítulo.

Por otra parte, y puesto que en la práctica de ubicación de reactores, en países como EE.UU. se exige un estudio de coste-efectividad que demuestre la necesidad y ventajas de ese proyecto nuclear frente a las otras alternativas convencionales o a las «nuevas» energías, evidentemente aparecen otros factores que cobran relevancia, de forma indirecta, en la política de ubicación. Entre ellos estarían el coste de esta energía, la viabilidad de implantar otras alternativas, si es que existen, factores intangibles de carácter socio-político que pudieran llegar a invalidar esta alternativa y no otras, etc.

La valoración de costes y beneficios tangibles e intangibles presentes en un emplazamiento propuesto, variará en la medida en que se genere una reorientación de algunos de los factores enunciados. Esta reorientación que consiste en un cambio en la valoración de criterios, en la aparición de nuevos datos y prioridades que cuestionan esquemas tradicionalmente mantenidos y en la reciente revalorización de la ubicación como una importante medida de seguridad, exige un análisis en profundidad de aquellos parámetros relevantes.

Paralelamente, la creciente demanda en el sentido de que las decisiones sobre ubicación deban exponerse a debate público y calibrados los supuestos sobre los que se soporta (1), requiere clarificar los aspectos más controvertidos de esta alternativa, con importante incidencia en la política de ubicación de reactores. Este debate y contrastación debe estar por encima de la supuesta aceptación de la alternativa energética nuclear que se haya dado a nivel Nacional, bien a través de su máximo órgano representativo, el Parlamento, o bien a través de una consulta directa a toda la población, como ha sucedido

---

(1) Vid. S. Openshaw (1982), Loc. Cit.

en algunos países. En cualquier caso, el debate general no parece debiera invalidar la directa participación posterior de las comunidades frontalmente afectadas por una ubicación propuesta, sean éstas Regiones o Estados, que compongan esa Nación, tal y como sucede en países como EE.UU., Suiza, Alemania, etc.

Por otra parte, el propio proceso de selección de emplazamientos y establecimiento de un abanico de alternativas energéticas y de ubicación, exigirá, en la etapa de evaluación, la directa participación en el control, escrutinio y valoración que conduzca a una decisión final.

## 6.2. Accidentes y problemas no resueltos en reactores

### 6.2.1. *Visión crítica del planteamiento tradicional*

Tras el accidente de Harrisburg y la constatación de multitud de problemas no resueltos o deficientemente resueltos que, poco a poco, salen a la luz pública, se plantea un nuevo enfoque del problema de la seguridad de los reactores y valoración del riesgo.

La reconsideración del enfoque tradicional en el que la seguridad quedaba garantizada en base al crédito dado al diseño de los sistemas de ingeniería de seguridad ha entrado en crisis, cobrando la ubicación una trascendental importancia como factor de seguridad. Entre otras razones, la incorporación de los accidentes Clase 9, antes no visualizados entre los accidentes base de diseño a efectos de designación de un emplazamiento, introduce un cambio notable en la valoración del riesgo.

Si las centrales nucleares fueran totalmente seguras su localización no tendría, desde la perspectiva pública, la importancia que hoy empieza a dársele en cuanto que factor «per se» de seguridad, con independencia de otros elementos. Como botón de muestra de este obligado replanteamiento está el hecho de que antes del accidente de T.M.I. la probabilidad de un accidente «loss of flow» en un PWR, teniendo como resultado el escape de radiación en el edificio de contención, se estimaba en  $10^{-7}$  por año reactor (2) y, sin embargo, ello sucedió en 1979.

El tratamiento del problema de seguridad en los reactores de agua ligera (LWR) exige acudir inevitablemente, al país origen de los mismos EE.UU., en donde se ha producido una extensa literatura,

---

(2) Brown, J.H. «Thermal Reactor Safety» in Farmer F.R. (Ed.). Nuclear Reactor Safety, Academic Press, New York, pp. 167-182.

no exenta de una fuerte polémica, en torno al riesgo y seguridad de los mismos. Su resultado, a nivel oficial, empieza a manifestarse con nuevas recomendaciones y una completa reformulación de la política de ubicación iniciada por la NRC con su informe NUREG-0660 (3). El Informe Kemeny fue tajante con su recomendación principal: «Para prevenir accidentes nucleares tan serios como el de T.M.I., serán *necesarios* (el subrayado es de la Comisión) cambios fundamentales en la organización, procedimientos, prácticas —y sobre todo— en las actitudes de la Nuclear Regulatory Commission y... de la industria nuclear» (4). James Weaver, presidente de uno de los Comités de Energía del Congreso Americano y Presidente, entonces, de la Comisión Investigadora del Senado encargada del accidente de Harrisburg declaró que «una desastrosa repetición del mismo no es sólo posible, sino incluso probable... El 22 de marzo quedó probada la extrema vulnerabilidad de la industria nuclear. Millones y millones de dólares invertidos en ella no han podido evitar que una simple válvula abierta o cerrada sea capaz de ocasionar una catástrofe». Advirtió además que no había encontrado «ningún error de funcionamiento que no estuviera estrechamente ligado a defectos de equipo o diseño», concluyendo con una drástica aseveración: «Es imposible aceptar la idea de que simplemente una mejor formación técnica pueda evitar los accidentes, puesto que las posibilidades de error son, sencillamente, demasiado numerosas» (5).

#### a) Antecedentes

El primer intento de cuantificar las posibles consecuencias de un gran accidente en un reactor nuclear tuvo lugar en 1957, en el Brookhaven Report o WASH-740. Este informe de la U.S. AEC calculaba que un accidente en un reactor de 200 Mw(e), ubicado a 30 millas (48 Km.) de una ciudad, originaría 3.400 muertos, 43.000 heridos y 7 billones de dólares en daños a la propiedad (6). Sin embargo, la agencia gubernamental americana no pudo estimar la probabilidad de ese accidente, aunque evidentemente lo consideraba «altamente improbable» (7). Este primer informe se pretendió ocultar al público durante años hasta que la Union of Concerned Scientists, conocido y

---

(3) NRC Action Plan Developed as a Result of TMI-2 Accident NUREG-0660, may-1980, Loc. Cit.

(4) Informe Kemeny, oct. 1979, Loc. Cit., p. 7.

(5) Vid. El País, 23 de mayo de 1979.

(6) Theoretical Possibilities and Consequences of Major Accidents in Large Nuclear Power Plants. U.S. AEC, WASH-740, march 1957, p. 25.

(7) Para un amplio comentario crítico de WASH-740 ver «The Nuclear Fuel Cycle. A Survey of the Health, Environmental and National Security Effects of Nuclear Power». Union of Concerned Scientists MIT, Ma. oct. 1973, pp. 75-91.

prestigiado organismo crítico con base en la Universidad M.I.T. (Ma), pudo desvelarlo gracias al Freedom of Information Act.

En 1964, la AEC inició un nuevo estudio con objeto de actualizar los resultados de WASH-740. Una vez más el responsable de este análisis técnico fue el Brookhaven National Laboratory. El estudio no soportó, como ocurrió con WASH-740, las conclusiones esperadas y deseadas oficialmente, puesto que ahora se hablaba ya de 45.000 muertes y 70.000 heridos, estimándose que la zona de desastre afectaría a un área del tamaño del Estado de Pennsylvania (8). Estos resultados fueron ocultados a la opinión pública hasta que en 1973, con el Freedom of Information Act, se consiguieron conocer. Tampoco en esta ocasión se había realizado un estudio o valoración de las probabilidades de accidentes nucleares.

A niveles científicos se desenvuelve paralelamente un serio debate sobre la supuesta garantía de los sistemas de ingeniería de seguridad y en particular sobre la efectividad del «Emergency Core Cooling System» (ECCS), liderado por científicos y técnicos, algunos de ellos cualificados especialistas que han abandonado los organismos nucleares nacionales, y que hoy trabajan en torno a la Union of Concerned Scientists de Boston (MIT).

El que los sistemas de seguridad, especialmente el ECCS, sean o no adecuados para prevenir una gran pérdida de radiactividad durante un accidente se transformó, a partir de 1971 en EE.UU., en una importante controversia nacional (9). Se identificaron defectos en el diseño del ECCS, por lo que la AEC inició unas sesiones públicas que resultaron enormemente contradictorias al demostrar los desacuerdos existentes entre el staff de la AEC y los expertos en seguridad de reactores (10). El ECCS es el sistema básico de seguridad de los reactores. Su función consiste en restaurar el agua de refrigeración al corazón del reactor nuclear en el supuesto de que una ruptura en las tuberías produzca una pérdida de la refrigeración normal del agua. Si el sistema falla se produciría una catástrofe con una gran liberación

---

(8) AEC Internal Memorandum from Albert P. Kenneke, Minutes of Steering Committee on Revision of WASH-740, January 28, 1965.

(9) Ian Forbes, Daniel F. Ford, Henry W. Kendall, James J. Mackenzie «Nuclear Reactor Safety: An Evaluation of New Evidence», Union of Concerned Scientists Report, July 1971; Daniel F. Ford, Henry W. Kendall, James J. Mackenzie, «Nuclear reactor Safety: A Critique of AEC Interim Standards for Emergency Core Cooling Systems», U.C.S. Report, Oct. 1971; Daniel F. Ford, Henry W. Kendall, James J. Mackenzie «An Assessment of the ECCS Rule-making Hearing», U.C.S. Report, April, 1973.

(10) Emergency Core Cooling Systems (ECCS) Hearings. AEC Docket RM-50-1: Ver también Chapter III «Catastrophic Nuclear Accidents» by Daniel F. Ford and Henry W. Kendall «in the Nuclear Fuel Cycle, U.C.S. Cambridge, Mass., October, 1973.

de radiación al medio ambiente. Las sesiones públicas habidas sobre esta importante dimensión de la tecnología nuclear demostraron plenamente que no existía una adecuada garantía de que el sistema de refrigeración de emergencia fuera efectivo (11). Para la AEC, la posibilidad de fallo o ruptura de la tubería de refrigeración «pipe rupture» era «altamente improbable». Sin embargo, un propio documento del organismo, WASH-1250 (12), indicó que una «pipe rupture» pudiera ocurrir con la frecuencia de una vez cada 1.000 años-reactor. Para algunos expertos de seguridad los accidentes pues no son altamente improbables sino que «son inaceptablemente probables» ya que cuando EE.UU. tenga los 170 reactores programados en funcionamiento, señalaban en 1973, podrá esperarse, basados en los cálculos de probabilidades de la AEC, un accidente «pipe rupture» cada 7 años aproximadamente y para finales de siglo un grave accidente de ese tipo cada año«(13).

En apoyo de las serias dudas del funcionamiento de los sistemas de emergencia, cabe citar algunas importantes opiniones de científicos y expertos dentro del propio staff de la AEC y laboratorios de investigación gubernamentales. Así en una carta (6 dic. 1971) de William Cottrell, Director entonces de los Programas de Seguridad Nuclear del Oak Ridge National Laboratory, señala:

«No estamos seguros de que los criterios adoptados por la AEC para los sistemas de emergencia de refrigeración del corazón del reactor, provean de una seguridad razonable en el sentido de que sean efectivos en el improbable caso de que se produzca un accidente de pérdida de refrigeración» (14).

William Cottrell llegó a afirmar que «a la vista de los resultados obtenidos en los estudios de Oak Ridge... pensaba que era dudoso que la refrigeración de emergencia del corazón del reactor funcionaría» (15).

D.O. Hobson y P.L. Rittenhouse, ingenieros metalúrgicos en los Laboratorios de Oak Ridge, enviaron una carta al Dr. Morris Rosen del Staff Regulatorio de la AEC el 1 de marzo de 1971, que afirmaba:

---

(11) D.F. Ford and H.W. Kendall, 1973, Loc. Cit., p. 82.

(12) The Safety of Nuclear Power Reactors and Related Facilities, U.S. AEC, WASH-1250, July, 1973.

(13) D.F. Ford and H.W. Kendall, 1973, Loc. Cit., p. 83.

(14) Exhibit 1112, ECCS Hearing, Docket RM-50-1, AEC Public Document Room, Washington, D.C.

(15) ORNL Nuclear Safety Program-Annual Information Meeting, February, 16-17, 1971, Oak Ridge, Tennessee, Summary by A.A. Katterhenry.

«Creemos que existe consenso en el hecho de que lo que pueda ocurrir durante un serio accidente de pérdida de refrigeración se desconoce» (16).

George Lawson, experto en calorimetría de Oak Ridge, testificó el 1 de marzo de 1972 en las sesiones sobre los ECCS lo siguiente:

«Cualquier conclusión con respecto a la efectividad de los sistemas de emergencia de refrigeración del corazón del reactor es especulativa» (17).

El Reactor Safety Committee que asesoraba al Gobierno de la República Federal Alemana recomendó una moratoria en las licencias a reactores hasta completar una información más profunda sobre el funcionamiento del ECCS (18).

La Federation of American Scientists tras una investigación del problema ECCS, identificó importantes deficiencias en la información sobre seguridad de la AEC e hizo un llamamiento por la restricción en el funcionamiento de reactores nucleares junto con una llamada a que se dé mayor énfasis a las tecnologías alternativas (19).

La Rand Corporation, conocida por sus trabajos en el Departamento de Defensa americano, señalaba en un informe a la Asamblea de California que la efectividad del ECCS no estaba resuelta y que «Hasta que esas cuestiones se resuelvan no es recomendable planificar una rápida proliferación de plantas nucleares» (20).

El Advisory Committee on Reactor Safeguards de la AEC, ubicó la «capacidad del ECCS» en su lista de problemas de seguridad de los reactores aún no resueltos (21). En septiembre de 1973 la ACRS escribió a la AEC una urgente recomendación sobre la necesidad de «mejoras significativas» en el ECCS (22).

Finalmente, y sin ser exhaustivos, merece la pena citar la conclusión a la que llegaron los científicos del Gobierno sueco en sus

---

(16) Exhibit 251, *ibid.*

(17) D.F. Ford and Kendall, 1973, *Loc. Cit.*, p. 85.

(18) AEC Internal Memoriam from Andrew J. Pressesky, Assistant Director for Nuclear Safety, Division on Reactor Development and Tecnology, to Milton Shaw Regarding German Moratium, may 8, 1972.

(19) Federation of American Scientists Newsletter, february, 1973.

(20) R.D. Docker, et al. California's Electric Quandary, R-1116-NSF/CSA, september, 1972.

(21) Letter from C.P. Siess, Chairman, ACRS, to James R. Schlessinger, Chairman, AEC, december, 18, 1972.

(22) Letter from H.G. Mangelsdorf, Chairman, ACRS, to Dixy Lee Ray, september, 10, 1973.

investigaciones sobre los sistemas ECCS, concluyendo que su efectividad aún no había sido demostrada (23). Estos testimonios son relevantes en la medida en que muestran la fuerte división existente dentro del mundo científico en cuanto a la posible resolución de problemas considerados cruciales en la seguridad de los reactores. Las afirmaciones de la AEC y la industria nuclear aparecen pues seriamente cuestionadas.

Hay que tener en cuenta que las estimaciones del accidente al que se ha hecho referencia, no considera otros posibles acontecimientos como una ruptura de la vasija a presión, un error de los operadores u otros sucesos para los que, en la opinión de expertos de seguridad en reactores, no sería efectivo el funcionamiento del ECCS. Por otra parte, hay otros efectos no valorados suficientemente (24) —según insisten reconocidos expertos que se mueven en torno a la U.C.S.— que pudieran agravar un accidente de pérdida de refrigeración (LOCA), por ejemplo el fallo de las tuberías de generación de vapor, problema éste que se empezó a manifestar en la central nuclear sueca de Ringhals III (PWR) en 1981, y que originó la paralización para su revisión de multitud de centrales de ese mismo tipo existentes en el mundo, aunque ello fuera ya denunciado en 1973 (25).

En efecto, desde 1972, incluso la U.S. Advisory Committee on Reactor Safeguard, venía reconociendo en sus publicaciones estos problemas. El Annual Report de la NRC del año 1978 daba una lista de 17 de los más importantes problemas de seguridad no resueltos en los reactores PWR (26). El accidente ocurrido en la central americana de Robert E. Ginna, el 25 de enero de 1982, desveló definitivamente las serias dificultades de los tubos de los generadores de vapor de esos reactores (27). Problemas que habían sido ya denunciados con anterioridad pero a los que no se le dio importancia alguna por las dificultades que ello pudiera conllevar para los programas nucleares y la industria nuclear (28).

---

(23) Statement of Dr. Bjorn Kjellstrom, A.B. Atomenergy, Miljocentrumkonferens, Uppsala, Sweden, June 14, 1973.

(24) En 1972 se originó la polémica, que sigue aún vigente, en torno a los posibles defectos no resueltos y a la controversia sobre la seguridad de reactores, véase al respecto la revista Science, núms. Vol. 177, sept. 1, 1972; Vol. 177, sept. 8, 1972; Vol. 177, sept. 15, 1972; Vol. 177, sept. 22, 1972, en donde se refleja el inicio del debate.

(25) D.F. Ford and Kendall, 1973, Loc. Cit., pp. 88 y ss.

(26) Ver también «NRC Program for the Resolution of Generic Issues. Related to Nuclear Power Plants». NUREG-0410 U.S. NRC, January 1978.

(27) Vid. artículo del experto en seguridad de reactores Richard Udell en New York Times, 27 de enero de 1982.

(28) Vid. «Steam Generator Problems» in R. Garnsey «Corrosion of PWR Steam Generators», Nuclear Energy (Journal of the British Nuclear Energy Society), 18 April 1979, pp.

### 6.2.2. *Estudio sobre seguridad en reactores (Informe Rasmussen)*

Las compañías eléctricas han dejado bien claro, tradicionalmente, que en caso de accidente catastrófico ellas no pueden hacerse cargo de los enormes costos que se generarían. Este problema fue resuelto en EE.UU., y después en otros países de forma similar, con la aprobación de la Ley «Public Law 89-210», más conocida como Price-Anderson Act, (1957) con condiciones renovables cada cierto período de tiempo.

Esta ley declaraba que en el caso de que tuviera lugar un serio accidente y en el supuesto de que el daño superara los 60 millones de dólares, el Gobierno Federal asumiría la responsabilidad hasta 500 millones de dólares en los costes adicionales que se produjeran. Con ella se estaba desplazando la responsabilidad del riesgo de esos accidentes catastróficos a la sociedad y salvando de esta forma la industria nuclear, que si no se viera protegida por la misma estaría imposibilitada para proseguir los proyectos. Evidentemente el procedimiento sugiere multitud de interrogantes, ¿cómo debe/puede la sociedad determinar si está o no dispuesta a aceptar esta responsabilidad?, podría ser uno de ellos.

En base a la necesidad de renovar cada cierto tiempo esta ley, la AEC consideró necesario realizar un estudio sobre seguridad en reactores que llegara a unas explícitas conclusiones sobre el riesgo de accidentes que facilitarían la renovación de la ley en condiciones satisfactorias para las compañías eléctricas y sus proyectos nucleares. Con esta finalidad, entre otras, en agosto de 1974 aparecería un draft del informe Reactor Safety Study (RSS). WASH-1400, más conocido como «Informe Rasmussen», cuya versión final sería hecha pública en octubre de 1975 (29). El estudio intentó determinar la probabilidad de accidentes en centrales nucleares y sus probables consecuencias en términos de muertos, heridos y daños a la propiedad. El estudio que apareció con gran propaganda en su momento, siendo inmediatamente promocionado a escala mundial como el gran baluarte de la industria nuclear, permitió prorrogar por varios años más el Price-Anderson Act, pero una vez que fue conocido y estudiado recibió las más duras críticas no sólo de científicos y expertos en seguridad, sino también de organismos públicos y científicos hasta el punto de llegar a ser desautorizado por la propia U.S. NRC. A pesar de representar

---

117-132; También «Identification of Unresolved Safety Issues Relating to Nuclear Power Plants» NUREG-0510, NRC, January, 1979.

(29) Reactor Safety Study, «An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Power Plants», U.S. NRC, WASH-1400 (NUREG 75/014); Washington, D.C., oct. 1975.

la más completa investigación de la seguridad nuclear llevada a cabo por la AEC, hoy ya nadie cita de forma rigurosa los resultados tan benevolentes hacia la alternativa nuclear a que llegó el Informe Rasmussen. No obstante, la renovación del Price-Anderson Act permitió establecer que:

1. Cada compañía eléctrica sea requerida para ofrecer protección financiera hasta el máximo del riesgo que le cubran las compañías de seguros privadas.
2. El Gobierno Federal cubra la cantidad restante hasta un máximo de 560 millones de dólares en caso de accidente.

Existen diversos modelos que se vienen utilizando para estimar de forma computerizada las víctimas causadas por un accidente en diversas localizaciones. Además del «Wedge Model» utilizado en WASH-1400, están el TIRION (Fryer, 1978) (30), y el ESCLOUD (Jones J.A., 1980) (31), ambos manejados en Gran Bretaña para sus reactores.

Dunster and Clarke (32) investigaron la protección radiológica de las poblaciones en función de diferentes ubicaciones, manejando el modelo computerizado TIRION con objeto de identificar los posibles efectos. Es decir, se trata de una aproximación cuantitativa para la búsqueda de ubicaciones generadoras del mínimo número de víctimas. La posibilidad de conocer lo certero de sus previsiones sólo podrá determinarse después de que haya ocurrido un gran accidente.

A pesar de estos intentos, la investigación más profunda y completa que se ha hecho hasta el presente para el cálculo de la probabilidad de accidentes y las consecuencias de los mismos es, sin lugar a dudas, el RSS o Informe Rasmussen. En él se estimaban 3.300 muertos a corto plazo, 45.000 cánceres a largo plazo, además de 248.000 enfermos de tiroides a largo plazo, 5.000 nacimientos genéticamente defectuosos en la primera generación tras el accidente y 14 billones de dólares en daños a la propiedad privada. El informe se refiere también a un área de 5.177 Km<sup>2</sup> como zona en la que será necesaria la descontaminación pues «En el caso de un accidente po-

---

(30) Fryer, L.S. «A Guide to TIRION 4. A Computer Code for Calculating the Consequences of Realiating Radioactive Material to the Atmosphere», Safety and Reliability Directorate (SRD), Report 20, HMSO, 1978. London.

(31) James, J.A. «Esccloud: A Computer Program to Calculate the Air Concentration, Deposition Rate and External Dose Rate from a Continuous Discharge of Radioactive Material to the Atmosphere», RRPB, Report 101, HMSO, 1980, London.

(32) Dunster H.J. and Clarke R.H. «Remote Siting Brings Small Benefits». Nuclear Engineering International, 25, 1980, pp. 51-53.

tencialmente serio se asume que la población residente dentro de las 25 millas (40 Km.) del reactor, y localizadas en la dirección del viento, serán evacuadas» (33). Por otra parte la probabilidad de un gran accidente quedaba establecida en uno en 10 millones por año entre 100 reactores o uno en 100.000 por año reactor (34).

El Informe Rasmussen, debido a sus conclusiones con respecto a la baja probabilidad estimada para un grave accidente nuclear fue, en un principio, ampliamente difundido por el «lobby» nuclear y los gobiernos embarcados en estos proyectos. Sin embargo, el cúmulo de críticas y desautorizaciones que recibió con posterioridad no tuvo, ni mucho menos, la misma difusión pública. Los primeros en reaccionar ante el Informe Rasmussen fueron la Union of Concerned Scientist y Sierra Club que, en una conferencia de prensa en Washington, ambas organizaciones expresaron sus puntos de vista sobre WASH-1400 hecho público en agosto, 1974. En síntesis afirmaron que el estudio era «técnicamente defectuoso», subestimaba el peligro público como resultado de los escapes de materiales radiactivos al medio ambiente en un factor de 16 «no pudiendo ser utilizado para alejar las dudas sobre la seguridad de los reactores». La UCS y Sierra Club centraron sus críticas en la metodología del Dr. Rasmussen para evaluar la seguridad, manteniendo, como en informes posteriores demostrarían, que las conclusiones de la técnica «fault-tree» ofrece resultados no creíbles al no permitir determinar todas las secuencias de accidentes con escape de materiales radiactivos. WASH-1400 asume un inadecuado diseño de los componentes, sin tener en cuenta sus fallos secundarios y menosprecia los peligros de la ruptura de la vasija a presión. Al revisar la experiencia en los programas espaciales y de misiles balísticos, donde se desarrolló originalmente la metodología de predicción utilizada en RSS, estas dos organizaciones señalan que ello desacredita aún más los resultados. El caso del accidente del Apollo 4<sup>th</sup> fue predicho a través del método fault-tree concluyendo que se tendría 1 fallo por cada 10.000 misiones. La experiencia sin embargo mostró que fallaba 4 veces cada 100 misiones. También denunciaron que el riesgo para la salud mundial es bastante mayor que lo reseñado en el RSS, acusando al informe de asumir una evacuación improbable (35).

---

(33) Rasmussen Report, Loc. Cit., p. 51.

(34) Ibid., p. 167 y 183. Ver también *The Risks of Nuclear Power Reactors A Review of the NRC Reactor Safety Study, WASH-1400*. UCS Cambridge Mass. August, 1977, pp. 2-5.

(35) *Energy Digest*, nov. 27, 1974.

La objetividad científica exige pues una breve recopilación de la fundamentación crítica que, evidentemente, tendría su incidencia en el cambio de orientación de la política de ubicación y en la nueva formalización y estructuración de la misma.

Quizás el organismo científico que más haya profundizado en las críticas a este informe haya sido la UCS del MIT (36). Su completo informe publicado en 1977, tras un profundo estudio de las 50.000 páginas que componen los trabajos internos del RSS que hoy figuran como archivos gubernamentales revelan resultados sorprendentes (37):

- Personal Federal suprimió los resultados de una investigación interna del RSS, que encontró serios defectos en los métodos del estudio, en los supuestos y en los datos utilizados, llegando a señalar que algunas estimaciones aparecían «sospechosamente bajas».
- El RSS abandonó la investigación de ciertos problemas de seguridad sensibles debido a que temieron que «los hechos pudieran no soportar nuestras conclusiones predeterminadas» y debido a que «no se conocía de antemano» que los resultados «engendrarían confianza» en la «garantía de los sistemas de seguridad de los reactores».
- El plan básico del RSS fue escrito por dos ingenieros nucleares del MIT. Uno Director del Forum Atómico Industrial, el grupo de presión de la industria nuclear, el otro, un consultor de la industria nuclear, equivocadamente presentado como un especialista en seguridad de reactores nucleares.
- El plan básico del RSS consistía en producir un informe que tuviera «un beneficio significativo para la industria nuclear». El estudio comentado señalaba también: «Para que el informe sea utilizable debe generar una razonable aceptación por la industria nuclear».
- A pesar de que se adujo que el estudio era «independiente» de la industria, la industria nuclear llevó a cabo importantes partes del análisis de seguridad reflejado en el estudio.

---

(36) «Preliminary Review of the AEC Reactor Safety Study», Henry W. Kendall and Sidney Moglewer, Based on Contribution by W.M. Bryan et al., Joint Review Committee Sierra Club-Union of Concerned Scientists, San Francisco, Cambridge, nov. 1974; Hubbard R.B. and Minor G.C., «The Risks of Nuclear Power Reactors: A Review of the NRC Reactor Safety Study WASH-1400», UCS, Cambridge, Mass. 1977, Loc. Cit.

(37) UCS, 1977, Loc. Cit., pp. 6 y ss.

— El Gobierno suprimió el informe de otro equipo de trabajo especial compuesto por expertos en seguridad nuclear gubernamentales que concluyeron «es difícil asignar un alto grado de confianza» al tipo de estimación del riesgo llevado a cabo por el RSS.

Con estas premisas, que se consiguieron descubrir años después de que se hiciera público el informe, la crítica directa al trabajo y resultados de Rasmussen van en la siguiente línea:

La metodología utilizada en el Informe Rasmussen, desarrollada previamente en la industria aeroespacial, es en principio válida, pero su aplicación práctica, en la industria aeroespacial y en especial en el área nuclear, contiene importantes deficiencias. Mientras es útil para estudios comparativos de riesgo —señala la UCS— es incapaz de prever valores absolutos de probabilidades. Los obstáculos para el cálculo de probabilidades en las centrales nucleares incluyen (38):

1. incapacidad para garantizar que se identifiquen todas las secuencias importantes de accidentes.
2. una base de datos fundamentada en el funcionamiento correcto de los componentes que es incierta e incompleta.
3. imposibilidad de identificar y valorar correctamente todas las consecuencias de los errores de diseño.
4. dificultad en el tratamiento de fallos «common-cause» de una forma satisfactoria.
5. papel incierto del error humano, un caprichoso e intratable elemento en el análisis del riesgo, y
6. riesgo de sabotaje. No se considera la posibilidad de un sabotaje sobre una central nuclear.

El informe de la UCS, comenzando por las debilidades del análisis «fault-tree», revisa en profundidad el resto de los obstáculos citados a lo largo de su extenso y detallado trabajo (39), representando una rigurosa y demoledora crítica del RSS e, indirectamente, de la supuesta seguridad de los reactores.

---

(38) Ibid, pág. 9.

(39) Ver también otras críticas a aspectos puntuales del RSS en Yellin, J. «The NRC's Reactor Safety Study», *Bell Journal of Economics*, Vol. 7, n.º 1, Spring, 1976, para el concepto de secuencias de accidentes; NRC Report by special Review Group, «Recommendations Related to Brown Ferry Fire», NUREG-0050, febr. 1976, para el tema de deficiencias en el diseño y fallos «common-made»; Carl J. Hocevar, «Nuclear Reactor Licensing: A Critique of the Computer Safety Prediction Methods», UCS, aug. 1975, etc.

Particularmente importante es, como se verá en un próximo epígrafe, el aspecto concerniente a las posibilidades de sabotaje, actos terroristas u objetivos bélicos. En la estimación de la probabilidad de un gran accidente Rasmussen ignoró estos problemas:

«El estudio no ha considerado los efectos de un sabotaje sobre la central nuclear», señala explícitamente (40). En efecto, el informe olvidó introducir en su máquina calculadora de riesgos la posibilidad de accidentes provenientes de sabotajes y actos terroristas, de imperfecciones humanas, de imperfecciones o defectos de la ingeniería. Como D. Dinsmore Comey apuntaba: «Ya no es sólo el cálculo de las probabilidades de averías en las máquinas lo que cuenta, sino que también debe considerarse la probabilidad de una avería en las mentes humanas y, no hace falta ser un psiquiatra para darse cuenta de que esta probabilidad es alta» (41).

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) salió también al paso desde un principio, acusando al Informe Rasmussen de subestimar el número de muertes probables y enfermedades en un factor de 10 (42). En su crítica denuncia una mala interpretación del informe de 1972 del National Academy of Sciences Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) en relación con los efectos de la radiación, por lo que Rasmusen rebaja el número previsto de muertes y enfermedades que pudieran eventualmente resultar de grandes escapes de radiactividad. «Los efectos radiológicos —enfermedades graves y muertes, cánceres latentes, enfermedades de tiroides y anomalías genéticas— fueron subestimadas por un factor colectivo de 2 a 5» afirma EPA. También contrasta este error con el optimismo de los supuestos asumidos en la eficiencia con que miles de personas pueden ser evacuadas de cientos de millas cuadradas del entorno al reactor accidentado (43).

---

(40) Ver RSS, WASH-1400, Loc. Cit., p. 22.

(41) D. Dinsmore Comey «The Perfect Trojan Horse», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, june 1976, p. 34.

(42) «Comments by the Environmental Protection Agency on the Reactor Safety Study» Washington, D.C. nov. 1974. Recogido más tarde en *The New York Times*, 5 y 8 de diciembre, 1974. Ver también las críticas a la subestimación del número de muertos que el RSS estima realizadas por Frank Von Hippel, de la Universidad de Princeton, Reactor Safety, talk delivered at the Spring Meeting of the American Physical Society, Washington, D.C. april, 30, 1975; Más tarde en 1976, la EPA emitió un informe final soportando con rigurosidad sus críticas, U.S. Environmental Protection Agency, EPA-520/4-76-009, «Reactor Safety Study, A Review of the Final Report», Washington, D.C. june, 1976.

(43) *Science*, Vol. 186, december, 13, 1974.

En 1975 la American Physical Society (1975) participa también en la crítica a la validez de los resultados del RSS, en línea muy similar a las argumentaciones desarrolladas por la UCS. El informe de la APS (44) identifica serios errores en los análisis realizados por Rasmussen, particularmente en lo referente a las consecuencias a largo plazo de los accidentes sobre la salud humana (45).

La corrección de los errores del RSS, al utilizar los resultados del informe de la APS conduce, para el caso de un grave accidente, a los resultados siguientes (46):

- Muertes inmediatas: 620-990 (la cifra de 990 procede de utilizar las estimaciones de AEC, EPA y UCS/SC y no los resultados de APS).
- Cánceres mortales: 10.000-20.000.
- Defectos genéticos: 3.000-20.000.
- Nódulos de Tiroides: 22.000-350.000.

En el informe de la APS la evacuación deberá hacerse por lo menos en las 40 millas (64 Km.) en la dirección del viento, o un área de 200 millas<sup>2</sup>, señalando que la región deberá quedar inhabitada durante muchos años (47). El informe WASH-1400 considera que, aunque las muertes inmediatas sólo se supone que se producirán dentro del radio de 20 millas (32 Km.) (48), «en el caso de un accidente potencialmente serio se asume que la población residente dentro de las 25 millas (40 Km.) del reactor, localizada en la dirección del viento, serán evacuadas...» (49). Ello no es óbice para que los cánceres a largo plazo «se espera resulten de la exposición que se produzca dentro de las 70 millas (112 Km.) del reactor» (50) y que el área de evacuación inicial pueda alcanzar las 400 millas<sup>2</sup> (1.036 Km.<sup>2</sup>) (51), todos ellos aspectos de gran interés para una política consistente de

---

(44) «Report to the APS by the Study Group on Light Water Reactor Safety» Review of Modern Physics, Vol. 47. Supplement, n.º 1, Summer, 1975. (Funded by the NRC and National Science Foundation).

(45) Ibid., pág. 5-60.

(46) «Nuclear Power Risks. A Review of the Report of the American Physical Society's Study Group on Light Water Reactor Safety», by Henry W. Kendall, UCS Cambridge, Mass., 1975, p. 39.

(47) Ibid., pág. 40.

(48) WASH-1400, Draft, 1974, Loc. Cit., pág. 156.

(49) Ibid., pág. 51. Esta afirmación es contundentemente rebatida, por la benevolencia de la misma, en «The Risk of Nuclear Power Reactors» UCS, 1977, Loc. Cit. Chapter 7, pp. 77-83.

(50) Ibid., pág. 164.

(51) Ibid., pág. 234.

ubicación de reactores, sobre todo en lo que respecta a la distribución y características de la población.

Finalmente, el informe de la APS llega también a importantes consideraciones críticas sobre el ECCS de los PWR —previamente analizado— señalando que «una refrigeración adecuada puede no ser posible en el supuesto de un fallo de las tuberías del generador de vapor durante un serio accidente de pérdida de refrigeración» (52), coincidiendo con las críticas que desde 1971 venía haciendo la UCS. Su reflexión final citando al Dr. Herbert Kouts, Director de la División of Reactor Safety Research de la NRC, resulta ilustrativa: «La mayoría de la gente que se siente aprensiva (sobre los reactores nucleares) no posee los conocimientos para entender los problemas técnicos y reaccionar ante las opiniones de aquellos que supuestamente los entienden. La única forma de convencerles es convenciendo a la comunidad científica y técnica y dejar el caso perfectamente claro. Si no podemos convencer a la comunidad científica en general que la energía nuclear es segura, no podemos esperar convencer al resto de la población» (53).

La desautorización del Informe Rasmussen llegó incluso de la propia AEC y en concreto de su Advisory Committee on Reactor Safeguard, además del Regulatory Staff (54).

Rigurosos y prestigiados informes que surgieron a partir de 1977, referentes a la temática nuclear, reflejaban el desprestigio a que había llegado el Reactor Safety Study de la AEC-NRC. Tal es el caso con el conocido informe de la Ford Foundation que emitió el siguiente juicio: «Aunque es un valioso recurso para el estudio del problema de seguridad, WASH-1400 no debe usarse como una guía definitiva para la política a seguir puesto que infravalora las incertidumbres y tiene serias deficiencias metodológicas» (55).

En 18 de enero de 1979 y ante el cúmulo de críticas recibidas (56), la NRC rechazó definitivamente, basándose en el Informe Lewis, el Report's Executive Summary del Informe Rasmussen y anunció, en una actitud de autocrítica sin precedentes, que ya no consideraba el RSS como válido: «retiramos cualquier implícito o

---

(52) APS Report, Loc. Cit., pág. 5-23.

(53) *Ibid.*, pág. 5.5.

(54) «Review of the Reactor Safety Draft of august 1974», Washington, D.C. 2 december, 1974.

(55) «Nuclear Power. Issues and Choices». Report of the Nuclear Energy Policy Study Group. Ford Foundation, Ballinger, 1977, p. 240.

(56) H.W. Lewis, et. al. «Risk Assessment Review Group. Report to the U.S. NRC», U.S. NRC, NUREG/CR-0400, 1978.

explícito apoyo hecho en el pasado del Executive Summary del informe conocido como Reactor Safety Study o WASH-1400». Para llegar a esta seria conclusión, la NRC había hecho diversas valoraciones, entre ellas la emitida por el NRC Risk Assessment Review Group que, dirigido por el Dr. Harold W. Lewis de la Universidad de California, afirmó en 1978: «El análisis estadístico de WASH-1400 deja mucho que desear. Sufre de un amplio espectro de deficiencias, desde insuficientes datos... hasta la invención y uso de métodos estadísticos equivocados» (57).

Esta relativa dejación de los problemas de seguridad por parte de la NRC, fue claramente denunciada en 1979 por el Informe Presidencial de la Comisión Kemeny en el que se acusa a la NRC de estar excesivamente volcada a promocionar y favorecer a esa creciente industria nuclear a costa de no cumplir su papel regulador y garantizador de la seguridad nuclear: «Encontramos —señala el Informe— que la NRC está tan preocupada con las licencias de las centrales que no ha dado una prioritaria consideración a los problemas generales de seguridad» (58). En efecto, ahora se conoce que el acontecimiento que produjo TMI había ocurrido ya en dos ocasiones en otras plantas pero que la NRC lo había ignorado tras haber sido oportunamente informada (59).

### 6.2.3. *Valoración del riesgo*

La valoración del riesgo implícito en la alternativa nuclear y en la específica ubicación de una planta atómica, son ambos aspectos interconexiónados que han suscitado una fuerte controversia aún no clarificada.

Por una parte está todo el ciclo nuclear, con todos los riesgos implícitos en esa cadena cuyo eslabón principal es la generación de energía eléctrica en una planta concreta, ubicada en un específico emplazamiento. Por otra están los riesgos ambientales, para la salud y seguridad de las poblaciones y recursos involucrados en esa amplia penumbra que rodea a los emplazamientos.

La «Royal Commission on Environmental Pollution» británica, en su sexto informe, también conocido como «Informe Flowers», señala:

---

(57) Critical Mass, septiembre 1978, Washington, D.C.

(58) The Need for Change. The Legacy of TMI Report of the President's Commission on the Accident at TMI oct., 1979, Loc.Cit., p. 51.

(59) NUREG/CR-1250. Three Milen Island. A Report to the Commissions and to the Public, NRC Special Inquiry Group, january, 1980, Vol. 1, pp. 94-95.

«La energía nuclear introduce riesgos ambientales y problemas, algunos de los cuales aparecen como únicos en sus implicaciones para la sociedad. Existe el problema del tratamiento de los residuos altamente radiactivos que se producen durante el ciclo nuclear y que tienen que ser almacenados por inmensos períodos de tiempo. Existe el problema de la creación de materiales peligrosos, especialmente plutonio, que puede ser utilizado málevolamente en actos contra la sociedad. Existe el riesgo de peligrosos escapes de radiactividad en los reactores u otras instalaciones nucleares, bien sea por accidente o sabotaje. Se está haciendo y se ha hecho un gran esfuerzo para buscar adecuadas respuestas técnicas y organizativas a estos problemas, pero es importante que ello no oculte aspectos subyacentes que tienen un carácter político, social y ético y que exigen un amplio debate público» (60).

Esta importante dimensión ética, social y política, no es susceptible de cuantificación ni valoración, salvo que se lleve a cabo un profundo debate y escrutinio público que manifieste con nitidez la particular evaluación de esos problemas suscitados. Puesto que el área afectada puede alcanzar regiones, estados o incluso naciones, según la ubicación de esos amplios complejos nucleares de 2.000, 3.000 y hasta 5.000 Mw(e), es difícil justificar, sin ese proceso público y político, una ubicación determinada en base a principios supra-regionales (\*) o supra-estatales, que lleguen a marginar la consideración de los riesgos envueltos y su valoración por ese colectivo. El Informe Flowers, consciente de estas dimensiones, afirma al respecto:

«Las decisiones no deben ser tomadas simplemente sobre la base de las ventajas tecnológicas o económicas y la asumida necesidad de asegurar un rápido incremento de la oferta de energía. Los problemas sociales y éticos envueltos —insiste la Royal Commission británica— son reales e importantes, y deben ser ampliamente valorados y discutidos» (61).

Existe un gran debate, dentro del mundo científico, en cuanto a la probabilidad de accidentes en los reactores nucleares. El accidente

---

(60) Royal Commission on Environmental Pollution, sept. 1976, Loc. Cit., p. 3.

(\*) Se entiende aquí a la región como un ente con personalidad propia bien definida, de carácter socio-político.

(61) Ibid., p. 85.

de Browns Ferry (62) o el de Harrisburg (63), han desvelado con gran crudeza lo lejos que se está de conocer, con relativa precisión, la probabilidad de accidentes en los reactores nucleares (64). Los problemas que están surgiendo en determinados componentes de los PWR tampoco estaban previstos. Todo ello ha incidido en el brusco cambio que la NRC está imponiendo a la política de ubicación de reactores, considerándose ahora ya los accidentes Clase 9 como base de diseño, con las repercusiones que ello pueda tener en la selección de emplazamientos.

La evaluación de probabilidades de accidentes de distinto grado es algo aceptado como de gran dificultad. No se dispone de suficientes datos y las incertidumbres asociadas con las estimaciones de los probables fallos que puedan resultar en un accidente no son tampoco suficientemente conocidas. Las críticas a las técnicas utilizadas por el RSS han sido un claro ejemplo (65).

Por el momento es imposible disponer de una información contrastada sobre accidentes para calcular probabilidades, pues aún hay pocos reactores y han ocurrido pocos accidentes conocidos, por lo que la experiencia es muy pequeña. Realmente con los reactores de capacidad comerciales no se tiene ni veinte años de experiencia. Por ello las frecuencias de accidentes asumidas son hipotéticas, siendo necesario que pasen aún muchos años para conseguir un espectro razonable. Hoy por hoy la seguridad no puede garantizarse, siendo muy endebles los argumentos de probabilidades no sólo con respecto a la frecuencia sino también en lo referente a las consecuencias de accidentes graves. En consecuencia resulta sumamente arriesgado adoptar una filosofía optimista respecto a la seguridad y a la ubicación de reactores.

Existe por otra parte un aspecto conflictivo con los argumentos de probabilidades cual es «la naturaleza deshonesto de las compara-

---

(62) Ver entre otros trabajos NUREG-0050, Recommendations Related to the Browns Ferry Fire, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington D.C. february, 1976; David D. Comey «Chronology of a Nuclear Near-Miss», Chicago Tribune august 31, 1975; David D. Comey, «The Incident at Browns Ferry», Not Man Apart, september, 1975.

(63) La probabilidad de un accidente «loss of flow» en un PWR con desprendimiento de radiación en el edificio de contención se estimaba en  $10^{-7}$  por año/reactor y sin embargo el suceso tuvo lugar en 1979. Bowen, J.H. (1977). Loc. Cit., pp. 167-182.

(64) Tal y como la NRC reconoce «El accidente ha excedido muchas de las bases de diseño actuales por un amplio margen», en «TMI-2 Lessons Learned», Task Force Final Report, NRC, NUREG-0585 (1979). «El accidente de marzo 1979, afectará al diseño y construcción de las centrales nucleares en varios aspectos fundamentales» según Charles Komanoff, 1981, Loc. Cit., p. 153.

(65) Ver Appendix B «Accident Experiences» en The Risk of Nuclear Power Reactors, UCS, Loc. Cit., pp. 177-192.

ciones de riesgos» que denuncia S. Openshaw (66). Así, no hay evidencia de que el riesgo presentado por cien reactores sea aceptable para la Sociedad porque la probabilidad de muerte sea supuestamente la misma que la de morir como consecuencia de la caída de un meteorito (67). Medir el riesgo de muerte para un colectivo importante geográficamente concentrado, en términos de medias nacionales o mundiales, subestima groseramente el enfoque del riesgo relativo envuelto. Adicionalmente está el problema de riesgos voluntariamente asumidos, caso de un conductor de un vehículo, un fumador, un viaje en avión, y su comparación con los riesgos impuestos no elegidos voluntariamente, como sería el de una familia ubicada a 20 Km. de un proyecto nuclear situado además en la dirección de los vientos dominantes.

También exige una especial consideración, que afecta sólo a la alternativa energética nuclear y no a las otras, la dimensión de las consecuencias éticas y políticas de un accidente catastrófico en un reactor nuclear que dejará inhabitable durante mucho tiempo la región en que se ubicaba el mismo, especialmente si era un área densamente poblada. ¿Puede aceptarse un riesgo de esta naturaleza, independientemente de que su probabilidad sea pequeña? Evidentemente, si este accidente llega a ocurrir, ¿podrá volver a aceptarse ese riesgo? ¿Qué reacción generará en el resto de las centrales nucleares funcionando en el mundo?

La naturaleza y consecuencias de los accidentes en reactores es muy poco conocida, por lo que a pesar de que la catástrofe podría ser de escala desconocida hasta el presente, hay gran incertidumbre en las estimaciones de los daños potenciales, dependiendo éstas de los supuestos que adoptemos. De lo que no cabe duda es de que el riesgo potencial para el público, como resultado de un accidente, es en gran medida dependiente de la ubicación, tal y como J. Yellin demuestra (68), siendo la densidad de población y la dirección del viento unas de las variables más importantes en las ecuaciones del riesgo.

#### a) Percepción del riesgo y naturaleza política del mismo

La estimación del riesgo, que es importante a la hora de establecer la aceptación de una tecnología, es algo extremadamente difícil por

---

(66) S. Openshaw, 1982, Loc. Cit., p. 186.

(67) G.H. Kinchen, «The Assessment of Hazards in Engineering Work» Proc. Inst. Civil Engin., 64, 1979, pp. 431-438.

(68) Joel Yellin (1976), Loc. Cit., p. 324.

la fuerte dosis de valoración política que conlleva, pues las tecnologías no son neutrales en la conformación de los modelos sociales y económicos. La frecuente irreversibilidad de decisiones sobre la aceptación de una tecnología concreta, tomadas por un grupo político en el poder que normalmente no tiene por qué representar a la mayoría de esa población, en términos absolutos, confiere el procedimiento de una legitimidad y ética harto rechazable. Por otra parte, ese grupo político en el poder, lo ejerce de forma temporal, 4, 6, 8 o 10 años, y sin embargo decisiones trascendentales tomadas unilateralmente durante el período de su mandato, podrán llegar a tener repercusiones durante generaciones, algunas de ellas de carácter irreversible, como es el caso con la alternativa nuclear. Con objeto de ofrecer a este viciado procedimiento de un carácter más democrático, resulta casi obligado la participación en la valoración del riesgo de las comunidades directamente afectadas por los proyectos, sean éstas regiones, políticamente determinadas, Estados dentro de esa Nación, u otras unidades socio-políticas que se sientan afectadas por un determinado emplazamiento. La percepción y valoración del riesgo por una comunidad puede ser totalmente distinta a la de otra comunidad, tal y como se ha demostrado entre los diferentes Estados de EE.UU., Alemania o incluso en España.

La valoración del riesgo, desde el punto de vista cuantitativa tiene dos componentes: la probabilidad del suceso y la naturaleza y magnitud de sus consecuencias. El cálculo de estos dos elementos fueron los principales objetivos del RSS, analizando con anterioridad. El método seguido por Rasmussen y los resultados a que llegó han recibido tantas críticas que incluso la propia NRC desautorizó su utilización o sus conclusiones como factores de valoración del riesgo. A través de un riguroso informe la UCS llegó a la conclusión de que la probabilidad de un «melting» acompañado de un amplio escape de radiactividad pudiera estar en uno en 10.000 por año reactor, es decir, veinte veces el valor estimado por el RSS. Las muertes inmediatas de los accidentes nucleares —según el informe de la UCS— parecen estar infravaloradas en el RSS por un factor de 10, lo mismo que las consecuencias a largo plazo (69).

La aceptación de la alternativa nuclear, o incluso de un determinado emplazamiento, debe ser analizado desde diversas perspectivas entre las que cabe destacar la comparación con otros riesgos, lo que resulta enormemente difícil por la singular naturaleza de la energía nuclear, en relación con esos otros riesgos con los que pretenden

---

(69) The Risks of Nuclear Power Reactors, UCS 1977, Loc. Cit., p. 113.

compararla desde plataformas de la industria nuclear. Los accidentes pueden tener una probabilidad muy baja pero sus consecuencias pueden ser enormemente grandes, de escala y naturaleza casi desconocidas por la humanidad. Tanto un aspecto como el otro resultan muy complejos de analizar al encontrarse aún sujetos a un cúmulo de incertidumbres difíciles de cuantificar, sobre las que existen, por otra parte, una controversia a niveles científicos aún no resuelta. Adicionalmente, hay que distinguir entre estimación del riesgo, planteada como cuestión científica con las debilidades e incertidumbres que conlleva, y aceptación de un determinado nivel de riesgo que, aún en el supuesto de que pueda ser correctamente delimitado, es una cuestión netamente política a ser determinada por procedimientos políticos. Pueden existir disputas sobre el método de estimación del riesgo, en el que se refleja la incertidumbre de naturaleza científica, pero pueden también haber importantes desacuerdos sobre el grado de aceptación de esos riesgos. Dos problemas que aunque aparentemente distanciados, hay muchos autores que piensan que sus fronteras son prácticamente inexistentes, dado su fuerte carácter político.

Muchos individuos, quizás la gran mayoría, perciben los grandes desastres o catástrofes poco frecuentes, de forma más intensa y amenazante que otros accidentes pequeños, accesibles, que sin embargo en su conjunto pueden matar a más personas. La escala pues de los grandes accidentes catastróficos se transforma por sí misma en un importante factor de la percepción pública del riesgo, por lo que establecer comparaciones con el número de muertes únicamente aparece inapropiado.

Consecuentemente, conocer la manera en que la sociedad percibe los peligros para la salud y seguridad de ella misma y de las futuras generaciones —aspecto éste que va implícito dentro de un accidente nuclear y no dentro de un accidente automovilístico por ejemplo— asociados con actividades que generan alguna forma de riesgo, es fundamental. Quizás uno de los aspectos que más singulariza el riesgo nuclear respecto al riesgo de otras catástrofes, que también puedan originar muchas muertes, es la persistencia o permanencia de la contaminación durante mucho tiempo con posterioridad al accidente que la causó.

Existe pues, una tendencia general a dar mucha mayor importancia a los riesgos asociados con accidentes catastróficos, mientras al mismo tiempo se infravaloran los peligros asociados con incidentes de pequeña escala, aunque sus consecuencias en términos de daños cuantificables puedan ser las mismas. La gente percibe en general los

riesgos de viajar en automóvil de forma menor que los riesgos de viajar en avión, aunque las estadísticas muestren lo contrario, ya que las consecuencias de viajar en automóvil son de mayor significado que las consecuencias de accidentes aéreos. En suma, los infrecuentes accidentes catastróficos aéreos, que causan muchas muertes en un instante, tienen mucho mayor impacto sobre el público en general.

En la valoración y percepción del riesgo aparecen pues otros elementos, además del impacto físico esperado de una tecnología, resultado del producto de la probabilidad por sus consecuencias, en el supuesto de que estos dos parámetros se conociesen. Este es sólo uno de los criterios que la población utiliza como base de aceptación, que puede ser incluso inadecuado. Si la probabilidad de que se produzcan una serie de accidentes es sumamente pequeña, pero sus consecuencias son desproporcionadamente grandes, se presentaría lo que ha sido calificado como «el dilema cero-infinito» (70), concepto matemático cuyo producto da resultado indeterminado. En otras palabras, impide valorar razonablemente el riesgo a la comunidad, pero no impide generar una gran preocupación. Por ello, y dadas las incertidumbres presentes en la alternativa nuclear, muy difíciles de cuantificar, la cuestión de fijar niveles permitidos de riesgos es una cuestión fundamentalmente de naturaleza política (71). No es sorprendente, en consecuencia, que entre los más recientes trabajos sobre esta temática de M. Douglas y A. Wildavsky (72), una antropóloga social y un científico de la política pública, hayan adoptado aproximaciones distintas hacia el concepto del riesgo, con respecto al análisis que del mismo realizan los físicos R. Wilson y E. Crouch (73). En efecto, la percepción del riesgo está influenciada por la cultura, prioridades e idiosincrasia de los pueblos, a la vez que las decisiones sobre riesgos son necesariamente de naturaleza política. La psicología individual y de grupos, la cultura y la política interaccionan de forma intensa en la conformación y valoración de actitudes relacionadas con la percepción del riesgo. Tal y como señalan Douglas y Wildavsky: «Diferentes individuos y grupos difieren en el tipo de riesgos que les preocupan y en las evaluaciones sobre qué tipo de riesgos les son

---

(70) John Holdren, «Zero-Infinity Dilemma in Nuclear Power» American Association for the Advancement of Science Annual Meeting, Boston Massachusetts, february, 21, 1976.

(71) A esta conclusión llega entre otros A. Birkhofer «The Expanding Role of Quantitative Risk Analysis in the Federal Republic of Germany» in Current Nuclear Power Plant Safety Issues, Vol. I IAEA, Vienna, 1981, pp. 307-319.

(72) Mary Douglas and Aaron Wildavsky «Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers», University of California Press, 1983.

(73) Richard Wilson and Edmund Crouch «Risk/Benefit Analysis». Ballinger Publishing Company, 1983.

“aceptables“» (74). La explicación que ofrecen a este planteamiento emerge del estudio de la selección del riesgo como un proceso social y cultural. Por otra parte, los supuestos sobre los que basan sus cálculos R. Wilson y E. Crouch, están sujetos a grandes incertidumbres por lo que los resultados, tal y como reconocen, deben observarse con un amplio sentido crítico, debido, entre otras razones, a la existencia de importantes factores no cuantificables. En síntesis, pueden existir desacuerdos sobre la estimación de riesgos, que reflejen la existente incertidumbre científica y pueden darse razonables desacuerdos sobre su aceptación que reflejen diferencias en valores y prioridades que sólo pueden resolverse a través de un auténtico proceso político.

#### 6.2.4. Conclusiones

El único y ambicioso intento, realizado hasta la fecha, por calcular la probabilidad de accidentes en reactores nucleares junto a una valoración de sus consecuencias, el informe de la NRC Reactor Safety Study, aparece hoy seriamente desprestigiado sin que sirva a la industria nuclear como un válido documento de referencia.

La alternativa nuclear mantiene un importante número de incertidumbres y problemas no resueltos que afectan incisivamente a la valoración y percepción pública del riesgo envuelto en esta tecnología. La nueva orientación que, a partir del accidente de Harrisburg, ha adquirido en EE.UU. la política de ubicación de reactores refleja, inequívocamente, esta crítica situación en que se encuentra la alternativa. La valoración del riesgo mantiene pues un fuerte carácter de naturaleza política que exige del debate y confrontación pública y la participación de los colectivos afectados por los proyectos en la toma de decisiones, no sólo con respecto a la aceptación o no de la tecnología sino también en cuanto al emplazamiento propuesto, en el supuesto de que la alternativa sea aceptada.

El emplazamiento de un reactor nuclear no es ajeno a los diversos problemas que se presentan en las fases anteriores y posteriores a la operación de un reactor, en lo que se denomina ciclo nuclear. Las normas y prácticas americanas enfatizan la comparación entre las distintas alternativas de generación de energía posibles, además de emplazamientos alternativos, en el proceso de solicitud de licencia de una ubicación nuclear. Es decir, debe demostrarse que esa es la mejor alternativa entre las posibles.

---

(74) M. Douglas and A. Wildavsky, 1983, Loc. Cit., p. 4.

El Informe Rasmussen, que fue durante algunos años el principal baluarte de la industria nuclear para la promoción de esa tecnología, se dirigió exclusivamente a valorar el riesgo de una sola parte de las fases del ciclo nuclear: el riesgo de accidentes en centrales nucleares, omitiendo aspectos de tanta importancia como la posibilidad de sabotajes, otros riesgos implícitos en el ciclo nuclear tales como la extracción del uranio, el enriquecimiento, la fabricación del fuel, el transporte del material irradiado, el reprocesamiento y el almacenamiento seguro de los residuos de alto nivel. La falta de resolución de algunos de estos aspectos junto a sus riesgos, inciden hoy sobre la ubicación a pesar de haber sido ignorados en el hoy ya desprestigiado RSS.

Las opciones políticas envuelven la elección no sólo entre tecnologías alternativas de producción sino también entre ubicaciones de las plantas en específicos territorios. La crítica al RSS muestra lo inadecuado de su análisis al no ofrecer a los que toman las decisiones, ni a la comunidad, con suficiente información para abordar cualquiera de esas dos decisiones trascendentales.

En el Informe Rasmussen no se comparan los riesgos de los reactores LWR con otras alternativas de generación de energía eléctrica, sino que se comparan con otros riesgos de naturaleza y causas sin relación alguna con la energía tales como accidentes naturales o producidos por el hombre. En este sentido W.K.H. Panofsky, miembro del Steering Committee de la American Physical Society, que patrocinó el RSS señala:

«Es más importante, desde el punto de vista de la política energética, comparar el riesgo para la salud pública producido por una industria nuclear creciente con los peligros generados por las formas alternativas de producción de energía eléctrica. El Informe Rasmussen no trata sin embargo esta cuestión» (75).

Esta crítica llegó incluso a manifestarse por un antiguo comisionado de la NRC, Edward Mason, que en noviembre de 1976 y en su presentación a la International Conference on World Nuclear Power reconoció la necesidad que tenía la NRC de ampliar el análisis del riesgo a las otras alternativas energéticas y sus potenciales impactos sobre la salud y seguridad (76).

---

(75) Wolfgang K.H. Panofsky, Testimony Before the Subcommittee on Energy and the Environment, Committee on Interior and Insular Affairs, U.S. House of Representatives, Washington, D.C. June 11, 1976, p. 6.

(76) NRC Commissioner Edward Mason «Implications of the Reactor Safety Study to Nuclear Regulatory Activities», presentation at the International Conference on World Nuclear Power, Washington, D.C. November, 18, 1976.

Son pues diversos los problemas en torno a los accidentes potenciales y valoración del riesgo en un determinado emplazamiento cuya interpretación y/o resolución no debe dejarse exclusivamente al arbitrio de la Agencia Nuclear Estatal y la industria nuclear. El nivel de riesgo/beneficio que deba ser aceptable y tolerable en una ubicación determinada parece ser un aspecto de elección pública, basado en un profundo examen y valoración de los problemas, alternativas y consecuencias, pues cada vez es mayor el énfasis que se hace en la ubicación como una importante medida adicional de seguridad, independientemente de cualquier otro factor.

### **6.3. Desmantelamiento de reactores nucleares**

El problema del ¿qué hacer? con un emplazamiento nuclear que cobije reactores de gran capacidad una vez que se considere acabada la vida útil de los mismos, estimada en 25-30 años, presenta todavía hoy importantes interrogantes.

Aunque haya sido un aspecto relativamente marginado de los argumentos principales manejados en la controversia nuclear tiene, sin embargo, una lectura directamente relacionada tanto con los costes de esta energía, como con los potenciales impactos sobre el entorno del emplazamiento. Es en esta segunda dimensión, vinculada con los costes, donde se pretende enmarcar el problema. Gran parte de las servidumbres y riesgos que un reactor genera sobre una amplia penumbra que le rodea, permanecerán también durante muchos años una vez que finalice su vida útil, si no se encuentra una solución adecuada a su desmantelamiento. La dificultad más aguda que se presenta está relacionada con los costes que supondría dejar el emplazamiento en las mismas o similares condiciones que existían antes de iniciar el proyecto. Si esto no se hace, cualquier otra solución implicará que los riesgos, en mayor o menor grado según las medidas adoptadas, permanecerán vinculados con el emplazamiento durante muchos años, incluso generaciones. Y esto es así por el problema de la radiactividad que tras 25-30 años ha dejado una poderosa impregnación en diferentes elementos de la estructura y componentes, además de, previsiblemente, en los terrenos sobre los que se asienta la planta.

El desmantelamiento de una central nuclear comercial de gran capacidad presenta aún hoy problemas desconocidos y presumiblemente de gran costo. Todavía nadie ha sido capaz de desmantelar una gran planta comercial nuclear, aunque hasta 1980, veintidós centrales nucleares (prototipos pequeños y plantas experimentales) fueran ce-

rradas en el mundo, diecisiete en EE.UU. y cinco en Europa Occidental (77). Todas ellas permanecen radiactivas por cientos o incluso miles de años, suponiendo en muchos casos, al no disponer de la vigilancia que sería necesaria, una mayor amenaza que cuando se mantenían en funcionamiento. Evidentemente se han reducido sus sistemas de seguridad y, aunque dispongan de una continua vigilancia por personal de seguridad, el deterioro físico y la ausencia de mantenimiento puede originar escapes radiactivos con el paso del tiempo.

Las regulaciones presentes sobre el desmantelamiento en EE.UU. fueron originalmente promulgadas por la AEC y están contenidas en la Sección 50.33 (f) y 50.82 de 10 CFR Part 50. En ellas se requiere al aplicante de una licencia ofrecer a la Comisión (NRC) de suficiente información como para demostrar que la compañía puede obtener los fondos necesarios para enfrentarse tanto con los costes de operación como con los estimados provenientes de la cancelación física de la central y su mantenimiento en condiciones de seguridad. La compañía eléctrica deberá informar a la Comisión de los procedimientos propuestos para el almacenamiento del material radiactivo —que no son sólo elementos internos sino también muchas partes de la propia estructura de la planta y elementos conexos— descontaminación del emplazamiento y procedimientos diseñados para garantizar la seguridad pública.

La Política actual, tal y como se contiene en la Regulatory Guide, 1.86 (78), considera cuatro alternativas o procedimientos aceptables para retirar los reactores nucleares:

- «Mothballing» o almacenamiento protegido. Consiste en sellar la planta y vigilarla durante cientos de años. Se retiraría el fuel nuclear y los fluidos del circuito de refrigeración interno y se cerraría la planta debiendo ser cuidadosamente vigilada tanto como los componentes radiactivos del interior permanezcan peligrosos. Algunas fuentes de la industria estiman, de forma benevolente, que la cuidadosa vigilancia debería mantenerse al menos durante 200 años (79).
- «Entombment» o cubrición con hormigón armado, tras haber retirado los elementos más peligrosos. Con ello se lega para

---

(77) Ver IHT, «Deconstructing Reactors Challengers Atom Experts», Special Report by J. Kendall. International Herald Tribune, 31 January, 1980.

(78) Regulatory Guide 1.86. «Termination of Operating Licenses for Nuclear Reactors», U.S. AEC, June 1974.

(79) Steven Harwood, Kenneth May et al, «Decommissioning: Nuclear Reactors», Buffalo, N.Y. Public Interest Research Group, January 21, 1976.

futuras generaciones un permanente y peligroso mausoleo que exigirá además una vigilancia constante. Este método y «mothballing» han sido utilizados para retirar todas las plantas de investigación que la NRC considera canceladas.

- «Dismantling» o desmantelamiento total de las instalaciones. Es el método preferido por la NRC y exige dejar el emplazamiento como antes pero trasladar toda la central descompuesta a algún cementerio especial.

Según NUREG-0436, 1978, hasta esa fecha y en EE.UU., cinco centrales nucleares pequeñas de la primera generación, cuatro de demostración, seis «reactors tests» y quince de investigación habían sido canceladas con algunas de esas técnicas (80).

La NRC, cuyas regulaciones estipulan que después de finalizar la vida del reactor éste debe desmantelarse de una forma compatible con la salud y seguridad pública, ha rechazado cubrir la central permanentemente porque, entre otras razones, «las tasas de dosis de radiación de los radionúcleos de larga vida, como Nickel 59 y Niobium 94, en el interior de la vasija del reactor, afectarán durante un período de tiempo que excede la duración conocida de cualquier estructura construida por el hombre» (81).

Ningún reactor comercial ha sido aún desmantelado por lo que las experiencias y las estimaciones de costes deben basarse en los intentos realizados con reactores pequeños y experimentales o en estudios conceptuales convencionales, lo que representa enfoques defectuosos según apunta Charles Komanoff (82). Hasta la fecha incluso los pocos casos experimentados con instalaciones pequeñas han demostrado ser extremadamente difíciles además de caros. Uno de estos intentos tuvo lugar en Santa Susana, California, cerca de Los Angeles, donde un pequeño reactor gubernamental, conocido como el «Sodium Reactor Experiment», construido en 1957 y cancelado en 1964, fue desmantelado entre 1977 y 1979. Todo se trasladó al desierto de Nevada y el costo de la operación fue la mitad de los \$ 13 millones que en los años cincuenta costó construir el reactor (83).

---

(80) Plan for Reevaluation of NRC Policy on Decommissioning of Nuclear Facilities. NUREG-0436, U.S. NRC Office of Standards Development. March, 1978, p. II.

(81) Battelle Memorial Institute, Pacific Northwest Laboratory, «Technology, Safety and Costs of Decommissioning. A Reference Pressurized Water Reactor Power Station», NUREG/CR-0130, 1979, p. 2-2.

(82) Charles Komanoff «Power Plant Cost Escalation. Nuclear and Coal Capital Costs, Regulation and Economics», Komanoff Energy Associates, New York, 1981, p. 273.

(83) IHT., 1980, Loc. Cit.

Por lo que respecta a los reactores LWR, el único completamente desmantelado hasta la fecha es Elk River (20 Mwe) en Minnesota que siendo un BWR operó sólo durante cuatro años. Hecho el ajuste inflacionario, tanto esta planta como la de Santa Susana costaron desmantelar una cuarta parte del costo de su construcción (84).

La literatura sobre el coste de desmantelamiento es sumamente confusa. En 1972, Pacific Gas and Electric Company, de California, estimaba que el coste de desmantelar cada uno de sus reactores de Diablo Canyon sería de 70 millones de dólares como mínimo (85). En 1973, Virginia Electric and Power Company calculó que los costes de desmantelamiento de cada uno de sus reactores en North Anna costaría 150 millones de dólares (86). Otras fuentes industriales han llegado incluso a estimar que el coste de desmantelamiento podría ser tan alto como los costes iniciales de construcción de la planta (87). La ausencia de certidumbre en las cifras que se han manejado provoca el que todas esas estimaciones se vengan considerando como altamente especulativas. Los costes actuales son bastante mayores que las primeras estimaciones teóricas que se hicieron y, posiblemente, sean mucho mayores cuando se cierran los grandes reactores después de haber funcionado 25-30 años. En cualquier caso los aspectos económicos del desmantelamiento presentan problemas de coste poco usual, ya que, en ocasiones esos costes se pueden llegar a extender durante centenares de años (88).

Ya en 1975 la U.S. General Accounting Office (GAO) declaraba «No existen completas y seguras estimaciones de los costes de desmantelamiento para las grandes centrales nucleares. Los siete reactores que habían sido cancelados eran muy pequeños, diferenciando sustancialmente en su diseño de los reactores modernos» (89).

---

(84) Peter N. Skinner, New York State Attorney General's Office, Testimony, N.Y. Public Service Commission, Case 26974, 2 december, 1977.

(85) P.G. and El Comp. Diablo Canyon 1 and 2. Environmental Report. Supplement 2. Vol. I, Appendix A. Question E-1. July 1972, Filed in NRC, docket 50-275.

(86) Virg. Elect. and P. Comp. North Anna 1 and 2. Final Environmental Statement. April, 1973. Filed in NRC Docket 50-338.

(87) MITRE Corporation, MTR-7010, august 1975, Vol. II, p. 18 and 19.

(88) El New York Public Interes Research Group, ha venido defendiendo que todos los costes manejados pueden estar seriamente subestimados. El estudio realizado por el Profesor de Física del State University de New York, en Buffalo, Marvin Resnikoff, estimó que «month-balling» no exigiría vigilancia, en un gran reactor, durante sólo 200 años, sino durante 1,5 millones de años, hasta que la radiación de los reactores decaiga a niveles seguros. La razón esgrimida era que el Niquel 59 que se forma como subproducto del material estructural de la vasija a presión del reactor, tiene una vida media de 80.000 años.

(89) U.S. GAO, Selected Aspects of Nuclear Power Plan Reliability and Economics. Washington, D.C. august, 1975, Appendix I.

En junio de 1977, la GAO envió un informe al Congreso que bajo el título «Cleaning up the Remains of Nuclear facilities—A multibillion Dollar Problem» trataba el problema de qué hacer con la planta nuclear obsoleta y quién debía responsabilizarse de ello, aspectos que han venido siendo marginados durante muchos años. La gran dificultad está únicamente en desguazar toda una estructura y elementos internos intensamente impregnados de radiactividad después de 25 años de funcionamiento. Por una parte las centrales no se construyeron pensando en facilitar después su desmantelamiento. No existe aún una ingeniería de desmantelamiento. El desguace debe hacerse en condiciones muy estrictas y peligrosas debido a la intensa radiactividad de los componentes. Por otra parte, una vez desmantelada, y limpiado impecablemente el emplazamiento, si esto es posible, ¿dónde se almacenan de forma segura, esas miles de toneladas de estructuras y elementos radiactivados? En 1976 el New York Public Interest Research Group, hizo público un estudio dirigido por Marvin Resnikoff, en el que se concluía que los productos radiactivos de las estructuras de los reactores nucleares representarán un serio problema durante cientos de años (90). A pesar de que estas estimaciones eran considerablemente mayores que las realizadas hasta ese momento por la industria, sus conclusiones, en el sentido de que las sustancias radiactivas de larga vida complicarán el desmantelamiento del reactor, fueron en gran medida confirmadas por un estudio preparado para la Atomic Industrial Forum en 1976 (91).

La segunda «Humboldt Decommissioning Conference» que tuvo lugar en enero de 1981 en California, denunció la negligencia de la industria nuclear y de las compañías eléctricas al ignorar el problema del qué hacer con los reactores una vez cancelados. En palabras de R.I. Smith, considerado una de las principales autoridades en la materia «La cuestión de si se puede o no desmantelar, del tiempo que ello requeriría y de su costo, son irrelevantes en relación con el problema del qué se va a hacer con todo ello una vez consumado el desmantelamiento» (92). En efecto, ésta parece ser una de las dificultades más irresueltas pues ¿dónde están esos emplazamientos que puedan aceptar sin riesgos y con plena garantía de seguridad los enormes volúmenes de materiales residuales radiactivos generados durante veinticinco años? La Conferencia de California mostró ine-

---

(90) Steven Harwood, Kenneth May, Marvin Resnikoff, Barbara Schlenger and Pam Tames, «Decommissioning: Nuclear Reactors», Buffalo, N.Y.: New York Public Interest Research Group, Jan 21, 1976, p. 1.

(91) William J. Manion and Thomas S. LaGuardia, «An Engineering Evaluation of Nuclear Power Reactor Decommissioning Activities», Atomic Industrial Forum, nov. 1976.

(92) Ckarl Zichella, Critical Mass., Washington, marzo, 1981.

quívocamente que la experiencia en el proceso de desmantelamiento era prácticamente inexistente. La experiencia con el reactor de Elk River (Minnesota), con sólo 20 Mwe y cuatro años de funcionamiento, resulta poco útil al enfrentarse con el problema generado por reactores de 1.000 Mwe que han venido operando durante veinticinco años. Por lo tanto, las estimaciones genéricas de costes siguen siendo puramente especulativas, ya que no es sólo el coste de su desmantelamiento el que interviene, sino también los caros y difíciles métodos de almacenamiento durante centenares de años y su permanente vigilancia y mantenimiento.

Una de las valoraciones más rigurosa, al menos de una parte de los costos, parece estar en un estudio preparado en 1978 por General Public Utilities, precisamente para los reactores de Three Mile Island (93). Las estimaciones manejadas que cifraban en \$ 125/Kw (dólares de 1979), fueron calificadas por el Departamento de Energía (DOE) como «representativas de las valoraciones sobre desmantelamiento» (94).

El DOE, por otra parte, calcula que el desmantelamiento del primer reactor comercial americano de Shipping Port (72 Mwe), tardará en realizarse cinco años, con un coste de \$ 65 millones. La California Energy Commission estimó que el coste de desmantelamiento será de un 10 % del coste original del reactor. Sin embargo, en opinión de Duane Chapman, de Cornell University, autor de la obra «Nuclear Economics: Taxation, Fuel Costs and Decommissioning», estas estimaciones son demasiado bajas. Según él, una guía más razonable y realista para estimar esos costes será prever un 24 % de los costes originales de inversión actualizados. Para los reactores dañados, como TMI, Chapman preve al menos un 100 % del coste original. En estas cifras no está incluido el coste de almacenamiento del material radiactivado (95).

Otro de los problemas directamente relacionado con su coste es el ¿cómo, cuándo y quién sufraga estos costes? A mediados de la década del 70, el Public Interest Research Group, junto a otras organizaciones ambientales americanas hicieron una petición a la NRC para que cada compañía, antes de poner en marcha el reactor, se comprometieran a cubrir los costes de desmantelamiento y almacenaje seguro del reactor (96). También la GAO había recomendado insis-

---

(93) General Public Utility, R. C. Arnold, Testimony before the New Jersey Public Utility Commission, 23 oct. 1978.

(94) EIA, Nuclear Power Regulation, DOE/EIA-0021/10, 1980, p. 172.

(95) Critical Mass., Journal, april, p. 15, 1983.

(96) NRC. Docket n.º PRM-50-22.

tentemente que la U.S. NRC especificara los planes de desmantelamiento en el momento de dar la licencia comercial así como el sistema de financiación (97). Sin embargo, en la Conferencia citada de California, en 1981, se denunció la ausencia de unas guías reguladoras para el establecimiento de métodos prácticos de financiar el proceso y asegurar que el dinero estará disponible cuando sea necesitado.

Cada compañía debe ser solvente en el momento que el desmantelamiento sea necesario y, el caso de Three Mile Island despierta serias dudas de que esto funcione de esa manera. Es decir, la cancelación prematura de centrales origina adicionales complicaciones. La industria nuclear debería incluir los costes totales del desmantelamiento y posterior proceso, en el precio de los reactores y en consecuencia en el precio del Kw de origen nuclear, aunque sea muy difícil llegar a estimaciones de confianza. Si una central no cumple su vida esperada y se ve obligada a cerrar la planta prematuramente, se encontrará sin los fondos necesarios para sufragar los costos completos del desmantelamiento, pues esos fondos se supone se debieran ingresar a lo largo de la vida «normal» de los reactores. Si esa vida «normal» no es posible, las compañías deberían prever esto y formalizar un sistema de seguro contra cancelaciones prematuras que le permitiera afrontar esa obligación. Ello asegurará los fondos necesarios, y no ingresados aún en la cancelación prematura, para el desmantelamiento. Evidentemente, este procedimiento que parecería obligado, no se lleva a cabo pues podría encarecer sustancialmente el precio del Kw de origen nuclear, aunque en realidad estos costos no internalizados se los cargan a las futuras generaciones.

La Central Electricity Generating Board de Gran Bretaña ha iniciado ya la detracción de \$ 22 millones al año para sufragar el coste de desmantelamiento de 26 reactores comerciales que supuestamente finalizan su vida a finales de siglo (98). Permanecen las dudas legítimas sobre si ese dinero será suficiente para resolver satisfactoriamente el problema.

Hoy ya los expertos nucleares parece que empiezan a considerar seriamente el problema sugiriendo que los nuevos reactores deberán diseñarse teniendo en cuenta su eventual desmantelamiento. Así en abril de 1984 la U.S. NRC espera hacer pública su propuesta de normas sobre desmantelamiento de reactores nucleares sorprendentemente inexistentes en la actualidad. La NRC espera desarrollar des-

---

(97) U.S. General Accounting Office, *Cleaning Up the Remains of Nuclear Facilities. A Multibillion Dollar Problem*, June, 16, 1977, p. 25.

(98) *International Herald Tribune*, Special Report, 31 January, 1980.

pués sus regulaciones finales en 1985, estableciendo guías que afectarán a los aspectos de seguridad y económicos del proceso de desmantelamiento (99).

El análisis realizado de esta importante faceta del funcionamiento de reactores debiera aparecer claramente explicitado en el proceso de selección de ubicaciones. Es muy posible que muchos reactores no utilicen el procedimiento de «Dismantling», sino que durante bastantes años, una vez cancelados, adopten los sistemas de «Mothballing» o «Entombment», generadores de riesgos y servidumbres en su amplia penumbra incluso después de haber finalizado su vida. Los enormes costos y dificultades que se visualizan en el procedimiento completo del desmantelamiento inducen, razonablemente, a pensar que esto pueda ser así en muchos casos. La afectación entonces sobre los recursos del entorno, el uso del suelo, y las poblaciones circundantes, no permanecerían únicamente durante 25 años, sino que pudieran muy bien alargarse durante centenares de años, con lo que la política de emplazamientos debiera internalizar este aspecto con importantes repercusiones, hoy ignorado o insuficientemente considerado.

#### 6.4. Evacuación de emergencia

La planificación de la evacuación de emergencia en el entorno de las centrales nucleares ha adquirido, después del accidente de Harrisburg, una importancia trascendental en la política de ubicación de reactores, hasta el punto de poder llegar a ser un factor excluyente en la selección de emplazamientos.

Como en tantos otros aspectos de la alternativa nuclear, también en el tema de la planificación de emergencia existe un «antes de TMI» y un «después de TMI». El informe del Federal Emergency Management Agency (FEMA), encargado por el Presidente de los EE.UU. y hecho público en junio de 1980, enfatiza desde su primera página «El accidente de Harrisburg ha obligado a un total replanteamiento de todo el área del planeamiento y previsión de emergencias radiológicas» (100).

Hasta finales de la década del 70, la planificación de la evacuación de emergencia fue un aspecto secundario en el procedimiento seguido por las compañías eléctricas en la selección de emplaza-

---

(99) Critical Mass Bulletin, Vol 1, n.º 3, January 1984, p. 7.

(100) «State Radiological Emergency Planning and Preparedness in Support of Commercial Nuclear Power Plants», Report to the President, Federal Emergency Management Agency (FEMA), June, 1980, p. Ex-1.

mientos. La gran confianza depositada en los sistemas de ingeniería de seguridad y en la tecnología nuclear en general marginaba esta dimensión de la ubicación, relegándola a ser considerada como un factor intrascendente. Entre otras razones, esta actitud del lobby nuclear estaba además dirigida a no alarmar a las poblaciones del entorno con «previsiones innecesarias», ampliando considerablemente las alternativas de emplazamientos, y a contagiar esa confianza absoluta en la seguridad que desde los estamentos nucleares se intentaba proyectar. La filosofía que emanaba desde la propia AEC, en EE.UU., al dividir los accidentes en «creíbles» e «increíbles» coadyuvaba a ese planteamiento: «En el enfoque de la seguridad reflejado en las regulaciones de la Comisión, los accidentes postulados para propósito de análisis están divididos en dos categorías «creíbles» e «increíbles». Los «creíbles» están considerados dentro de la categoría de accidentes base del diseño... Aquellos accidentes clasificados dentro de los «increíbles» están considerados tan improbables que no es requerida medida de protección alguna» (101). La posterior desaparición de este análisis y la incorporación de los accidentes Clase 9 en la selección de los emplazamientos, junto al drástico cambio que se produce en todo el enfoque de la seguridad, revalorizará el papel jugado por la planificación de emergencia hasta extremos de ser hoy considerado como quizás el factor principal en la política de ubicación de reactores.

#### 6.4.1. *Antes de Harrisburg*

Nuevamente hay que acudir a EE.UU. para conocer la evolución de este importante aspecto de la ubicación, correspondiendo a la AEC las primeras regulaciones al respecto. En el documento 10 CFR Part 50 aparecen ya una serie de normas requiriendo a las Compañías Eléctricas que dispongan de planes de emergencia en las propias centrales nucleares, sin referirse a la planificación de la protección de la vida y recursos de las comunidades del entorno más que de forma muy ligera y ambigua (102). En enero de 1973, la Office of Emergency Preparedness (OEP), publicó un «Federal Register notice» (103) designando a la AEC como la principal agencia encargada de facilitar asistencia en la planificación de emergencia de los go-

---

(101) 10 CFR Part 100. «Licensing of Production and Utilization Facilities», U.S. AEC, January 17, 1975, p. 163 bb.

(102) «Emergency Plans for Production and Utilization Facilities» U.S. AEC, 10 CFR, Part 100, Appendix E, 1970.

(103) Office of Emergency Preparedness. «Nuclear Incident Planning-Fixed Facilities», 38 Fed. Reg. 2356. January 24, 1973.

biernos estatales y locales, en relación con las instalaciones nucleares. Esa asistencia en la preparación de los planes debería proceder además de la OEP, Environmental Protection Agency, Department of Health, Education and Welfare y de la Defense Civil Preparedness Agency. Pero en realidad la aceptación de esta asistencia estaba enteramente dejada a la voluntaria discreción de los Estados con lo que se transformaba en un programa voluntario de los Estados y no obligatorio. No obstante la AEC publicó en 1974 una guía para el desarrollo de estos planes de emergencia. WASH-1293 (104). En diciembre de 1975, la Federal Preparedness Agency (FPA), sucesora de OEP, revisó el «Federal Register notice» de 1973, ampliando considerablemente las agencias que deberían contribuir a la asistencia en los planes de emergencia (105). En 1978 todas las funciones de la planificación de emergencia se trasladan de la FPA a la Federal Emergency Management Agency (FEMA) (106) que mantiene esas responsabilidades desde el 1 de abril de 1979 hasta la actualidad. En su primer documento relevante realizado por encargo presidencial a raíz del accidente de Harrisburg, la FEMA reconoce la tremenda debilidad del programa de planificación de emergencia, sus deficiencias e inconsistencias (107).

La filosofía con la que FEMA comienza a diseñar las normas y recomendaciones referentes a la planificación de emergencia se soportan en un informe conjunto realizado por la NRC y EPA, publicado en diciembre de 1978 (108) y que supondrá el principio de un enfoque del problema mucho más serio y racional. Este documento desaconseja en síntesis seguir utilizando el concepto de Zonas de Baja Población (LPZ) para la planificación de emergencia y recomienda, sustitutivamente, el concepto de Zonas de Planificación de Emergencia (EPZ), que conllevan un enfoque espacial más coherente y comprensivo. Además determina y reconoce que el concepto de Zona de Baja Población, utilizado como criterio de ubicación, tiene muy poco significado real en términos de planificación de emergencia, rechazando el concepto que en su momento fue definido por la AEC como el

---

(104) «Guide and Checklist for Development and Evaluation of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Fixed Nuclear Facilities», U.S. NRC, NUREG-75/111 (Reprint of WASH-1293) (Revisión n.º 1. 12-01-74), 1975.

(105) «Radiological Incident Emergency Response Planning; Fixed Facilities and Transportation», 40 Fed. Reg. 59494 (Dec. 24, 1975).

(106) «Reorganization Plan n.º 3 of 1978», 43 Fed. Reg. 41943, sept. 19, 1978.

(107) Report to the President, FEMA, 1980, Loc. Cit., p. 1-3.

(108) «Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants», NRC/EPA Task Force Report. NUREG-0396/EPA-520/1-78-016. December 1978.

espacio en el que «se puede diseñar una apropiada acción protectora para los residentes en caso de accidente». También introduce, ya formalmente, la necesidad de considerar los accidentes «Clase 9» como base para la planificación de emergencia, lo que debería tener una importante repercusión en la nueva política de ubicación de reactores. El informe de la Task Force, finalmente, establece como Zonas de Planificación de Emergencia una de alrededor de 16 Km. de radio y otra de 80 Km. para la ingestión de alimentos expuestos a la radiación. Ambas áreas deben contar con una estrategia de emergencia en caso de accidente además de disponer de una variada gama de medidas protectoras.

Las recomendaciones comentadas fueron formalmente asumidas por la NRC el 5 de octubre de 1979, por la EPA el 15 de enero de 1980 y por FEMA también en enero de 1980, es decir, en los tres casos después del accidente de Harrisburg.

El hecho de que estos organismos tardaran tanto en empezar a reconocer la importancia trascendental de la planificación y evacuación de emergencia en la política de ubicación de reactores, no quiere decir que las críticas a la ausencia de un serio tratamiento del problema no vinieran manifestándose desde hace años y desde múltiples plataformas. Un caso paradigmático sería el del Advisory Committee on Reactor Safeguards, ente independiente de científicos y técnicos establecido por ley en el Congreso para asesorar a la NRC, que en 1974, y a pesar de su docilidad hacia los intereses de la industria nuclear recomienda, en una carta a la AEC en relación a la central de Seabrook, lo siguiente:

«Debido a la proximidad de la central de Seabrook a las playas, y a la naturaleza de la red viaria que sirve a las mismas, el aplicante ha dado importancia al problema de la evacuación. El Comité piensa, sin embargo, que necesita darse mayor atención a la evacuación de residentes y transeúntes en las proximidades, incluso aunque se encuentren fuera de la zona de baja población» (109). En efecto, la práctica de la NRC hasta finales del 70 no requería, explícitamente, planes de evacuación de emergencia más que en la Zona de Baja Población.

---

(109) Carta, december 10, 1974 de William Stratton, Chairman de ACRS al Presidente de la AEC. Citada en «Seabrook and the Nuclear Regulatory Commission. The Licensing of a Nuclear Power Plant». Donald W. Stever, Jr., University Press of New England, 1980.

La preocupación por esta dimensión de la alternativa nuclear queda reflejada en diversas polémicas sobre el tema. David Dismore Comey, en base a la crítica realizada en el Informe de la American Physical Society al borrador de WASH-1400, calculó que la evacuación del hipotético «accidente de referencia» considerado en el Informe Rasmussen alcanzaba un radio de 60 Km. y debía realizarse en 24 horas (110). D. Comey señala cómo miembros de la AEC afirmaron en 1970 que «100 Km. era una distancia razonable, en la dirección del viento, para la evacuación tras un accidente en un reactor de 1.000 Mwe». Incluso el hoy desprestigiado Informe Rasmussen, durante varios años principal baluarte de la industria nuclear, llegó a considerar 32 Km. como área de evacuación de emergencia, estimando que el 50 % de la población evacuaría en las dos horas siguientes al accidente (111).

En Europa, a pesar de sus características poblacionales, con densidades normalmente altas, tampoco se habían establecido rígidas regulaciones en el tratamiento de la planificación y evacuación de emergencia, aunque también se venía detectando una especial preocupación por el problema. Destaca en este sentido el informe Británico de la Royal Commission on Environmental Pollution que en 1976 afirmaba «El plan de emergencia obligado para toda instalación nuclear debe ser expuesto a los miembros de la comunidad que puedan resultar afectados. La evacuación de la población pudiera ser necesaria hasta una distancia de 50 Km. desde el reactor...» (112). Esa es una de las razones por lo que «los criterios de ubicación del Nuclear Installations Inspectorate (NII) incluyen limitaciones en el número de habitantes hasta los 32 Km...» (113).

La gran preocupación detectada en multitud de estamentos y organismos, no específicamente nucleares, durante la década del 70, encontró su justificación en el accidente de Harrisburg y el brusco cambio que originó en el enfoque del problema de la planificación y evacuación de emergencia.

---

(110) David Dismore Comey, en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, March, 1976, p. 3.

(111) Para ver la estimación de los tiempos necesarios para la evacuación de la población en los 16 Km. rodeando a las plantas nucleares americanas ver «An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites» NUREG/CR/1856, PNL 3662, Vol. I and II U.S. NRC, may, 1981.

(112) RCAP, *Nuclear Power and the Environment*, 1976, Loc. Cit., p. 107.

(113) *Ibid.*, p. 117.

#### 6.4.2. Después de Harrisburg

Durante las dos semanas posteriores al accidente, que no parece llegó a provocar un importante vertido de radiactividad en su entorno, alrededor de 150.000 habitantes evacuaron el radio de 25 Km. del reactor de TMI (114). Los planes de evacuación de emergencia fueron «rápidamente desarrollados para distancias de 16 y 32 Km. desde la planta» (115), con lo que todo el planteamiento hecho hasta entonces de la planificación de emergencia y la LPZ aparecieron totalmente desacreditados, quedando ello reflejado, de forma inequívoca, en las apreciaciones que la Comisión Presidencial hizo sobre el accidente de TMI:

«El concepto LPZ (Zonas de Baja Población) posee serios defectos. En primer lugar, debido a la dosis extremadamente alta por la que establece su extensión, para muchas plantas nucleares las LPZ son unas áreas relativamente pequeñas (3,2 Km. en el caso de TMI). En segundo lugar, si ocurriera un accidente tan serio como el visualizado para calcular la LPZ, es evidente que muchas personas que vivieran fuera de la LPZ recibirían dosis más pequeñas pero, aún así, dosis masivas de radiación. En tercer lugar el accidente de TMI muestra que la LPZ tiene poca relevancia para la protección del público. La NRC consideró incluso distancias de evacuación de hasta 32 Km., a pesar de que el accidente fuera bastante menos serio que los postulados durante el proceso de selección de una ubicación. En consecuencia nuestras conclusiones son que todo el concepto es defectuoso» (116).

Resulta sorprendente la demoledora crítica realizada por el informe oficial más importante, hecho tras el accidente de Harrisburg. Los términos de sus recomendaciones son tajantes: «Recomendamos que el concepto de LPZ sea abandonado en la ubicación y en la planificación de emergencia. Una variedad de posibles accidentes deben considerarse durante el proceso de ubicación, particularmente los “pequeños” accidentes que tienen una alta probabilidad de ocurrir. Para cada accidente se deben calcular los probables niveles de escapes radiactivos a diferentes distancias con objeto de decidir el tipo de acciones protectoras necesarias y viables... Solamente un análisis de este tipo puede predecir las auténticas consecuencias de un incidente

---

(114) J.P. Nelson «Three Mile Island and Residential Property Values: Empirical Analysis and Policy Implications». *Land Economics*, V. 57, n.º 3, august, 1981.

(115) Report of the President's Commission... Informe Kemeny, 1979. Loc. Cit., p. 40.

(116) *Ibid.*, p. 16.

radiológico y determinar si una particular ubicación es o no aceptable para una planta nuclear» (117).

El drástico replanteamiento de la planificación de emergencia, que se empieza realmente a considerar con seriedad tras el accidente de Harrisburg y las recomendaciones del Informe Kemeny, pieza esencial en todo el cambio del nuevo enfoque de la política de ubicación, se nutre en esencia de las consideraciones y conclusiones de este documento presidencial (118). El informe Kemeny, tras señalar que «En un accidente en el que sean necesarias rápidas medidas defensivas en cuestión de horas, una insuficiente previsión de la planificación de emergencia puede ser extremadamente peligrosa» (119), enfatiza la necesidad de resolver el problema antes de conceder la licencia de operación: «Antes de garantizar a una compañía eléctrica la licencia para una central nuclear, el Estado dentro del cual esa planta se va a ubicar debe disponer de un plan de emergencia revisado y aprobado por la Federal Emergency Management Agency (FEMA)» (120). Adicionalmente, la Comisión Presidencial se decanta por soluciones y criterios variables en función del tipo de accidente y no en soluciones únicas con distancias fijas: «Ningún plan basado en unas distancias fijas puede ser adecuado. La planificación de emergencia debe abarcar la identificación de distintos tipos de accidentes con diferentes consecuencias en su posible radiación. Para cada escenario deben identificarse claramente criterios con respuestas apropiadas a diferentes distancias...» (121).

Si bien el Informe Kemeny es el eje vertebrador de todo el replanteamiento, también el informe de la NRC, NUREG-0625 que se hizo público en 1979 (122) aportó novísimas reconsideraciones en la planificación de emergencia, un factor particularmente distinguido dentro del nuevo enfoque de la política de ubicación (123).

A pesar de que las recomendaciones de NUREG-0625 fueron debatidas y asumidas antes del accidente de Harrisburg, la NRC elimina ya el inconsistente concepto de LPZ sustituyéndolo por la lla-

---

(117) *Ibid.*, p. 17.

(118) Para un comentario más amplio del Informe Kemeny en el contexto de la planificación de emergencia ver José Allende Landa «Evacuación de Emergencia en el Entorno de las Centrales Nucleares», mientras tanto, n.º 10, dic. 1981, pp. 53-71.

(119) Report of the President's Commission... (1979), Loc. Cit., p. 16.

(120) *Ibid.*, p. 76.

(121) *Ibid.*, p. 76.

(122) «Report of the Siting Policy Task Force» NRC, 1979, Loc. Cit.

(123) Ver Capítulo III de este trabajo que trata del informe NUREG-0625. Así como José Allende Landa, 1981, Loc. Cit.

mada Zona de Planificación de Emergencia adoptada por la NRC/EPA en NUREG-0396 (124): «Se especificará una distancia mínima de planificación de emergencia de 16 Km. Las características físicas de la zona de planificación de emergencia deberán proveer razonables garantías de que la evacuación de las personas, incluyendo la población transeúnte, será posible si ello es necesario para mitigar las consecuencias de accidentes» (125). Un posterior documento de la NRC afirmaba ya en 1980: «Se están revisando todas las regulaciones sobre ubicación siguiendo las recomendaciones de NUREG-0625. Se están reforzando los requerimientos para la protección de la población haciendo más rígidas las exigencias para la planificación de emergencia en los reactores nucleares nuevos y en los ya funcionando» (126). En efecto, Harrisburg demostró, entre otras muchas deficiencias, la enorme inconsistencia y debilidad de los planes de emergencia y la indefensión a que estuvo sometida la población del entorno, ya que ni siquiera se disponía de pastillas de yoduro de potasio en cantidades suficientes para ser entregadas con la máxima celeridad a la población del radio de 32 Km. Incluso el presidente de la NRC, Joseph Hendrie se vio obligado a declarar ante el Congreso, después del accidente, que «posiblemente habría que cerrar algunas de las centrales ya en operación, debido a su cercanía a centros de población donde los planes de evacuación, en caso de accidente, serían muy difíciles» (127). Evidentemente se estaba refiriendo a los casos de Zion e Indian Point, objetos de un estudio de investigación especial que puede muy bien llevar a un prematuro cierre definitivo de alguno de sus reactores. En el Congreso, J. Hendrie declaró también: «sería muy difícil evacuar 200.000 habitantes dentro de los 16 Km. de la central de Indian Point y virtualmente imposible evacuar los 910.000 que residen dentro de los 32 Kms.» (128). Esta importante valoración del entonces presidente de la NRC aparece doblemente significativa desde la perspectiva de cualquier otra nación del mundo, ya que se hace en un país con un altísimo índice de movilidad del ciudadano y con una tupida red de infraestructura viaria, factores ambos que facilitan sustancialmente una rápida evacuación de emergencia. A pesar de ello Joseph Hendrie manifestaría a finales de 1979: «La Comisión

---

(124) NREC/EPA, NUREG-0396/EPA-520-1-78-016, Dec. 1978, Loc. Cit.

(125) «Report of the Siting...», 1979, Loc. Cit., p. 46.

(126) «Modification of the Policy and Regulatory Practice Governing the Siting of Nuclear Power Reactors», NRC, Notice 7590-01, 1980.

(127) J. Hendrie, Presidente de la NRC en Testimonio al Congreso el 14 de mayo de 1980. Por otra parte la experiencia de pruebas de evacuación hasta entonces habían sido catastróficas, habiendo fracasado prácticamente todas. Ver R. Polluck «Nuclear Emergency Plans Fails in Most States», *Critical Mass Journal* III (1), february 1978.

(128) *International Herald Tribune*, 27 de julio de 1979.

está considerando el cierre de algunas centrales antiguas en operación, debido a su cercanía a zonas pobladas donde los planes de evacuación, en caso de accidente, serían muy difíciles».

#### 6.4.2.1. Nuevo enfoque de la planificación de emergencia por FEMA

En abril de 1979, tras el accidente de TMI, se crea en EE.UU. la Federal Emergency Management Agency (FEMA) con el cometido principal de coordinar todos los aspectos relativos a la planificación de emergencia, además de elaborar, junto a la NRC, unos criterios de evaluación de esta planificación.

En diciembre de 1979, el Presidente de EE.UU. anunció una serie de decisiones y recomendaciones en torno a la planificación de emergencia, asignando a FEMA la responsabilidad de dirigir y coordinar la puesta en práctica de los planes, además de la valoración de la viabilidad de las zonas de planificación de emergencia en los entornos de las centrales nucleares americanas.

En junio de 1980, la FEMA, presentó por encargo presidencial un completo informe sobre la planificación de emergencia que representará el punto de partida orientador del nuevo enfoque, con nuevas normas, regulaciones y recomendaciones (129). Como resultado de ese informe todos los Estados con reactores vienen revisando sus planes en una primera y vital etapa de este replanteamiento en el que, aunque sea FEMA la responsable fundamental, la NRC había iniciado ya, tras Harrisburg, una abundante documentación sobre el problema (130).

---

(129) «State Radiological Emergency Planning...» FEMA, june, 1980, Loc. Cit.

(130) Hasta la intervención oficial de la FEMA, los documentos más importantes publicados por la NRC con referencia a la planificación y evacuación de emergencia fueron:

- NUREG-0616 «Basis for Emergency Action Levels for Nuclear Power Facilities», NRC, sept. 1979.
- NUREG-0630 «NRC Views and Analysis of the Recommendations of the President's Commission on the Accident at TME», NRC, nov. 1979.
- NUREG-0654 (FEMA-REP-1) «Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants», NRC. January, 1980.
- NUREG-0660 (Vol. I and II) «NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI Accident» NRC. May, 1980. En realidad este informe representa un plan de acción que ofrece un esquema integrado y comprensivo de todas las acciones juzgadas necesarias por la NRC para su corrección y mejora, relacionadas con la operación y con las regulaciones de las centrales nucleares.
- NUREG-0684, pendiente de publicarse, que pretende significar el documento final de criterios establecidos conjuntamente por FEMA y la NRC.

El «Executive Summary» del Informe FEMA resume los aspectos más relevantes de esta nueva orientación. Entre ellos destaca la obligatoriedad de que existan planes realistas de evacuación de emergencia dentro de los 16 Km. rodeando a la central, además de clara información sobre el control de una accidental exposición a la radiactividad de la población ubicada en el radio de 80 Km. Se insiste en lo necesario de establecer y reconocer, dentro de los 80 Km., los caminos de la exposición alimenticia, «ingestion exposure pathway», a las radiaciones, a través de los animales domésticos y productos agrícolas. Para ello se elaboran estándares de prohibición y control en caso de accidentes en esta segunda zona de Planificación de Emergencia.

Por lo que respecta a la Zona de Planificación de Emergencia inmediata se establecen ya unos importantes requerimientos: «Los planes deben ser formulados de forma que permitan el efectivo almacenamiento y distribución de pastillas de yoduro de potasio para todos los miembros de las poblaciones potencialmente afectadas dentro de los 16 Km.» (131). También se requiere «notificación del accidente, dentro de los 15 minutos siguientes a haberse producido el mismo, para el 100 % de la población dentro del radio de 8 Km.» (132). Esta importante condición es considerada insuficiente por diversos organismos y Estados que estiman que la urgente notificación dentro de los 15 minutos, debe producirse en toda la Zona de Planificación de Emergencia que abarque los 16 Km.

Según se notificaba recientemente en *Critical Mass Energy Journal*, parece ser obligatorio que en el supuesto de un accidente, el sistema de alerta —uno de los componentes más importantes de un plan de evacuación de emergencia— «Se supone notificará a todas las personas que vivan en el radio de 10 millas (16 Km.) dentro de los 15 minutos siguientes al accidente» (133). También existe información oficial que asume un máximo de dos horas y media como tiempo de notificación tras un serio accidente y la evacuación de un 90 % de la población de como mínimo 400 millas<sup>2</sup> (134).

En lo referente a las consideraciones financieras de estas nuevas exigencias: «Los costes de la previsión de emergencia radiológica para las zonas relativamente densas dentro de los 16 Km. pueden alcanzar inicialmente dos millones de dólares como mínimo, siendo los costes operativos el 10 % de dicha cantidad, anualmente» (135).

---

(131) FEMA, Report to the President, June 1980, Loc. Cit., p. Ex-2.

(132) Ibid., p. Ex-3.

(133) *Critical Mass*, feb.-march, 1982, p. 3.

(134) U.S. NRC, WASH-1400, Loc. Cit., pp. 111, 118 y 234.

(135) Ibid., p. Ex-8. (Ref. 131).

Se recomienda, por otra parte, que los Estados trasladen esos costos a la compañía eléctrica que los repercutirá posteriormente en los precios de la electricidad, práctica que cuenta con la aprobación no sólo de la Comisión Presidencial, sino también de la NRC (Special Inquiry Group), Academia Nacional de Administración Pública, etc.

Tras un inicial análisis o revisión de los planes de emergencia existentes en todos los Estados que cuentan con plantas nucleares, se detectan las serias deficiencias de los mismos por lo que se les da un plazo para su corrección y organización de acuerdo a las nuevas exigencias y criterios. «Especial consideración merece la comprobación del tiempo requerido para la evacuación de emergencia en 12 ubicaciones de reactores localizados en áreas de alta población, para los que esta Agencia realiza un estudio especial analizando el supuesto peor, con población transeúnte y las más adversas condiciones atmosféricas» (136). El documento insiste en que el sistema de alerta dentro de los 15 minutos además de ser el aspecto más costoso, llegando en algunos casos a varios millones de dólares, dependiendo de la ubicación, es el elemento central de una planificación adecuada. Es decir, se insiste en la característica de una alerta pública rápida en caso de accidente como elemento principal de un plan de emergencia.

Finalmente, cabe destacar en el documento comentado los cambios fundamentales que emergen en las nuevas propuestas de la NRC en lo relativo a la regulación de la planificación de emergencia:

- Para continuar la operación de reactores o recibir una licencia de operación la NRC requerirá que, tanto la compañía eléctrica como el Estado y Gobierno local, envíen los planes de emergencia a la NRC, quien estudiará si existen razonables garantías de que se dispondrá de medidas protectoras adecuadas en caso de emergencia. Para ello la NRC se basará en la revisión y recomendaciones que haga la FEMA, no concediéndose una licencia de operación si no se cumplen las condiciones estimadas que garanticen esa «razonable seguridad».
- Después de enero de 1980, podrá exigirse la paralización de un reactor funcionando, si la NRC determina que hay deficiencias en los planes de emergencia.

---

(136) Ibid., p. III-11. (Ref. 131).

- Las consideraciones sobre la planificación de emergencia deben extenderse a las Zonas de Planificación de Emergencia (16 y 80 Km. en el entorno de cada central nuclear).

La designación de 16 y 80 Km., es relativamente arbitraria pues, evidentemente, si existe una importante concentración de población a 18, 20 o 25 Km., la práctica totalidad de las exigencias que afectan a la zona de Planificación de Emergencia inmediata, fijada orientativamente en los 16 Km., será igualmente aplicable para esa concentración urbana. De otra forma no tendría sentido alguno la rápida evacuación de la población hasta los 16 Km. y que el resto de la población que se extienda en una supuesta concentración urbana emplazada entre los 16 y 30 Km., por poner un ejemplo, permaneciese indiferente. En consecuencia, los 16 Km. tienen un sentido orientativo, aplicable a zonas en las que, evidentemente, no existan importantes centros urbanos hasta una distancia de 30, 40 Km., aproximadamente. La respuesta que hubo en Harrisburg respecto a la evacuación de emergencia, a pesar de no haberse materializado el grave accidente, ejemplifica inequívocamente las anteriores reflexiones, al barajarse la necesidad incluso de evacuar la población en radios de 16, 32 y hasta 80 Km. Dependerá del tamaño e importancia del accidente y de las características y distribución de la población del amplio entorno rodeando a la central nuclear, las respuestas exigibles en un plan de evacuación de emergencia.

La realidad sin embargo es que en 1983, los planes de evacuación de emergencia se presentan en muchos emplazamientos tan problemáticos que todo el proceso arrastra un escandaloso retraso. Así de los 53 emplazamientos nucleares en el país, sólo 16 tenían, en junio de 1983, aprobados sus planes de emergencia por la FEMA. Otros 20 permanecían siendo revisados por la Agencia y el resto están en preparación, con un retraso de más de dos años con respecto a las fechas límite establecidas por la NRC de abril de 1981.

#### 6.4.2.2. Adicionales aportaciones a la planificación de emergencia

Tras el accidente de Harrisburg, el aspecto de la planificación de emergencia cobró, como se ha repetidamente señalado, una trascendental importancia que se refleja en otra serie de documentos oficiales y trabajos de especialistas que resulta ilustrativo reflejar. Ahora ya, la política de ubicación de reactores tendrán obligatoriamente que asumir este problema de forma prioritaria y hasta excluyente, independientemente del cumplimiento del resto de las características por un determinado emplazamiento.

Entre los informes oficiales, destaca el elaborado por la NRC, «NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI-2 Accident», publicado en mayo de 1980 (137). El informe recomienda un cúmulo de acciones y exigencias integradas con objeto de corregir prácticas e incorporar mejoras, nuevos enfoques, normas y regulaciones. El documento se alimenta de las recomendaciones del Informe Kemeny para el Presidente y de NUREG-0625 sobre política de ubicación de reactores, ambos ya comentados.

En él se insiste en la necesidad de potenciar una agencia federal única (FEMA) que centralice la planificación de emergencia coordinándose con agencias estatales y locales, además de en la urgencia de una reformulación de la política de ubicación que sea, obviamente, mucho más restrictiva en cuanto a densidades de población, proximidad a centros de población, etc. Así se explicita que la NRC establecerá «criterios numéricos para la densidad de población, distribución (incluyendo centros de población) y distancias de exclusión, considerando las consecuencias de los accidentes de todas las clases y la capacidad y preparación existente para responder a las emergencias» (138). Además, debido al actual funcionamiento de reactores que se planificaron hace ya años en ubicaciones con altas densidades de población, el informe apunta: «las ubicaciones con alta densidad de población tendrán requerimientos adicionales y/o cambios en el diseño. Indian Point 2 y 3, y Zion 1 y 2, son dos casos concretos que requerirán sustanciales cambios adicionales» (139). Como se ha señalado previamente, la NRC, tal y como manifestó a finales de 1979 el entonces presidente del organismo Joseph Hendrie, estaba seriamente considerando el cierre definitivo de esos reactores.

La NRC asume en este informe las recomendaciones de la Comisión Presidencial «Informe Kemeny», en el sentido de «localizar las centrales nucleares en áreas remotas, alejadas de las concentraciones de población... Antes de garantizarse una licencia de operación, el Estado en el que pretenda ubicarse una central nuclear debe disponer de un plan de respuesta de emergencia, revisado y aprobado por la FEMA». El Informe Kemeny había ya recomendado que la concesión de cualquier licencia de apertura o funcionamiento de una planta atómica estuviera supeditada a la previa aprobación de los planes de evacuación y emergencia a nivel local y estatal, pidiendo, adicionalmente, la periódica renovación de las licencias. Harrisburg fue con-

---

(137) «NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI-2 Accident». NUREG-0660, U.S. NRC, may 1980.

(138) *Ibid.*, Vol. I, p. II, A-1.

(139) *Ibid.*, p. II, B-1 y II, B-8.

siderado un aviso que trastocó todos los supuestos mantenidos hasta entonces condicionando el futuro de la alternativa nuclear. Las palabras de James Weaver, Presidente de la Comisión Investigadora del accidente de TMI en el Senado americano, tipifican este replanteamiento: «Una desastrosa repetición del mismo no es sólo posible, sino incluso probable. El 28 de marzo quedó probada la extrema vulnerabilidad de la industria nuclear. Millones y millones de dólares invertidos en ella no han podido evitar que una simple válvula abierta sea capaz de ocasionar una catástrofe» (140).

El Plan de acción reconoce también las recomendaciones del Special Inquiry Group que, veladamente, considera los 16 Km. como una distancia mínima cuestionable: «Los reactores en el futuro deben localizarse sólo en ubicaciones que estén, al menos, a 16 Km. y quizás más aún, de cualquier centro significativo de población» (141). Se entiende que un centro de población significativo es aquel que tiene una población mayor de treinta o cincuenta mil habitantes, según su distribución. El mismo informe del SIG, enfatiza otro aspecto de gran importancia: «La evacuación de los ciudadanos, de como mínimo los 16 Km. alrededor de una central nuclear, debe ser considerada como un medio independiente de protección con respecto a las características técnicas de seguridad diseñadas para mitigar un accidente...» (142), añadiendo «una vez que los criterios para un mínimo de evacuación razonable del entorno hayan sido establecidos por la NRC, la prudencia nos dicta que las centrales que no puedan alcanzar estos criterios mínimos deben clausurarse...» (143).

Resulta pues de interés en el contenido del «Informe Rogovin» del Special Inquiry Group de la NRC, la recomendación de la paralización de todos los reactores en los que no existieran adecuados planes de evacuación de emergencia, así como la insistencia en la necesidad de amplios cambios en la política de ubicación de reactores. Este documento estimó que los Estados debían prepararse para evacuar sus ciudadanos en un radio de 48 Km. en el entorno de las centrales nucleares, contrastando con los 32 Km. recomendados por el staff de la NRC en Harrisburg. «Si estos planes no aparecen realizables —insiste el informe— deben tomarse serias consideraciones para la permanente paralización del reactor». Por ello enfatiza la necesidad de

---

(140) El País, 23 de mayo de 1979.

(141) Informe Mitchell Rogovin, SIG. Report, NRC, 24 January 1980, NUREG/CR-1250, Loc. Cit., p. 130.

(142) Ibid., p. 130.

(143) Ibid., p. 133.

buscar lugares más remotos para la ubicación y la necesidad de desarrollar «criterios específicos» para la planificación de la evacuación.

Destaca la nueva cifra de 48 Km. que Rogovin recomienda para la evacuación inmediata, en relación con las otras cifras, también oficiales, de 32 Km. y 16 Km. Por otra parte, a nivel de los distintos Estados americanos se observa una desigual percepción del problema. La Oficina de Servicios de Emergencia del Estado de California estimó insuficiente la zona de planificación de emergencia de 16 Km. en torno a la central nuclear de Rancho Seco y amplió esta distancia a 56 Km., desbordando ampliamente el mínimo de 16 Km. establecido por la FEMA (144). El caso de Michigan es aún más extremo, ya que un Comité legislativo del Estado estimó que no deben construirse más centrales nucleares debido a que el problema de los residuos radiactivos permanece sin resolverse y considerar imposible la adecuada organización de los planes de evacuación de emergencia. La construcción de la central nuclear de Bailly, en el Estado de Indiana a orillas del Lago Michigan, fue paralizada al estimar la NRC que al encontrarse el emplazamiento a 56 Km. de Chicago «no es apropiado construir una central nuclear tan cerca de una ciudad, con las actitudes públicas y políticas hoy existentes» (145). La imposibilidad de evacuar una ciudad como Chicago fue la principal razón que manejó la oposición al proyecto.

En enero de 1981, la NRC dio un paso importante al señalar que la evaluación de la ubicación del reactor con respecto a las posibilidades de evacuación del entorno en caso de accidente debía realizarse previo al permiso de construcción, y no como antes se requería previo a la licencia de operación, favoreciendo que se acudiese a la política de hechos consumados al estar ya la central prácticamente finalizada (146). A partir de esa fecha, si no se puede demostrar la capacidad de proteger a la población en caso de accidente, se podrá revocar la licencia de construcción o denegar la licencia de operación. Y en este contexto la agencia americana admitió que once centrales nucleares estaban ubicadas tan próximas a áreas densamente pobladas que calificó a las mismas como «adversas», además de sugerir una «especial consideración» a la posibilidad de encontrar ubicaciones alternativas. Tres de las once, Indian Point, Zion y Limerich están, en opinión de la NRC «muy por encima» de la media deseable en cuanto a

---

(144) Critical Mass, Journal, sept. 1980 y enero, 1981. Para una discusión sobre la lógica presente en la arbitraria elección de las 10 millas (16 Km.) como distancia para una inmediata protección de su población ver T. Lombardo y T. Perry, Spectrum, 17 (july, 1980), p. 30.

(145) Declaraciones de James G. Keppler, Director de la III Región de la NRC, enero 1981. Ver también Critical Mass, february 1981.

(146) Critical Mass. Journal, march 1981.

densidad de población. Con este reconocimiento se elimina un argumento frecuentemente manejado por las compañías nucleares para sus nuevos proyectos que ponían, a efectos poblacionales, los ejemplos de Indian Point y Zion (147).

Entre las investigaciones científicas de carácter no oficial, destaca el trabajo de Jan Beyea, asesor de la Comisión de Energía Sueca y experto en accidentes, «Emergency Planning for Reactor Accidents» (148). Beyea critica la limitación de los 16 Km. y sitúa al problema en su auténtica dimensión espacial al enfatizar las muertes que se producirían más allá de los 16 Km. como consecuencia de los efectos retardados de bajas dosis de radiación: «A pesar de que la iniciativa con respecto al área mínima de evacuación de emergencia de 16 Km. es un importante primer peldaño, no toma en consideración de forma adecuada el gran número de población que se encuentra más allá de los 16 Km. y que se verá afectada por un serio escape de radiactividad» (149). El argumento de J. Beyea descansa sobre el hecho de que la radiactividad liberada tras un accidente pueden viajar incluso cientos de kilómetros, en el peor de los casos, además de que su dispersión en áreas alejadas continuará actuando como una fuente permanente de radiación, por lo que la población recibirá, a través de diversos medios, «dosis retrasadas» de radiación que dejarán sentir sus efectos a medio y largo plazo, argumento éste desarrollado en detalle por Frank von Hippel y Beyea en relación a Three Mile Island (150).

Como resultado de esa «radiactividad con retraso», en poblaciones que reciban bajas dosis de radiactividad por estar relativamente alejadas y dispersarse ésta sobre una mayor superficie, se pueden originar cánceres, enfermedades degenerativas, defectos genéticos en el nacimiento, etc... «No hay duda —señala Beyea— de que muertes rápidas pueden ocurrir hasta los 32 Km. rodeando a un reactor, aunque basados sólo en los factores meteorológicos esta probabilidad es pequeña. La probabilidad de grandes números de muertes inmediatas parece ser bastante más baja que la probabilidad de grandes cifras de muertes por cánceres futuros» (151).

---

(147) Wayne Dillehay en *Critical Mass*, Journal, may/june, 1981.

(148) Jan Beyea «Emergency Planning for Reactor Accidents», *Bulletin of the Atomic Scientists*, december, 1980.

(149) *Ibid.*, p. 40.

(150) Frank Von Hippel and Jan Beyea «Some Long-Term Consequences of Hypothetical Major Releases of Radioactivity to the Atmosphere from Three Mile Island», report to the President's Council on Environmental Quality (1979).

(151) J. Beyea, *Op. Cit.*, p. 42.

Los impactos indirectos o retardados, que pueden tener efectos importantes sobre la salud de la población que se encuentre incluso más allá de los 50 Km., son los aspectos más preocupantes para J. Beyea, siendo los que pasan más desapercibidos para los analistas oficiales de la planificación de emergencia. Por todo ello incide en que «lo deseable es mover, evacuar a la población rápidamente... La mayor parte de los efectos retardados sobre la salud, en caso de accidente en un reactor, aparecerán probablemente en la población localizada a más de 48 Km. del reactor... y, la mayor parte de las muertes por cáncer resultarán como consecuencia de dosis de radiación de bajo nivel...» (152). Beyea insiste, finalmente, en «la trascendental importancia de una rápida comunicación a la población para una correcta evacuación de emergencia... Por ello, las autoridades federales están promoviendo la comunicación en los quince minutos siguientes al accidente, a través del uso de sirenas, a toda la población que se encuentre en el entorno de 16 Km. rodeando a la central... Aunque pudiera ser posible evacuar, con suficiente tiempo de antelación, la población más allá de los 16 Km. del límite planificado, la evacuación es probablemente una estrategia razonable sólo si se lleva a cabo en el radio de 50 Km. desde la central nuclear» (153).

También el Informe Rasmussen enfatizó la importancia del factor tiempo, estimando que la evacuación dentro de las 24 horas siguientes al accidente, del 70 % de la población ubicada en el cuadrante de 25 millas (40 Km.) del entorno del reactor, podría hacer disminuir el número de muertes inmediatas en un 50 % (154).

La utilización de sistemas de alarma inmediatos dispuestos de forma dispersa en las áreas habitadas del entorno fue, y está siendo, seriamente recomendada por la FEMA. El caso de Suiza es, en este sentido, paradigmático. Ya en 1976 se tomó la decisión de construir un sistema de alarma rápido para los entornos de las plantas nucleares, por lo que se definieron dos zonas de planificación de emergencia. La Zona I con un radio de aproximadamente 4 Km. y la Zona II de 20 Km. Adicionalmente, se consideraba aún una Zona III de planificación de emergencia que se extendía más allá de los 20 Km., realizándose la alerta general a través de sirenas instaladas por toda la región (155). Además, y entre otro tipo de medidas de emergencia,

---

(152) Ibid., p. 42.

(153) Ibid., p. 43.

(154) U.S. NRC, WASH-1400 (NUREG 75/014), Loc. Cit. Appendix III, pp. 13-14.

(155) S. Pretre, W. Jeschki et al., «A Possible Solution to mitigate the off-site Consequences of Severe Accidents in Nuclear Power Plants», in Current Nuclear Power Plant Safety Issues, Vol. I, Conference Proceedings, Stockholm, 20-24 oct. 1980, IAEA, Vienna, 1981, pp. 383-398.

en Suiza es obligatorio construir refugios de «defensa civil» en casi todos los nuevos edificios, por lo que de un 80 a 90 % de la población puede encontrar una plaza en los mismos en caso de emergencia (156).

En resumen, aunque existan casos singulares como el de Suiza, donde la planificación de emergencia era ya antes del accidente de TMI un aspecto relevante, la evacuación de emergencia adquiere una importancia trascendental después de Harrisburg donde, al día siguiente del accidente, el 30 de marzo de 1979, la NRC recomendó a los oficiales de la Commonwealth la ampliación de la evacuación de 16 a 32 Km. (157), con lo que la evacuación de emergencia se transformaba en un factor fundamental en la política de ubicación de reactores, recuperando un protagonismo que nunca debiera de haber abandonado (158).

La IAEA mantuvo un largo silencio tras el accidente de Harrisburg, reconociendo en 1982 que «Hasta recientemente una planificación avanzada en detalle y una preparación del personal para las emergencias eran discutidas únicamente a nivel teórico. No se daba un fuerte énfasis a la planificación práctica y se asignaba muy poca importancia a las pruebas y ejercicios de emergencia. Ahora se reconoce que para valorar la efectividad de los planes, éstos deben ser experimentados antes de que tengan que ser puestos en práctica» (159). Según reconoce la IAEA, «A las lecciones más importantes aprendidas del accidente de TMI, debe añadirse la necesidad de una previsión o preparación previa, así como una planificación de emergencia experimentada» (160).

Este tardío pero al menos reconocimiento de la importancia de la planificación de emergencia, hoy considerada crucial, ha forzado la reciente publicación de dos documentos al respecto en sus NUSS Safety Guides (161), además del anuncio de una nueva serie de seguridad relativa a la planificación de emergencia (162).

---

(156) *Ibid.*, p. 395.

(157) Orank Henderson, ex-Director del Pennsylvania Emergency Management Agency en Harrisburg, Pennsylvania. Citado en *Current Nuclear Power Plant Safety Issues*, IAEA, 1981, Op. Cit., p. 334.

(158) Las investigaciones realizadas tras el accidente de Harrisburg mostraron, inequívocamente, que la organización de la planificación de emergencias nucleares era totalmente inadecuada. Ver *NRC Action Plan*, NUREG-0660, Op. Cit., p. III-1, Vol. I.

(159) M. Rosen «Recent Nuclear Safety Activities at the IAEA», *IAEA Bulletin*, Vol. 24, n.º 1, march 1982, p. 11.

(160) *Ibid.*, p. 8.

(161) *Preparedness of Public Authorities for Emergencies at Nuclear Power Plants*, NUSS Safety Guide n.º 50-SG-G6, IAEA, 1982; *Preparedness of the Operating Organization for Emergencies at Nuclear Power Plants*, Nuss Safety Guide n.º 50-SG-06, IAEA, 1982.

(162) IAEA, Safety Series 55 «Planning for Off-Site response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities».

## 6.5. Un debate irresuelto: las dosis radiactivas

### 6.5.1. Introducción

Con el cambio iniciado en el nuevo enfoque de la ubicación de reactores habido a finales de la década del 70, el criterio de las dosis radiactivas, utilizado para la definición de las zonas del entorno de los emplazamientos, dejó de tener vigencia en la política de ubicación. Sin embargo, el hecho de que la NRC desechara este criterio, según el cual delimitaba la zona de exclusión y, hasta cierto punto, la de baja población, teniendo en cuenta las bases del diseño para accidentes entonces denominados «creibles», no significa que el problema de las dosis radiactivas y el riesgo que implican no tengan trascendental importancia.

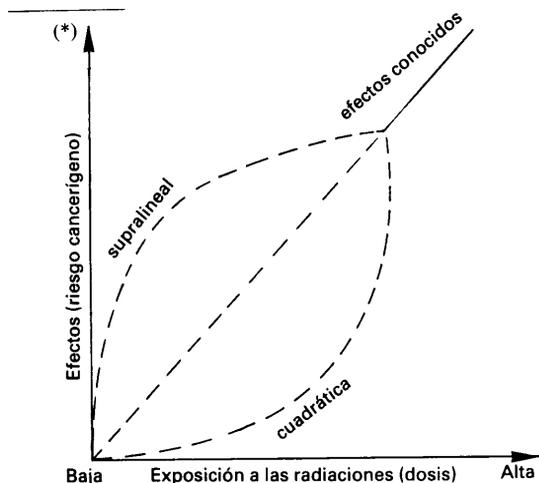
La utilización de términos como «dosis permisibles» o «as low as practicable» en las regulaciones y normas, ha sido uno de los aspectos más endebles e inconsistentes de la política de ubicación de reactores, tal y como se ha comentado en otras partes de este trabajo. En efecto, el mantener las emisiones «tan bajas como sea posible», como señalaba la AEC, implicaba que el papel de esta agencia gubernamental no era determinar los niveles «seguros» de emisión radiactiva, sino los niveles posibles más bajos de forma que no causaran excesivos problemas económicos a la industria nuclear. Es difícil ofrecer otra interpretación a la ambigua expresión aún hoy presente de «as low as practicable». El panorama, sin embargo, parece estar cambiando por lo insostenible del criterio «as low as reasonably achievable» (ALARA). El 10 de enero de 1983 la NRC aprobaba las llamadas metas de seguridad («safety goals») para los reactores nucleares, abandonando el tradicional estándar de seguridad que proponía que los riesgos sobre la salud del funcionamiento de las centrales nucleares se mantuvieran «tan bajos como razonablemente sea posible» (163). En definitiva, la polémica sobre los impactos en la salud de las bajas dosis de radiactividad lejos de suavizarse y clarificarse permanece irresuelta. Son importantes, dentro del «corpus científico», las voces que cuestionan la interpretación que se hace, desde la industria nuclear y posiciones científicas, de la incidencia de las dosis radiactivas. La polémica sobre las bajas dosis radiactivas, con la contestación científica en el sentido de que son mucho más peligrosas de lo que hasta ahora se pensaba, no puede ignorarse, por muy dañina que llegara a ser para la industria y posiciones pro-nucleares.

La investigación se ha concentrado en el estudio de las altas dosis de radiación, habiéndose marginado en gran medida los efectos de

---

(163) Critical Mass, Energy Journal, february, 1983, p. 10.

las bajas dosis. Hasta hace pocos años la práctica totalidad de los trabajos científicos se limitaban a extrapolar los resultados obtenidos de las altas dosis hacia abajo. Y este es el origen de la fuerte controversia inconclusa agudizada durante la última década. La crítica pone seriamente en cuestión la hipótesis lineal, aunque hay que reconocer que es mayor el número de especialistas que soportan la hipótesis cuadrática que asume menor daño por rem para bajas dosis que altas dosis (\*).



Hipótesis lineal: El riesgo con bajos niveles de radiación es directamente proporcional al riesgo con altos niveles.

Hipótesis cuadrática: El daño causado por rem para bajas dosis es menor que para altas dosis.

Hipótesis supralineal: La radiación causa más daño por rem para bajas dosis que con altas dosis. Las bajas dosis producen más daño de lo que se pensaba.

Evidentemente la crítica a principios científicos largamente mantenidos no suele tener fácil salida ni audiencia y, aunque hoy aún son minoría los expertos que comienzan a criticar la hipótesis cuadrática y soportar la supralineal. Esta postura científica, que asume más daño por rem con las bajas dosis de lo que hasta hace poco se pensaba, está creando paulatinamente un mayor debate e inseguridad en la tesis tradicionalmente mantenidas. El detonador causante de la polémica fue un importante trabajo epidemiológico sobre las bajas dosis en la instalación nuclear de Hanford, Washington, realizado en 1977 por el Dr. Thomas Mancuso de la Universidad de Pittsburg (164). Las implicaciones del debate pueden llegar a ser explosivas para la in-

(164) T.F. Mancuso, A. Stewart and G. Kneale, «Radiation Exposure of Hanford Workers Dying from Cancer and other Causes», Health Physics 33, n.º 5, nov. 1977, pp. 369 y ss.

industria nuclear, existiendo ya serias críticas al National Academy of Sciences, supuestamente un ente científico independiente, por su actitud ante aspectos de tal trascendencia económica y política (165).

La ubicación de reactores deberá internalizar ese debate inconcluso de las bajas dosis de radiactividad, aspecto sumamente delicado en el que la percepción pública del mismo juega también un importante papel. La falta de acuerdo y «consenso» científico en esta áspera faceta de la producción de energía de origen nuclear incide, inevitablemente, en la política de ubicación en el sentido de enfatizar la importancia de la ubicación como medida adicional «per se» de seguridad, al menos hasta que desaparezcan las dudas e inseguridades aún presentes en materia de dosis radiactivas y su impacto sobre la salud humana (166).

El informe presidencial Kemeny es, en este sentido, suficientemente explícito cuando señala:

«...incluso bajos niveles de radiación pueden resultar en el posterior desarrollo de cáncer, defectos genéticos o defectos de nacimiento entre los niños que estén expuestos en la matriz materna. Puesto que no existe forma directa de medir el peligro de los bajos niveles de radiación para la salud, este grado de peligro debe ser estimado indirectamente. Diferentes científicos valoran diferentes supuestos sobre cómo deben realizarse estas estimaciones y, consecuentemente, las estimaciones varían» (167).

En su crítica a la Zona de Baja Población (LPZ), concepto al que acusa de «extraño», «equivoco» y «vago», considera incorrecta su definición ya que la compañía calcula, para su delimitación, la cantidad de radiación vertida en un serio accidente hipotético. Este método, según el Informe Kemeny conlleva «serias deficiencias» pues, con independencia de otras razones, muchas personas que habitan fuera de la LPZ recibirán en caso de accidentes dosis masivas de radiaciones, «por lo que el concepto tiene poca relevancia para la protección del público» (168). Por todo ello se concluye recomen-

---

(165) Ver «Nuclear Power: Both Sides», Edited by Michio Kaku and Jennifer Trainer, Norton, New York, 1982, pp. 34 y ss.

(166) Ver Alice M. Stewart «Effect sur la Santé de l'irradiation par des Doses Faibles» en Gazette Nucleaire, GSIEN, n.º 56/57, december 1983, pp. 8-21. Todo el número está dedicado a los efectos de la radiactividad sobre la salud.

(167) Reports of The President's Commission on the Accident at TMI, oct. 1979, Loc. Cit., p. 12.

(168) Ibid., p. 16.

dando se abandone el mismo en la ubicación y en la planificación de emergencia.

La complejidad que envuelve la polémica científica sobre las bajas dosis de radiactividad es nítidamente recogida en este importante informe cuando afirman:

«Existe un conocimiento inadecuado de los efectos de los bajos niveles de radiación ionizante...» (169), figurando entre sus conclusiones la tajante aseveración «Los efectos sobre la salud de niveles de dosis de radiación de unos pocos rems o muy bajas dosis son desconocidos» (170).

Desde la perspectiva europea, el Informe Flowers, de la Royal Commission on Environmental Pollution sobre la energía nuclear (171), es también un documento oficial digno de reseñarse en relación con el estado de la cuestión. En él se reconoce que no existe exposición a las radiaciones, por pequeñas que éstas sean, que no conlleve riesgo: «Existen dudas —señalan— sobre la dosis de radiación mínima necesaria para provocar un cáncer... Se asume en la práctica radiológica y en el control de los peligros de las radiaciones que no existe una dosis umbral necesaria para generar un cáncer, y que el efecto de las radiaciones es directamente proporcional a las dosis hasta las más pequeñas dosis... De este supuesto se deduce que el riesgo aparece en cualquier exposición a la radiación, por muy pequeña que ésta sea» (172). Por ésta y otras razones ya tratadas en anteriores epígrafes la Royal Commission concluye que «el desarrollo nuclear genera problemas a largo plazo de escala y dificultades poco comunes que son éticos y políticos, además de los de carácter técnico» (173).

### 6.5.2. *Orígenes y desarrollo de la polémica*

Durante los primeros años de la era atómica (1942-1960) la gran mayoría de los científicos expertos en radiobiología aceptaron la llamada «teoría del umbral» que postulaba existía un nivel de seguridad a la exposición de las radiaciones ionizantes y, consecuentemente, mientras una persona no excediera este umbral o nivel de seguridad

---

(169) *Ibid.*, p. 17.

(170) *Ibid.*, p. 35.

(171) Royal Commission on Environmental Pollution. Sixth Report, HMSO, sept. 1976, Loc. Cit.

(172) *Ibid.*, p. 19.

(173) *Ibid.*, p. 198.

no se produciría daño alguno. Desde 1960 sin embargo, se ha acumulado una gran cantidad de información que muestra no existe un nivel seguro a la exposición y que no hay dosis de radiación, por pequeña que ésta sea, que no produzca daño o que el riesgo sea cero. Por lo tanto, la cuestión no parece plantearse en el sentido de si existe un riesgo de los bajos niveles de exposición o cuál es el nivel seguro a la exposición, sino en términos de ¿cómo de grande es el riesgo? El nuevo conocimiento acumulado durante los últimos veinte años indica, inequívocamente, que la acción cancerígena de la radiación es bastante mayor de lo que antes se estimó, tal y como señala el profesor Joseph Rotblat, antiguo presidente del British Institute of Radiology y del British Hospital Physicists' Association. J. Rotblat es uno más, entre los muchos prestigiados especialistas, que propone reducir sustancialmente la dosis máxima permitida en la exposición a las radiaciones por un factor de cinco (174). La dosis máxima permitida procede de las recomendaciones del International Commission on Radiological Protection (ICRP), organismo establecido desde 1928 por el International Congress of Radiology, que sirve de referencia para las regulaciones sobre protección de las radiaciones en un gran número de países.

Quizás los resultados de la investigación llevada a cabo en el centro nuclear de Hanford, Washington, por T.F. Mancuso, A. Stewart y G. Kneale (175), sobre la inducción de cánceres, particularmente leucemia, y otros daños, haya sido el factor más decisivo en el cuestionamiento de las tesis mantenidas hasta entonces por los organismos más prestigiados en sus recomendaciones sobre niveles de radiación permitidos tales como el ICRP y el National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP), de EE.UU. Según el conocido informe de T.F. Mancuso et al, los factores de riesgo establecidos por la ICRP están hasta 20 veces subestimados pero, tal y como sugiere Karl Z. Morgan, fundador de la ciencia de la física de la salud y antiguo presidente del ICRP y del NCRP, una reducción en el límite de la dosis no parece aceptable debido al posible impacto que ello tendría sobre la industria nuclear, al excluirla posiblemente de forma definitiva como alternativa energética (176). K.Z. Morgan afirma: «La mayoría de nosotros —refiriéndose a los científicos especialistas en este tema— reconocemos ahora que el riesgo de que

---

(174) J. Rotblat «The Risks for Radiation Workers», The Bulletin of the Atomic Scientists, sept. 1978, p. 41.

(175) T.F. Mancuso, A. Stewart and G. Kneale, «Radiation Exposures of Hanford Workers Dying from Cancer and Other Causes», Health Physics, 33, 1977, Loc. Cit., p. 369.

(176) Karl Z. Morgan, «Cancer and Low Level ionizing Radiation» The Bulletin of the Atomic Scientists, sept. 1978, p. 30-41.

se produzca un cáncer con bajas dosis de radiación es bastante mayor de lo que habíamos pensado, y puede ser tan grande o incluso mayor que el riesgo genético para la raza humana» (177). Durante la década del 70 fueron ya muchos los trabajos que denunciaron que la hipótesis lineal, establecedora de una relación directa entre las dosis de radiación y la inducción de cáncer para las altas dosis, no se cumplía para las bajas dosis, y que realmente subestimaba en gran medida los riesgos de éstas. Más bien al contrario, cada vez aparecieron más datos que mostraban un significativo incremento estadístico en el daño y malformaciones inducidas por las bajas dosis, y cómo estos daños se incrementaban progresivamente a medida que se acumulaban las dosis (178). Dosis, por otra parte, que en algunos casos eran bastante más bajas que los máximos niveles de exposición anual permitida para los trabajadores de los centros nucleares.

Para comprender la controversia aún presente sobre las dosis radiactivas habría que remontarse a los resultados, hechos públicos en octubre de 1969, de un informe encargado por la AEC a John W. Gofman y Arthur R. Tamplin, con el fin de investigar los estándares aceptados hasta entonces (179). Sus conclusiones en síntesis eran:

1. La radiación era un peligro bastante más serio de lo que hasta entonces se suponía.

---

(177) *Ibid.*, p. 33. Esta afirmación de K. Morgan, junto a las tesis mantenidas por J. Roblat el el número del *Bulletin* de sept. 1978, fueron contestadas por el paladín de la postura contraria dentro del corpus científico, Bernard L. Cohen, en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, february, 1979, pp. 53-56, incluyéndose en el mismo número las respuestas de K. Morgan y J. Rotblat, pp. 56-59.

(178) Ver, entre otros, los siguientes trabajos: K.Z. Morgan, «The Linear Hypothesis of Radiation Damage Appears to be Non-Conservative in Many Cases». *Proceedings of 4th. International Congress of International Radiation Protection Association*, Paris, august, 1976, paper n.º 451, pp. 11 y ss.; J.W. Braum «Population Heterogeneity Hypothesis on Radiation Induced Cancer», *Health Physics*, 25 august 1973, pp. 97 y ss.; A.G. Craig, «Alternatives to the Linear Risk Hypothesis», *Health Physics*, 31, july, 1976, pp. 81 y ss.; J.M. Brown, «Linearity versus Non-Linearity of Dose Response for Radiation Carcinogenesis», *Health Physics*, 31 sept. 1976, pp. 231-245.

(179) J.W. Gofman y A.R. Tamplin cayeron en desgracia dentro de la AEC y de la poderosa industria nuclear a partir del momento que hicieron públicos los resultados de un informe encargado precisamente por la AEC, en base al gran prestigio que hasta entonces se les concedía. La denuncia del boicot que se les hizo desde los organismos públicos e incluso desde el lado de la comunidad científica más proclive a los intereses de la industria nuclear, aparece reflejada en «Whistle Blowing», ed. Ralph Nader, Peter J. Petkas, and Kate Blackwell, New York, Bantam Books, 1972.

David D. Comey afirmaba en este sentido «Tan pronto como científicos de la talla de Gofman, Tamplin, Geesaman, etc. empezaron a mostrar abiertamente que consideraban que los niveles bajos de radiaciones eran biológicamente peligrosos, se les cortó los fondos de investigación», *Bulletin of the Atomic Scientists*, april, 1976.

2. Se producirían muchas más muertes, como consecuencia de cánceres y leucemias inducidas por la radiación, de lo que previamente se pensaba.
3. El daño genético había sido incluso más seriamente subestimado.

En su conocida obra «Poisoned Power», ambos científicos denuncian que, en base a su experiencia hasta entonces, «toda la industria eléctrica nuclear se ha venido desarrollando bajo una serie de ilusiones totalmente falsas en la seguridad y en la economía. No solamente había una total ausencia de apreciaciones sobre los peligros de la radiación sobre el ser humano, sino que también se daba una total despreocupación en lo referente a los peligros de serios accidentes» (180). Gofman y Tamplin, en calidad de científicos de la AEC, habían denunciado que los estándares «permitidos» eran demasiado altos y que debían reducirse al menos por un factor de diez lo que, evidentemente, significaba para la AEC y la industria nuclear un drástico cambio en la política de licencias y de seguridad. Con ellos se inicia la controversia sobre los efectos de bajas dosis de radiaciones que sus investigaciones indicaban estaban siendo seriamente subestimadas. A partir de estas conclusiones eminentes científicos se unieron a esta tesis, incluyendo premios Nobel como James Watson, Harold Urey, Linus Pauling y George Wald, entre muchos otros. La reacción de la administración, ante la creciente crítica, fue crear el Advisory Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR Committee), con objeto de investigar los resultados de los trabajos de Gofman y Tamplin. El informe que produjeron, publicado en noviembre de 1972, sin llegar a aceptar las cifras que ofrecían ambos científicos, reconocía sin embargo que los peligros de las radiaciones habían sido hasta entonces seriamente subestimados (181). La EPA, que asumió la responsabilidad de establecer los estándares generales sobre la radiación ambiental, rebajó sustancialmente las emisiones cuyo criterio, tal y como se ha expuesto en otra parte del presente trabajo, respondía al término «As low as practicable». Los nuevos estándares, más reducidos, se transformaron en 1977 en regulaciones.

---

(180) John W. Gofman and Arthur R. Tamplin, «Poisoned Power», Emmaus, Pa. Rodale Press, 1971, p. 26. Particularmente revelador resultó entonces su capítulo 4 «Is Any Radiation "Safe"», pp. 91-125.

(181) National Academy of Sciences, National Research Council, «The Effects on Population of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation», Washington D.C., november, 1972.

A pesar de la reducción en las emisiones «permitidas», a mediados de la década del 70 la controversia sobre las bajas dosis de radiactividad cobra un ímpetu e importancia que dura hasta nuestros días de la mano del prestigiado científico especialista en radiaciones Karl Z. Morgan. Como se ha comentado ya, Morgan sostiene que la teoría de la «hipótesis lineal», que establece una directa proporcionalidad entre el número de cánceres y la dosis total de radiación incluso para pequeñas dosis, subestima los cánceres y efectos genéticos que pudieran causar bajos niveles de radiación. Adicionalmente, mantiene que la máxima dosis permitida, en lo que respecta al plutonio y similares radiosótopos, debería reducirse al menos por un factor de doscientos (182). Ya antes, Edward A. Martell (183), W.J. Bair and R.C. Thompson (184) y John W. Gofman (185), habían detectado el infravalorado peligro del Plutonio 239 y otros radiosótopos emisores de partículas alfa, recomendando la drástica reducción de los estándares permitidos basados en la teoría denominada de la «hot particle».

Aunque habría que remontarse a 1967 para encontrar las primeras referencias serias a esta preocupación a través del trabajo de J. Vaughan, B. Bleaney y M. Willimpson (186), que detectaron serios riesgos en el plutonio con respecto a la aparición de leucemias, quizás el detonante que obligó a Morgan a profundizar en sus investigaciones y situarse definitivamente en el lado crítico de la controversia sobre las radiaciones fuera el importante trabajo de A.R. Tamplin y T.B. Cochran sobre la teoría de la «hot particle» (187). En síntesis se

---

(182) K.Z. Morgan, «Suggested Reduction of Permissible Exposure to Plutonium and other Transuranium Elements», American Industrial Hygiene Association Journal, august, 1975, pp. 567-575.

(183) Edward A. Martell «Radioactivity of Tobacco Trichomes and Insoluble Cigarette Smoke Particles», Nature, 249. May 1974, pp. 215-217; E.A. Martell, «Radioactive Smoke Particles: New Link to Lung Cancer?» NCAR Quaterly, Boulder, Colorado, National Center for Atmospheric Research, may/august 1974; E.A. Martell, letter to Public Interest Research Group, Washington, D.C., may. 22, 1975.

(184) W.J. Bair and Thompson, R.C. «Plutonium: Biomedical Research», Science, 183, february, 22, 1974, pp. 715-722.

(185) John W. Gofman «The Cancer Hazard from Inhaled Plutonium», reprinted in Congressional Record, 121, july 31, 1975, S 14610; J.W. Gofman, «Estimated Production of Human Lung Cancers by Plutonium from Worlwide Fallout», Congressional Record, 121, july, 31, 1975. S. 14616.

(186) Vaughan, J., Beaney, B. and Williamson, M. «The uptake of Plutonium in bone narrow-a possible leukaemic risk», British Journal of Haematology, Vol. 13, 1967, pp. 492-502.

(187) Tamplin, A.R. and Cochran, T.B. «Radiation Standards for Hot Particles: A Report on the Inadequacy of Existing Radiation Protection Standards Related to Internal Exposure of Man to Insoluble Particles of Plutonium and other Alpha-Emitting Hot Particles». Patition to the AEC and EPA. Natural Resources Defense Council, Inc., Washington, 1974, pp. 52 y ss.; Tamplin, A.R. and Cochran, T.B. «The Hot Particle Hypothesis», Washington D.C., Natural Resources Defense Council, nov. 1974. Este debate se desarrolla con posterioridad en New Scientist, 66-1975, pp. 497-506.

postulaba que las pequeñas partículas «calientes» de dióxido de plutonio emitiendo unas dosis de radiación sobre el tejido inmediato, resultaban mucho más cancerígenas que esa misma cantidad de plutonio distribuida uniformemente en todo el pulmón. Esta tesis, mantenida también por A.B. Lovins y W.C. Patterson (188) en Gran Bretaña, encontró, evidentemente, su contestación por parte de otros sectores más afines a la postura de la industria e intereses nucleares tales como la National Radiological Protection Board (NRPB) (189) y el Medical Research Council (MRC) (190), provocando el que el Informe Flowers llegara a afirmar: «Si fuera cierto que las partículas “hot” representarían un peligro adicional, ello tendría profundas implicaciones puesto que pudiera requerirse una reducción en la exposición al plutonio hasta niveles que serían difíciles de detectar y controlar y, efectivamente, ello podría impedir el uso de la energía nuclear» (191). En esta reflexión de un informe oficial se observa, inequívocamente, la enorme trascendencia de la teoría de la «hot particle», y la importancia de la polémica. Aunque no parece existir una clara evidencia de la misma, la gran división existente entre los especialistas debiera representar un factor trascendental en la polémica nuclear. En definitiva, la revisión hacia abajo de los estándares puede generar serios problemas de costos para la industria nuclear y, consecuentemente, para la propia alternativa energética.

A partir de una serie de trabajos que empiezan a hacerse públicos desde 1977, la controversia que realmente se agudiza es la referente a las bajas dosis de radiactividad ya aludida. Destacan entre todos las investigaciones del equipo que formaron Thomas Mancuso, Alice Stewart y George Kneale sobre la mortalidad por cánceres y otras causas entre los trabajadores del centro nuclear de Hanford, en EE.UU. (192). Sus publicaciones representan los trabajos estadísticos considerados más completos entre los realizados sobre las bajas dosis

---

(188) Lovins, A.B. and Patterson, W.C. «Plutonium Particles: Some Like them Hot». *Nature*, Vol. 254, 27 march, 1975, pp. 278-80.

(189) Dolphin, G.W. et al. «Radiological Problems in the Protection of Persons Exposed to Plutonium», NRPB publication R. 29, sept. 1974.

(190) «The Toxicity of Plutonium», MRC, HMSO, 1975.

(191) Royal Commission on Environmental Pollution. *Nuclear Power and the Environment*, HMSO, sept. 1976, Loc. Cit., p. 24.

(192) Thomas Mancuso, Alice Stewart and George Kneale, «Radiation Exposure of Hanford Workers Dying from Cancer and other Causes», *Health Physics*, 1977, Loc. Cit., vol. 33, n.º 5, pp. 369-384; George Kneale, Alice Stewart and Thomas Mancuso «Reanalysis of Data Relating to Hanford Study of the Cancer Risks of Radiation Workers», *Symposium International IAEA-SM-224/510*, Vienne 13-17, march, 1978.

de radiactividad por lo que han recibido sus críticas desde el otro lado de la comunidad científica (195).

La tesis pues mantenida por Mancuso et all, A. Stewart (194), H. Rossi et all (195), J.M. Brown, Karl Z. Morgan, Irwin Bross (196), Edward Martell (197), Ernest Sternglass (198), J.B. Little et all (199), entre otros especialistas, es que el riesgo de contraer cáncer como consecuencia de la exposición a las radiaciones se estimaba, a finales de la década del 80, que era bastante mayor de lo que se pensaba años atrás (200). Esta constante en la interpretación del daño radiactivo aparece en distintos momentos del tiempo asumida incluso por organismos internacionales, como es el caso con el ICRC que en 1971 ya hizo la observación de que «Puede concluirse que el ratio de efectos somáticos/genéticos, después de una determinada exposición, es 60 veces mayor que lo que se pensaba hace 15 años» (201). Los conocidos informes Bross y Mancuso demostraron un significativo incremento en la incidencia de cánceres como consecuencia de exposiciones muy por debajo de la exposición máxima permitida por los organismos oficiales.

---

(193) Véase entre otros Marks S. Gilbert, E.S. and Breitenstein, D. «Cancer Mortality in Hanford Workers» IAEA-SM-224/509, Vienne 1978; Berkev S. Sanders «Low Level Radiation and Cancer Deaths», Health Physics, Vol. 34, 1978, pp. 521-538.

(194) A. Stewart and S. Ayme «Effects Biologiques des Faibles Doses de Rayonnements Ionisants», Fiche Technique, n.º 35, GSIEN, nov. 1978, France. Ver también los trabajos de A. Stewart, en cierto sentido entre los pioneros relativos a las bajas dosis de radiactividad publicados en Health Physics, Vol. 24, 1973., pp. 257-258 y Vol. 24, 1973, pp. 223-240.

(195) Rossi, H. and Kellerer, A.M. «The Validity of Risk Estimates of Leukemia Incidence Based on Japanese Data» Radiation Research, n.º 58, 1974, pp. 131 y ss.; Rossi, H. and Mays C.W. «Leukemia Risk for Neutrons», Health Physics, Vol. 34, 1978, pp. 353-360; Rossi, H. «The Effects of Small doses of Ionizing Radiation», Radiation Research, 71, 1977, pp. 1-8.

(196) Irwin Bross and N. Natarajan «Leukemia from Low-Lever Radiation: Identification of Susceptible Children», New England Journal of Medicine, Vol. 287, 1972, pp. 107-110; I. Bross y N. Natarajan realizaron en 1977 una investigación considerada muy completa para el Instituto Nacional de Cáncer de EE.UU., en la que llegaban a la conclusión de que «Existe una clara evidencia "prima facie", de que la exposición a bajos niveles de radiaciones ionizantes puede producir un drástico incremento en el riesgo de adquirir leucemia y otras enfermedades por parte de los niños y otras personas expuestas a estos niveles de radiación». Su estudio aparece publicado en The Journal of American Medical Association, mayo-junio, 1977.

(197) E.A. Martell and S.E. Poet, «Plutonium 239 and Americium 241 Contamination in Denver Area» Health Physics, 23, 1972, pp. 537-548; E.A. Martell «Tobacco Radiactivity and Cancer in Smokers» American Scientist, Vol. 63, july-august, 1975, pp. 404-412.

(198) Ernest Sternglass «Nuclear Radiation and Human Health», New York, Halsted Press, 1974, pp. 121-179.

(199) J.B. Little, A.R. Kennedy and R.B. MacGandy «Lung Cancer Induced in Hamsters by Low Dosis of Alpha Radiation from Polonium 210», Science, 188, 1975, pp. 737-738.

(200) Para una mayor profundización en la controversia sobre las radiaciones de bajo nivel, ver Proceeding of a Congressional Seminar on Low Level Ionizing Radiation, Environmental Policy Institute, Washington, D.C. July, 1977. Fue presidida por Karl Morgan y ofrece en su apéndice (pp. 113-124) una seleccionada bibliografía sobre el tema.

(201) International Commission on Radiological Protection. Working Papers. ICRP/71/L: C-4, 1971.

En el inicio de la década del 80 la controversia sobre las bajas dosis de radiactividad continua con igual intensidad dentro del corpus científico. La National Academy of Sciences requirió del Comité BEIR la realización de un nuevo estudio que se inició en 1976 bajo la dirección de Edward Radford, profesor de epidemiología en la Universidad de Pittsburgh. A finales de 1973 concluyó el Comité su trabajo BIER III, con el mismo título que BEIR I, que se hizo público en mayo de 1979. A raíz de su conocimiento público surgió una fuerte polémica con grandes diferencias de opinión entre los científicos que elaboraron el informe, sobre todo en el seno del subcomité de efectos somáticos y en relación a los métodos de interpretación de los datos humanos. No es ajeno a este debate su implicación sobre la industria energética nuclear (202). El profesor Radford denunció en un conocido trabajo que «cuando los juicios de los expertos científicos se mezclan con la toma de decisiones sociales económicas y políticas, la controversia es su resultado, especialmente cuando el estado del conocimiento científico en ese campo está todavía evolucionando» (203).

El conocido especialista británico Joseph Rotblat refleja esta polémica constatando cómo en el tema de la investigación radiobiológica existen aún muy importantes vacíos y grandes desconocimientos, tanto en la comprensión teórica de los mecanismos fundamentales de interacción de las radiaciones con los seres vivos, como en la cantidad de material epidemiológico y experimental. «Así parece —señala J. Roblat— que cuanto más se estudia este problema, mayor es la confusión» (204). En consecuencia el riesgo de las radiaciones para el ser humano no es un problema resuelto entre el mundo científico, tiene connotaciones de enorme trascendencia para la industria nuclear y la duda razonable sobre los mismos es una actitud absolutamente legítima y preocupante, teniendo en cuenta las características que posee la radiactividad y el grado de tensión y oscurantismo que ha rodeado y sigue rodeando a la alternativa energética nuclear.

### 6.5.3. Vinculación con el programa nuclear

Si las tesis mantenidas por el importante y prestigiado grupo de científicos ya referido fueran asumidas en su totalidad por la industria

---

(202) Joseph Rotblat «Hazards of Low-Level Radiation-Less Agreement, More Confusion», *The Bulletin of The Atomic Scientists*, junio/julio 1981, p. 32.

(203) E.P. Radford, «Human Health Effects of Low Doses of Ionizing Radiation: The BEIR III Controversy», *Radiation Research* 84, 1980.

(204) Joseph Rotblat, *Loc. Cit.*, p. 31.

nuclear y los organismos reguladores de los diferentes países embarcados en programas nucleares, ello tendría una gran repercusión sobre la alternativa energética y, en particular, sobre la política de ubicación de reactores. Karl Z. Morgan iniciaba su artículo «Cancer and low level ionizing radiation» (205) con la siguiente reflexión: «Existe evidencia que sugiere cómo agencias federales han intentado silenciar informes sobre un incremento significativo en el riesgo de cánceres procedentes de la exposición a bajos niveles de radiación ionizante...». Esta política de ocultación de información por parte de organismos nucleares ha sido reiteradamente denunciada a lo largo de los últimos años (206). La razón de este oscurantismo podría residir en las repercusiones que estos datos, de ser conocidos y asumidos tendrían sobre la poderosa industria nuclear; sobre el interés en exportar esta tecnología a otros países y particularmente a los del Tercer Mundo; sobre el conflicto que podría generar en las regiones con centrales nucleares y el enorme desprestigio que afectaría, no sólo a la industria nuclear sino también a los propios gobiernos y agencias gubernamentales que han defendido esos supuestos emanados de la misma y al grueso del sector científico nuclear. Karl Z. Morgan sitúa parte de las consecuencias en los siguientes términos: «Si redujéramos la presente exposición máxima permitida por un factor de 10, dudo seriamente que muchas de nuestras actuales centrales nucleares puedan continuar en operación. Ello sería especialmente difícil para los reactores de agua a presión debido a la alta radiación de fondo en la vecindad del reactor como consecuencia de la acumulación de Cobalto 58 y Cobalto 60. Creo que la solución a este problema es rediseñar los reactores de agua a presión de tal forma que...» (207). Es decir, la dificultad se presenta incluso con los niveles normales de emisión de productos radiactivos desde los centros nucleares. La población del entorno estará sujeta, durante la vida del reactor, 25-30 años, a dosis superiores a las que estaría sin la existencia de la instalación nuclear. Si a ello añadimos las sobredosis que periódicamente recibirá, no sólo como consecuencia de pequeños incidentes anormales con escape de radiactividad cada vez más frecuentes, sino aquéllas que recibirá indirectamente a través de los distintos caminos por los que

---

(205) Karl Z. Morgan, *Bulletin of the Atomic Scientists*, sept. 1978, Loc. Cit., p. 30.

(206) Ver en este sentido Daniel Ford, «The Cult of the Atom. The Secret Papers of the Atomic Energy Commission», Simon and Schuster, New York, 1982. En la crítica que el Informe Kemeny (Loc. Cit.) hace de la NRC, llegan a afirmar en tono sumamente respetuoso: «A pesar de que algunos compromisos entre las necesidades de seguridad y las necesidades de la industria son inevitables, la evidencia sugiere que la NRC se ha equivocado en ocasiones hacia el lado de las conveniencias de la industria, en lugar de llevar a cabo su principal misión de garantizar la seguridad», p. 19.

(207) *Ibid.*, p. 39.

el hombre puede recibir la contaminación (Fig. 1 y 2), cabría concluir que, de aceptarse la tesis del peligro de las bajas dosis de radiación ya expuesta, las poblaciones de los entornos de las instalaciones nucleares, y particularmente de los reactores LWR, sufrirían unos riesgos considerablemente superiores a los hasta hoy oficialmente admitidos. El profesor Karl Z. Morgan vuelve, en 1982, a incidir sobre este conflictivo dilema que se le presenta a la industria nuclear cuando señala: «Los pronucleares tienden a subestimar los riesgos de las radiaciones de bajo nivel, debido quizás al temor de que la comunidad pueda rechazar la energía nuclear si los riesgos de la radiación fueran mejor conocidos o porque deseen evitar los costes de las medidas adicionales de protección contra la radiación que ellos piensan son innecesarias. Los grupos pronucleares llegarán hasta cualquier extremo con tal de vender energía nuclear, exagerarán sus virtudes, despreciarán sus debilidades y subestimarán sus riesgos» (208).

La actitud pronuclear en el tema de las dosis radiactivas es defendida por Allen Brodsky de la NRC, con un resentimiento poco convincente, en la misma publicación que recoge la referida aportación de K.Z. Morgan (209).

Mientras los científicos especialistas en la temática de las dosis radiactivas no lleguen a un acuerdo en esta importante faceta, persistirá con toda legitimidad la duda razonable. Duda que se agudiza con determinados grupos de la sociedad, ya que en materia de efectos de la radiactividad sobre el ser humano no puede considerarse un hombre estándar en el cálculo de impactos y riesgos.

El informe Bross (210) mostró un incremento de 5.000 % en el riesgo de cánceres entre los niños que han estado expuestos a diagnóstico por rayos X en el útero materno, además de desarrollar posteriormente enfermedades respiratorias. Ya en 1962, Mac-

---

(208) Karl Z. Morgan «Underestimating the Risks», en *Nuclear Power: Both Sides*, 1982, Loc. Cit., p. 43. El Dr. Morgan, a cuyos trabajos se han hecho repetidas referencias en este epígrafe, fue director del Health Physics Division en Oak Ridge National Laboratory y es profesor de ingeniería nuclear en Georgia Institute of Technology. Está considerado como el «father of health physics» y fue también el primer editor de *Health Physics*, recibiendo la primera medalla de oro de la Swedish Academy of Science en 1962. Durante veinticinco años fue presidente de los Comités de dosimetría del ICRP y NRCP.

(209) Allen Brodsky, «Protecting the Public» in *Nuclear Power: Both Sides*, 1982, Loc. Cit. Este especialista en radiología de la NRC acusa de extraños protagonismos televisivos al profesor Mancuso, mientras se ignoraba su persona cuando testificaba ante el Congreso americano, p. 55. Su cerrada defensa de la actitud tradicional ante la polémica de las dosis, junto a su complejo de falta de protagonismo público, resulta esclarecedor, pp. 46-56.

(210) Irwin Bross and N. Natarajan, 1977, Loc. Cit.

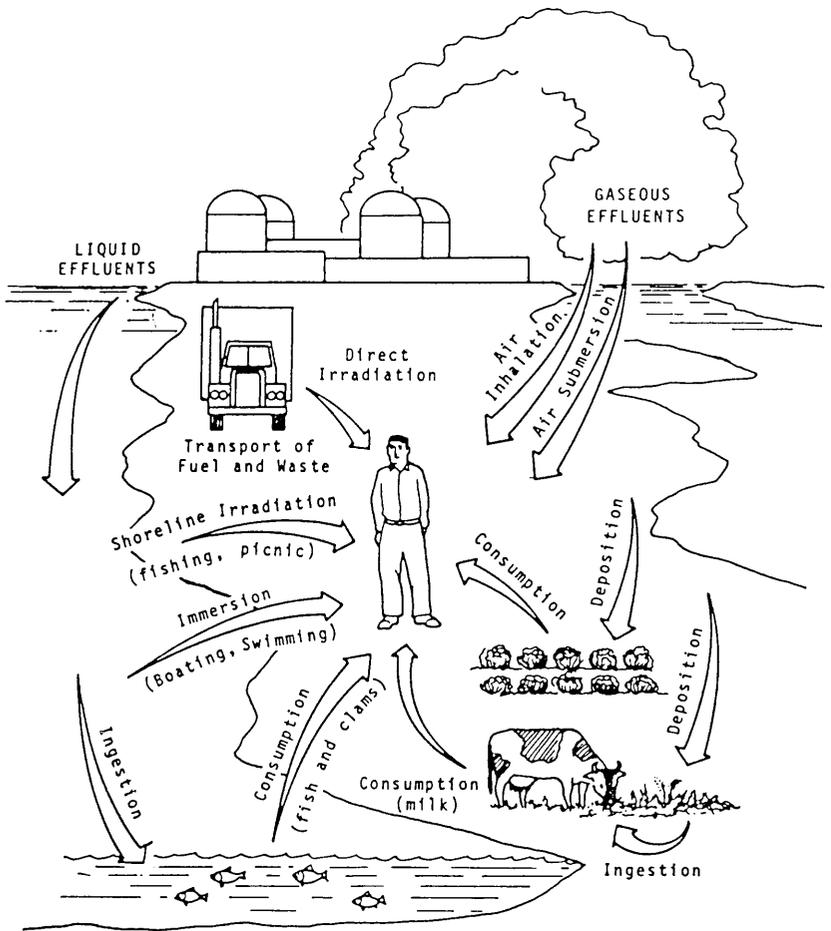


Fig. 1. Distintos caminos de exposición a las radiaciones para el ser humano.

(Fuente: U.S. NRC. Regulatory Guide 4. NUREG-0099, July, 1976).

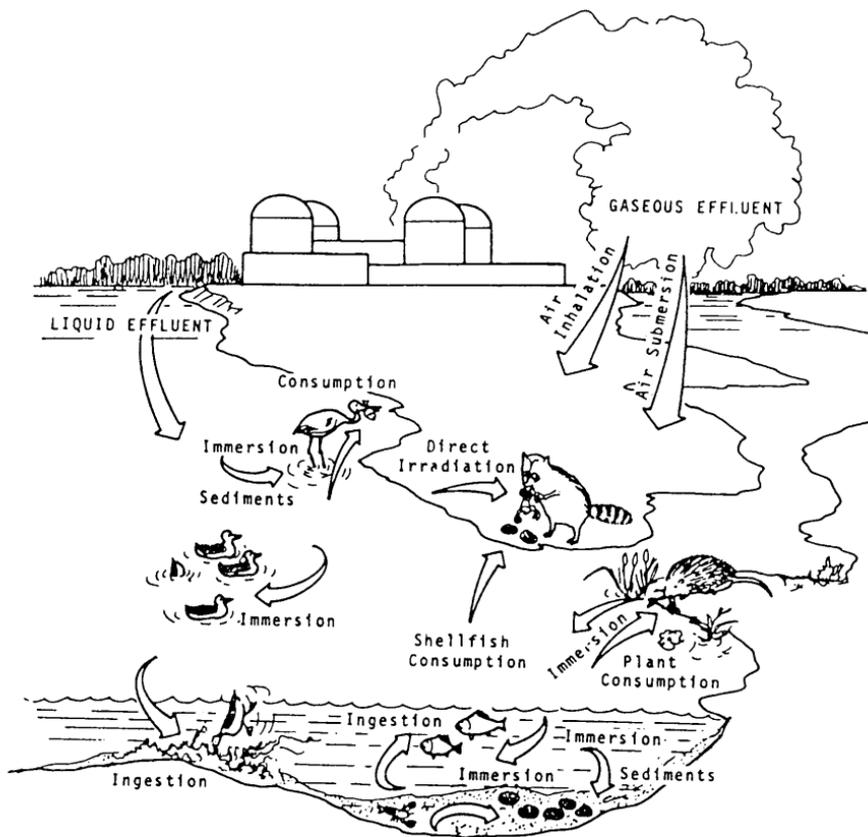


Fig. 2. Distintos caminos de exposición a las radiaciones para organismos distintos al ser humano.

(Fuente: U.S. NRC. Regulatory Guide 4.2. NUREG-0099, 1976).

Mahon (211) y más tarde en 1970, A. Stewart and G.W. Keale (212) descubrieron esta especial incidencia que luego fue también constatada por K.Z. Morgan (213), E.E. Pochin (214), R.M. Holford (215), E. Landau (216) y R.H. Mole (217) entre otros.

En esta línea, las investigaciones de Stewart, Kneale, Mac Mahon, el Comité BEIR, Bross, etc. sugieren que los niños en general tienen un riesgo mayor de morir de leucemia inducida por las radiaciones (218).

La discriminación que la radiación establece en los seres humanos no se limita exclusivamente a la edad, sino que incide también sobre el sexo, hábitos dietéticos, etc. Según Mancuso et al (219) las personas de edad y los jóvenes tienen un mayor riesgo somático y genético a las radiaciones, que las personas de edades medias. Consecuentemente, en la valoración del riesgo de bajos niveles de exposición a las radiaciones se necesita conocer las respuestas a las dosis de los jóvenes, viejos, varones, hembras, enfermos, hábitos dietéticos, contaminación ya existente en esa población que estará sujeta a una adicional contaminación radiactiva, etc. Tal y como señala K.Z. Morgan. «Cuando dispongamos de ese abanico de datos, nuestras estimaciones sobre el riesgo, para determinados grupos de la sociedad, procedente de los bajos niveles de exposición será, sin duda alguna, bastante mayor que el riesgo para el denominado hombre estándar» (220).

---

(211) B. MacMahon «Prenatal X-Ray Exposure and Childhood Cancer», *Journal of National Cancer Institute*, 28, 1962, p. 1.173; B.M.C. Mahon, «X-Ray Exposure and Malignancy», *Journal of American Medical Association* 183, 1963, p. 721.

(212) A. Stewart and G.W. Kneale «Radiation Dose Effects in Relation to Obstetric X-rays and Childhood Cancer», *Lancet*, 5 june, 1970, p. 1.185.

(213) K.Z. Morgan, «The Linear Hypothesis...», 1976, Loc. Cit.

(214) E.E. Pochin, «Malignancies Following Low Radiation Exposures In Man», *British Journal of Radiology*, 49, july, 1976, p. 577.

(215) R.M. Holford «The Relation Between Juvenile Cancer and Obstetric Radiography», *Health Physics*, 28, february, 1975, p. 153.

(216) E. Landau, «Health Effects of Low Dose Radiation: Problems of Assessment», *International Journal of Environmental Studies*, 6, 1974, p. 51.

(217) R.H. Mole, «Ante-Natal Irradiation and Childhood Cancer: Causation or Coincidence?», *British Journal of Cancer*, 30, 1974, p. 199.

(218) La incidencia de cánceres de tiroides inducidos por radiaciones en los niños presenta un riesgo bastante mayor que en los adultos según los trabajos de L.H. Hempelmann «Neoplasms in Youthful Populations Following X-Ray Treatment in Infancy», *Environmental Research*, 1, 1967, p. 338; R.E. Albert and R.E. Shore, «Follow-up Study of Irradiated Tinea Capitis Cases», trabajo presentado en el 100th Annual Meeting of American Public Health Association, 1972; B. Modan et al., «Radiation Induced Head and Neck Tumors», *Lancet*, 1, february 23, 1974, p. 277; C. Silverman and D.A. Hoffman «Thyroid Tumor Risk from Radiation During Childhood», *Preventive Medicine*, 4, 1975, p. 100.

(219) T.F. Mancuso et al, *Health Physics*, 1977, Loc. Cit.

(220) K.Z. Morgan, B.A.S. Sept. 1978, Loc. Cit., p. 35.

En suma, son muy diversos los aspectos que no aparecen suficientemente claros en torno a la radiactividad procedente de los reactores y ciclo nuclear en general, ya sea como consecuencia de su funcionamiento normal o anormal. A los problemas citados habría que añadir otros que siguen siendo parte de la polémica inconclusa:

- Debilidad e inconsistencia que afecta al concepto de la unidad REM para medir los efectos biológicos de las radiaciones.
- Ausencia de estándares de radiación para otros organismos aparte del ser humano.
- Desprecio de los efectos sinérgicos en el desarrollo de los estándares de radiaciones.
- El concepto de estimación media por la que las descargas radiactivas son promediadas a lo largo de un año, ignorando acontecimientos puntuales en los que fuertes descargas radiactivas coinciden con una inversión térmica prolongada, intensificando temporalmente la exposición a la radiación de los organismos del entorno.
- La contabilidad inadecuada de las cadenas alimenticias en el establecimiento de las concentraciones máximas permitidas en las emisiones radiactivas. Caso éste presente en el estándar permitido con la Iodina 131 que se basa solamente en la cadena aire-pulmón-tiroides ignorando la más larga y concentrada cadena aire-pasto-vaca-leche-tiroides (221).
- El diseño límite para las emisiones de radionúcleos parece basarse solamente en las dosis externas, ignorando las otras vías de absorción.

Muchos emplazamientos dispondrán de cuatro, cinco o seis reactores que han entrado en funcionamiento con intervalos de cinco o seis años. Por ello, la acumulación de radiactividad en el entorno se producirá, como consecuencia del funcionamiento normal y anormal (frecuentes escapes radiactivos calificados como «incidentes») de los reactores, a lo largo de treinta, cuarenta y cincuenta años, con impactos aún desconocidos para las poblaciones y el ecosistema que habite en ese territorio. Si el riesgo se incrementa con la acumulación de dosis radiactivas, que tienen la particularidad de ser una contaminación irreversible, resulta razonable concluir que la ubicación del

---

(221) Carl Barus, et al., Dep. of Engineering, Werthmore College, «Problems of Electric Power for the Future», september, 1970.

complejo nuclear debería jugar un papel trascendental como una medida adicional de la seguridad, máxime cuando hoy parece admitirse en la controversia sobre dosis radiactivas, que el riesgo somático y genético de la exposición a bajas dosis es bastante mayor de lo que se pensaba hace escasos años.

Un argumento frecuentemente utilizado desde los sectores más proclives a la proliferación nuclear indiscriminada consiste en aducir que el ser humano está ya sujeto a distintas fuentes de radiactividad sin escandalizarse ni protestar por ello, resaltando, entre otras fuentes de radiación, la radiación natural de fondo. Sin embargo, comparar la radiactividad natural de fondo, considerándola como algo inocuo, con la radiactividad artificial generada por determinadas actividades humanas, no es ni riguroso ni éticamente defendible. Por una parte, se atribuye a la radiactividad natural un número anormalmente elevado de aberraciones y casos de mongolismo en las regiones con altos índices de radiación natural de fondo. Y por otra, la humanidad puede hacer muy poco contra la radiactividad natural pero en cambio sí puede controlar y limitar, si lo estima adecuado, la radiactividad producida por el hombre.

Con respecto a los otros riesgos, como pueden ser el fumar, los rayos X, sentarse enfrente de un televisor, etc. pueden o no ser aceptados individualmente. Sin embargo, una instalación nuclear implica un riesgo que en muchos casos se impone a una comunidad de su entorno y a las futuras generaciones. Parece pues razonable constatar la importante diferencia existente entre el riesgo aceptado individual o colectivamente y el hecho de sufrir una amenaza, más o menos ignorada y/o disimulada, sobre lo que no puede ejercerse control alguno.

En 1976, un importante trabajo de Kochupillai, N. et all, sobre la radiactividad natural en Kerala, India (222), desveló unos datos de extraordinaria importancia que han agudizado la controversia sobre los peligros de la radiactividad natural ya antes denunciados por Gofman (223) y Karl Morgan (224), entre otros. Aunque previamente se

---

(222) Kochupillai, N. et all «Down's Syndrome and Related Abnormalities in an Area of High Background Radiation in Coastal Kerala», *Nature*, Vol. 262, July, 1976, pp. 60-61. Citado en el Informe Flowers, HMSO, sept. 1976, Loc. Cit., p. 22.

(223) J. Gofman and Arthur Tamplin «Population Control Through Nuclear Pollution», Nelson-Hall, Co., Chicago, Ill., 1970; J. Gofman and Arthur Tamplin «Radiation as an Environmental Hazard» presented before the 1971 Symposium on Fundamental Cancer Research at M.D. Anderson Hospital and Tumor Research, Houston, Texas, March, 3, 1971.

(224) Karl Z. Morgan «Never Do Harm» *Environment*, Vol. 13, n.º 1, January-February 1971. K. Morgan señalaba que los beneficiarios usos de los rayos X causaban al año en EE.UU.,

consideraba que la población habitando en áreas con una alta radiación natural de fondo no sufría efectos mutantes significativos, las investigaciones de N. Kochupillai mostraban un significativo incremento en el número de retrasados mentales y en las aberraciones cromosómicas de niños nacidos de madres de Kerala, donde las dosis de radiación de fondo están entre 1,3 y 3 rem/año. Parecidos fenómenos se han detectado en otras zonas con alta radiación de fondo como en partes de Colorado (EE.UU.) y de Brasil (225).

Normalmente una población está en equilibrio genético, lo que significa que la aparición de nuevos mutantes está compensada por la eliminación de los mutantes existentes. Si una causa exógena (por ejemplo, débiles irradiaciones) conlleva mutaciones suplementarias, este equilibrio se romperá. En una población cuyas sucesivas generaciones estén afectadas por esta fuente suplementaria, en cada generación se sumarán, a los descendientes de los mutantes producidos en todas las generaciones anteriores, los mutantes suplementarios, pudiendo dar lugar a situaciones anómalas como la apuntada. A pesar de todo, la incidencia de los efectos genéticos por unidad de dosis de radiación es menos conocida que su incidencia en la formación de cánceres, existiendo aún una importante incertidumbre.

Existe frecuentemente un retraso de varios años, incluso décadas, entre la irradiación y la aparición de un cáncer (226) y, puesto que un cáncer resultante de la exposición a las radiaciones es indistinguible de otro que tenga su origen en otras causas (227), es necesario utilizar métodos estadísticos a través de estudios epidemiológicos para detectar y establecer la conexión (228). En el caso de la incidencia genética el retraso es aún mayor, y la dificultad consecuente en encontrar la conexión también, pues como afirma A. Stewart «el de-

---

de 3.500 a 29.000 muertes, y la radiactividad natural 11.700 muertes. Ver también Karl Z. Morgan «Environmental Effects of Producing Electric Power», hearings before the Joint Committee on Atomic Energy, 91st Congress, Part 2, Vol. 1, January 27 to 30, February 24 to 26, 1970.

(225) Ver ficha técnica, n.º 21 del GSIEN, París.

(226) El informe sobre Hanford reveló que los bajos niveles de radiación están relacionados con la aparición de cánceres con períodos de maduración o latentes que oscilan entre los 8 y 20 años. Así los intervalos críticos pre-muerte son de 8 años para neyloid neoplasms, 10 años para tumores pancreáticos, 14 años para cáncer de pulmón y 21 años para cáncer de mama. En Informe Mancuso, Health Physics, oct. 1977, Loc. Cit.

(227) K.Z. Morgan, en Proceedings of a Congressional... EPI, July, 1977, Loc. Cit., p. 9.

(228) Son muy pocos los estudios epidemiológicos existentes sobre este importante aspecto de la contaminación radiactiva, lo que resulta sorprendente dada la importancia de la controversia. En concreto, el Dr. Nenot, responsable de la radioprotección en EDF (Electricité de France), reconocía el 10/10/78 que en Francia no había aún ningún estudio epidemiológico sobre el tema. Gazette Nucleaire, GSIEN, n.º 32, fevrier 1980, p. 4.

sarrollo de los defectos genéticos en las generaciones futuras se comenzará a manifestar en la tercera generación. Así pues, desde el punto de vista del daño que puedan estar originando las irradiaciones de dosis débiles y repetidas, la industria nuclear está todavía en su infancia, es aún muy joven» (229).

Por otra parte, la larga vida de algunos isótopos radiactivos que se producen en el programa nuclear, su característica de originar no sólo una contaminación externa (la radiactividad natural es en un 80 % una irradiación externa), sino también interna, y su habilidad para concentrarse en las cadenas alimenticias y en determinadas partes u órganos del cuerpo humano, singulariza también a la radiactividad procedente de las centrales nucleares respecto a la radiactividad natural. Así el Estroncio 90, con una vida media de alrededor de 30 años, al ser químicamente similar al Calcio, puede incorporarse en la estructura ósea permaneciendo durante muchos años en la misma. El Cesio 137, que tiene también una vida media en torno a los treinta años, tiende a concentrarse en el cuerpo de los peces, llegando incluso a ser mil veces mayor que la concentración en el agua, con las implicaciones que ello pueda tener en la cadena alimenticia humana.

El Plutonio que se produce en algunas partes del programa nuclear es extremadamente tóxico. Su vida media, en el caso del Plutonio 239, alcanza los 24.000 años y tiene la característica de ser retenido por el cuerpo humano una vez que éste lo ha admitido. Por otra parte, los descubrimientos hechos en 1974 por R. Wildung y T.R. Garland del Batelle Pacific Northwest Laboratory, EE.UU. (230), en el sentido de que el Plutonio parece ser absorbido por las raíces de las plantas con sorprendente eficiencia, es decir, que es soluble pudiéndose desplazar a través de los canales alimenticios, agudizan los problemas de este nocivo elemento.

La Iodina 131, que tiene una vida media de sólo ocho días, resulta sin embargo sumamente peligrosa ya que su inhalación o su ingestión a través de la leche, producirá la fijación de este isótopo en la glándula tiroides, pudiendo generar cánceres que se desarrollan hasta 10 y 20 años después de un accidente de un reactor (231) y afectando incluso a poblaciones que habiten hasta a 24 Km. de la planta (232).

---

(229) A. Stewart et S. Ayme «Effects Biologiques des Faibles Doses de Rayonnement Ionisant», GSIEN, París, Fiche n.º 35. November 1978, París, p. 2.

(230) R. Wildung and Thomas R. Garland, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, sept.-oct., 1974.

(231) Informe Flowers, HMSO, Loc. Cit., p. 107.

(232) *Ibid.*, p. 106.

Cada vez es mayor el conocimiento que se tiene sobre el alcance real de las dosis radiactivas en su incidencia sobre los seres vivos y, lo que es más preocupante, las investigaciones y descubrimientos parecen revelar que los peligros de los bajos niveles de radiaciones son más graves de lo que se pensaba. Uno de los campos de experimentación que está ofreciendo resultados de gran trascendencia es el procedente de las pruebas de armamento nuclear. A partir de 1977 comenzaron a hacerse públicos una serie de datos que desvelaban altos índices de tumores cancerosos y muertes en general entre las poblaciones próximas a los campos de pruebas y entre el personal militar americano que participó en las experiencias atómicas. En junio de 1977 la prensa lanzaba con grandes titulares la noticia de que expertos sanitarios admiten errores con referencia a dosis de radiaciones que equivocadamente se suponía que no producían daño al ser humano. Los residentes de Micronesia, donde se realizaron pruebas en 1954, han desarrollado excepcionalmente altas tasas de cánceres y problemas con la tiroides, un dato más que fuerza a revisar las teorías sobre las bajas dosis de radiación (233). Más tarde fue el Dr. Glyn Caldwell, Jefe de la Sección Cancerígena del U.S. Center for Disease Control el que lanza la voz de alarma a través de datos obtenidos de un test nuclear realizado en Nevada, en 1957. El Dr. Caldwell se quejó de la falta de ayuda e incluso de las barreras que le venía poniendo la administración. Según se refería la prensa de la época «si se llega a probar definitivamente la correlación entre la leucemia y las bajas dosis de radiactividad, ello puede costarle a la administración militar millones de dólares, sería necesario revisar todos los estándares de seguridad en los reactores nucleares, en los laboratorios de rayos X, etc.» (234). En marzo de 1979, la editorial del IHT, reconoce que el Gobierno está reconsiderando todo el problema de las bajas dosis de radiactividad ante la cada vez más clara constatación de haber infravalorado los peligros (235).

Independientemente pues, de los cada vez más sofisticados sistemas de ingeniería de seguridad, que encarecen por otra parte la tecnología, la radioactividad que se vierte al exterior en el funcionamiento normal y anormal del programa nuclear genera unos peligros y riesgos de características singularmente distintas a la contaminación convencional atmosférica y de las aguas. Existen aún importantes interrogantes sobre el verdadero alcance de sus impactos y ello debe de ser prioritariamente considerado en la política de ubicación de

---

(233) International Herald Tribune, june, 15, 1977.

(234) International Herald Tribune, december, 10-11, 1977.

(235) International Herald Tribune, march, 10-14, 1979.

reactores de forma que el emplazamiento seleccionado minimice estos riesgos o la percepción de esos riesgos que adopte la comunidad de la región directamente afectada por la ubicación. Mientras persista el cúmulo de incertidumbres que rodean a la controversia sobre las bajas dosis radiactivas, no parece razonable ignorar el problema en cualquier política de ubicación de instalaciones nucleares.

## 6.6. Otros aspectos relevantes

La evolución de la controversia nuclear durante los últimos años ha desvelado la auténtica dimensión de determinados problemas a los que se les dio en su día escasa importancia y que, sin embargo, su falta de resolución satisfactoria ha hecho que emerjan de nuevo con fuerza. Estas dificultades están directamente conectadas con el emplazamiento de los reactores nucleares por lo que la política de ubicación debería de internalizarlas como aspectos de gran relevancia y trascendencia en cuanto que adicionales medidas de seguridad.

Destacan como problemas pendientes no resueltos con incidencia en la política de ubicación la compleja y aún hoy inexistente solución a los residuos nucleares de alto nivel y su almacenamiento definitivo, además de la tremenda vulnerabilidad de los reactores en cuanto objetivos bélicos en caso de confrontación y para grupos terroristas o actos de sabotaje y extorsión.

A otro nivel y de cara a las garantías de seguridad que una central nuclear pueda ofrecer a la comunidad de su entorno, reveladores datos que vienen haciéndose públicos durante la última década muestran la ausencia de credibilidad que ofrecen tanto la industria nuclear y compañías eléctricas como los organismos de promoción y regulación de los gobiernos. La ocultación de información y, en algún caso, la engañosa tergiversación de la misma, ha dotado a la alternativa nuclear y sus promotores de una imagen nefasta que genera una fuerte desconfianza e inseguridad para las poblaciones potencialmente impactadas.

### 6.6.1. *Almacenamiento definitivo de los residuos nucleares de alto nivel*

Los actuales emplazamientos de reactores nucleares están hoy afectados por un problema adicional que no estuvo presente inicialmente en la política de emplazamientos nucleares. La energía nuclear

dispone de una singularidad también en su incorporación al mundo comercial que le está resultando extremadamente cara, tanto a nivel político como económico. Consiste en su avezado lanzamiento a gran escala sin disponer de las técnicas adecuadas para el tratamiento del combustible usado, sin haber resuelto serios problemas de seguridad (caso del ECCS ya citado) y, sobre todo, sin haber resuelto de forma segura y definitiva el almacenamiento de los residuos radiactivos. La mayoría de estos residuos se almacenan eventualmente en las piscinas de los reactores, con agua especialmente tratada con ácido bórico que absorbe los neutrones. La NRC señalaba en 1982, que para 1987, a menos que se provea de bastante mayor espacio para el almacenamiento, trece centrales tendrían que suspender su funcionamiento al quedar sus piscinas totalmente llenas (236).

Téngase en cuenta que cada reactor produce anualmente un sustancial volumen de residuos de alto nivel y una tercera parte de la carga del corazón del reactor, o alrededor de 30 toneladas de residuos nucleares, debe retirarse para ser reemplazado con una nueva carga (con más combustible). Por no existir unos depósitos o almacenes federales para los residuos de alto nivel en EE.UU. y mientras no se resuelva el problema del reprocesamiento, el fuel irradiado se va acumulando peligrosamente en los mismos emplazamientos nucleares (237).

Al no estar satisfactoriamente resuelto el almacenamiento definitivo de los residuos nucleares de alto nivel que se generan como subproductos de la fisión nuclear en las propias plantas y, al estar virtualmente paralizado, o al menos muy ralentizado, el programa de centros de reprocesamiento de tales residuos (238), son precisamente las propias centrales nucleares las que se ven obligadas en multitud de casos a cumplir el papel de almacenes transitorios de estos productos radiactivos (239), con el consiguiente peligro y riesgo implicado en tal comportamiento (240). Peligro que tiene dos variantes.

---

(236) Ver Discover, may, 1982, p. 25.

(237) Nuclear Power: Both Sides, 1982, Loc. Cit., pp. 112 y ss.

(238) En 1977 el Presidente Carter paralizó la construcción de plantas de reprocesamiento comercial, en razón de que esa tecnología puede facilitar enormemente la proliferación de armamento nuclear. En otoño de 1982 el Presidente Reagan levantó la prohibición, aunque es difícil señalar cuando se iniciará el reprocesamiento comercial. En Europa, la planta de reprocesamiento de La Hague ha sufrido varios accidentes con escapes de productos radiactivos, teniendo que trabajar bastante limitada en cuanto a la capacidad prevista.

(239) Cada reactor de 1.000 Mwe genera de 5 a 8 toneladas métricas de residuos sólidos de alto nivel por año. A ello habría que añadir los residuos líquidos. Ver «The Nuclear Fuel Cycle», The Union of Concerned Scientists, oct. 1975, pp. 17 y ss.

(240) En junio de 1973 se descubrió en el almacenamiento de residuos radiactivos de la AEC, en Hanford, el escape de 115.000 galones de residuos radiactivos, que se produjo durante

Por una parte, las piscinas no estaban proyectadas para almacenar altos volúmenes de residuos durante largos períodos de tiempo, transformándose en nuevos focos potencialmente generadores de riesgo en cuanto a la contaminación de los alrededores. Por otra, algunas de estas plantas han llegado a generar serios problemas sobre el entorno en los casos en que las piscinas han alcanzado el límite de su capacidad de recepción. En esta situación un accidente en los reactores que exigiera la paralización y el vaciado inmediato de los residuos, o de la propia carga radiactiva, podría generar problemas de gran envergadura al no disponer de espacio donde mantenerlos, ya que la piscina receptora está saturada (241).

La propia Comisión Presidencial Kemeny en su conocido informe señala que hay una serie de problemas serios que no ha tratado entre los que destaca: «los peligros de la acumulación de los residuos dentro de los recintos de las centrales nucleares» (242).

La solución a los problemas generados por los residuos de alto nivel, no se visualiza de forma inmediata, habiendo producido un importante conflicto a escala mundial. La permanencia de este conflicto irresuelto ha jugado un importante papel en la paralización o cancelación de proyectos en la República Federal Alemana y en EE.UU., en donde determinadas jurisdicciones o Estados han aprovechado esta debilidad de la industria nuclear para congelar, hasta que el problema sea resuelto, la concesión de Licencias.

Nueve Estados en EE.UU. han prohibido el tratamiento de los residuos radiactivos de sus jurisdicciones y, en 1982, ya eran cuatro los Estados que habían declarado una moratoria en la construcción de reactores hasta que se estableciera una técnica segura y permanente de almacenamiento de los residuos (243).

---

semanas sin ser detectado por ningún tipo de alarma. Este accidente figura entre los más escandalosos de la industria nuclear. Ver USAEC, Report on the Investigación of the 106 T. Tank Leak at the Hanford Reservation, Richland, Washington, July 1973; Ver también Los Angeles Times, July 5, 1973 y Seattle Post-Intelligencer, July 11, 1973 y November 15-16, 1973, donde se denuncian nuevos escapes de residuos.

(241) Según el testimonio ante el Congreso Americano de los reconocidos expertos nucleares Dale G. Bridenbaugh, Richard B. Hubbard y Gregory C. Minor «El impacto sobre la seguridad de la situación del reprocesamiento no debe ser menospreciado. En muchas centrales nucleares pueden producirse pronto situaciones inadecuadas con respecto al almacenamiento del fuel irradiado. Si se origina alguna complicación que requiera la rápida descarga de todo el fuel del corazón del reactor, ello puede crear un inmediato problema de seguridad. ¿Qué planes —se preguntan excecpticamente estos expertos— tiene la NRC para hacer frente a estas emergencias?». Testimony of Dale G. Bridenbaugh, R.B. Hubbard y Gregory C. Minor, ante el Joint Committee on Atomic Energy. February 18, 1976, Washington, D.C. Reprinted by Union of Concerned Scientists, Cambridge, Mass. 1977, p. 38.

(242) Report of the President's Commission on the Accident at TMI, 1979. Loc. Cit., p. 3.

(243) Nuclear Power: Both Sides, 1982, Loc. Cit., p. 110.

También los problemas de los residuos de alto nivel fueron un factor importante en la moratoria nuclear de Austria, que mantiene parado desde hace años el único reactor nuclear que construyó y finalizó. El caso de Suecia no es tampoco ajeno al grave problema de los residuos radiactivos que fue uno de los principales argumentos manejados por la oposición nuclear en el referendun habido en dicho país (244). El caso sueco, hábilmente reinterpretado por la industria nuclear occidental en el sentido de aducir un resultado pronuclear del referendun, requiere sin embargo una clarificación. El resultado de su referendun supuso que se llegó a un acuerdo sobre la terminación del programa ya existente, comprometiéndose a no conceder más licencias. Es decir, se votó por la paralización de nuevos programas nucleares.

El almacenamiento seguro y definitivo de los residuos altamente radiactivos y su eventual acumulación en las piscinas de los reactores nucleares actuales está relacionado, fundamentalmente, tal y como se ha señalado, con el gran frenazo habido en esa fase del ciclo nuclear denominada de reprocesamiento. Reprocesamiento que ha sido seriamente contestado por los propios gobiernos americanos llegando a paralizar la construcción de varias de estas plantas en base a las fuertes y rigurosas críticas sobre la llamada «economía del plutonio» a que conduciría esa fase del ciclo nuclear. En 1977 el Presidente Carter prohibió el reprocesamiento de los residuos radiactivos, debido a los peligros que acarrea para la proliferación nuclear a escala mundial. La Administración Reagan sin embargo, ha levantado la prohibición. Pero incluso el reprocesamiento de los residuos de reactores comerciales no eliminará el problema pendiente del almacenamiento seguro y permanente de los mismos. El reprocesamiento lo único que hace es separar el plutonio de los otros productos de fisión (Cesio 137, Estroncio 90, Iodina 131, etc.).

La vulnerabilidad y vinculación con los nuevos usos bélicos del átomo frenó durante algún tiempo el reprocesamiento que, sin embargo, se presenta como imprescindible si se desea pasar a la siguiente fase de la alternativa nuclear, los reactores breeder, «fast breeder», o reactores regeneradores del tipo del super-fénix francés (245). Hace

---

(244) Ver Dean Abrahamson, Thomas B. Johansson, Peter Steen and Wendy Barnaby, «Sweden Debates its Peaceful Atom», *The Bulletin of the Atomic Scientist*, nov. 1979, pp. 29-48. Particularmente de interés resulta la aportación de Thomas B. Johansson and Peter Steen, «What to do with the Radioactive Waste?», pp. 38-42. Estos autores insisten en que el problema de los residuos radiactivos es de tal entidad que «es aparente que estos problemas éticos y políticos deben ser analizados explícitamente en el proceso político y no implícitamente por los científicos», p. 40.

(245) Ver José Allende «Energía Nuclear, Armamento Nuclear y Política Internacional», *Loc. Cit.*, 1976, pp. 26 y ss.

escasas fechas se produjo una alta contaminación radiactiva junto a la planta británica de reprocesamiento de Windscale al noroeste de Inglaterra, con un historial muy tortuoso en cuanto a escapes, incidentes y accidentes. El Ministro británico del Medio Ambiente hizo un llamamiento a los ciudadanos para que evitaran las zonas y playas próximas a la instalación al haber sido recogidas, por segunda vez en 15 días, algas marinas que registraron índices de radiactividad mil veces superiores a los considerados admisibles (246). En opinión de W. Walker «La prueba reciente de que las grandes centrales de reprocesamiento en Francia y en el Reino Unido no funcionan satisfactoriamente y de que los programas de ampliación de la capacidad de reprocesamiento del óxido probablemente no se cumplan, resulta particularmente alarmante» (247). Evidentemente existe un serio problema vinculado con la proliferación de armamento nuclear, facilitado por el reprocesamiento de los residuos que originó, desde la era del Presidente americano Carter, una suspensión de la construcción de plantas de reprocesamiento (248). W. Walker sintetiza el dilema con estas palabras: «El problema central de las relaciones nucleares internacionales ha sido siempre cómo extender la energía nuclear sin precipitar al mismo tiempo la proliferación de armamento nuclear» (249).

La llamada «economía del plutonio» a que conducía completar el ciclo nuclear, cobra en la actualidad gran relevancia con la creciente sensibilización mundial por el temor de una conflagración nuclear, generando a su vez un problema adicional en las piscinas de los reactores nucleares convencionales que acumulan peligrosamente volúmenes imprevistos de residuos altamente radiactivos.

Entre los documentos oficiales más prestigiados que han hecho referencia al grave problema de los residuos radiactivos se encuentra en Europa, el Sixt Report de la Royal Commission on Environmental Pollution de Gran Bretaña, conocido también como «Informe Flowers». En su prestigiado trabajo sobre «La Energía Nuclear y el Medio Ambiente» se señala: «No tenemos intención de minimizar los considerables problemas que impone la necesidad de asegurar el almacenamiento de los residuos radiactivos de alto nivel. Existe un consenso generalizado de que, la práctica presente del almacenamiento de estos residuos en forma líquida... es inaceptable como solución a

---

(246) El País, 1 diciembre, 1983.

(247) William Walker «Perspectivas de la Energía Nuclear en la Década de los 80», Economía Industrial. Ministerio de Industria y Energía, n.º 211/212, julio/agosto, 1981, p. 20.

(248) Ver J. Allende, 1976, Loc. Cit.

(249) William Walker, 1981, Loc. Cit., p. 20.

largo plazo. Están desarrollándose procesos para solidificar los residuos en forma totalmente insoluble con objeto de facilitar su almacenamiento seguro. Pero el problema de su aislamiento por inmensos períodos de tiempo aún permanece» (250). En consecuencia, el conocido informe Flowers afirma a renglón seguido: «...Creemos que sería irresponsable y moralmente equivocado, comprometer a las generaciones futuras con las consecuencias de la energía de fisión a escala masiva, a menos que haya sido demostrado por encima de cualquier duda razonable que existe al menos un método para el seguro aislamiento de los residuos durante el futuro indefinido» (251). La razón fundamental está en que los residuos radiactivos tienen una singular particularidad que es explicitada por el informe en los siguientes términos: «Debemos asumir que estos residuos permanecerán peligrosos durante cientos de miles de años y necesitan ser aislados de la biosfera. Al considerar las posibles soluciones para tratar de forma segura con estos residuos el hombre se enfrenta con escalas temporales que trascienden su experiencia» (252).

A pesar de las múltiples y variadas propuestas analizadas para la resolución de esta importante dimensión de la alternativa nuclear (253), el Informe Flowers insiste en que «se ha dado una atención bastante inadecuada a este problema» (254), destacando en su capítulo final de conclusiones una frase síntesis que revela, inequívocamente, la gravedad en que hoy se encuentra la resolución de esta última fase del proceso nuclear. «No debería permitirse un compromiso con un amplio programa de energía nuclear, hasta que no haya sido demos-

---

(250) Royal Commission on Environmental Pollution. Sixth Report Nuclear Power and the Environment, sept. 1976, Loc. Cit., p. 80.

(251) *Ibid.*, p. 81.

(252) *Ibid.*, p. 80. Las distintas alternativas manejadas y la crítica a las mismas es desarrollada ampliamente en el documento a lo largo del capítulo VIII, pp. 131-164.

(253) Ver entre otros muchos trabajos: Gray, D.A. et al. «Disposal of Highly Active, Solide Radiation Wastes Into Geological Formations», Inst. Geol. Sciences, Report 76/12, HMSO, sept. 1976; K.V. Schneider and A.M. Platt (Eds.). «High Level Radiactive Waste Management Alternatives» 4 vols., Batelle Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, BNWL-1900, may 1974; Oswald G.K. and Robin, G. «Lakes beneath the Antarctic Ice Sheet», *Nature*, Vol. 245, 5 oct. 1973, pp. 251-254; E.B. Ekren et al. «Geologic and Hydrologic Considerations for Various Concepts of High-Level Radioactive Waste Disposal in Conterminous United States». U.S. Geological Survey, Open File Report 74-158, Denver, Colorado, 1974; U.S. AEC Draft Environmental Statement on Management of Commercial High-Level and Transuranium Contaminated Radiactive Wastes. WASH-1539, sept. 1974. De entre las múltiples publicaciones de la IAEA sobre este tema, destacan entre las más recientes: «Development of Regulatory Procedures for the Disposal of Solid Radiactive Waste in Deep, Continental Formations», IAEA, Safety Series, n.º 51, 1980; «Shallow Ground Disposal for Radiactive Wastes: A Guidebook» IAEA Safety Series, n.º 53, 1981; «Underground Disposal of Radiactive Wastes: Basis Guidance, IAEA, Safety Series, n.º 54, 1981. Conditioning of Radiactive Wastes for Storage and Disposal Proceeding Series-STI/PUB/624, 1983.

(254) RCEP, sept. 1976, Loc. Cit., p. 149.

trado, por encima de cualquier duda razonable, que existe un método que garantice la seguridad del almacenamiento de los residuos altamente radiactivos para el futuro indefinido» (255).

En EE.UU., la cuestión de los residuos viene estando vivamente presente en todo el país y, especialmente, en los Estados de la Costa Oeste. El Senador Gary Hart (D. Col), presidente en 1979 del Subcomité de Regulación Nuclear, declaraba entonces: «Si la palabra escándalo puede ser utilizada con respecto a la energía nuclear, ello es debido a que se ha permitido durante veinticinco años la expansión de esta industria, sin existir una solución aceptable para el almacenamiento de residuos» (256). Ya en 1978 California paralizaba la construcción de un reactor en base a no haber sido demostrado la existencia de un método aceptable para el almacenamiento de residuos por lo que existe una moratoria «de facto». El Estado de Maine también aprobó una legislación restringiendo la acumulación en su territorio de residuos nucleares y más de ocho Estados, en 1979, disponían de leyes en este sentido (257). Moratorias de facto existían ya en Montana, Hawai, etc.

De todo ello se deduce que la irresolución de esta parcela del ciclo nuclear permanecerá aún durante muchos años, por lo que la peligrosa acumulación de los residuos en las propias piscinas de las centrales nucleares añaden y añadirán un riesgo adicional que debe considerarse en la selección de un emplazamiento, máxime cuando no se tiene ninguna seguridad con respecto a la fecha que este problema podría quedar totalmente resuelto, si es que se puede resolver satisfactoriamente. En agosto de 1977, un informe preparado por el Jet Propulsion Laboratory (California Institute of Technology) para la U.S. Office of Science and Technology, emitió ya un profético aviso «La acumulación de residuos del fuel nuclear en los emplazamientos de reactores debe limitarse puesto que una continuación de las prácticas presentes constituirán en el futuro una forma «de facto» de almacenamiento de residuos radiactivos» (258). Por esta razón Charles L. Cooper señala que «las centrales nucleares suponen claramente un nuevo orden de objetivos militares estratégicos», estimando que «los grandes almacenamientos de residuos son considerados como excelentes objetivos para las naciones enemigas» (259).

---

(255) RCEP, «Informe Flowers», sept. 1976. Loc. Cit., p. 202.

(256) Vid., Herald Tribune, 10 julio, 1979.

(257) Ibid., 10 julio de 1979. Ver también Ronnie Lipschutz «Radiative Waste: Politics, Technology and Risk». UCS Ballinger, march 1980, Ch. 3.

(258) Citado en Critical Mass Bulletin, Vol. 1, n.º 3, january, 1984, p. 2.

(259) Ver Charles L. Cooper, del Institute of Energy Analysis, EE.UU. en Foreign Policy, Fall 1978, citado en Critical Mass Bulletin, Vol. 1, n.º 3, january, 1984, p. 2.

Durante los últimos años, el almacenamiento de residuos en las piscinas de los reactores adquiere una adicional complicación propiciada por la posibilidad de que disponen los gobiernos locales de elaborar leyes que, indirectamente, generan nuevas dificultades para el traslado de residuos. Cuando existe una planta de reprocesamiento funcionando, el fuel utilizado en el reactor es después transportado a esa planta en donde se separa el plutonio y el uranio del resto de los residuos producidos durante la fisión. Este fuel utilizado es transportado, normalmente, a lo largo de cientos de kilómetros en unas consistentes cajas metálicas diseñadas en principio para prever la exposición a las radiaciones que se generan permanentemente. El viaje realizado en camiones o ferrocarril es «especialmente vulnerable a accidentes... y habrá muchos transportes (de 10 a 60 por año/reactor) de residuos altamente radiactivos» (260). Ya en 1980 Fred Millar de Potomac Alliance, estimaba que 75 ciudades y municipios habían pasado ordenanzas prohibiendo y restringiendo el movimiento o transporte de residuos radiactivos dentro de sus jurisdicciones (261). Paradójicamente, sin embargo, parecen existir beneficios económicos para las compañías eléctricas en el almacenamiento de los residuos en las piscinas ampliadas. Según un trabajo del Department of Energy, el mantener los residuos radiactivos lejos de las piscinas de los reactores será el 56 % más caro que mantenerlos en la propia central hasta encontrar un almacenamiento permanente o definitivo (262).

El Director General de la Junta de Energía Nuclear española declaraba recientemente con respecto al almacenamiento definitivo de los residuos de alto nivel: «La búsqueda de un emplazamiento definitivo para residuos de alta actividad puede muy bien llevar veinte años... es un tema que se ha descuidado... nadie tiene todavía la solución idónea y, sobre todo, definitiva». «Aunque el tema se re-

---

(260) A Time to Choose. American's Energy Future, Energy Policy Project of the Ford Foundation, Ballinger Pub, Cambridge, Mass, 1974, Loc. Cit., p. 207. Un trabajo de M. Ross insistía en los serios peligros públicos de un accidente que afecte al transporte de los residuos, llamando la atención sobre el potencial existente en el escape de Cesio radiactivo, aspecto que sin embargo no había sido considerado significativo por la AEC. Ver M. Ross «The Possibility of Release of Cesium in a Spent Fuel Transportation Accident», University of Michigan Physics Department, January, 1974.

(261) Critical Mass. Journal, enero 1980. Por otra parte, en 1976 el Departamento de Salud de New York publicó unas regulaciones restringiendo severamente los grandes transportes de residuos radiactivos. El 7 de junio de 1978, Luisiana prohibió el transporte de residuos radiactivos de alto nivel en su Estado. Minnesota requiere una aprobación legislativa antes de que los residuos nucleares puedan ser transportados a través del Estado. North Carolina, Connecticut, Rhode Island requieren una notificación previa. En Cleveland se exige un permiso especial, etc. Ver Critical Mass., January, 1979, en donde se señala cómo en menos de cinco años ha habido más de 328 accidentes en el transporte de material radiactivo, con 118 casos en los que produjo escapes de radiactividad, según consta en documentos federales.

(262) Critical Mass., January, 1979.

planteará, supongo que de aquí a diez años, permanecerán en las piscinas situadas en las centrales nucleares» (263). En efecto, la preocupación es lógica puesto que España, como otros países ya nuclearizados, necesita solucionar el grave problema de muchos miles de metros cúbicos de desechos radiactivos ahora almacenados provisionalmente en sus centrales nucleares, con el consiguiente riesgo adicional que ello implica. Si el problema no se visualiza será razonablemente solucionado en las próximas décadas, parece obvio que este imprevisto parámetro debiera ser internalizado como un nuevo elemento de riesgo en la política de emplazamientos nucleares, aspecto éste marginado aún hoy en el procedimiento y evaluación de ubicaciones.

En el caso alemán la falta de resolución al problema del almacenamiento definitivo de residuos nucleares ha paralizado algunos proyectos a instancias de impugnaciones públicas. Hoy existe una moratoria de facto, que se mantiene desde mediados de los 70, en la construcción de nuevos proyectos nucleares (264). En Dinamarca la paralización en la construcción de centrales nucleares está pendiente de que se encuentre una solución satisfactoria al problema de los residuos radiactivos. Varios Estados americanos han aprobado leyes, tal y como ya se ha apuntado, por las que no se concedan nuevas licencias para nuevos reactores hasta que no esté satisfactoriamente asegurada la última fase del ciclo nuclear, es decir, el seguro y definitivo almacenamiento de los residuos (265). En un reciente simposium sobre soluciones europeas a los residuos radiactivos, el representante de la República Federal de Alemania afirmó: «En Alemania se ha incorporado una rígida normativa de modo que una central nuclear no puede empezar a funcionar si no demuestra que en los primeros seis años siguientes a su puesta en funcionamiento dispone de soluciones para los residuos que genera... tiene que mostrar planes e incluso contratos» (266). Se entiende que su almacenamiento en las piscinas del reactor no puede sobrepasar de seis años, lo que no quiere decir que se resuelva esta gran dificultad del almacenamiento definitivo. Alemania estudia este problema y prevé, en caso de que den resultados positivos sus investigaciones, almacenar estos en forma-

---

(263) El País, 19 de septiembre de 1983.

(264) Dorothy Nelkin and Michael Pollak «French and German Courts on Nuclear Power», *Bulletin of the Atomic Scientist*, may 1980, pp. 36-42.

(265) Carrol L. Wilson en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, june 1979, p. 16. Según el Profesor C.L. Wilson antiguo director general de la AEC americana, parece que «estamos aún muy lejos de obtener una solución real al problema del almacenamiento de los residuos radiactivos», p. 17.

(266) Declaraciones de Carsten Salander, responsable de DWK. *El País*, 10 de noviembre de 1983.

ciones geológicas profundas (1.100 metros de profundidad) de las cavernas de sal en Gorleben, aunque no se visualiza que el depósito entre en servicio antes del año 2000, en el supuesto de que esta solución llegara a estimarse satisfactoria (267).

En suma, la irresolución del almacenamiento seguro y definitivo de los residuos nucleares de alto nivel afecta, indirectamente, a la política de ubicación de reactores que debería considerar este factor en la evaluación de emplazamientos. Esta gran dificultad tiene suficiente entidad propia como para afectar a la ubicación, con independencia de que para amplios sectores de la comunidad el problema de los residuos no sea sólo una cuestión técnica, sino de naturaleza ética y moral, ya que la energía de origen nuclear hoy consumida, dejará peligrosísimos depósitos de residuos radiactivos como herencia para futuras generaciones. Y aquí radica en esencia el gran dilema. El seguro almacenamiento de residuos es bastante más que un problema técnico al requerir formaciones geológicas e instituciones humanas estables durante miles de años lo que, evidentemente, no puede garantizar la tecnología.

#### 6.6.2. *Vulnerabilidad de los emplazamientos*

La alternativa nuclear posee unas características intrínsecas tales que sitúa a la misma en una esfera de riesgos y peligros relacionados con la vulnerabilidad de instalaciones y transporte de materiales radiactivos difícilmente existentes en otras tecnologías o formas de generación de energía. Incluso el Dr. Alvin Weinberg, el gran defensor de la alternativa nuclear se ve obligado a declarar «Nosotros las gentes de lo nuclear hemos hecho un pacto Faustino con la sociedad: ofrecemos casi la única posibilidad para un mundo tecnológicamente abundante para los billones de habitantes que vendrán a través de nuestra milagrosa, inacabable fuente de energía; pero esta fuente de energía al mismo tiempo está viciada con unos efectos potenciales paralelos que, si están incontrolados, pueden provocar un desastre» (268).

---

(267) Ver Robert O. Pohl «Will it Stay Put», en *Nuclear Power: Both Sides*, Loc. Cit., 1982, pp. 123-140. Este reconocido especialista en Física del Estado sólido analiza los problemas técnicos e institucionales de las soluciones que hoy se empiezan a manejar, aportando una copiosa bibliografía al respecto.

(268) Dr. Alvin Weinberg. Former Director Oak Ridge National Laboratory Nuclear News, december, 1971.

Además de representar objetivos potenciales en caso de conflagración bélica, las plantas nucleares, comerciales o experimentales, y los centros nucleares de reprocesamiento, ejercen también un particular atractivo para actos de sabotaje o terrorismo lo que, evidentemente, incidirá sobre las libertades públicas de los ciudadanos.

Desde estas perspectivas, los emplazamientos de instalaciones nucleares y sus entornos están sujetos a unas condiciones muy especiales. Por una parte, un accidente provocado, sea un acto de guerra al representar importantes objetivos para misiles o balística en general, o una acción de sabotaje o terrorismo susceptible de presentarse en situaciones de guerra o de paz, tendría serias y graves implicaciones en los entornos espaciales de dichas instalaciones que podrían comportarse como auténticos focos liberadores de grandes cantidades de radiactividad (269). La constatación de esta especial característica tiene, ciertamente, una inmediata respuesta por parte de los gobiernos que se ven obligados a actuar sobre las libertades públicas e individuales restringiéndolas o incluso violándolas si la interpretación del interés general les obliga a ello (270). D.D. Comey llega a la siguiente conclusión: «Cada vez es más aparente que las libertades civiles y un amplio programa de energía nuclear no son compatibles pues, el sabotaje de las plantas nucleares o el uso terrorista de material especial nuclear robado son riesgos que requieren que alteremos nuestros valores tradicionales sobre lo derechos ciudadanos y los poderes policíacos del Gobierno» (271).

Claro que también hay otros puntos de vista dentro de los históricos defensores a ultranza de la causa nuclear, como lo es Bernard L. Cohen que opina: «Si el robo de plutonio significara un problema, ello debería haber sido debatido en 1956, cuando se inició el desarrollo de la energía nuclear, y no en 1976 después de haberse gastado tanto dinero y tanto esfuerzo» (272).

---

(269) La temática relacionada con los catastróficos efectos de la destrucción parcial de las instalaciones nucleares por actos de guerra, sabotaje o terrorismo ha sido especialmente tratada, entre otros por: S. Fetter and K. Tsipis «Catastrophic Nuclear Radiation Releases», Report 5, Program in Science and Technology for International Security, Dept. of Physics, MIT, Cambridge, MA, 1980; S. Fetter and K. Tsipis «Catastrophic Releases of Radiactivity», Scientific American, 244 (4), april 1981, pp. 41-47; B. Ramberg «The Destruction of Nuclear Energy Facilities in War», Lexington Books, D.C. Heath, 1980.

(270) David Dinsmore Comey «The Perfect Trojan Horse», The Bulletin of the Atomic Scientists, June, 1976, D. Comey señala que, en relación con el atractivo nuclear para el sabotaje y terrorismo, «es obvio que nuestras libertades civiles están en grave peligro», p. 33.

(271) Ibid., p. 33.

(272) Bernard L. Cohen «The Potentialities of Terrorism», The Bulletin of the Atomic Scientists, June 1976, p. 35.

En síntesis, sobre este aspecto colateral, cuya seria discusión se inició en 1975 con el trabajo de Russell W. Ayres (273), hay ya una literatura especializada muy concreta (274) en la que, destacando el impacto sobre las libertades públicas de las sociedades en general, la región en la que se ubica la instalación resultará afectada con particular intensidad, por lo que la política de emplazamiento debe de considerar también esta servidumbre de carácter intangible que parece ir cobrando día a día más actualidad. El conocido informe «Nuclear Power Issues and Choices», destina un importante epígrafe a las libertades civiles en relación con la necesaria seguridad de los reactores, iniciando sus consideraciones con la siguiente reflexión: «Las respuestas o acciones preventivas pueden chocar con las libertades y derechos civiles de los empleados en la industria nuclear, aquellos que vivan o trabajen cerca de las centrales nucleares, y los ciudadanos en general» (275).

Este mismo argumento del atractivo de las grandes instalaciones nucleares para actos de sabotaje, terrorismo o como objetivos en caso de guerra es frecuentemente manejado en la crítica que se hace de los sistemas energéticos altamente centralizados. La vulnerabilidad de los sistemas eléctricos fuertemente sincronizados y con pocos pero grandes centros generadores de energía, se produce tanto en el caso de centrales nucleares como en el de centrales convencionales. Sin embargo, cuando el objetivo son instalaciones nucleares se consigue, además de dejar sin energía grandes áreas de un territorio, catastróficos accidentes con graves implicaciones sobre la población y recursos de

---

(273) Russel W. Ayres «Policing Plutonium: The Civil Liberties Fallout Harvard Civil Rights-Civil Liberties. Law Review, 10:2, Spring, 1975, p. 369.

(274) Cronológicamente, los trabajos más conocidos sobre esta dimensión de la alternativa nuclear, tras el trabajo de R. W. Ayres, han sido: T. B. Dyk et al., «Civil Liberties Implications of a Safeguards Program for Special Nuclear Material in the Private Nuclear Power Industry», report to the U. S. NRC, Washington, D. C. Wilmer, Cutler and Pickering, 1975; «The Impact of Intensified Nuclear Safeguards on Civil Liberties», Report of a Conference at Stanford Law School (USA), held at the request of the NRC, oct. 1975; Royal Commission on Environmental Pollution, Sixth Report, 1976, Chap. VII, Loc. Cit.; M. Flood and R. Grove-White «Nuclear Prospects. A Comment on the Individual, the State and Nuclear Power, London FOE Ltd/CPRE/NCCL 1976, pp. 3-29; Memorandum on Nuclear and Other Programs Affecting Civil Liberties: American Civil Liberties Union (ACLU) March, 1976, Ranger Uranium Environmental Inquiry First Report, Camberra: Australian Government Publishing Servie, Cap. 14, 1976; Nuclear Energy Policy Study Group, «Nuclear Power Issues and Choices», Cambridge, Mass, Ballinger, Chap. 10, 1977; International Commission of Jurists, «Plutonium and Liberty», Justice, London, 1978; Gorleben International Review Panel, «Rede Gegenrede», Hannover, FRG: Ministry of Social Affairs, Vol. 4, Chap. 4.4, 1979; F. C. Ikle «Bombs and Reactors: The Nuclear Divide», Bulletin of the Atomic Scientists January, 1980, p. 41; Amory B. Lovins «Nuclear Weapons and Power Reactor Plutonium», Nature, 283, 1980, pp. 817-823; K. S. Shrader-Frenchette «Nuclear Power and Public Policy. The Social and Ethical Problems of Fission Technology», D. Reidel Publishing Company, 1980; Robert Jungk, «El Estado Nuclear», Crítica, E. G. Grijalbo, 1979.

(275) Nuclear Power. Issues and Choices. Report of the Nuclear Energy Policy Study Group Ford Foundation and Mitre Corporation. Ballinger, 1977, p. 312.

una amplia penumbra o región en el entorno de la instalación nuclear afectada. Existen ya detallados informes gubernamentales, al menos en Suecia y en EE.UU. denunciando este peligro y señalando cómo un sistema energético más disperso, diverso y renovable resultaría más elástico e incluso eficiente para enfrentarse con todo tipo de acciones, sorpresas e imprevistos del tipo aquí analizados (276).

En opinión de A.B. Lovins: «En una época en la que entrenados terroristas están regularmente atacando los sistemas energéticos centralizados desde Angola hasta Chile y desde Italia a Rodhesia, hacer depender la vida de la nación de sistemas tan vulnerables parece un importante acto de imprudencia» (277). Lo que aquí interesa no es la aceptación o no de esta alternativa, sino la política de ubicación y desde esta perspectiva los actos de sabotaje, terrorismo o conflagración bélica tendrán impactos adicionales de gran dimensión en las instalaciones nucleares, en relación con esos mismos hechos en centrales eléctricas convencionales.

#### 6.6.2.1. Inseguridad, sabotaje y terrorismo en las instalaciones

Ninguna zona del mundo está virtualmente vacunada contra actividades de grupos terroristas, fanáticos y visionarios que buscan notoriedad a cualquier precio. Además, los grupos terroristas y revolucionarios parecen estar destinados a crecer a medida que se incrementa la inestabilidad política en el mundo. Para todos ellos, sean del signo que sean, los reactores nucleares son, o pueden ser, atractivos objetivos para la extorsión o para generar una gran catástrofe a un país. Catástrofe que, evidentemente, se agravaría en la medida que la instalación nuclear esté ubicada próxima a importantes concentraciones de población que pudieran resultar afectadas por los impactos de la liberación de grandes cantidades de radiactividad sobre el entorno.

Por una parte estaría la acción dirigida a usurpar, en la misma instalación nuclear o durante el transporte del material nuclear, elementos fisionables o susceptibles de transformarse en tales. El tema

---

(276) FOA (Forvaretsforskningsanstalt). Study of Vulnerabilities of the Swedish Energy System. Fack, Stockholm, 1981; A.B. Lovins and L.H. Lovins «Energy Policies for Resilience and National Security», Report to President's Council on Environmental Quality for U.S. Federal Emergency Management Agency. FEMA, 1981. Este último trabajo ha sido publicado también bajo el título «Brittle Power: Energy Strategy for National Security» por Brick House Publishing Co., 1982.

(277) Amory Lovins and L. Hunter Lovins «Energy-What's the Problem, en The Ecologist, Vol. II, n.º 6, 1981, p. 311.

de la proliferación nuclear a través de la desviación o utilización de la tecnología pacífica para la construcción de armamento nuclear viene siendo extensa y rigurosamente tratado por la prestigiada revista *The Bulletin of the Atomic Scientists*. Un relativamente reciente trabajo de Richard Ausness sistematiza magistralmente esta grave y real amenaza (278).

Por otra, estaría aquella acción destinada a utilizar a la instalación nuclear como objetivo a destruir por el imprevisible efecto arrastre y de gran publicidad de esa acción terrorista. También podría utilizarse la amenaza sobre la instalación como extorsión para conseguir otros fines. Estos dos últimos casos son los que deberían ser objeto de atención especial en la política de ubicación de reactores.

Han sido diversas las voces prestigiadas que, particularmente desde principios de la década del 70, mostraron preocupación por este problema. Hannes Alfvén enfocaba esta dimensión oculta de la energía nuclear en los siguientes términos:

«La energía de fisión es sólo segura si una variedad de aspectos críticos funcionan como deberían funcionar, si un importante número de personas en puestos clave siguen todas sus instrucciones, si no hay sabotajes, si no se secuestran los transportes radiactivos, si ninguna instalación de procesamiento del fuel o almacenamiento está situada en una región con conflictos o actividades guerrilleras, y si ninguna revolución o guerra —incluso una convencional— tiene lugar en estas regiones... No pueden permitirse actos de fe» (279).

También un antiguo director de la U.S. Atomic Energy Commission, Manning Muntzing, mostró su preocupación en términos reveladores: «Una banda sofisticada de terroristas bien entrenados podría perfectamente ocupar una central nuclear cercana a una gran ciudad y destruirla de tal forma que mueran cientos —quizás miles—

---

(278) Richard Ausness «Putting the Genie Back in the Bottle U.S. Controls Over Sensitive Nuclear Technology», *The George Washington Journal of International Law and Economics*. Vol. 16, n.º 1, 1981, pp. 65-119. Quizás uno de los trabajos pioneros en la denuncia pormenorizada de esta vinculación usos pacíficos-usos bélicos, se encontraría en el conocido trabajo de Gilinsky, «Military Potential of Civilian Nuclear Power» in *Nuclear Proliferation: Prospects for Control*, B. Borskey and M. Willrich eds., 1970. En español ver José Allende «Armamento Nuclear, Energía Nuclear y Política Internacional», 1976, Loc. Cit. Uno de los últimos análisis más completos sobre el tema se encontrará en: A.B. Lovins and L.H. Lovins «Energy/War: Breaking the Nuclear Link», FOE. San Francisco, Harper and Row, New York, 1981.

(279) Dr. Hannes Alfvén. Premio Nobel de Física. *The Bulletin of the Atomic Scientists*, may 1972. Ver también para una visión posegada del problema «Nuclear Power Issues and Choices» Report of the Nuclear Energy Policy Study Group, Ford Foundational MITRE, Corp. Part III, Nuclear Proliferation and Terrorism, pp. 269-317, Ballinger, 1977.

de personas» (280). Ese mismo año 1973, la prestigiada «Pugwash Conference's Working Group on Radiative Pollution of the Environment» concluyó su informe de septiembre, haciendo también alusión a su temor por el sabotaje o actos de guerra: «Debido a los problemas potencialmente graves y aún no resueltos relativos al almacenamiento de residuos, desaparición de material fisionable y escapes de radiactividad procedentes de accidentes, desastres naturales, sabotaje, o actos de guerra, la racionalidad de un compromiso con la energía nuclear de fisión, como fuente de energía principal para el hombre, debe cuestionarse seriamente en el presente». Hay que enfatizar que esta Conferencia cuenta entre sus miembros a reconocidos científicos de todo el mundo (281).

El conocido informe Energy Policy Project of the Ford Foundation, llama particularmente la atención en su informe de 1974 sobre esta amenaza implícita en la alternativa nuclear calificándola de «actos de violencia nuclear» (282). En la misma línea manifiesta su preocupación el Informe Flowers de la Royal Commission británica, citando explícitamente el peligro de accidentes por sabotajes, el riesgo para las libertades civiles, etc. (283).

Aunque aquí se centre la temática en torno a una sola fase del ciclo nuclear, las centrales nucleares, es evidente que a lo largo de

---

(280) M. Muntzing, citado en L. Dye, «Nuclear Energy: Great Hopes, Great Problems», Los Angeles Times, Dec. 17, 1973. Similares premoniciones fueron también expresadas por la U.S. General Accounting Office. Comptroller General to Dixy Lee Ray, Chairman, Atomic Energy Commission, oct. 16, 1974 (B-164105).

(281) Entre los miembros de la Pugwash Conference's Working Group on Radiative Pollution of the Environment están: Dr. Hannes Alfvén, Physicist, Premio Nobel, Royal Institute of Technology, Stockholm and University of California at San Diego; Dr. Etienne Bauer, Assistant Director, Organisation des Sciences et Technique Nucleaires, Paris, France; Dr. S. Bjornholm, Physicist, Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark; Dr. E. Broda, Radiochemist, University of Vienne, Austria; Dr. Bernard T. Feld, Professor of Physics, Mass. Institute of Technology; Dr. Kirstin Hanzon, Physicist, IVA Stockholm; Dr. John Holdren, Physicist, University of California at Berkeley; Dr. P. Jauno, Physicist, Memorial Finnish Academy of Sciences, Helsinki, Finland; Dr. Peter Kapitza, Physicist, Technical Institute, Moscow; Dr. V. Kuleshov, Physicist, Soviet Academy of Science, Moscow; Dr. E. Leibnitz, Geologist, Academy of Science, German Democratic Republic; Dr. S. Lifson, Biophysicist Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel; Dr. M.A. Markov Physicist, Soviet Academy of Science, Moscow; Dr. J. Rotblat, Physicist, Dpt. of Physics, St. Bartholomew's Hospital Medical College, University of London; Dr. P.B. Smith, Physicist, Groningen, The Netherlands; Dr. A. Vuorinen, Physicist, Institute of Radiophysics, Helsinki, Finland; Dr. H. Wergeland, Physicist, Royal Norwegian Academy of Science, Trondheim; Dr. V. Zoubek, Geologist, Geological Institute of Czechoslovakian Academy of Science.

(282) «A Time to Choose. America's Energy Future. Energy Policy Project of the Ford Foundation. Ballinger, 1984, pp. 211-215.

(283) Nuclear Power and the Environment, Royal Commission on Environmental Pollution, 1976, Loc. Cit., p. 3; Este conocido informe destina su capítulo VII al problema del sabotaje, actos terroristas y efectos sobre las libertades civiles, pp. 81-82 y 121-130.

todo el ciclo nuclear se ofrece un abanico de potenciales objetivos para los terroristas: plantas de enriquecimiento, instalaciones de fabricación del fuel, centrales nucleares, piscinas de refrigeración del fuel irradiado ubicadas en el emplazamiento de los reactores, plantas de reprocesamiento y tanques de almacenamiento de los residuos líquidos de alto nivel (284). Existen pocas tecnologías de vanguardia que ofrezcan un grado tan amplio de vulnerabilidad. Tal y como recientemente apuntaba William Walker «La vulnerabilidad de la energía nuclear frente a la inestabilidad política resulta de la concentración poco frecuente y de la interrelación de sus actividades. Algunos fallos en el ciclo pueden llevar la totalidad de la empresa a un paro generalizado. La acción política no puede detener el proceso de los microprocesadores, pero sí el de la energía nuclear» (285).

El terrorismo en general, definido como «el uso de intimidación coercitiva por motivos políticos» (286), teniendo muchos siglos de existencia, está alcanzando grados de sofisticación y refinamiento tales que resultaría de una gran ingenuidad pensar que el ciclo nuclear y en concreto las centrales nucleares, no figuren entre sus objetivos. De hecho ya existe una larga lista de actos de sabotaje y terroristas contra centrales nucleares. Como M. Flood describe: «En la continua búsqueda de nuevas dimensiones en el terror, de nuevos objetivos y vulnerabilidades, creo que los terroristas se dirigirán a la energía nuclear. Es más, la iniciativa ha sido ya tomada. Instalaciones nucleares han sido amenazadas, bombardeadas y saboteadas» (287). Afortunadamente sin que aún se haya producido una gran catástrofe, pero todo parece cuestión de esperar cuándo se producirá y dónde. Como la conocida MITRE Corporation señala en un informe elaborado para la NRC por un grupo de doce de los mejores expertos en EE.UU. en temas relacionados con el sabotaje y terrorismo: «Los grupos terroristas pueden encontrarse en situaciones políticas en las que sientan que no tienen nada que perder realizando un acto, por muy brutal que parezca. Los terroristas pudieran sabotear una central nuclear como un acto de venganza. Alternativamente, pudieran muy bien atacar y tomar el control de una instalación nuclear, manteniendo la amenaza de su destrucción a menos que se cumplan ciertas demandas. Estos

---

(284) M. Flood, «Nuclear Sabotage», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, oct. 1976, ofrece en la referencia 20, p. 36, una amplia relación de trabajos en apoyo de estas posibilidades del ciclo del fuel nuclear. Su excelente trabajo sistematiza de forma magistral esta conflictiva dimensión de las centrales nucleares.

(285) William Walker «Perspectivas de la Energía Nuclear en la década de los 80», en *Economía Industrial*, n.º 211/212, julio-agosto, 1981, p. 17.

(286) Paul Wilkinson «Political Terrorism», New York, Mac Millan, 1974.

(287) M. Flood, *Loc. Cit.*, p. 30. Este autor ofrece una larga lista de sucesos, actos de sabotaje y terrorismo, en instalaciones nucleares existentes en el mundo.

grupos son ciertamente conscientes del poder que cualquier tipo de acción nuclear les daría. Esta es, realmente, un tipo de amenaza que debiera ser tomada con gran seriedad» (288). En efecto, el informe del MITRE admite y reconoce el fuerte poder publicitario del terrorismo nuclear, asumiendo que es muy probable que sea más efectivo que cualquier otra amenaza conocida. También M. Flood estima que «las instalaciones nucleares poseen características únicas que atraerán al terrorista. Son, por ejemplo, objetivos altamente prestigiosos —símbolos del progreso nacional— en los que un asalto tendría gran impacto en la prensa y desprestigio para el Gobierno» (289). Adicionalmente apunta otra serie de razones por las que las centrales nucleares pueden estar en la mente de los terroristas, aspectos éstos profusamente analizados, entre otros, por B.M. Jenkins (290), John Holdren (291), L. Douglas De Nike (292) y, recientemente por Augustus R. Norton and Martin Greenberg, eds (293).

Es totalmente factible, por otra parte, el sabotaje dentro de un recinto nuclear, tanto incidiendo sobre elementos externos, tales como el sistema de refrigeración cuando éste es agua, como sobre un determinado número de componentes críticos que resultan fácilmente identificables a través de la literatura hecha pública sobre los reactores. La inutilización de los sistemas de seguridad hasta el punto de llegar a provocar un «core meltdown» del reactor y consecuente destrucción o resquebrajamiento del edificio de contención es algo perfectamente realizable (294). Sólo un pequeño incendio provocado fortuitamente por una vela en un grupo de cables eléctricos de la Central de Browns Ferry en Alabama, estuvo a punto de provocar una catástrofe el 22 de marzo de 1975.

Aunque lo normal es que el peligro venga de fuera del recinto, cada vez es mayor el número de anomalías y riesgos que son

---

(288) «The Threat to Licensed Nuclear Facilities», MTR-7022, MITRE Corporation, McLean, Virginia, sept. 1975, pp. 137-138.

(289) M. Flood, *Loc. Cit.*, p. 32.

(290) B.M. Jenkins «Will Terrorist go Nuclear?», Discussion Paper, n.º 64, California Seminar on Arms Control and Foreign Policy, oct. 1975.

(291) John Holdren «Hazards of the Nuclear Fuel Cycle», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, oct. 1974.

(292) L. Douglas de Nike «Radiative Malevolence», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, feb. 1974; L. Douglas de Nike «Nuclear Safety and Human Malice», *Mimeo University of Southern California School of Medicine*, 1972.

(293) «Studies in Nuclear Terrorism», Edited by Augustus R. Norton and Martin Greenberg, G.K. Hall and Company, 1982.

(294) Ver S. Burnham et al., «The Threat to Licensed Nuclear Facilities», MITRE Corp. Study for U.S. NRC, MTR-7022, sept. 1975, p. 102; Kevin P. Shea «An Explosive Reactor Possibility» *Environment*, 18: 1, jan/feb. 1976.

susceptibles de originarse en el interior, entre el personal que trabaja en las instalaciones nucleares, lo que resulta aún mucho más grave.

Los actos de sabotaje en EE.UU. parecen incrementarse de año en año, pasando desde uno en 1980, a cuatro en 1981 y seis en 1982 (295), incidentes que la NRC califica de «Vandalism». Parece claro que la mayoría de dichos actos se cometieron por personal que trabaja en los reactores, a pesar de la cuidadosísima selección del mismo. El problema del uso de drogas es quizás el problema más importante por el que se llega a las situaciones más inimaginables. Los casos de la Central nuclear de Diablo Canyon (Turkey Point), donde siete guardias estaban implicados en el consumo de drogas, y la planta de Zion, en la que el supervisor de la fuerza de seguridad y el propio jefe del cuerpo de seguridad aparecieron implicados en el consumo de drogas, son significativos (296). Recientemente, la prensa se hacía eco de nuevo de este problema: «Preocupa el consumo de drogas entre empleados de plantas nucleares de EE.UU. El consumo de cocaína, marihuana, hachís y otros alucinógenos por empleados que trabajan en plantas nucleares comienza a preocupar a la Administración Federal norteamericana. Se ha hecho pública la detención de unas treinta personas por este tema, incluidos tres guardias de seguridad de la planta de Diablo Canyon, en California. Los sospechosos fueron detenidos por vender cocaína en el centro atómico. En agosto pasado, guardias del centro atómico de San Onofre fueron sancionados por consumo de estupefacientes» (297).

Muchos países, desde hace ya varios años, refuerzan insistentemente sus sistemas de alarma en las plantas nucleares de cara a las incursiones que provengan del exterior. Electricité de France ha llegado incluso a levantar una colina artificial en el emplazamiento de su reactor breeder Super Phenix, con objeto de evitar posibles ataques desde el otro lado del río (298). También el Gobierno Británico tomó una medida, poco común en Gran Bretaña, al armar a la policía especial de la Atomic Energy Authority que vigila los emplazamientos (299). En EE.UU., por otra parte, durante 1982 se produjeron más de sesenta amenazas a las instalaciones nucleares, según documentos de la NRC (300). En este último país, la vulnerabilidad de

---

(295) Critical Mass, sept. 1983, p. 5.

(296) *Ibid.*, p. 5.

(297) El País, 3 dic. 1983.

(298) Nuclear Engineering International, 20: 346, nov. 1975, p. 901.

(299) Atomic energy Authority, Special Constables Bill, Bill 70, Hansard 906: 57, feb. 26, 1976, p. 701.

(300) Critical Mass, sept. 1983, p. 4.

los reactores nucleares quedó patente tras una sesión del Congreso en Septiembre de 1982. El Congreso se quedó atónito al conocer el resultado de unas pruebas experimentales realizadas en 1980 sobre la seguridad física de la central Savannah River Plant, de la que se extrae plutonio para armas nucleares. En ese experimento, siete hombres demostraron la sorprendente facilidad con que accedieron y tomaron el control de toda la planta (301).

La accesibilidad, el sabotaje y las acciones terroristas sobre centrales nucleares son pues, posibilidades muy reales. El propio Gobierno federal de los EE.UU. ha hecho públicos al menos seis documentos explicando formas de penetrar en las centrales nucleares y otras instalaciones atómicas. El informe ilustrado de la NRC «Barrier Penetration Data Base», hecho público en junio de 1979 (302), describe treinta y dos barreras físicas de seguridad existentes en las centrales nucleares, indicando incluso la cantidad exacta de explosivos necesitada para romper las barreras, además del tiempo requerido para traspasar las mismas. Este trabajo se soporta en el informe aún más extenso, de trescientas páginas, «Barrier Technology Hand Book» preparado en 1977 para el Department of Energy (DOE) por Sandia Laboratories of New México, en el que se describen métodos de penetración a través de más de ciento treinta barreras físicas de las instalaciones energéticas del DOE. Ambos documentos son públicos. Además, y por si fuera poco, del National Technical Information Service en Springfield, Va, pueden obtenerse otros informes incluido:

- Una valoración de la U.S. Army, relativa a las debilidades o deficiencias de los sistemas de detección en algunos emplazamientos nucleares.
- Una guía de MITRE Corp. para evaluar las barreras de seguridad, alarmas y sistemas generales de seguridad.
- Un sofisticado código de computador de Sandía Laboratories para determinar la mejor ruta de un saboteador de la central, etc. (303).

Ignorar, como parece pretenden hacer la industria nuclear y los organismos públicos nucleares, todos estos aspectos analizados, es practicar necia e irresponsablemente, la política de la avestruz.

---

(301) Ibid., p. 4.

(302) Anthony Fainberg et al. «Barrier Penetration Data Base», U.S. NRC, june, 1979.

(303) Ver Washington Post, 23 july, 1980.

### 6.6.2.2. Objetivos militares en caso de conflictos políticos o guerras

Este aspecto de las instalaciones nucleares directamente vinculado con el sabotaje o terrorismo, tiene una dimensión no menos importante en relación con la política de ubicación de reactores nucleares.

Por una parte, la estrecha conexión existente entre la utilización bélica y pacífica del átomo introduce elementos conspicuos que deberían reflejarse en la valoración de los emplazamientos seleccionados.

Por otra, el que las plantas nucleares representen objetivos potenciales en caso de conflicto o conflagración bélica, es un hecho real irrefutable, con consecuencias catastróficas en un amplio entorno del emplazamiento, que debería también incidir inexcusablemente en una política racional de ubicaciones.

El CSENE británico, incidía recientemente sobre el tema en un conocido informe dirigido por Sir Kelvin Spencer, figurando entre sus conclusiones y recomendaciones el siguiente punto: «Los reactores nucleares serán unos objetivos obvios en tiempo de guerra, ya sea ésta termonuclear o convencional» (304). Con anterioridad, en 1976, el comentado Informe Flowers de la Royal Commission on Environmental Pollution había ya sido suficientemente explícito: «...En una guerra nuclear los efectos de un ataque sobre las instalaciones nucleares será una parte de la catástrofe general, pero, un ataque con armas convencionales que provoquen el desprendimiento de radiactividad produciría algunos de los efectos de una bomba nuclear. Las cantidades de productos de la fisión nuclear que podrían liberarse son enormes y ellos no se escaparían a la estratosfera», señalan con cierto humor inglés (305). «Los efectos de la guerra, incluso convencional, son inevitablemente horribles, pero si estos efectos pueden agravarse aún más por un ataque sobre las instalaciones nucleares, entonces éste es un factor muy importante a considerar cuando se decida entrar, o hasta qué punto, en el uso de la energía nuclear». El Informe de la Royal Commission británica llega aún más lejos cuando afirma: «Si la energía nuclear se hubiera desarrollado antes, y si hubiera habido plantas nucleares por Europa durante la última guerra, es probable que algunas zonas de la Europa Central estarían aún hoy inhabitables

---

(304) «Nuclear Energy: The Real Cost». A Special Report of the Committee for the Study of the Economies of Nuclear Energy (CSENE). Informe recogido en *The Ecologist*. Vol. II, n.º 6, 1981, p. 257.

(305) Informe Flowers, RCEP, pp. 123-124.

debido a la contaminación del suelo por Cesio» (306). Víctor Glilinsky, comisionado desde 1975 en la U.S. NRC estima, tras muchos años trabajando en los problemas relacionados con la proliferación nuclear horizontal, que la conexión entre las actividades nucleares civiles y la difusión de armamento nuclear es intensa (307). Este problema está presente, desde hace muchos años, en multitud de artículos de la prestigiosa revista *The Bulletin of the Atomic Scientists*, siendo quizás la razón crucial de la propia existencia de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) con sede en Viena. En consecuencia, además de ser objetivo para grupos terroristas, las centrales nucleares productoras de plutonio aquí analizadas (308), suponen también objetivos estratégicos a nivel político al producir elementos o materias fisionables susceptibles de utilizarse, previo tratamiento químico por ejemplo, en la fabricación de armamento nuclear. Estas características provocan el que los reactores nucleares puedan resultar de interés en la sustracción de material irradiado para luego extraer plutonio fisionable (309) o, por otro lado, objetivos a destruir para evitar que el país poseedor de la instalación nuclear la utilice en la posterior construcción de armamento nuclear. Ambas estrategias confieren a las instalaciones y su entorno de unos riesgos importantes. Adicionalmente, pueden significar objetivos a destruir en caso de guerra por los efectos multiplicadores que la liberación de radiactividad provocaría en un amplio entorno territorial, tal y como ya se ha comentado.

Personas con experiencia en química y metalurgia pueden por procedimientos químicos extraer plutonio fisionable (Pu-239 o Pu-240), que es también un explosivo potencial, aunque de menor valor comercial, del fuel irradiado en un reactor convencional. Durante el proceso químico y su fabricación, la accesibilidad al plutonio puede provenir de:

---

(306) *Ibid.*, p. 124.

(307) Victor Glilinsky «Nuclear Reactors and Nuclear Bombs», *Chemical and Engineering News*, January, 1981. Reproducido en *Not Man Apart*, May, 1981, pp. 16-17 y 20.

(308) Para el caso de otros tipos de reactores nucleares y otros materiales fisionables ver J. Allende «Energía Nuclear, Armamento nuclear y política internacional», *Loc. Cit.* Ver también M. Willrich and Theodore Taylor «Nuclear Theft: Risks and Safeguards», *Study Commissioned by the U.S. Ford Foundation, Ballinger Ltd, Cambridge, Mass. 1974*, donde se ofrece información sobre los posibles riesgos de robos que pueden suceder en las diferentes fases del ciclo nuclear. Asimismo De Nicke, *Loc. Cit.* trata del tema.

(309) A.B. Lovins «Nuclear Weapons and Power-Reactor Plutonium» *Nature*, 283, 1980, pp. 817-823; Ver también A.B. Lovins «Thorium Cycles and Proliferation», *The Bulletin of the Atomic Scientists* 35 (2) 1979, pp. 16-22. Sir Brian Flowers, Chairman of the Royal Commission on Environmental Pollution declaró: «No creo que sea una cuestión sobre si alguien deliberadamente adquirirá plutonio con propósitos de temor o chantaje, sino solamente de cuándo ocurrirá y con qué frecuencia», *National Energy Conference*, June, 22, 1976.

- una solución de nitrato de plutonio.
- en forma de «plutonium oxide powder».
- Mox (Mixed Oxide), óxido de plutonio íntimamente fundido con óxido de uranio.

Posteriormente, puede obtenerse el Plutonio metal a través de procesos que están reflejados en la literatura existente sobre el tema (310).

Por otra parte, y en relación ya con organizaciones políticas de países interesados en ello, un informe del Oak Ridge National Laboratories reveló en 1977, cómo una planta casera, «quick and dirty», de reprocesamiento puede construirse en 4 o 6 meses con un equipamiento relativamente sencillo. En siete días la planta podría transformar fuel ordinario utilizado en un reactor, en plutonio, a una tasa de 100 Kg/mes, es decir, suficiente para diez bombas atómicas (311).

Con respecto a otra de las posibilidades visualizadas, su destrucción, los casos de Irán, Irak, Israel y Sudáfrica parecen suficientemente sintomáticos. Afortunadamente, cuando las instalaciones nucleares fueron atacadas, aún no habían entrado en funcionamiento.

A finales de septiembre de 1980, Israel aconseja a Irán que bombardee «urgentemente» el reactor atómico Osirak, reactor experimental francés de 70 Mwe, con uranio altamente enriquecido como combustible y situado en la localidad iraquí de Tammuz, a 30 Km. de Bagdad (312). El 30 de septiembre, la aviación iraní bombardeó el Instituto de Investigación Nuclear de Tammuz sin conseguir destruir el reactor. El Comité para la Salvaguarda de la Revolución Islámica del Irán reivindicó el ataque (313). Ante el temor de que Irak utilizara el reactor con fines de fabricar armamento nuclear, tanto Irán como Israel habían mostrado en diversas ocasiones su inquietud con respecto al reactor de Tammuz. Afortunadamente, Osirak no estaba aún en funcionamiento, lo que no impidió que se produjera el pánico en Bagdad ante el temor de que les alcanzaran las emanaciones radiactivas (314). En cualquier caso ello evidencia la extremada vulnera-

---

(310) Willrich and T. Taylor, Loc. Cit., pp. 14-15, Ver L. Douglas De Nike, Loc. Cit. donde se analizan las potencialidades del plutonio como «agente de dispersión tóxico» extremadamente peligroso, pues pudiera existir una amplia gama de motivos posibles que indujeran a individuos o grupos a utilizarlo como arma de sabotaje y extorsión. Ver también D. Krieger «Nuclear Power: A Trojan Horse for Terrorists», en Ch. 6, «Nuclear Proliferation Problems» SIPRI, Stockholm, 1974, pp. 187-198.

(311) Not Man Apart. FOE. USA, june, 1983, p. 21.

(312) El País, 28/sept/1980.

(313) «El País», 11 de oct. 1980.

(314) Gazette Nucleaire 38, sept.-oct. 1980, p. 9.

bilidad de las instalaciones nucleares en casos de conflictos políticos y, en consecuencia, el riesgo a que están sujetas las zonas de los entornos de las mismas.

Ante la insistencia de Irak de iniciar el funcionamiento de su centro nuclear, el 7 de junio de 1981 bombarderos israelíes destruyen completamente el centro nuclear de Tammuz antes de que éste se pusiera en funcionamiento, como comunicó el Gobierno de Israel «ya que la radiactividad que habría provocado un bombardeo durante la fase activa afectaría a miles de ciudadanos iraquíes inocentes». Nuevamente se demuestra el peligro de los reactores y su entorno al ser objetivos estratégicos (315).

Israel es un país, por la inestabilidad geo-política que le caracteriza, que ha reflexionado sobre este peligro. Así, Ira J. Winn y Anthony Peranio afirman: «El coste de la opción nuclear para Israel puede ser prohibitivo... particularmente debido a que las plantas necesitarían ser subterráneas para su máxima seguridad... En el supuesto de que un accidente en el corazón del reactor o una explosión causara la ruptura de la estructura de contención con un «meltdown», la práctica totalidad de Israel se vería rápidamente afectada por el peligro de radiactividad» (316). La seguridad nacional, de su territorio parece priorizarse a la hora de diseñar su modelo energético, buscándose más sistemas de producción de energía dispersos que ofrezcan mayor garantía desde el punto de vista de la seguridad. Winn y Peranio concluyen «La amenaza que supone para Israel las centrales nucleares puede ser mucho mayor que sus promesas en cuanto a la “seguridad energética”... Un serio accidente o un exitoso ataque de un comando tendría unas desastrosas consecuencias nacionales» (317).

A finales de diciembre de 1982, la central nuclear de Koeberg, en Africa del Sur, con dos reactores uno de los cuales iba a ser cargado de combustible en los próximos días, quedó seriamente dañada tras un atentado que reivindicó el Movimiento Anti-Apartheid Africano, concretamente la rama militar del Congreso Nacional Africano (ANC). El atentado sobre esta primera central nuclear sudafricana se llevó a cabo pese a grandes medidas de seguridad instaladas en la misma (318).

---

(315) Gar Smithx «Nuclear Reactors and Nuclear War», Not Man Apart, june 1983, pp. 12 y 13. Para un análisis del significado de este ataque ver: Anthony Fainberg «Osirak and International Security» The Bulletin of the Atomic Scientist, oct. 1981, pp. 33-36.

(316) Ira J. Winn and Anthony Peranio «Israel's Energy Dilemma», The Bulletin of the Atomic Scientist, april 1980, p. 58. Conviene recordar que Israel representa una sexta parte del tamaño del Estado de Pennsylvania.

(317) Ibid., p. 59.

(318) El País, 20 y 21 de diciembre de 1982; Ver también Critical Mass, january, 1983, p. 3.

Existen ya poderosas organizaciones terroristas a escala internacional que prestan su sofisticación y sus servicios a determinados intereses nacionales, por lo que no es necesaria una conflagración bélica convencional para realizar un espectacular atentado de nefastas consecuencias sobre una central nuclear o un centro de experimentación (319). Si a ello se añade la creciente ausencia de estabilidad social y política presente en el mundo, parece razonable internalizar estos factores no sólo en las políticas energéticas, sino también, y fundamentalmente, en las políticas de ubicación de reactores nucleares.

Recientemente se han realizado trabajos en este sentido que pueden resultar premonitorios (320). Kosta Tsipis and Steve Fetter, dos científicos del MIT, investigaron la eventualidad de un ataque con misiles nucleares a reactores nucleares de EE.UU. «La zona letal de detonación de la bomba en el reactor alcanzará más de 500 millas<sup>2</sup>, es decir, una zona tres veces mayor que la zona letal creada únicamente por la detonación de la bomba» (321). Más adelante estos autores señalan «El espacio de tiempo en que un área permanecerá inhabitable... es significativamente mayor en el caso en que se dé una combinación bomba-reactor» (322). Mientras que la bomba produce generalmente isótopos de corta vida, un reactor nuclear destruido dispersará, sin embargo, isótopos de larga vida sobre el territorio que permanecerá inaccesible durante decenas de años (323).

Cuando hay amenazas de guerras las instalaciones nucleares adquieren una preocupante dimensión nacional, habiendo sido descritas en círculos de la defensa civil como «caballos troyanos» (324). Como muy acertadamente apunta M. Flood en su excelente trabajo «Desafortunadamente para la industria nuclear y, por supuesto, para las poblaciones de su entorno, las instalaciones nucleares suponen

---

(319) Ver B.M. Jenkins «High Technology Terrorism and Surrogate War: The Impact of New Technology on Low Level Violence», RAND Paper Series, p. 53339, January, 1975. Más recientemente Amory Lovins «Brittle Power: Energy Strategy for National Security», Brick House, Mass, 1982, ofrecen una relación de acciones terroristas contra centrales nucleares, así como lúcidas reflexiones sobre el problema.

(320) Ramberg, B. «The Destruction of Nuclear Energy Facilities in War». Lexington Books (D.C. Heath). Lexington, NA, 02173, 1980.

(321) S. Fetter and K. Tsipis «Catastrophic Release of Radiactivity», Scientific American, 244 (4), April, 1981, pp. 41-47. Artículo reproducido en Not Man Apart, FOE, June 1983, p. 12; Según M. Flood «Nuclear Sabotage». Loc. Cit., «ninguna instalación nuclear de superficie podría evitar su bombardeo con artillería moderna», p. 33.

(322) Ver Not Man Apart, June, 1983, Loc. Cit., p. 12.

(323) Ver S. Fetter and K. Tsipis «Catastrophic Nuclear Radiation Releases», Report 5, Program in Science and Technology for International Security, Dep. of Physics, MIT, Cambridge, MA. 02139.

(324) David Kireger, 1974, Loc. Cit. Citado también por M. Flood, Loc. Cit., p. 33.

atractivos objetivos para la extorsión terrorista. Tienen unos enormes inventarios de materiales radiactivos y el temor a la radiactividad añade una nueva dimensión al terror» (325). La cuestión sin embargo no se limita exclusivamente a los grupos terroristas. La creciente inestabilidad entre bosques y países a lo largo y ancho del mundo sitúa, inevitablemente, a las instalaciones nucleares como objetivos prioritarios en casos de conflagración bélica, sin necesidad incluso de llegar a extremos catastróficos, como evidencias los casos de Israel con Irak y Sud-Africa.

El informe oficial británico de la Royal Commission es tajante: «Las instalaciones nucleares —refiriéndose a las centrales nucleares— podrían muy bien ser los primeros objetivos en tiempos de guerra... El riesgo de un serio escape de radiactividad de un reactor u otras instalaciones nucleares se incrementará sustancialmente por actos de guerra o sabotaje...» (326).

La vinculación de estos serios problemas con la ubicación de reactores debería estar mucho más presente de lo que hoy parece estar en las políticas de ubicación y selección de emplazamientos pues «Estamos rodeando muchas de nuestras ciudades con reactores nucleares cuyo corazón contiene cientos de veces los productos de fisión que se liberaron en un arma como fue la bomba de Hiroshima. El contenido radiactivo de estos reactores puede dispersarse sobre una gran área mediante el uso de explosivos convencionales, fácilmente obtenibles por terroristas o criminales. Un reactor nuclear en la proximidad de una gran ciudad es un perfecto caballo de Troya» (327).

### 6.6.3. *Ausencia de credibilidad en la industria nuclear y organismos públicos reguladores*

La historia hasta el presente que han ido construyendo en torno a la alternativa nuclear la industria y los organismos públicos reguladores, fundamentalmente la AEC y NRC americanos (328), es suficientemente confusa, llena de oscurantismos, ocultaciones y enga-

---

(325) Michael Flood, *Loc. Cit.*, p. 30.

(326) Royal Commission on Environmental Pollution, *Sixth Report*, *Loc. Cit.*, p. 192.

(327) D. Dinsmore Comey, 1976, *Loc. cit.*, p. 33.

(328) La U.S. AEC y la NRC son organismos reguladores con competencias sólo en EE.UU. pero, su influencia en las normas, regulaciones y recomendaciones que puedan estar vigentes en los países que dispongan de reactores LWR, Westinghouse o General Electric, es de tal calibre, que la práctica totalidad de los países ya nuclearizados del mundo occidental han desarrollado sus programas bajo el abanico de la legislación, criterios, guías y códigos de los organismos nucleares americanos.

ños, como para generar fuertes desconfianzas y reticencias por parte de las comunidades asentadas en las regiones donde se pretendan instalar centrales nucleares.

Esta razonable y justificada desconfianza representa también un factor intangible de gran trascendencia en la política de ubicación de reactores, al menos hasta que esta imagen pública se desvanezca, para lo que aún tendrán que pasar muchos años.

Lo cierto es que la euforia nuclear de los inicios, nacida para calmar las angustias de la utilización bélica del átomo, conformaría y mediatizaría el posterior desarrollo de la energía nuclear o programa eufemísticamente denominado «átomos para la paz», en un ciego afán por eliminar el trágico sentido de culpabilidad de científicos, gobierno y pueblo americano en general. Sólo así, y plegándose inmoralmente a los intereses financieros o de la industria nuclear, se entiende la falta de ética en la actuación de la AEC americana a partir de su nacimiento en 1946 (329).

William Walker, en su reciente análisis sobre las perspectivas de la energía nuclear durante la década de los 80 concluía «Los fundamentos de la oposición pública a la energía nuclear son complejos... El punto común es la desconfianza: desconfianza en una tecnología grande, nueva, complicada y potencialmente peligrosa; y desconfianza en las instituciones centralizadas que la han desarrollado y promocionado» (330).

Las denuncias y las críticas a los organismos reguladores americanos, son enormemente significativas en este contexto pues, un país como EE.UU., cuna de la democracia en el sentido que hoy se interpreta en Europa, capaz de generar casos como «Water Gate», de desarrollar una Ley como la Freedom of Information Act, que busca la máxima transparencia en la toma de decisiones públicas, no es fácil de encontrar en el resto del mundo democrático nuclearizado, independientemente de las críticas que en otros importantes temas se le puedan hacer.

El 10 de noviembre de 1978, el New York Times publica con grandes titulares en su primera página «Documentos de la AEC muestran que al menos durante los últimos diez años, la Agencia Guber-

---

(329) Para una evolución pormenorizada de la historia interior de este organismo ver el excelente trabajo de Daniel Ford «The Cult of the Atom. The Secret Papers of the Atomic Energy Commission». Simon and Schuster, Loc. Cit. 1982.

(330) William Walker en *Economía Industrial*, julio-agosto, 1981, Loc. Cit., p. 17.

namental ha suprimido reiteradamente estudios de sus propios científicos que demostraban que los reactores nucleares eran más peligrosos de lo que oficialmente se reconocía, o que desvelaban problemas en los sistemas de seguridad». Para esas fechas ya se habían producido muchas denuncias, incluso por científicos trabajando dentro de los organismos oficiales nucleares que, aunque no habían conseguido ser silenciadas, sí se había conseguido que se diluyeran con una tremenda propaganda orquestada fundamentalmente por la Atomic Industrial Forum, y un vano intento de desprestigiar, a través de cualquier medio, a los autores.

El Dr. George Brockett, especialista en el sistema de seguridad de reactores ECCS y reconocido por la propia AEC como uno de los mejores expertos en el tema, testificó: «Los actuales análisis de la AEC sobre seguridad de reactores son inverificables, inadecuados, incompletos e inciertos» (331). Por otra parte, J. Curtis Haire, el técnico encargado de los primeros esfuerzos de la AEC sobre investigación de los sistemas de emergencia, testificó que la AEC estaba «censurando» informes de sus laboratorios de investigación sobre seguridad para impedir que el Congreso haga difíciles y comprometidas preguntas sobre la seguridad de las plantas de energía nuclear (332).

Carl J. Hocevar, autor de un método básico de la AEC para analizar la seguridad de los reactores nucleares y uno de los principales expertos mundiales en seguridad de reactores, renunció en septiembre de 1974 a seguir trabajando para la AEC y anunció que lo hacía «para poder sentirse libre y comunicar a la opinión pública las condiciones potencialmente peligrosas de las plantas de energía nuclear»... «A pesar de las aseveraciones que da la AEC a la opinión pública, mal informada y engañada, los aspectos aún sin resolver de la seguridad de las centrales nucleares son tan graves —declaró C.J. Hocevar— que USA debiera considerar la completa paralización de las plantas de energía nuclear» (333).

Tres prestigiados ingenieros nucleares con un total de 56 años de trabajo conjunto con la industria nuclear, Dale G. Bridenbaugh, Richard B. Hubbard y Gregory C. Minor, renunciaron a su trabajo en EE.UU. debido a sus preocupaciones sobre el impacto de la energía

---

(331) George Borckett et al., Loss of Coolant/ECC Argued Program Plan, august, 1971.

(332) Testimonio de J. Curtis Haire, 6 april, 1972, AEC, Docket, n.º RM-50-1, Tr. pp. 7.951-7.953.

(333) David Burnham «Power Reactors Face Safety Test». New York Times. Sept. 22, 1974.

nuclear en la salud de los ciudadanos, testimoniando sus razones ante el Congressional Joint Committee on Atomic Energy el 18 de febrero de 1976. Sus denuncias abarcaron todas las deficiencias por ellos conocidas, desde defectos de diseño, manufactura, construcción, operación, mantenimiento, etc., de los reactores nucleares (334).

Estas mismas actitudes se han venido sucediendo con expertos como Robert Pollard, antiguo ingeniero de seguridad de la AEC-NRC, que en 1976 renunció y denunció a la AEC (335), incorporándose al equipo de técnicos de la Unión of Concerned Scientists del MIT y con muchos otros de quizás menos prestigio (336).

Thomas B. Cochran denunciaba recientemente en *The Bulletin of the Atomic Scientists* «El Gobierno de EE.UU. ha ocultado reiteradamente información al público y al Congreso. Esto ha distorsionado el contenido del debate... y destruido la credibilidad de la industria nuclear y los reguladores gubernamentales (337).

Por otra parte una serie de reconocidos autores han llegado a denunciar el engaño y la distorsión a través de investigaciones sobre determinados aspectos de los reactores nucleares. Sería el caso de B.L. Welch (338), Daniel Ford (339) y Myron M. Cherry (340) entre otros.

---

(334) Testimony of Dale G. Bridenbaugh, R.B. Hubbard y Gregory C. Minor Before the Joint Committee on Atomic Energy, february, 18, 1976. Washington, D.C. Reprinted by the Union of Concerned Scientists, Cambridge, Mass.

(335) David Burnham, «Safety and Issue at Indiant Point». *New York Times*, january, 21, 1976, p. 58.

(336) Cinco comisionados de la NRC declararon ante un subcomité del Senado que no tolerarían otra situación como la de Harrisburg en la que los operadores de la planta ocultaron información crucial sobre el accidente durante varios días. I. *Herald Tribune*, 5 oct. 1979. En general, para denunciar aspectos concretos de esta poderosísima e influyente industria nuclear, los técnicos o científicos han tenido que resignar a sus puestos arriesgándose a no encontrar ya un nuevo trabajo en su especialidad. Ver S. Novick «The Electric War», *Sierra*, San Francisco, 1976, p. 256; J. Primack and F. Von Hippel «Nuclear Reactor Safety», *The Bulletin of the Atomic Scientists* 30 (8), oct. 1974, p. 9; G.C. Coggins «The Environmentalists's View of AEC's "Judicial" Function», *Atomic Energy Law Journal* 15 (3), Fall 1973, p. 184; M.S. Young «A Survey of the Governmental Regulation of Nuclear Power Generation», *Marquette Law Review* 59 (4), 1976; pp. 847-848.

(337) Thomas B. Cochran «Secrecy and Nuclear Power». *The Bulletin of the Atomic Scientists*, august/sept 1981, p. 37.

(338) B.L. Welch «Nuclear Power Risks: Challenge to the Credibility of Science», *International Journal of Health Services*, 10: 1, 1980, pp. 5-36; B.L. Welch «Deception on Nuclear Power Risks: A Call for Action», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, sept. 1980.

(339) Daniel L. Ford, Statement Before House Committee on Energy and the Environment, 95th Cong., 2d. Sess., Nuclear Siting and Licensing Act. of 1978, Part. 3, june 12, 1978, pp. 53-58., 201-306; Daniel L. Ford es el autor de «The Cult of the Atom: The Secret Papers of the Atomic Energy Commission», 1982, Loc. Cit. que representa la denuncia más rigurosa y completa hecha hasta la fecha de la AEC y posteriormente NRC.

Así B.L. Welch declara «Existe sustancial evidencia que sugiere que durante un cuarto de siglo, la burocracia federal de los Estados Unidos y la industria nuclear han engañado deliberadamente a la opinión pública sobre los riesgos de la energía nuclear» (341). En su trabajo cita también a Harold P. Green, poniendo en su boca la denuncia de que «Ha existido un esfuerzo en el establishment relacionado con la energía nuclear —industria y gobierno— por ocultar al público, durante los últimos veinte años, los riesgos inherentes a la energía nuclear» (342). B.L. Welch arremete contra la forma de presentar las consecuencias de los accidentes serios por parte de la AEC en el sentido de «normalizar» la percepción pública de los accidentes y muertes comparándolas con aquellas otras que resultan de accidentes más familiares, enfatizando solamente las muertes inmediatas, mientras se ignora, tergiversa o se quita importancia a los mayores efectos de los accidentes nucleares, como serían los cánceres retardados y el daño genético. Caso, por ejemplo, del Informe Rasmussen, WASH-1400, donde se ignoran prácticamente las consecuencias sobre la salud a largo plazo. «Los hechos —afirma B.L. Welch— han sido sistemáticamente distorsionados o retirados, en orden a presentar la energía nuclear con una luz favorable» (343).

Jan Beyea y Frank Von Hippel centran su crítica hacia la industria nuclear y organismos reguladores en su insistencia por no reconocer importantes fallos en los sistemas de seguridad así como en la reticencia por incorporar sistemas de seguridad considerados importantes. «Hay un efecto paralizador de la industria oponiéndose a las iniciativas sobre seguridad nuclear —denuncian estos científicos— especialmente cuando el propósito de las iniciativas es mitigar las consecuencias de los accidentes en reactores nucleares» (344). Así, un aspecto estimado crucial por muchos científicos, como es modificar los edificios de contención con los sistemas denominados «filtered venting systems», no es asumido como importante por la industria nuclear y organismos públicos encargados de la seguridad nuclear. J.

---

(340) Myron M. Cherry «Nuclear Power. An Enigma withing a Riddle». Paper n.º 8, Topic 5 Current Developments in Alternative Energy Law. Seminar Organised by The Committee on Energy and Natural Resources. Section on Business Law. International Bar Association, Energy Law, 1981, 26 april-2 may, 1981, at the Banff Centre, Alberta, Canadá. Proceedings. Vol. I. International Bar Association, 1981.

(341) B.L. Welch, *The Bulletin*, 1980, Loc. Cit., p. 50.

(342) *Ibid.*, p. 50.

(343) *Ibid.*, p. 50.

(344) Jan Beyea and Frank Von Hippel, «Containment of a Reactor Meltdown». *The Bulletin of the Atomic Scientists*, august/sept 1982, p. 58; Ver también J. Beyea and F. Von Hippel «Nuclear Reactor Accidents: The Value of Improved Containment». Princeton University, PU/CEES, n.º 94, 1980.

Beyea y Frank Von Hippel insisten en incrementar la protección pública a través de la última barrera que retiene la radiactividad en un reactor: el edificio de contención. Ya en 1975, la American Physical Society Study Group on Light Water Reactor Safety había recomendado mayor énfasis en mejorar la tecnología y métodos de contención (345). Pero, como estos científicos apuntan «Para esas fechas, sin embargo, centenares de millones de dólares se habían invertido ya en las centrales nucleares que estaban ya funcionando o en avanzado estado de construcción de forma que las autoridades nucleares de seguridad no estaban dispuestas a cuestionar el diseño básico de seguridad de los reactores» (346). En efecto, el 25 de septiembre de 1972, el director entonces de la Revisión Técnica de la AEC, Joseph Hendrie declaraba en relación al problema de revisar el diseño básico de seguridad que «ello podría significar el fin de la energía nuclear, además de cuestionar la operación de las plantas con licencia...» (347). Este hombre sería más tarde, en 1977, elevado a Director General de la U.S. NRC.

Hasta la fecha sólo Suecia ha decidido incorporar en el reactor de Barsebäck, que tiene al otro lado del canal y a 20 Km. la ciudad de Copenhagen, este nuevo sistema de seguridad (348).

También la Comisión encargada de analizar al accidente de TMI recomendó en 1979 la incorporación en el diseño de los reactores del sistema «filleded venting» (349), sin embargo, en 1983 aún no se habían destinado los recursos necesarios para resolver este problema.

En lo que respecta al aspecto legislativo y regulador Myron M. Cherry denuncia en su trabajo la importante laxitud regulatoria de la NRC en lo concerniente a la seguridad de las centrales nucleares. En este sentido las conclusiones a las que llegó la Comisión Kemeny (350) son sumamente reveladoras, puesto que por primera vez un informe presidencial critica severamente las prácticas de la NRC

---

(345) Report to the APS by the Study Group on Light Water Reactor Safety», Review of Modern Physics, 47, Sup. n.º 1, 1975, p. 57.

(346) J. Beyea and F. Von Hippel, Loc. Cit., p. 54.

(347) Citado por J. Beyea and F. Von Hippel, 1982, Loc. Cit., p. 54.

(348) En parte, como consecuencia de un informe de J. Beyea para la Comisión de Energía Sueca. Ver J. Beyea «A Study of the Consequences of Hypothetical Reactor Accidents at Barsebeck», Swedish Energy Commission, 1978. Ver también el más reciente trabajo de Jan Beyea «Second Thoughts» en Nuclear Power: Both Sides, 1982, Loc. Cit., pp. 97-107, donde se razona la inseguridad de los reactores.

(349) Nuclear Regulatory Commission, «TMI-2 Lessons Learned», Task Force Final Report, Washington, D.C., NUREG-0585, 1979, Loc. Cit., pp. 3-5.

(350) Report of The President's Commission on the Accident at TMI. The Need for Change, 1979, Loc. Cit.

dejando entrever una situación escandalosa. Así la primera y fundamental conclusión de la Comisión es:

«Para prevenir accidentes nucleares tan serios como TMI, serán necesarios cambios fundamentales en la organización, procedimientos y prácticas —y sobre todo— en las actitudes de la NRC y... de la industria nuclear». La Comisión insiste a renglón seguido que «sus recomendaciones no son suficientes para garantizar la seguridad de la energía nuclear» (351).

Tradicionalmente se viene denunciando la subordinación de las consideraciones de seguridad a las condiciones financieras de las compañías eléctricas e industria nuclear en general (352). El informe Kemeny también deja entrever esta denuncia con suaves palabras «...la evidencia sugiere que la NRC se ha inclinado algunas veces del lado de la conveniencia de la industria en lugar de llevar a cabo su primera misión que es garantizar la seguridad» (353). Prosigue el informe señalando «Hemos encontrado serias deficiencias en las funciones de conceder licencias y de las actividades de inspección de la NRC... se ha dado una atención insuficiente al proceso de garantizar la seguridad» (354).

Esta crítica al procedimiento seguido por la NRC se repite, quizás con más intensidad, en el también conocido SIG Report de la NRC (355), que denuncia cómo «el procedimiento seguido por la NRC aporta o favorece muy poco a la calidad de la seguridad de reactores», enfatizando la existencia de un número de profundos «desincentivos financieros a la seguridad» que cada vez son más poderosos a medida que se avanza en el proceso de construcción (356). En su crítica específica al organismo regulador americano (357), el informe Kemeny denuncia que «la NRC tiene ya una historia de dejar sin resolver problemas genéricos de seguridad a lo largo de muchos años» (358) por lo que recomienda «una total reestructuración de la

---

(351) *Ibid.*, p. 7.

(352) Ver Charles Komanoff «Power Plant Cost Escalation...». Komanoff Energy Associates, New York, March, 1981; Ver también C. Komanoff «U.S. Nuclear Plant Performance», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, nov. 1980, p. 51.

(353) Kemeny, *Loc. Cit.*, p. 19. Se denuncia también la tendencia de la NRC a evitar problemas financieros en las compañías, pp. 54-55.

(354) *Ibid.*, pp. 19 y 20.

(355) «Three Mile Island. A Report to the Commissioners and to the Public», NRC Special Inquiry Group (SIG Report). NUREG/CR-1250, January, 1980, pp. 89, 112 y 139-140.

(356) *Ibid.*, Vol. I, pp. 139-140.

(357) Kemeny, *Loc. Cit.*, pp. 51-56.

(358) *Ibid.*, p. 51. A finales de 1960 el organismo consultor de la AEC, el Advisory Committee on Reactor Safeguards (ACRS), elaboró un catálogo de alrededor de 15 problemas genéricos de seguridad que había que resolver. En 1981 el número de problemas genéricos de

NRC» (359). Tampoco fue ajena a esta crítica el SIG Reports que afirmó: «La NRC es incapaz, en su actual configuración, de organizar un programa nacional de seguridad comprensivo para las centrales nucleares existentes y para aquellas previstas en los próximos años, que sea adecuado para garantizar la seguridad y salud pública» (360). No resulta por lo tanto sorprendente la afirmación de Myron M. Cherry «Ya antes de TMI, la actitud reguladora de la NRC había debilitado seriamente la confianza pública en la seguridad de los reactores nucleares convencionales... Desde TMI y los ampliamente conocidos resultados de la Comisión Kemeny y de la NRC's Special Inquiry Group, la ausencia de confianza pública es aún mayor» (361). Una de las críticas más recientes y descarnadas de la industria y lobby nuclear, mostrando la corrupción presente dentro del mundo científico, particularmente en el campo de las dosis radiactivas, la ofrece el Dr. J.W. Gofman, cuyas investigaciones y resultados llegaron a generar una de las más duras y violentas reacciones por parte del corpus nuclear oficial en EE.UU. John Gofman afirma: «Si el problema de la energía nuclear se llega alguna vez a resolver, será necesario considerar: (a) la identificación de los hechos humanos individuales; (b) el apropiado papel del Gobierno; (c) el papel de la ciencia de la información y la desinformación; (d) la fuente de financiación para la investigación de la ciencia y los científicos» (362). En su reciente trabajo John Gofman realiza una durísima denuncia de la comunidad científica pro-nuclear, acusándola de llevar una sistemática política de «desinformación» y de haber engañado al pueblo americano. Su crítica se extiende también al Gobierno, acusándole en los siguientes términos: «El Gobierno, confiscando grandes sumas de dinero por el canal impositivo, tiene el poder de decidir qué problemas

---

seguridad identificados por la NRC y la ACRS eran 150, varios de ellos calificados como problemas con «un potencial de alto riesgo». Han pasado casi quince años y persisten sin resolverse muchos de aquellos quince iniciales problemas. Ver NRC Program for the Resolution of Generic Issues Related to Nuclear Power Plants, NUREG-0410, January 1978; «Identification of Unresolved Safety Issues Relating to Nuclear Power Plants: Report to Congress». NUREG-0510, January, 1979.

(359) *Ibid.*, p. 22.

(360) SIG Report, *Loc. Cit.*, p. 89 y 112.

(361) Myron M. Cherry, 1981, *Loc. Cit.*, p. 513.

(362) John W. Gofman «George Orwell Understated the Case» in *Nuclear Power: Both Sides*, Norton 1982, *Loc. Cit.*, p. 57. No es fácil encontrar, dentro del mundo científico, denuncias sobre el lobby nuclear tan crudas como las que hace el Dr. Gofman. Este científico es coodescubridor del Uranio 233 junto a Glenn Seaborg, trabajando desde 1947 en la Universidad de California, Berkeley. De 1936 a 1939 fue «associate director» del conocido Lawrence Livermore Laboratory in California. Resulta también de interés el punto de vista pro-nuclear representado en la misma publicación por el trabajo de Bernard L. Cohen «Exaggerating the Risks», pp. 69-79, poniendo al descubierto la virulenta confrontación científica a que está sujeta la alternativa nuclear.

deben ser investigados en las ciencias y otros campos, quién permitirá que haga las investigaciones, qué resultados son los deseables y cuáles son los que jamás deben de hacerse públicos. La energía nuclear —concluye Gofman— es un síntoma de un problema eminentemente grave: el total control de qué conocimiento debe generarse y cuál debe ser aceptado» (363), razón por la que titula su trabajo «George Orwell comprendería el caso».

La última denuncia más sorprendente y reveladora, que explica y justifica sobradamente lo expuesto en este epígrafe y la total desconfianza que merece la industria nuclear y los organismos reguladores americanos, de cuyos informes y documentos se nutren la práctica totalidad de los países que disponen de reactores nucleares de agua ligera (LWR), se encuentra en el amplio y documentado trabajo de Daniel Ford, publicado en 1982 (364).

La documentación privada de la Agencia Nuclear Gubernamental, investigada por D. Ford gracias al Freedom of Information Act, muestra cómo se permitió a la industria nuclear evadir compromisos relativos a la seguridad de los reactores en orden a eliminar costes. Reiteradamente, importantes miembros de la AEC fueron avisados por sus propios científicos sobre el riesgo real de accidentes catastróficos nucleares, «Los dirigentes de la AEC respondieron ante los avisos de sus propios científicos —señala D. Ford— suprimiendo los informes alarmantes y presionando a sus autores para mantenerse en silencio» (365). Es decir, la AEC suprimió repetidamente los alarmantes informes, alejándolos también del Congreso, la opinión pública y los tribunales, de forma escandalosa (366). D. Ford denuncia cómo científicos clave de la AEC fueron obligados al silencio sobre

---

(363) *Ibid.*, p. 69. Muchas veces científicos y expertos han rehusado testificar en relación a la seguridad nuclear debido al temor de que el soporte financiero para sus investigaciones procedente de grandes y poderosas compañías o de una institución o departamento de un gobierno pro-nuclear, pudiera ser cortado. Ver en este sentido S. Novick «The Electric War», Sierra, San Francisco, 1976, Loc. Cit., p. 109; M. Baram «Social Control of Science and Technology» in *Philosophical Problems of Science and Technology*, Ed. by A.M. Michalor Allyn and Bacon, Boston, 1974, pp. 531-532. Por esta razón Price mantiene que «la libertad de las instituciones científicas depende del reconocimiento de que el modo de conocimiento científico es inherentemente limitado en su habilidad para tratar con los problemas más importantes de la política pública», en D.K. Price «Money and Influence: The Links of Science to Public Policy» in *Science* (ed. by Holton and Blanpied), p. 111.

(364) Daniel Ford «The Cult of the Atom: The Secret Papers of the Atomic Energy Commission». Simon and Shuster, 1982, Loc. Cit.

(365) *Ibid.*, p. 12.

(366) En un comentario hecho sobre el libro de D. Ford por Walter C. Patterson en *The Bulletin of the Atomic Scientist*, ag./sept., 1983, Vol. 39, n.º 7, concluye este autor: «La Comisión —refiriéndose a la AEC— NRC retiró y distorsionó información que no le interesaba pues no favorecía la alternativa nuclear, suprimió a los científicos disidentes entre su staff e incluso, en ocasiones, llegó a mentir al Congreso».

problemas de seguridad, al amenazarles con finiquitar su carrera profesional.

El detallado documento desvela también, con pruebas irrefutables, el poder de la industria nuclear dentro de los organismos públicos y cómo estos organismos fueron obligados, por presiones de los intereses de la industria nuclear reflejados en el Atomic Industrial Forum, a ocultar temporalmente documentos que pudieran cuestionar o poner en peligro sus proyectos nucleares (367).

Parece obvio que la constatación de esta realidad deberá influir poderosamente en la política de selección de emplazamientos. Los riesgos, o la percepción de los mismos por la comunidad, pudieran ser más serios y graves que lo oficialmente reconocido. La historia de la evolución de esta alternativa energética y su promoción oficial y por parte de la industria nuclear no ofrece credibilidad alguna. Una política de ubicación de reactores racional y comprensiva no puede ignorar esta realidad, por sí misma altamente preocupante.

---

(367) Daniel Ford, *Loc. Cit.*, pp. 78-79.



## **CAPITULO 7**

### **7. POLITICA DE UBICACION. CRITICA Y PERSPECTIVAS**

#### **7.1. Introducción**

En la ubicación de centrales nucleares han primado, tradicionalmente, los criterios tangibles y cuantificables manejados desde la óptica de las compañías promotoras de esos complejos y de los Gobiernos, excesivamente mediatizados en esta tecnología punta por otros factores paralelos como pueden ser el prestigio, su tácita vinculación con los programas o intenciones en el campo del armamento nuclear, el alto grado de especialización tecnológica de la alternativa y la fuerte dosis de exclusividad y confianza concedida a la ingeniería técnica.

Tal y como se ha podido comprobar en otros capítulos, el crédito dado al diseño de la ingeniería de seguridad ha redundado en quitar importancia a la ubicación como una muy importante medida adicional de seguridad, dejándola relegada, casi exclusivamente, al criterio de las propias compañías privadas promotoras que, obviamente, han intentado minimizar el problema de seguridad priorizando, como por otra parte es normal desde su perspectiva, los factores de costes y beneficios monetarizables e internalizables. En todo caso la tendencia, cuando surgían ciertos problemas en la ubicación seleccionada por la

compañía eléctrica, ha venido siendo orientada, inequívocamente, a la incorporación de nuevos o más sofisticados sistemas de ingeniería de seguridad para paliar riesgos y muy pocas veces a la elección de una nueva ubicación como importante medida de seguridad «per se». Pero los problemas en este tipo de proyectos raramente se resuelven intentando cambiar la calidad del fruto sin cambiar la ubicación del árbol. En esta línea se ha decantado la crítica oficialista, reforzada tras el accidente de Harrisburg, tal y como se observa en el Informe Kemeny (1), Informe Ragovin (2), NUREG-0660 (3) y NUREG-0625 (4). Evidentemente, la evolución de la política de ubicación en los organismos reguladores americanos marcará indefectiblemente una tendencia a la que se ajustarán la práctica totalidad de los países del mundo occidental que dispongan de reactores LWR, de origen estadounidense.

Las normas, regulaciones y recomendaciones relativas a la ubicación de plantas nucleares están siendo objeto de una revisión que se supone profunda, fundamentalmente a partir del accidente de Three Mile Island que actuó como catalizador y detonante de la crítica a la política de ubicación que venía desarrollándose desde mediados de la década del 70.

La virtual paralización absoluta en los programas de nuevas plantas nucleares en EE.UU., en donde desde 1979 no ha habido nuevos encargos de reactores (5), habiéndose ya cancelado alrededor de 60 proyectos de plantas que estaban oficialmente previstas, puede ser una de las razones por la que el avance en la implantación de nuevas normas y regulaciones sobre la ubicación viene siendo escandalosamente retrasado. No es tampoco ajena a esta deplorable situación, la política abiertamente pro-nuclear del Presidente Reagan prometiendo, reiteradamente a la industria nuclear, un mejor clima en las regulaciones y retrasando todos los cambios que venían siendo recomendados por los documentos oficiales citados, con unas restricciones

---

(1) Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island. Oct. 1979, Loc. Cit.

(2) NRC Special Inquiry Group «Three Mile Island: A Report to the Commissioners and the Public», January 1980, U.S. NRC, Loc. Cit.

(3) NRC Action Plan Developed as a Result of the TMI-2 Accident, NUREG-0660, Vol. I y II, U.S. NRC, may 1980, Loc. Cit.

(4) Report of the Siting Policy Task Force, NUREG-0625, august 1979, U.S. NRC, Loc. Cit.

(5) Ver «Nuclear Power: Both Sides», Edited by Michio Kaku and Jennifer Trainer, Norton, New York, 1982, p. 135. Desde 1974 más de 200 reactores nucleares previstos oficialmente han sido o bien cancelados, indefinidamente paralizados o temporalmente paralizados. Sólo en 1978, se cancelaron 12 reactores y se paralizaron temporalmente 40 proyectos, p. 142.

más rígidas y una visión más comprensiva y racional en el proceso de selección de ubicaciones de reactores nucleares.

Hasta la fecha, la acusación que prevalece es la de que tanto en EE.UU. como en Europa no existe una política de ubicación efectiva, explicitada (6), lo que no quiere decir que no existan unos criterios para la selección de emplazamientos por parte de las compañías promotoras de reactores nucleares.

## 7.2. Ubicación de reactores. Teoría y práctica

A lo largo de los distintos capítulos del trabajo se ha ido desarrollando un análisis en profundidad de los criterios y condicionantes presentes en la ubicación de reactores. El enfoque tradicional en el que se fundamentan la práctica totalidad de los proyectos existentes en el mundo, podría llegar a alcanzar, en el horizonte temporal, hasta 1980, tras el accidente de Harrisburg que, como se ha señalado, sirvió como detonante del cambio que ya se visualizaba necesario, incluso en documentos oficiales, desde 1977 aproximadamente.

En el presente epígrafe se desarrolla una sistematización apretada de los criterios que han estado presentes y de aquellos que debieran considerarse en una política comprensiva y racional de elección de una localización.

La cuestión de dónde ubicar una central nuclear es un aspecto que debiera ser crucial en las políticas energéticas de cualquier país del mundo que integre esta alternativa en su estrategia energética. El frecuente desprecio con que la mayor parte de los países nuclearizados han abordado la política de ubicación de sus reactores, prácticamente inexistente en todas esas naciones, ha originado y originará previsiblemente en el futuro graves conflictos sociales, fuertes desprestigios de los gobiernos, un impresionante frenazo de estos proyectos en gran parte del mundo occidental (frenazo al que han coadyuvado otros factores adicionales) y una mayor desconfianza hacia la industria

---

(6) Esta denuncia la realiza Ralph L. Keeney «Siting Energy Facilities» Academic Press, 1980, Loc. Cit., p. 1. Este autor soporta su afirmación citando a P.M. Meier «Energy Facility Location: A Regional View point» BNL 20435. Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, 1975; L.J. Carter, «Virginia Refinery Battle: Another Dilemma in Energy Facility Siting», Science 199, 1978, pp. 668-671; y Organisation for Economic Co-operation and Development «The Siting of Major Energy Facilities», OECD Publ, París, 1979. Por otra parte, S. Openshaw «The Siting of Nuclear Power Stations and Public Safety in the U.K. «Regional Studies, Vol. 16, n.º 3, 1982, Loc. Cit., afirma también con contundencia: «En U.K. hay una absoluta ausencia de una política nacional de ubicación de reactores», p. 187.

nuclear y compañías eléctricas afectando, por extensión, a la ética y moral de los gobiernos democráticos.

El problema nuclear, además de su importante componente técnico, tiene unos, no menos importantes, componentes de carácter social, ético y, fundamentalmente, políticos, que hoy comienzan a ser reconocidos ya desde múltiples plataformas. Y estos componentes afectan no sólo a la elección de esa alternativa, aspecto que ha sido soslayado en el presente trabajo, sino también a la propia política de ubicación de reactores.

Desde la perspectiva privada, de las compañías eléctricas promotoras de los proyectos, el énfasis de su política de ubicación, salvando los aspectos técnicos fijos absolutamente imprescindibles, responde a los siguientes determinantes o prioridades:

- proximidad a los centros de consumo y, específicamente, al centro de más entidad de su mercado.
- disponibilidad de abundante agua y de energía.
- posibilidad de adquisición de suelo.
- existencia de un buen sistema de infraestructura viaria de acceso a las instalaciones.
- proximidad a la red de alta tensión y sistemas principales de transmisión eléctrica.
- mínimo coste en su construcción y posterior operación.
- proximidad a un centro urbano importante o centros industriales con un diversificado mercado de trabajo y una infraestructura industrial.

Estas consideraciones, prioritarias desde el punto de vista de la compañía promotora-constructora, no significa que en la selección de un emplazamiento no se consideren otra serie de factores de carácter técnico, ambiental, social, legal y políticos que se analizarán (7). En la selección de ubicaciones confluyen multitud de disciplinas de sesgo más o menos objetivo, como la ingeniería y la economía, junto a factores subjetivables como la problemática ambiental, impactos socio-económicos, problemas socio-políticos y aspectos de riesgo y se-

---

(7) Ver Matthew C. Cordaro and William T. Malloy «A Methodology for Power Plant Site Selection at the Reconnaissance Level», Nuclear Technology, Vol. 23, sept. 1974, pp. 233-239, en donde muestran una metodología para la selección de emplazamientos en la que pasan de 68 ubicaciones originalmente contempladas a sólo cinco.

guridad que muchas veces resultan cruciales (8). Como muy bien señala Ralph L. Keeney en una de las principales obras sobre la ubicación: «Se han acabado ya aquellos días en los que esas instalaciones podían ubicarse solamente en base a criterios de ingeniería y económicos; incluso la mayor parte de los procedimientos o manuales existentes sobre ubicación están basados en estos dos criterios. Con la creciente complejidad de los problemas de ubicación, los emplazamientos ya no pueden ser seleccionados basados solamente en criterios de ingeniería y económicos. Utilizando el Análisis de Decisión, la evaluación de los emplazamientos candidatos debe incluir explícitamente impactos ambientales, sobre la salud y seguridad, efectos socio-económicos y actitudes públicas, además de los criterios económicos y de ingeniería» (9).

Las prioridades y determinaciones de las compañías eléctricas entran en conflicto, en muchos casos, con el criterio siempre presente en las normas y regulaciones de «isolation», alejamiento de los centros urbanos o áreas densamente pobladas y de interés. El alejamiento de los centros de consumo general a la empresa no sólo algunas pérdidas

---

(8) Ver R.L. Keeney and K. Dair «Decision Analysis for the Siting of Nuclear Power Plants: The Relevance of Multi-Attribute Decision Theory, NTIS-AD-782-648/OWE, 1974, en el que se enfatiza la necesaria consideración de los factores subjetivos. Existen otros muchos trabajos que reflejan la práctica de las empresas que, evidentemente, centran sus preocupaciones en los aspectos de ingeniería y económicos. Véase M.C. Cordaro and W.T. Malloy, «Methodology for Power Plant Site Selection at the Reconnaissance Level», *Journal of the Environmental Systems*, Vol. 3, n.º 4, Winter, 1973, pp. 257 y ss., J.D. Calvert and W.L. Heilman, «New Approach to Power Plant Siting», *Journal of the Power Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, PO-1, June 1972, pp. 93 y ss., que aunque centra las características generales en tres grupos: ingeniería de seguridad, consideraciones económicas y efectos ambientales y aceptación pública, enfatiza en la práctica las dos primeras consideraciones; American Nuclear Society «Current Methodologies in Power Plant Site Selection», *Transactions of the Winter Meeting Held at San Francisco, California*, nov. 1973. American Nuclear Society, Vol. 17, 1973; American Nuclear Society «Conference on Nuclear Power Plant Siting», *Transactions of a Conference Held in Portland, Oregon*, August, 25-28, 1974, Vol. 19, Supplement n.º 1, 1974; William Rossin and J.R. Nichols «Site Selection and Evaluation of Alternatives by United States Utilities», *Nuclear Technology*, Vol. 25, April 1975, pp. 670-684; Entre los trabajos que destacan otras consideraciones, además de las de ingeniería y económicas, pueden citarse: Dennis L. Medith, «Nuclear Power Plant Siting: A Handbook for the Layman», *Special Report 33*, University of Rhode Island Marine Bulletin, n.º 6, Kingston, Rhode Island, January 1973; C.A. Brown, «Power Plants: Picking the Sites», *Consulting Engineer*, Vol. 40, n.º 3, March, 1973, pp. 133 y ss., que divide los factores en tres grupos: consideraciones de ingeniería, consideraciones de seguridad (demografía, meteorología, peligros...) y consideraciones que afectan a la aceptación pública; J.J. Di Nunno, M.L. Elkins «Application of Regional Approaches to Power Plant Siting», NUS Corporation, Rockville, Maryland, 1973, divide los factores en ingeniería/economía, medioambiente y factores socio-económicos, considerando a la disponibilidad de agua como uno de los elementos más determinantes; A.J. Brown et al., «Power Plant Site Considerations at Charlestown, Rhode Island», *Marine Technical Report*, n.º 23, University of Rhode Island, Coastal Resources Center, Kingston, Rhode Island, 1974.

(9) Ralph L. Keeney «Siting Energy Facilities», Academic Press, 1980, Loc. Cit., p. XIII.

en la transmisión, sino también costes mayores en su construcción, teniendo en cuenta el transporte de materiales y el gran volumen de mano de obra utilizada durante la misma. Además, provoca malestar y exigencias económicas en los técnicos cualificados y alto staff, tanto durante su construcción como durante la operación, al no disponer de un acceso inmediato a la vida urbana. Evidentemente es más costoso para la compañía eléctrica, construir una central nuclear alejada de las áreas pobladas, pues resulta más caro fabricar la vasija del reactor en el emplazamiento que comprar una ya construida y que el vendedor esté próximo y accesible al emplazamiento. En las ubicaciones remotas se carece, frecuentemente, de buenos accesos para transportar grandes piezas por lo que se hace necesario la fabricación en el mismo emplazamiento. En las áreas pobladas la mano de obra es más accesible, siendo muy costoso transportar trabajadores a las ubicaciones remotas donde se presentan problemas de viviendas, drogas, etc. Las líneas de transmisión son caras de construir y mantener y además se aducen pérdidas de eficiencia en el transporte de electricidad a grandes distancias (10). En cualquier caso, hasta 200-300 Km. las pérdidas son realmente mínimas, comenzando a presentar cierta importancia cuando las distancias a recorrer hasta los centros de consumo son de 500, 1.000 y 1.500 Km., como ocurre en muchos países de Asia y Latinoamérica.

La proximidad a un centro urbano importante ofrece por el contrario un mercado de trabajo diversificado de forma inmediata, equipamientos sociales para los trabajadores y sus familias, proximidad de los sistemas eléctricos de transmisión, talleres e industrias abastecedoras prácticamente in situ, etc.

Evidentemente esa localización espacial, preferida por la compañía eléctrica, entra usualmente en conflicto con otro tipo de problemas externos a su cálculo empresarial, con costes sociales y económicos no internalizados. Algunos de ellos son:

- problemas potenciales sobre la salud y seguridad de las comunidades existentes en su entorno.
- interferencia con otros usos competitivos de esos grandes volúmenes de agua que necesita en la versión del sistema de refrigeración abierto «once through». Una planta de 1.000

---

(10) Según Marchetti, «un valor estimado razonable como distancia media para el transporte y distribución económica de la electricidad es 100 Km.», aunque hay otros factores que pueden permitir mayores distancias como capacidad o potencia de las instalaciones, etc. Marchetti, «Transport and Storage of Energy», International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Research Report RR-75-38, 1975, p. 4.

Mwe con un sistema de refrigeración abierto debe disponer de un mínimo flujo de agua de  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ . Las torres de refrigeración secas, utilizando aire, y las húmedas, son más caras y generan adicionalmente problemas de alteraciones climatológicas, además de un importante impacto estético.

- problemas con las grandes líneas de transmisión eléctricas próximas a las zonas densamente pobladas. Estos impactos se manifiestan sobre el valor del suelo que, normalmente, en la proximidad de las grandes áreas urbanas tienen un alto coste de oportunidad, además de efectos contaminantes y ambientales aún insuficientemente conocidos.
- impactos sobre áreas afectadas de un planeamiento en curso urbano regional.
- impactos sobre recursos de esparcimiento y recreo y turísticos próximos a las áreas urbanas.
- impactos sobre los recursos agro-pecuarios.
- impactos sobre el empleo y entorno social de las comunidades próximas afectadas que, frecuentemente, resulta negativo.
- impactos sobre el estado psíquico y anímico de las poblaciones de su entorno, fundamentado en el constante temor a averías con escapes radioactivos o la posibilidad de un accidente catastrófico.
- impactos sobre el valor del suelo de una penumbra territorial que rodea al proyecto.
- impactos sobre el paisaje y la ecología, la preservación de espacios abiertos para ocio y recreo, conservación de hábitats naturales y paisajes en las áreas densamente pobladas.
- impactos sobre el ecosistema marino cuando el proyecto se ubica al borde de un lago, río o mar.
- impactos en el transporte de residuos radiactivos.
- impactos sobre el principio de equidad y justicia social a que se ven afectadas las poblaciones de su entorno.

Esta relación inconclusa de potenciales costes sociales y económicos no internalizables por la empresa, serán objeto de un tratamiento más pormenorizado en próximos epígrafes.

La planificación de la ubicación de centrales nucleares, originalmente considerada casi exclusivamente en términos técnicos, eco-

nómicos y de ingeniería, engloba sin embargo fuertes implicaciones ambientales, socio-económicas, éticas y políticas que deben necesariamente internalizarse en una estrategia de ubicación de reactores. Y para que esto ocurra se hace necesaria una decidida y consistente intervención pública a través de normas y regulaciones, además de una intensa participación pública desde el inicio que centre y sistematice las prioridades, valoraciones, juicios de valor, percepción del riesgo, consideraciones de carácter político, etc.

Las compañías privadas en una economía de mercado no toman en cuenta en sus balances los costes o beneficios que imponen sobre la comunidad como resultado de su toma de decisiones. No es razonable esperar que internalicen los costes sociales porque ello actuaría en contra de la racionalidad de los principios de un mercado libre. En su decisión prevalecerá, sobre cualquier otra consideración, en primer lugar la elección de aquella alternativa energética que conduzca a la maximización de sus beneficios y, en segundo lugar, aquella localización que, para unos ingresos dados, minimice sus costos. De esta forma, en la generación de energía eléctrica nuclear con complejas interdependencias y externalidades, el conflicto entre el interés público y el interés privado cobra una dimensión especial que exige una intervención directa de la administración y de la comunidad regional afectada que tienda a corregir las serias imperfecciones del mercado energético y a internalizar la valoración de intangibles y aspectos no conmensurables, tal y como son percibidos por las comunidades.

### *7.2.1. Determinantes en la selección de emplazamientos*

En la selección inicial de posibles emplazamientos que realiza la compañía eléctrica, procedimiento éste que será más adelante cuestionado, se deben de tomar en profunda consideración una variada gama de factores:

- Disponibilidad de agua en abundancia.
- Alejamiento de centros urbanos o áreas densamente pobladas. Características demográficas.
- Características Meteorológicas. Clima.
- Geología. Características del suelo y subsuelo.
- Sismicidad y proximidad de fallas superficiales del territorio.
- Vulcanología.

- Inundaciones.
- Fenómenos meteorológicos extremos (ciclones, tornados, etc.).
- Hidrología.
- Mecánica del suelo.
- Ingeniería civil.
- Usos del suelo y planeamiento existente o previsto del territorio. Ordenación del Territorio.
- Sistemas de accesibilidad.
- Recursos naturales y ecología en general. Medio Ambiente.
- Almacenamiento de residuos y transporte.
- Disponibilidad de energía.
- Proximidad del mercado.
- Posibilidad de disponer del suelo seleccionado.
- Costes de construcción y operación.
- Infraestructura pública. Equipamientos sociales.
- Disponibilidad de mano de obra y servicios.
- Disponibilidad de viviendas.
- Normativa y Regulaciones.
- Posición y actitud de los grupos de intereses tanto privados como públicos. Aspectos socio-económicos y políticos.
- Existencia de instalaciones peligrosas en su entorno (aeropuertos, rutas de transportes terrestres o marítimas de materiales peligrosos, actividades militares, plantas o tuberías de gas natural licuado, oleoductos de propano, almacenes de explosivos o materiales tóxicos, etc.).
- Riesgos y peligros de la instalación nuclear (en función de la ubicación analizada).
- Posibilidad de evacuación de emergencia de su entorno. Planificación de emergencia.
- Desmantelamiento de las instalaciones.

Todos estos factores requieren de un amplio número de expertos con formaciones muy diversas que ofrezcan conocimientos en un

variado abanico de disciplinas, así como expertos interdisciplinarios capaces de interpretar, complementar y sintetizar informaciones procedentes de distintos campos.

La localización o localizaciones seleccionadas surgirán de un compromiso resultante de la valoración y contrastación por la administración (organismos reguladores, departamentos gubernamentales, instituciones de gobierno local, etc.) y por la comunidad directamente afectada (normalmente la escala es regional), de los factores citados. Frecuentemente, sin embargo, hay muy poco conocimiento de muchos de esos elementos además de una inadecuada utilización e interpretación de los mismos, por su mero carácter descriptivo, cuando existe, y no crítico o evaluativo. Hay que tener presente el horizonte temporal de alrededor de 30 años de vida útil de los reactores. Parece generalmente admitido que los riesgos de escapes de materiales radiactivos se incrementan durante la segunda mitad de la vida del reactor por lo que la prognosis de muchos de esos factores y específicamente del planeamiento de los usos del suelo, población, etc. debe predecirse bajo este condicionante por lo menos durante los próximos treinta años, exigiendo limitaciones de los usos y detalladas interpretaciones de los escenarios futuros para todos los elementos (11). Los impactos no se manifiestan en un mismo momento sino que se suceden a lo largo del tiempo, existiendo un gran número de incertidumbres en el campo ambiental, probabilidad de accidentes, etc. Como acertadamente señala R.L. Keeney, «las prioridades y por lo tanto la percepción de los impactos cambia con el tiempo» (12). Consecuentemente hay que prever e intentar evaluar los impactos de la ubicación a lo largo del tiempo y ello exigirá introducir una tasa de descuento, que actualice costos y beneficios, formulada por la comunidad afectada. Hasta la fecha y según opina R.L. Keeney «Prácticamente todos los estudios de ubicación de centros de energía han dado muy poca atención a la evaluación de los impactos a lo largo del tiempo» (13).

Por otra parte, la posterior valoración y evaluación de los factores considerados requiere de unos criterios, referencias y limitaciones lo más precisas posibles. La inexistencia de estos criterios, numéricos en muchos casos y de carácter excluyente, ausentes en la mayoría de las normas y regulaciones, es lo que viene originando la crítica a las políticas de ubicación, fundamentadas en criterios laxos y flexibles,

---

(11) Véase Donald W. Stever, Jr. «Seabrook and the Nuclear Regulatory Commission. The Licensing of a Nuclear Power Plant», University Press of New England, 1980, Loc. Cit., pp. 73 y ss.

(12) R.L. Keeney, 1980, Loc. Cit., pp. 18 y ss.

(13) Ibid., p. 251.

de gran ambigüedad. ¿Cómo se precisan conceptos de proximidad, alejamiento, aislamiento, seguridad, valoración de impactos, riesgo, alta y baja densidad, etc., etc.? Se parte pues de la premisa de que la ubicación del reactor, independientemente de la ingeniería de la seguridad, es un factor trascendental «per se» de la seguridad. De otro lado la distinción entre las características de seguridad y las que no lo son no es siempre, ni mucho menos, absoluta, debiéndose reconocer que la aceptación de un emplazamiento «depende no sólo de las características directamente relacionadas con la seguridad, sino también de una amplia gama de aspectos que sólo están indirectamente relacionados con la seguridad», como la IAEA señala en su última documentación (14).

En suma, está por realizarse un cambio substancial en la política de ubicación, que venía acumulando grandes críticas, relegándose a un segundo plano la prevalencia de la tecnología nuclear e ingeniería de seguridad compensadoras de características negativas del emplazamiento, y reforzándose el concepto de ubicación remota, con límites fijos mínimos sobre la densidad de población y distancias, el concepto y consecuencias de la evaluación de emergencia y, en general, una mayor concreción de criterios, reestableciendo como un importante factor de garantía los índices numéricos, cuantitativos, que fijen umbrales mínimos o máximos. La urgente necesidad de estos cambios que se anunciaban en el Informe Kemeny y el Report of the Siting Policy Task Force, NUREG 0625, ampliamente comentados en otros capítulos, no significa que las nuevas guías y regulaciones internalicen adecuadamente la necesaria incorporación —según criterio de este autor y de otros más experimentados— de la valoración de factores analizados en el Capítulo 7. Ciertamente, la esperanza en que definitivamente se realice un enfoque racional y comprensivo con la Administración Reagan, profundamente pronuclear y ligada a los intereses de la industria nuclear, es mínima.

### 7.2.2. Centrales en el mar «off shore», subterráneas y de doble propósito «dual purpose»

Existen algunos proyectos de ubicación de reactores que, aunque prácticamente no han sido desarrollados, merecen cierta atención con objeto de clarificar posibles equívocos y confusiones que a veces se han creado en torno a los mismos.

---

(14) Safety Guide, Safety Series, 60-SG-S9, mayo 1982, Loc. Cit., p. 1.

Este tipo de centrales exige un análisis diferente al marco general en que se inscribe la valoración de características y factores presentes en la selección de un emplazamiento «convencional» para una central nuclear también «convencional», tal y como se ha hecho a lo largo del presente trabajo.

La ubicación de una central subterránea tiene como finalidad fundamental mejorar sensiblemente la seguridad del reactor en relación a su entorno, en el supuesto de que se produzcan graves accidentes (15). El problema, según algunos expertos, es que un reactor subterráneo puede suponer un coste de capital adicional de un 20 a un 40 % (16). Otros tratadistas del tema, como Crowley, Roan y Mac Creath concluyen sin embargo que estudios de factibilidad europeos y americanos estimaron que el incremento de los costes directos de capital, para un reactor de 1.000 Mwe, sólo se incrementaría entre un 5 y 10 % (17). Realmente, desde 1973, año en que unas conferencias habidas en California sobre Novedosas Soluciones para la Ubicación de Centrales Nucleares se trató in extenso de la alternativa subterránea y de la solución off-shore (18), ha decrecido notablemente el interés por los emplazamientos de ambos tipos, pues entre otras muchas razones, como acertadamente apunta el antiguo director general de la U.S. AEC, profesor Carrol L. Wilson: «La preocupación de los gobiernos y la industria es que el propiciar el emplazamiento subterráneo de los futuros reactores nucleares implicaría que los reactores actualmente operando son inseguros» (19). Durante los últimos años y, en razón de la vulnerabilidad que presentan los reactores como objetivos terroristas y bélicos en general, en algunos círculos se ha llegado a manejar esta posibilidad de construirlos bajo tierra, así como utilizar esta alternativa en los emplazamientos fronterizos (20). Sin

---

(15) Ver Crowley, Doan and McCreath, «Underground Nuclear Power Plant Siting: A Technical and Safety Assessment», Nuclear Safety 15, 1974, pp. 519-532; Karpenko and Walter, «Underground Siting of Nuclear Power Reactor» en Siting of Nuclear Facilities, IAEA Proceedings of a Symposium Jointly Organized by the IAEA and NEA (OECD), dec. 9-13, 1974, pp. 581-591; Ver también los comentarios de Crowley, Doan and McCreath a las observaciones críticas de J.C. Buclin, en Nuclear Safety, 16, 1975, pp. 334-335.

(16) J.a. Allensworth, et al. «Underground Siting of Nuclear Power Plants: Potential Benefits and Penalties», Sandia Laboratories, SAND 76-0412, NUREG-0255, 1977, p. 16.

(17) Crowley, Doan and McCreath «Underground Nuclear Power Plant Siting: A Technical and Safety Assessment», 1974, Loc. Cit., p. 531.

(18) George Yadigaroglu and Stephen O. Andersen «Novel Siting Solutions for Nuclear Power Plants», Nuclear Safety, nov.-dic. 1974, en donde se comentan los trabajos presentados a las Conferencias que tuvieron lugar en San Francisco, California, en nov. de 1973 sobre «Novel Siting Solutions for Nuclear Power Plants».

(19) Carrol L. Wilson «Nuclear Energy: What Went Wrong». The Bulletin of the Atomic Scientist, june 1979, p. 17.

(20) Günther Handl «An International Legal Perspective on the Conduct of Abnormally Dangerous Activities in Frontier Areas: The Case of Nuclear Power Plant Siting», Ecology Law Quarterly, Vol. 17, n.º 1, 1978.

embargo, la industria nuclear es hoy presa de sus propios argumentos de absoluta seguridad de los reactores, por lo que en ciertos sectores de la población fieles a esas tesis, iniciar la aventura subterránea podría interpretarse, como ha señalado Carrol L. Wilson, que los que actualmente construyen y funcionan no son tan seguros como se afirmaba.

Las ubicaciones «off-shore» contemplan dos alternativas, su construcción en el mar, zona costera, sobre plataformas marinas, o su instalación flotando, sin ensamblaje alguno que la fije al fondo del mar. En el trabajo citado de George Yadigaroglu y Stephen O. Andersen, se refleja una completísima bibliografía sobre esta novedosa alternativa que generó, durante la pasada década, mayores expectativas que la alternativa subterránea. Sin embargo Westinghouse, que venía investigando esta tecnología y figuraba entre los constructores potenciales de la misma, la ha abandonado recientemente (21).

Pretendiendo huir de los problemas que presentan las actuales centrales sobre sus entornos, tener acceso directo a la refrigeración y no contar con áreas urbanas o población alguna en sus inmediaciones, esos proyectos en el mar cuentan sin embargo, con multitud de dificultades que, al parecer, superan los beneficios potenciales de los mismos, razón por la que sin existir siquiera un prototipo para experimentar han sido abandonados.

#### 7.2.2.1. Centrales «dual purpose» para desalación del agua del mar

La posibilidad de utilizar plantas de energía nuclear para producir electricidad y también para desalar el agua del mar obteniendo así agua dulce apta para el cultivo, es una idea que se viene manejando hace ya más de veinte años (22), pero que por diversas razones ha quedado prácticamente en el olvido, pese a la existencia de algunas instalaciones. De hecho, la desalación económica del agua del mar viene siendo la gran esperanza de muchas zonas del mundo con fértiles tierras pero con una agobiante escasez de agua. Sin embargo, se ha progresado muy poco, pues ni siquiera se han utilizado las centrales convencionales y la vinculación de las plantas nucleares a esta temática

(21) Critical Mass. Energy Journal, february, 1983, p. 3.

(22) R.P. Hammond «Large Reactors may Distill Sea Water Economically», Nucleonics 20, 12 december, 1962, pp. 45-49; Office of Science and Technology Executive Office of the President «An Assessment of Large Nuclear Powered Sea Water Distillation Plants», march, 1964; J.T. Ramey, J.K. Carr and R.W. Ritzmann, «Nuclear Reactors Applied to Water Desalting», 3rd Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Proc. Conf. Geneva, 1964, 6 U.N., New York 1964; Bechtel Corporation, «Engineering and Economic Feasibility Study for a Combination Nuclear Power Desalting Plant». U.S. AEC Report, TID-22330, dec. 1965.

más parece propia de aquellos profetas de la abundancia a través de lo nuclear, lanzados a promocionar esta alternativa vinculándola a todo tipo de promesas de bienestar, que de una real y contrastada posibilidad, social y económicamente rentable.

En efecto, a principios de los sesenta se desarrolló un interés mundial sobre la posibilidad de utilizar la energía nuclear para desalación a gran escala del agua del mar, vinculándolo a la producción de alimentos, fertilizantes, etc. Es decir, lo que se ha venido denominando complejos agro-energéticos o agro-industriales, relacionados también con el concepto ya analizado de centros de energía nuclear o parques nucleares (23).

La esperanza en la desalación nuclear cundió rápidamente a escala mundial, potenciándose desde plataformas pro-nucleares como otra gran panacea de esta prometidora alternativa. Tuvo como unos de los más entusiastas profetas a R.P. Hammond y J.T. Ramey que, insistieron en sus posibilidades ilimitadas para los países en vías de desarrollo (24). Así un estudio realizado en colaboración por México-USA-IAEA, promocionaba la aplicabilidad de las plantas nucleares «doble propósito» para desalación en el sudoeste de EE.UU. y noroeste de México (25). También en 1967 el Senado de USA insistió en el papel potencial que la energía nuclear y desalación podría jugar en resolver los problemas de energía, suelo y alimentación en el Medio Oriente (26). Parece razonable pensar en la existencia de ciertas intenciones soterradas en el campo de la geo-política internacional, al pretender introducir en países en vías de desarrollo sofisticadas tecnologías de gran escala que harían depender durante décadas, a esos países, de sus abastecedores.

India fue otro de los países que estudió la posibilidad de dos importantes complejos agro-industriales en Indo-Gangetic Plain y en

---

(23) U.S. AEC «Nuclear Energy Centers: Industrial and AgroIndustrial Complexes», U.S. AEC Repts ORNL 4290 through 4296, Oak Ridge National laboratory, 1968-1970; J.T. Ramey and R.P. Hammond «Nuclear Power for Desalination and Agro-Industrial Complexes», Geneva 1971, IAEA, Vol. 6, p. 99-114.

(24) J.T. Ramey and R.P. Hammond «Nuclear Power for Desalination and Agro-Industrial Complexes», IAEA, 1971, Loc. Cit., pp. 103-104. En esta obra se ofrece una amplia bibliografía sobre el tema, incluyendo sus aportaciones desde 1962.

(25) USA-México-IAEA Study Team «Nuclear Power and Water Desalting Plants for Southwest United States and Northwest México», U.S. AEC Rep. TIC-24767, sept. 1968.

(26) Construction of Nuclear Desalting Plants in the Middle East, Hearings Before the Committee on Foreign Relations, United States Senate, 90th Congress, Senate Resolution 155, 19-20 oct. y 17 nov. 1967; U.S. AEC, AEC Stuying Potential of Nuclear Energy Centers in the Middle East, AEC Press Release L-124, U.S. AEC, 11 june 1968. También Egipto llegó a contemplar esta posibilidad, M.A. El Guebeily, K.E. Effat et al. «Studies for the Potential use of Nuclear Desalination in Egypt», IAEA, Geneva, 1971, Vol. 6, pp. 115 y ss.

Western Gujarat. Puerto Rico fue aún más ambicioso y contempló la posibilidad de un gran complejo industrial con un poderoso centro de energía nuclear, una petroquímica, una planta de desalación, otra de aluminio, etc.

España desde 1968 se empezó a plantear esta posibilidad, visualizándose potenciales proyectos en el Mediterráneo y específicamente en la zona catalana y en Almería (27).

Se ha llegado incluso a proponer las grandes esperanzas que ofrecían las plantas de doble propósito combinando una ubicación off-shore con la desalación, sin que nada de ello haya llegado a materializarse, ni siquiera a escala de prototipos (28).

Quizás la única planta de entidad de doble propósito nuclear-desalación, sea la existencia en la costa este del Mar Caspio, Schevchenko, donde la URSS dispone de un fast breeder desde 1972, con una potencia de 350 Mwe. Esta central de doble uso, eléctrica y con una planta de desalación, sustituye en realidad a una central convencional de petróleo que ya antes funcionaba en combinación con la planta de desalación capaz de producir 120.000 m.<sup>3</sup> de agua por día, requiriendo para ello de alrededor de 200 Mwe del reactor nuclear (29).

En síntesis, no parece que el planteamiento de la ubicación de reactores con vistas a la desalación haya tenido hasta el momento éxito alguno, habiéndose abandonado prácticamente la idea desde principios de la década del 70 y recibiendo, también en su día, críticas desde plataformas científicas (30).

---

(27) J. Mac Veigh «Desarrollo Económico Potencial de la Zona Sureste de Almería basado en la Instalación de una Planta Desaladora de Doble Uso», Nuclear Desalination, Actas Simp. Madrid, IAEA, 1968, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1969; F. Pascual, et al. «Estudio de Viabilidad de una Central Nuclear de Doble Uso para la zona Catalana», Nuclear Desalination, Actas Simp. Madrid, 1968, IAEA, Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1969; F. Pascual y A. Murcia «Considerations on Possible Sites for Nuclear Agro-Industrial Complexes in Spain», IAEA, Study Group on Nuclear Agro-Industrial Complexes, IAEA-139, Vienna 1971 (Informe no publicado); F. Pascual, F. Oltra y F. Troyano «La Desalación Nuclear en España», Geneva, 1971, IAEA, Vol. 6, pp. 199 y ss.

(28) H.G. Arnold, W.R. Gall and G. Morris «Feasibility of Offshore Dual Purpose Nuclear Power and Desalination Plants», U.S. AEC Report, ORNL-TM-1329, Oak Ridge National Laboratory, January 1966.

(29) Philip R. Pryde and Lucy T. Pryde «A Different Approach to Nuclear Safety: Soviet Nuclear Power», 1974, Loc. Cit., p. 30.

(30) M. Clawson, H.H. Landsberg and L.T. Alexander «Desalted Seawater for Agriculture: It is Economic?», Science, 6 June, 1969; P. Mac Avoy and D. Peterson «The Engineering Economics of Large Scale Desalting in the 1970's», Praeger, Inc, 1969.

#### 7.2.2.2. Centrales «dual purpose» para calefacción

En la misma medida que pueden utilizarse las centrales convencionales para aprovechar su calor residual, también las centrales nucleares pueden servir para esta doble finalidad. Es decir no es una característica que singulariza a los reactores nucleares sino que, con menor riesgo, esta posibilidad es extensible a centrales convencionales que consuman fuel, carbón o gas.

El gran problema que se presenta con esta alternativa es que la ubicación debe llevarse a cabo en la proximidad de esas comunidades residenciales a las que va destinada el agua caliente para su calefacción. Se estima que la experiencia puede resultar antieconómica en distancias mayores de 10 Km. (31). Teóricamente, al disminuir la distancia entre el reactor y las áreas residenciales con el riesgo implicado, ello debería ser compensado con una sustancial mejora en la ingeniería de seguridad.

Al menos en el caso de la planta germana de Basf, que intentaba aprovechar el vapor residual para una planta química (32), los costes adicionales de seguridad han incidido en que debido a su ubicación, el coste se ha encarecido muy por encima de lo que hubiera supuesto un emplazamiento alejado de las áreas pobladas (33).

En Suecia se ha estudiado con cierta intensidad esta alternativa de ubicación, con vistas a la calefacción de distritos enteros. En 1971 no se había concedido ningún permiso de construcción al estimarse que las cuestiones de seguridad que llevan emparejadas debían ser objeto de más profundos estudios (34). Sin embargo, desde 1964 viene funcionando una pequeña central nuclear de 14 Mwe, no comercial y construida subterránea, en Agesta (35), pese a lo cual Suecia no ha puesto en práctica esta experiencia de centrales nucleares «doble propósito».

---

(31) Marchetti «Transport and Storage of Energy», International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA, Research Report RR-75-38, 1975, p. 14.

(32) Nuclear News, jan. 1977, pp. 17-18.

(33) Nuclear News, august, 1976, p. 83.

(34) S.O.W. Bergstrom et al., «Combined Nuclear Heat and Power production in Sweden and Related Safety Problems», Peaceful Uses of Atomic Energy. Proceedings of the Fourth International Conference, IAEA, Geneva, 1971, Vol. 7, pp. 361-371; L. Josefsson, J. Thunell «Nuclear District Heating: A Study for the Town of Lund», Environmental Aspects of Nuclear Power Stations, Proc. Symp. New York, 1970, IAEA, Vienna, 1971.

(35) A. Lévai «Integration of Nuclear and Conventional Dual-Purpose Power Stations for Use in District Heating Systems and in Electric Grids». Peaceful Uses of Atomic Energy. Proceedings of the Fourth International Conference, IAEA, Geneva, 1971, Vol. 4, pp. 194-207.

La central de Chooz en Ardennes, Francia, con un reactor de 260 Mwe es, en el mundo occidental, la única experiencia consistente, fuera de las pequeñas plantas experimentales, pero parece ser que ha resultado excesivamente cara (36). Además de este problema del costo y del riesgo por su proximidad a las áreas urbanas o residenciales que sirve, existe el problema de garantizar la regularidad del suministro de calor en los países que requieren del mismo durante prácticamente todo el año. Otras veces se da el caso contrario, ya que el aprovechamiento de su calor sólo se necesita durante 3 o 4 meses al año, apareciendo entonces antieconómica. Resulta significativo el que habiéndose podido desarrollar este doble propósito con las plantas convencionales, prácticamente no se ha explotado esta posibilidad. No obstante, hasta hace poco se estudiaban estos proyectos para Finlandia y Alemania Occidental (37), aunque no parece que al final se lleven a cabo pues, los problemas surgidos o no resueltos y las regulaciones previsiblemente cada vez más rígidas en cuanto al alejamiento de las poblaciones, hará posiblemente incompatible el doble propósito perseguido.

El caso de Rusia conlleva otras connotaciones siendo, a pesar de ello, de interés.

La URSS ha venido vanagloriándose, al menos durante la década pasada, de disponer de unos reactores con características de seguridad superiores al diseño de los reactores LWR estadounidenses. Y en efecto, la gran generalidad de sus reactores funcionando son más pequeños que los de EE.UU. y no tienen el problema del ECCS del diseño americano al disponer de multitud de canales de refrigeración independientes, por lo que les hace menos vulnerables a la pérdida de refrigeración (38).

La Unión Soviética parece estar muy interesada en la utilización del calor residual de sus plantas nucleares para calefacción comunal, haciéndolo al parecer ya en las cercanías de Beloyarsk, donde desde 1964 hay un reactor de 100 Mwe, habiéndose completado en diciembre de 1967 la segunda unidad de 200 Mwe. Parte del vapor de estas plantas se utiliza para la calefacción de algunas de sus comunidades

---

(36) George Yadigaroglu and Stephen O. Andersen «Novel Siting Solutions for Nuclear Power Plants», Nuclear Safety, nov.-dic. 1974, op. cit.

(37) Mühlhäuser and Helbling «Heating for Nuclear Power Stations», 57, Sulzer Technical Review, 1975, p. 157; IAEA «Urban District Heating Using Nuclear Heat», Proceedings of an Advisory Group Meeting, march 15-19, 1976, Vienna, IAEA, 1977.

(38) Ver Philip R. Pryde and Lucy T. Pryde «A Different Approach to Nuclear Safety: Soviet Nuclear Power», 1974, Loc. Cit., p. 27.

próximas (39). También existe un pequeño centro nuclear de 48 Mwe, con cuatro reactores de agua en ebullición de 12 Mwe, en Bilibino (Siberia), que sirve para calefacción de algunas de sus pequeñas comunidades del entorno minero muy aislado del resto del país (40). Según Frank Barnaby «La ausencia de oposición pública a la energía nuclear en la URSS aparece claramente demostrada por la rápida aceptación del uso de reactores nucleares en la proximidad de los centros urbanos para calefacción comunal» (41). Sin embargo, por diversas razones, el caso de la URSS no es trasladable a los países llamados «del mundo libre».

### 7.2.3. *Algunas consideraciones sobre impactos de interés en la selección y evaluación de emplazamientos*

En el capítulo 7 se han descrito, en profundidad, las razones que existen para la incorporación de nuevos criterios y valoraciones que debieran estar presentes en cualquier política de ubicación de reactores nucleares. En el presente epígrafe se tratan, más superficialmente, una selección de impactos que normalmente son despreciados o tergiversados en los procesos de búsqueda y elección de emplazamientos pero que sin embargo, y según los casos, pueden llegar a adquirir gran relevancia.

#### 7.2.3.1. Impactos sobre la generación de empleo y ciclo boom-bust

La ubicación de una central nuclear tiene unos considerables impactos sobre las poblaciones del entorno, en el supuesto de que en sus proximidades (hasta 30 y 50 Km.) existan comunidades urbanas. El balance general de estos impactos de carácter socio-económico que se producen durante la construcción, que oscila de 8 a 12 años, es frecuentemente negativo aunque, por esta razón, pocas veces se han estudiado.

Existe cierta literatura sobre los efectos del ciclo boom-bust en la construcción de grandes proyectos que llegan a acumular 5.000 y 6.000 trabajadores durante sólo algunos años (42). Este repentino

---

(39) Ibid., pp. 27-28.

(40) Ibid., p. 31.

(41) Frank Barnaby «A Nuclear Engineer's Paradise». The Bulletin of the Atomic Scientists, febr. 1981, Loc. Cit., p. 56.

(42) A. Ford, «Summary Description of the Boom I. Model», *Dynamica*, 4, 1977, pp. 3-16; Harbridge House, Inc. «The Social and Economic Impact of a Nuclear Power Plant Upon Montagne, Massachusetts and the Surrounding Area», Boston, Mass. 1974.

input de población que se establece en las comunidades del entorno sólo durante 3, 4 o 5 años, normalmente genera graves distorsiones en los equipamientos públicos, en la convivencia social de esas comunidades y en sus hábitos. Los impactos de carácter social pueden ser muy graves pues la población nativa se acostumbra a un nivel de vida que durará muy poco, abandonando gran parte de sus trabajos agro-pecuarios o de otro orden atraídos por los altos salarios que la construcción del proyecto ofrece. Cuando el proyecto finaliza resulta difícil que esos trabajadores vuelvan a recuperar sus labores de antaño, se han habituado a altos sueldos y, frecuentemente, se da el caso de emigraciones de los mismos. Por otra parte se producen desajustes socio-culturales con la repentina y masiva introducción de nuevas costumbres, manejo de drogas que resulta muy habitual entre los trabajadores de los proyectos nucleares, etc.

Conscientes de estas consecuencias, las compañías eléctricas han practicado en ocasiones procedimientos de mitigación de efectos con objeto de minimizar esos perjudiciales impactos intentando a cambio ofrecer beneficios en determinados equipamientos o infraestructuras técnicas locales (43).

Con respecto a la generación de empleo, en 1972 el Economist Intelligence Unit (EIU) produjo un informe en el que mostraba las consecuencias sobre el empleo de cuatro grandes proyectos en el Norte de Gales (44). Dos de los proyectos analizados eran reactores nucleares. El argumento manejado por la industria y compañías nucleares de ofrecer puestos de empleo localmente, aparece cada vez más cuestionado, al demostrarse ser bastante más marginal de lo que se había supuesto.

Las conclusiones del profundo trabajo del EIU son reveladoras:

«Los efectos sobre el empleo para el área donde se ubican los proyectos es improbable que sean beneficiosos ni a corto ni a largo plazo... Incluso hay evidencia que soporta la tesis de que las consecuencias sobre el empleo de grandes proyectos nucleares lo probable es que sean perjudiciales para el área en las que se localizan dichos proyectos. El efecto puede ser el de absorber trabajadores de otras industrias locales más tradicionales, particularmente entre los trabajadores de la agricultura... La industria de las granjas agrícolas com-

---

(43) D. Myhra «One Nuke Gets a Warm Welcome», *Planning* 41, 1975, pp. 13-18; D. Myhra «Montana Power Builds New Town for Miners», *Practicing Planner* 6, 1976, pp. 13-15. Ver también A. Ford, *Loc. Cit.*, el modelo de ciudad boom para evaluar políticas de mitigación.

(44) Economist Intelligence Unit «Employment Consequences of Major Construction Works in North Wales», London, EIU, Ltd., 1972.

pensa esta pérdida de mano de obra introduciendo nueva tecnología, para posteriormente no requerir mano de obra cuando los grandes proyectos liberan ya a los trabajadores de ese empleo» (45). Más adelante afirma el informe:

«Los grandes proyectos de construcción han sido perjudiciales. Han absorbido hombres de trabajos a los que potencialmente no han podido volver. Sus beneficios se han dado a corto plazo, creando muy poco empleo a largo plazo y sin inducir empleo secundario o inversiones complementarias. Las condiciones en que han dejado la zona, una vez finalizados los proyectos, han sido generalmente peores que antes de comenzar (46).

La evidencia de la construcción de plantas nucleares parece soportar la conclusión a que llega el EIU, en el sentido de que «Tales desarrollos parecen actuar en contra de los intereses a largo plazo de la mano de obra local» (47). El informe comentado se refuerza con otro realizado por la Oxford Polytechnic, en el que se demuestra que existe evidencia para sospechar que los desarrollos de proyectos nucleares como THORP (planta de reprocesamiento) pueden muy bien tener efectos desfavorables sobre el mercado de trabajo local (48).

E el caso de EE.UU. las escasas investigaciones realizadas al respecto revelan resultados similares, aunque la AEC afirmara hace años:

«Diferentes tipos de reactores nucleares pueden suponer unos beneficios específicos para las comunidades. Los reactores nucleares pueden, por ejemplo, proveer de nuevas fuentes de energía necesitada por la industria y la comunidad, sin mencionar las posibilidades de ingresos fiscales. Esta nueva fuente de energía —decía entonces la AEC— sirve de imán para el desarrollo industrial y comercial» (49).

Más tarde otros documentos oficiales intentaban reforzar la noción de que la construcción de una central nuclear tendría efectos significativos positivos sobre el área local:

---

(45) *Ibid.*, p. 4.

(46) *Ibid.*, p. 31.

(47) *Ibid.*, p. 6.

(48) «The Socio-Economic Effects of Power Stations on their Localities», Power Station Impacts Research Team, Department of Town Planning, Oxford Polytechnic, Headington, Oxford, Chapter 4, 1979.

(49) U.S. AEC «The Community Impact of Peaceful Applications of Atomic Energy», TID 8202, Oak Ridge: AEC Technical Information Service Extension, 1959, p. 15.

«Una gran central nuclear representa una inversión de cientos de millones de dólares y puede afectar profundamente la economía local así como el medio ambiente del entorno y esto, especialmente, si la planta se localiza en la América rural» (50). La política pues era promocionar los supuestos efectos ositivos sobre la economía local ya que atraería —decían— industrias que requieren mucha energía e incluso otras, por las ventajas que ofrecerían los bajos impuestos del área al recibir esa jurisdicción fuertes sumas de dinero en concepto de tasas por la instalación del complejo nuclear.

En 1970 la Universidad de Cornell hizo público un estudio sobre los efectos económicos y sociales de la construcción y operación de una central nuclear en el Estado de New York (51) y, las conclusiones, después de analizar cinco casos de impactos en centrales nucleares ya construidas, fueron las siguientes:

Central Nuclear de Nine Mile Points. «No se aprecia ningún gran incentivo para localizar actividades manufactureras intensivas en energía en la zona del entorno» (52).

Central Nuclear Robert E. Ginna. «Tampoco se aprecia impacto significativo en nuevas actividades. Las actividades de construcción tuvieron un efecto imperceptible en los niveles de empleo de otros sectores de la economía de la región» (53).

Centrales Nucleares Indiant Point, Units 1, 2 y 3. «No hemos visto ni oído de ninguna actividad que se haya localizado en el área debido a la presencia de la central nuclear» (54). «El crecimiento de la población no soporta la posición de que las ventajas fiscales hayan estimulado un extraordinario desarrollo de sus inmediatas poblaciones» (55).

Central Nuclear Connecticut Yankee: «La central probablemente no ha atraído un significativo nuevo desarrollo a la ciudad de Haddam. El crecimiento de ésta parece haber sido resultado de otros factores» (56).

---

(50) Office of Science and Technology, Executive of the President, «Considerations Affecting Steam Power Plant Site Selection», Washington, D.C., U.S. GPO, 1969, p. X.

(51) Nuclear Power Plant in the Finger Lakes-Southern TIER Region. New York State, «A Study of the Probable Economic and Social Effects of Constructing and Operating the Bell Nuclear Power Station In Tompkins County», Office of Regional Resources and Development. Cornell University sept. 1970.

(52) Ibid., p. N-21.

(53) Ibid., p. G-8.

(54) Ibid., p. I-8.

(55) Ibid., p. I-14.

(56) Ibid., p. C-16.

«En general —concluyen— las centrales nucleares no han atraído actividades complementarias a su entorno... Tenemos que rechazar la sugerencia de que pueden resultar actividades complementarias y/o empleos, del desarrollo de ciertos establecimientos que vayan al lugar para aprovechar el calor residual... Parece que las ventajas fiscales en las ciudades son influencias muy marginales para el desarrollo de otras actividades» (57).

Consecuentemente deben valorarse los impactos sobre los sistemas socio-económicos de las comarcas y regiones en las que esté seleccionado un emplazamiento, debiendo analizarse en profundidad hasta qué punto los impactos van a ser positivos o negativos y el alcance de los mismos.

#### 7.2.3.2. Impactos sobre las tasas y recaudación local

En relación con el punto tratado, parece necesario una pequeña reflexión sobre ese aspecto manejado frecuentemente como un delicioso caramelo en las comarcas o municipios donde las compañías eléctricas pretenden ubicar un complejo nuclear.

Los beneficios fiscales que un centro nuclear pueda generar sobre su entorno se centran, fundamentalmente que no únicamente (58), en la jurisdicción local sobre la que se asienta el proyecto, dada la práctica fiscal en uso. Esta práctica, bastante generalizada, puede llegar a plantear importantes problemas de eficiencia y equidad. Así, los municipios o comarcas colindantes y los centros urbanos próximos a la jurisdicción beneficiada pueden resultar negativamente afectados por los impactos inducidos del proyecto, sobre todo durante los 8 a 12 años de construcción, al haber realizado importantes gastos en servicios públicos (infraestructuras técnicas y servicios educativos, recreativos, sanitarios, etc.). Esos centros urbanos o municipios percibirán una presión sobre la demanda de estos servicios sin disponer a cambio de un paralelo incremento de sus ingresos fiscales ya que estos quedan, casi en su totalidad, para el «afortunado» municipio en el que se ubique el complejo nuclear (59).

Paradójicamente, la presión sobre los servicios públicos y las infraestructuras técnicas y sociales en general, no se producen en el

---

(57) *Ibid.*, p. B-20, B-21 y B-25.

(58) En el caso español se ha arbitrado un canon que revierte sobre la institución provincial, aunque se recomienda que se utilice fundamentalmente para beneficiar al municipio o municipios más directamente afectados.

municipio sobre el que se instala el proyecto sino en los municipios y comarcas del entorno hasta los 50 y 60 Km. en Europa, y a distancias aún mayores en EE.UU. En consecuencia ello produce un importante desajuste espacial entre las jurisdicciones donde se producen los sobre-ingresos y aquellas que tienen que soportar las nuevas demandas infraestructurales, además de gran parte de las potenciales deseconomías externas del proyecto. Esta práctica distributiva, con posible raíces de estrategia psico-social por parte de la compañía eléctrica, debería de replantearse de una forma más justa y equitativa, racionalizándose la distribución espacial de costes y beneficios.

Existe también otra lectura paralela de este problema de los municipios «afortunados» en el campo de sus excepcionales ingresos fiscales.

Las compañías eléctricas y, en algunos casos, las propias instituciones públicas regionales, en un intento de dulcificar y debilitar los potenciales efectos negativos de un centro nuclear, manejan argumentos ensalzando los efectos positivos en la atracción de otras actividades económicas, generación de empleo, efectos fiscales positivos, posibilidad de utilizar el calor residual (60), etc. Ello da lugar a que se produzca una confusa especulación del suelo en función de esas expectativas artificialmente suscitadas, con promesas de bajos impuestos municipales, alta calidad de los servicios públicos, etc. Y lo que es crucial, si esta política de atracción de actividad económica y población tuviera éxito, ello viciaría de raíz las iniciales premisas de encontrar una ubicación remota, con baja densidad de población y recursos limitados. El municipio o los municipios afectados se encontrarán así con una seria contradicción de difícil y complejo tratamiento pues, según la normativa y regulaciones que afectarán al entorno del complejo nuclear, esas áreas estarán obligadas a mantener estrictos límites en los techos de densidad de población, población absoluta, actividades económicas e incluso aprovechamiento de recursos agro-pecuarios, de esparcimiento y recreo, etc.

---

(59) Este problema ha sido ampliamente desarrollado por Mary F. Schoemaker «The Impact of Salem Nuclear Generating Station on Lower Alloways Greek Township», Salem, New Jersey, 1975 (Unpublished M.A. Thesis, Glassboro State College). Ver también Alice W. Shurcliff, «Local Economic Impact of Nuclear Power Plants», *Technology Review*, october, 1975.

(60) El argumento de la transferencia del calor residual en la atracción de nuevas actividades a la proximidad del centro nuclear parece ofrecer pocas ventajas y atractivos, según confirma la propia realidad y estudios sobre factores de localización industrial. Ver Mountain West Research «Construction Worker Profile: Summary Report», Final Draft Manuscript, Mountain West Research, Inc. Tempe. Arizona, 1975; Thomas Reiner «Community Response to Trucking Terminal Impact: Case Studies in the Philadelphia Region», RSRI, Discussion Paper, n.º 86, Regional Science Research Institute, Philadelphia, 1975; Alice W. Shurcliff «Local Economic Impact of Nuclear Power Plants», *Technology Review*, oct. 1975, Loc. Cit.

Parece pues obvio que, el aparente estímulo para el crecimiento y desarrollo que desde ciertas plataformas se pretende acompañen a la propuesta de ubicación de un complejo nuclear, tiene sin embargo serias limitaciones, incluso desde la perspectiva legal y de planeamiento, que actúan en dirección contraria. Limitaciones y restricciones dictadas por las normas y criterios presentes en la selección de un emplazamiento nuclear.

#### 7.2.3.3. Consecuencias de una mejora en la infraestructura de comunicaciones

Existe otro parámetro, presente en las decisiones sobre ubicación de reactores, cuyo tratamiento resulta a veces altamente contradictorio. La infraestructura de comunicaciones del entorno inmediato a la ubicación seleccionada (área hasta los 50 Km.) presenta dos lecturas conflictivas.

Por una parte, el emplazamiento debe contar con una red de comunicaciones de alto nivel que facilite la manipulación a lo largo de los 8 a 12 años de construcción, y durante su desmantelamiento, de todo el material y equipamiento de reactores. Si esta red de comunicaciones no existe en la ubicación seleccionada hay que construirla para iniciar el proyecto, lo que incidirá indirectamente en la revalorización del suelo del entorno al hacerlo ahora accesible para usos que antes, la ausencia de una buena accesibilidad, no permitía. Desde esta perspectiva la consideración de zona remota, a lo largo de la vida del reactor, permanecerá sólo si paralelamente se controla por las autoridades de planeamiento la ordenación del territorio, usos del suelo y, en definitiva, las potencialidades de utilización y desarrollo de esa amplia penumbra territorial sujeta a las servidumbres limitativas que el emplazamiento nuclear imponga.

Por otra parte, la red de comunicaciones del centro nuclear y entorno inmediato (aproximadamente 12 Km.) con el resto del territorio debe reforzarse y mejorarse una vez finalizado el proyecto, con objeto de poder cumplir con las exigencias y especificaciones impuestas por la normativa sobre evacuación de emergencia, cada vez más rígida tal y como se explicita en otra parte de este trabajo.

Esta mejora de la infraestructura técnica de comunicaciones ejercerá, inevitablemente, un mayor atractivo de la zona al incrementarse su accesibilidad, lo que perjudicará notablemente al objetivo, crecientemente endurecido, de mantener el emplazamiento remoto, controlar la baja densidad de población, el crecimiento de las comunidades

urbanas próximas y el aprovechamiento de los recursos de esparcimiento y agropecuarios del entorno.

La contradicción apuntada se agudiza cuando el emplazamiento seleccionado ocupa zonas costeras de gran atractivo recreacional o residencial, situadas en la relativa proximidad (20 a 100 Km.) de áreas metropolitanas o regiones con gran concentración de población.

En la investigación realizada por este autor para la NRC sobre impactos económicos de las centrales nucleares (61), el factor accesibilidad tratado fue de enorme relevancia en la valoración de los emplazamientos analizados. Así, en las consideraciones sobre la alternativa de Ocean County, New Jersey, una de las ubicaciones contempladas, «Barnegat Bay» estaba situada sobre la costa, en una península con muchas islas y recursos de esparcimiento y recreo. En el informe se recomendaba la necesidad de construir nuevas rutas (puentes, etc.) para garantizar una adecuada evacuación de emergencia. El aspecto contradictorio aquí reflejado era tratado con la reflexión siguiente:

«...debe destacarse que la construcción de puentes incrementaría más el atractivo de las islas para el recreo y actividades con él relacionadas. Por una parte, las rentas del suelo subirán y puede ciertamente anticiparse que se producirá una mayor presión por un más intenso desarrollo de la zona, como resultado de la mejora de sus accesos. Por otra parte, ese uso más intensivo y la potencial congestión que provoque actuará en contra del auténtico propósito de la construcción del puente: favorecer la rápida evacuación en el caso de que ésta fuera necesaria. En consecuencia sugerimos, en el supuesto de que se considere seriamente esta ubicación para un CEN, que los puentes formen parte de todo el proyecto y que se adopten medida de orden legal e institucional que limiten el uso intensivo de las islas y paralice el desarrollo de toda el área costera. Las islas deben formar parte de la zona de baja población. Estos comentarios están escritos bajo el supuesto de que la compañía eléctrica y las instituciones gubernamentales tengan éxito en la demostración de la naturaleza benigna de las instalaciones de un CEN» (62).

---

(61) Regional Economic Impacts of Nuclear Power Plants, University of Pennsylvania, august, 1976, Loc. Cit.

(62) Ibid., p. 16.

#### 7.2.3.4. Impacto sobre el planeamiento urbano y la ordenación del territorio

Los emplazamientos nucleares imponen severas restricciones o servidumbres sobre el suelo que los rodea afectando, en consecuencia, a la ordenación del territorio, al menos a escala comarcal-regional (63). Este componente ha sido tradicionalmente poco definido y valorado al representar externalidades negativas, muchas de ellas de carácter difícilmente cuantificables, pero no por ello menos importantes.

Las limitaciones e impactos afectan a la densidad de población, distribución de la misma, tamaño de los centros urbanos y usos del suelo (64). Como consecuencia de los riesgos de incidentes con escapes de radiactividad, transportes de residuos radiactivos, posibles accidentes catastróficos, tupida ocupación de suelo por las múltiples redes de transmisión eléctrica que actúan como auténticas autopistas aéreas y posibles impactos sobre los ecosistemas y recursos agropecuarios, una amplia penumbra, frecuentemente mal definida, quedará afectada al menos durante treinta años, en el caso de que sólo exista un reactor, y hasta cincuenta y sesenta años cuando existan varios que, evidentemente, entran en operación en momentos distintos del tiempo. Este horizonte temporal de afectaciones se alargaría más en el supuesto de que no se llevara a cabo el desmantelamiento total del complejo nuclear y la restitución del paraje a su imagen original.

Evidentemente, estos riesgos y peligros, esas servidumbres que imponen sobre su entorno, son la razón del énfasis con respecto a su aislamiento espacial, ubicación remota, etc., que se ha hecho mucho más intenso desde el accidente de Harrisburg. Por ello el informe del NRC Special Inquiry Group, dirigido por Mitchell Rogovin enfatizaba: «Los futuros reactores deben localizarse sólo en emplazamientos que estén al menos a 16 Km. o quizás más de cualquier

---

(63) En España esta fuerte vinculación con la ordenación del territorio es reconocida a nivel oficial: «Las centrales nucleares, según se sitúen, van a condicionar fuertemente la totalidad del territorio», en Medio Ambiente en España: Informe General Subsecretaría de Planificación. Presidencia de Gobierno, 1977, p. 597; A esta vinculación se refiere R. Martín Mateo, 1977 y 1982, Loc. Cits. y Martín Bassols Coma al señalar «es imprescindible impulsar la coordinación entre la política energética y la ordenación del territorio, superando el actual enfoque unilateral basado en la exclusiva consideración de los aspectos técnicos industriales y económicos de la ordenación energética», en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, CEOTMA, Series Monografías n.º 4 de Derecho y Medio Ambiente, 1981, p. 134.

(64) Ver W. Ramsey and P.R. Deed «Land Use and Nuclear Power Plants: Case Studies of Siting Problems», NTIS-WASH-1319, 1974; A.R. Gloze «Electric Utility Problems in Meeting Urban Planning Requirements», Journal of the Urban Planning and Development Division, American Society of Civil Engineers, n.º UP-2, sept. 1973, pp. 193 y ss.

centro de población significativo» (65). Nótese que no se dice de un centro de población importante, sino sólo significativo. Un borrador de este informe había sugerido antes un radio mínimo no de 16 Km. sino de 56 Km., lo que resulta altamente ilustrativo. El Informe Presidencial Kemeny incidió, tal y como ya se ha visto y tras el análisis de distintos factores, en la necesidad de aislamiento o alejamiento de los emplazamientos, concluyendo: «con objeto de proveer una contribución a la seguridad, la NRC debería ser requerida, hasta lo que fuera posible, para que localice las nuevas plantas nucleares en áreas remotas, alejadas de concentraciones de población. Las determinaciones de ubicación debe basarse en valoraciones técnicas de varias clases de accidentes que pueden ocurrir, incluyendo aquellos que provoquen escapes de bajas dosis de radiación» (66). Como ya se ha visto y se insistirá, la ubicación permanece como un factor crítico en la reducción del riesgo.

Una vez concedida la licencia en un emplazamiento, se supone que tras una rigurosa valoración de los impactos sobre la planificación y ordenación actual y previsible durante las próximas décadas, el crecimiento de la población alrededor de la planta debe restringirse a partir de ese momento a través de los instrumentos de control del planeamiento. Este tipo de problemas originó la propuesta de la CEGB británica para construir una central nuclear en la proximidad de Connah's Quay, en Flintshire, al entrar en conflicto con otro proyecto de construir un pequeño desarrollo urbano relativamente cerca, con lo que se superaban los límites de población permitidos. El proyecto nuclear tuvo que ser cancelado pues «el promotor nuclear debe primero observar si hay planes urbanos durante la vida prevista de la planta que generen un crecimiento de población no aceptable» (67). Evidentemente, ello obligó a que los tribunales rechazaran la ubicación prevista del reactor nuclear (68). Otros proyectos de la CEGB británica respecto a plantas energéticas fueron también rechazados por los tribunales sobre la base de que entraban en conflicto con otras prioridades del planeamiento local, como fue el caso con Holme Pierreport en 1961 y Stourport en 1970.

---

(65) NRC Special Inquiry Group «TMI. A Report to the Commissioners and the Public». January, 1980, Loc. Cit., p. 131.

(66) Report of the President's Commission..., oct. 1979, Washington, D.C. Loc. Cit., p. 64.

(67) D.C. Leslie «Connah's Quay. The Interaction of Nuclear Power and the Environment», Annals of Nuclear Science and Engineering, Vol. 1. January, 1974, p. 17.

(68) Secretary of State for Wales. Decision letter of 19th July to Parties Interested in the Connah's Quay Enquiry, 1972.

También requiere una valoración el impacto sobre el valor del suelo en ese entorno afectado por las servidumbres del proyecto nuclear. Un trabajo de Glenn Blomquist mostró cómo los efectos negativos sobre el entorno de una planta de producción eléctrica convencional de combustible sólido, muy limpia y pequeña (26 Mwe), provocó una disminución del precio de las viviendas que se extendió hasta los 3,5 Km. Y esto se produce con una pequeñísima central convencional, no nuclear, que Blomquist insiste en calificarla de limpia, afirmando que «cabe aceptar la hipótesis de que su impacto negativo sobre el valor de la propiedad aumente con el tamaño de la planta» (69).

En el caso de Three Mile Island, dos informes gubernamentales afirmaron que el accidente causó una desvalorización del suelo del entorno, particularmente en las áreas cercanas a la central. «El accidente afectó adversamente al mercado de vivienda residencial», afirmaba también dicho informe (70). Evidentemente, cualquier incidente o accidente a lo largo de la vida de la planta agudizará este problema de desvalorización.

Otro impacto con considerables incidencias sobre el territorio, por su amplia ocupación de suelo, es el generado por la tupida red de transmisiones eléctricas que deberá ser cuidadosamente analizado previamente por las autoridades del planeamiento local-regional. Existen efectos ambientales, estéticos, de ocupación de suelo e incluso sobre la salud y seguridad de personas, ganado, rebaños, etc. que se sitúen bajo o en el inmediato entorno de dichas autopistas aéreas, a los que se les ha dado, tal y como denunció ya R.L. Burges, muy poca atención (71). Louise B. Young and H. Peyton Young publicaron en 1975 un trabajo en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, en el que denunciaban la irresponsabilidad existente con respecto a los peligros y «polución energética» de las líneas de alto voltaje. Polución

---

(69) Glenn Blomquist, «The Effect of Electric Utility Power Plant Location on Area Property Value», *Land Economics*, Vol. 1, n.º 1, february 1974, pp. 97-100.

(70) Commonwealth of Pennsylvania, Report of the Governor's Commission on Three Mile Island, Harrisburg, Pa. febr. 26, 1980, p. 22; Commonwealth of Pennsylvania, Governor's Office of Policy and Planning, Three Mile Island Socio-Economic Stud. Harrisburg, Pa. dec. 14, 1979; Ver también James R. Webb «Nuclear Power Plants: Effects on Property Value», *Appraisal Journal* 48, april, 1980, pp. 230-235. Existe también un artículo de Jon P. Nelson, en el que señala sin embargo que de mayo a diciembre de 1979 no se había percibido una influencia negativa sobre el precio del suelo del entorno de TMI. Ver Jon P. Nelson «Three Mile Island and Residential Property Values: Empirical Analysis and Policy Implications», *Land Economics*, V. 57, n.º 3, august, 1981.

(71) R.L. Burges «Power Plants, Transmission Lines and the North American Environment», Symposium on Preparing Environmental Reports for Nuclear Power Plants Held at Monterey, California, january 22-24, 1973, National Science Foundation, Washington, D.C. 1973.

que resulta de ciertas reacciones químicas y de los efectos electromagnéticos causantes de poderosos campos electrostáticos que afectan a granjas, personas, animales... (72).

Por otra parte, la ocupación y afectación de suelo en los entornos de esas grandes plantas nucleares invalidan miles de hectáreas, dimensión que muy a menudo pasa desapercibida para la comunidad y autoridades de planeamiento del territorio.

En lo referente, finalmente, a la posible manipulación de los residuos radiactivos que, en teoría, debiera requerir de una media de 60 camiones anuales para un sólo reactor de tamaño medio, los usos del suelo existentes y potenciales de los entornos a las vías por la que deba desplazarse durante decenas de años (73), quedarán también afectadas.

#### 7.2.3.5. Ubicación próxima a áreas fronterizas

Particular y significativa importancia ha tenido la temática referente a la ubicación de reactores en la proximidad de áreas fronterizas al resultar un valioso barómetro de la percepción de los riesgos por comunidades políticamente desligadas entre sí.

La localización de centrales nucleares en áreas próximas a las fronteras internacionales viene siendo reiteradamente (75) objeto de una intensa actividad diplomática internacional. Aunque han existido disputas entre países como Canadá y EE.UU., evidentemente este tipo de problemas se agudizan en el múltiple mosaico que constituye

---

(72) Louise B. Young and H. Peyton Young «The Bulletin of the Atomic Scientists», december 1974, pp. 34-38. A este interesante y lúcido artículo les contestaron, desde los intereses en la industria nuclear, Harold N. Sherer, Jr. y B.J. Ware en The Bulletin of the Atomic Scientists. Sept. 1975, pp. 51-52, recibiendo una contra réplica de los autores en ese mismo número, pp. 52-54.

(73) «Environmental Survey of Transportation of Radiactive Materials to and from Nuclear Power Plants». WASH-1238, dec. 1972, U.S. AEC, p. 39. Transporte muy peligroso por la catástrofe que podría generar un accidente y porque cualquier persona que esté tres minutos a una distancia media de tres pies del camión, puede recibir, en condiciones normales, una dosis de 1,3 mrem. Ibid., p. 42.

(74) También se producen residuos radiactivos sólidos de gran peligrosidad, requiriéndose para un reactor de tamaño medio de alrededor de 46 camiones/año, dependiendo de que el reactor sea BWR o PWR, Ibid., p. 50.

(75) Ver European Parliament Working Document on the Conditions for Community Policy on the Siting of Nuclear Power Stations taking account of their Acceptability for the Population. EUR. PARL. Doc. n.º 392, 1975, pp. 68-69; EUR. PARL. Doc. n.º 506, 1976; y EUR. PARL. Doc. n.º 145, 1977, p. 28, donde se regula el procedimiento de consulta comunitaria para tratar del efecto de una central nuclear en el territorio de otro Estado miembro.

Europa, pues la localización próxima a otros países es el factor crucial generador de disputas al crearse un riesgo transnacional, es decir, desventajas externas que afectan a otros países en función, exclusivamente, de la localización del complejo nuclear. La relación entre proximidad y magnitud del riesgo es directa aunque en el caso de Europa, como acertadamente señala Günther Handl: «la elección de una ubicación no fronteriza para un reactor puede, en cualquier caso, no eliminar el riesgo de la contaminación radiactiva transnacional... Sin embargo —continúa— la ubicación permanece siendo un factor crítico en la reducción del riesgo transnacional» (76). Más adelante este autor apunta: «Los efectos transnacionales de un fuerte escape de productos radiactivos al medio atmosférico, producido a 20 Km. de una frontera pueden incluir cientos de muertes inmediatas, miles de casos de graves enfermedades y un número similar de defectos somáticos y genéticos latentes...». La distancia de 20 Km. refleja, aproximadamente, una práctica general nacional de prohibir la ubicación de plantas en la proximidad de centros de población. En EE.UU. las prácticas actuales y pasadas han impedido que los reactores se ubiquen dentro de los 32 Km. de un área metropolitana (77).

Es muy probable que distintos países con niveles de desarrollo y prioridades también distintas, difieran en su disponibilidad a aceptar riesgos ambientales o en su sensibilidad hacia las consideraciones de seguridad, así como en el deseo de regular las actividades potencialmente peligrosas. Si el estado vecino no comparte los beneficios de la generación de energía eléctrica de la planta ubicada próxima a sus fronteras, ello agrava el caso pues supone una externalización de los potenciales costes asociados con un programa nuclear en el que ese otro estado no ha participado. En síntesis pues, «el riesgo de la contaminación radiactiva transnacional, cuyas consecuencias serán inquestionablemente graves, es función, hasta un grado significativo, de la distancia desde el límite fronterizo a que se ubique la central nuclear» (78), tal y como se expresa G. Handl.

Problemas con otros países en la ubicación de sus centrales han tenido y tienen aún Suecia, Checoslovaquia, Suiza, Alemania del Este, etc. Son conocidos los casos de Dukovany y Rūthi, dos ubicaciones previstas en la Europa Central que han dado lugar a serias preocu-

---

(76) Günther Handl «An International Legal Perspective on the Conduct of Abnormally Dangerous Activities in Frontier Areas: The Case of Nuclear Power Plant Siting», *Ecology Law Quarterly*, Vol. 7, n.º 1, 1978, Loc. Cit., p. 39. Ver también Hake: «A Comparison of Canadian and U.S. Siting Policies», *10 Nuclear Safety*, 1969.

(77) *Ibid.*, p. 40.

(78) *Ibid.*, p. 42.

paciones. Durkovany, que estaba prevista entrara en funcionamiento en 1980 en Checoslovaquia, a 35 Km. de la frontera austriaca, levantó las protestas de este último país que pidió conversaciones y acuerdos en relación a la seguridad de la planta, a través de su Ministerio de Asuntos Exteriores (79). Otra ubicación prevista cerca de Greifwald, en Alemania del Este, originó ciertos conflictos entre los Países Escandinavos y la República Democrática Alemana, llegando a tratarse el tema en la Comisión de las Comunidades Europeas (80). Suiza y Austria mantuvieron una agria disputa legal internacional en relación al proyecto nuclear del Rùth, en Suiza, que levantó serias protestas y preocupaciones en la región austriaca próxima. En 1975, ante la controversia generada, el Ministro Suizo de Transporte y Energía dejó en suspenso el proyecto (81).

#### 7.2.4. *Metodologías de evaluación: crítica de los métodos convencionales*

El proceso de ubicación de reactores nucleares sigue una secuencia temporal en la que la etapa que quizás sea más decisiva y trascendental corresponde a la evaluación de los distintos factores o características de los emplazamientos, junto a la valoración de impactos para poder comparar las distintas alternativas, tanto entre posibilidades energéticas como entre emplazamientos.

Teóricamente al menos, la secuencia debería cumplir las fases siguientes:

- Elección de una alternativa energética y justificación de la misma.
- Identificación de emplazamientos.
- Especificación de objetivos, atributos y criterios.
- Descripción de los posibles impactos.
- Evaluación de los diferentes emplazamientos en función de sus características e impactos.
- Análisis y comparación de los emplazamientos conducentes a la selección final.

---

(79) Die Press, july, 30, 1975, p. 2.

(80) Günther Handl, Loc. Cit., p. 28.

(81) The New York Times, may 17, 1976, p. 8.

En el presente epígrafe se pretende describir críticamente los métodos de evaluación y los principios sobre los que se sustentan, así como los instrumentos en los que se han soportado hasta la fecha la práctica totalidad de las decisiones sobre ubicaciones de reactores nucleares. Paa ello se parte de la irreversible constatación de la creciente complejidad en los problemas que afectan a una política de ubicación, cuyos emplazamientos no pueden ya ser seleccionados basados exclusivamente en criterios técnicos de ingeniería y económicos. Problemas muy complejos que afectan al medio ambiente y ecosistemas biológicos y humanos, impactos socio-económicos sobre la región potencialmente afectada, problemas relacionados con la percepción del riesgo, la salud y la seguridad, actitudes públicas y consideraciones éticas y políticas, interfieren en el proceso y complican ciertamente el procedimiento.

Existen, por otra parte, múltiples objetivos que envuelven la consideración de factores intangibles y elementos o impactos incuantificables monetariamente que dificultan la medición —comparación y desde luego, la utilización de cualquier método optimizante. Están presentes también gran número de incertidumbres que afectan a la resolución de multitud de factores o problemas que permanecen irresueltos, tales como el almacenamiento de residuos, impactos de las bajas dosis de radiactividad, desmantelamiento de los reactores, funcionamiento de sistemas de emergencia, probabilidad de accidentes, conocimiento preciso de las incidencias ambientales, etc. etc. Algunos de los impactos se producirán a lo largo del tiempo, dentro de 15, 20, 30 años, cambiando también con el tiempo la percepción de los mismos por las comunidades afectadas. Algunos son irreversibles, otros reversibles con un alto costo. Como R.L. Keeney señala, en uno de los pocos trabajos sistematizados existentes sobre ubicación de reactores: «La ubicación es un problema muy complejo. Hay múltiples objetivos, múltiples períodos de tiempo a considerar, múltiples grupos afectados por una ubicación particular... Hay múltiples intereses de grupos en conflicto y multitud de disciplinas de cuyo conocimiento profesional se necesita para la selección de una ubicación» (82).

En cualquier caso se trata de describir y valorar, en la medida de lo posible de forma comprensiva, racional y abierta, todos los elementos que entran en juego para que al menos queden claramente explicitados ante el escrutinio público, facilitándose así una toma de

---

(82) Ralph L. Keeney «Siting Energy Facilities», Academic Press, 1980, Loc. Cit., p. 378.

decisiones abierta y defendible en la búsqueda de la ubicación más satisfactoria teniendo en cuenta los intereses en conflicto.

#### 7.2.4.1. Incorporación de estudios de impacto ambiental de las alternativas y aplicación del análisis coste-beneficio

Según se ha descrito en anteriores capítulos, con la incorporación de la NEPA (National Environmental Policy Act) en 1969 (83), por el Congreso Americano, se exigía considerar las consecuencias ambientales de los proyectos propuestos y emitir por escrito un detallado informe ambiental valorando alternativas. En el caso nuclear, la versión final del mismo es elaborado por la NRC, pero con la información recibida de la propia compañía eléctrica promotora. Es decir, se exigía previo a la concesión de licencia, impacto ambiental de la ubicación propuesta y de las alternativas, siendo el aplicante el que selecciona las mismas, para luego ser revisadas por la NRC con la información que le provee y comparar las ubicaciones alternativas con la propuesta. Este método, viciado de raíz, ha sido ya criticado en anteriores capítulos.

Además de este informe de impacto ambiental de la ubicación propuesta y de las alternativas, la NEPA exigía un análisis coste-beneficio como método de evaluación en el que contrastar los costes ambientales y sociales del proyecto con los beneficios esperados (84). En realidad y según citan R.M. Hill, et al, fue a raíz de la famosa sentencia de Calvert Cliffs cuando la AEC tuvo que revisar su regulación sobre licencias en el tema de los informes ambientales para incorporar el análisis coste-beneficio (85). Por lo tanto no es hasta septiembre de 1971 cuando la AEC ofrece instrucciones para incluir alternativas y un análisis coste-beneficio.

Realmente, y no es ocioso insistir en ello, es la Comisión Nuclear, hoy la NRC, la encargada de realizar con los datos facilitados en el informe ambiental de la compañía, un análisis coste-beneficio

---

(83) Act of 1969, 42 USC, n.º 4321, Loc. Cit. Esta ley se hizo efectiva a partir del 1 de enero de 1970.

(84) Ver Code of Federal Regulations, Title 10, Part 50, Appendix D, Loc. Cit. y Federal Register 36 (175): 18071-18076, sept. 9, 1971.

(85) R.M. Hill, R.H. Bryan and B.L. Nichols «Benefit Cost Analysis in Licensing of Nuclear Power Reactors». Nuclear Safety, Vol. 15, n.º 6, nov.-dic. 1974; Ver también Calvert Cliffs Coordinating Committee, Inc. et al. V. United States Atomic Energy Commission et al., U.S. Court of Appeals for the District of Columbia Circuit, n.º 24839 and 24871, July 23, 1971, p. 26; Para una valoración de la sentencia B.L. Nichols «Balancing Environmental Impact and Economic Progress-The Impact of the Courts», Nuclear Safety Vol. 13, n.º 3, may-june, 1972, p. 209-215.

«independiente» que cubra los factores especificados por el código de regulaciones.

El primer documento orientativo para su confección lo emitió la AEC en mayo de 1972, enfatizando en el mismo que se calcularan también los costes de la energía nuclear versus los costes de la energía procedentes de otras alternativas, pero sin requerir un cálculo riguroso de los impactos económicos locales y regionales ni el cálculo de un ratio beneficio/costo para las alternativas (86). En agosto de 1972 la AEC publicó un documento más completo en el que orienta en la forma de valorar el impacto regional y requiere ya información más rigurosa sobre los emplazamientos alternativos (87). Finalmente, en marzo de 1973, la Guía adopta una forma definitiva bajo el conocido calificativo Regulatory Guide 4.2. (88). Según la misma «el análisis debe identificar un emplazamiento que tenga un óptimo balance beneficio-coste cuando se compare con todas las combinaciones emplazamiento-energía consideradas», ofreciendo un formato estándar para su realización. De inmediato surgen críticas al procedimiento en el sentido de que la autoridad reguladora para la protección ambiental era inefectiva, ya que la agencia dejaba las decisiones claves a la compañía eléctrica. Incluso los más ardientes defensores de la alternativa nuclear y del análisis coste-beneficio se ven obligados a reconocer lo difícil que resulta ajustar este método al tema nuclear. Así autores como Richard L. Rudman señalan: «las limitaciones son que no hay forma de cuantificar absolutamente los beneficios percibidos o costes, pues todos los costes sociales no tienen la misma unidad de medida. Existen muchos juicios de valor en la conversión de ciertos impactos a términos monetarios» (89).

Además se acusaba de que la ausencia de gran parte de la información que no se hacía pública, perpetuaba el dominio de la toma

---

(86) AEC «Guide for Submission of Information on Benefit and Costs of Environmentally Related Alternative Designs for Defining the Classes of Completed and Partially completed Nuclear Facilities», may 1972, U.S. AEC.

(87) «Guide to the Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Plants», U.S. AEC, august, 1972.

(88) U.S. AEC, «Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Plants», Regulatory Guide 4.2., Directorate of Regulatory Standards, Washington, D.C. March 1973. Posteriormente saldrá también la Regulatory Guide 4.7. «General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations, AEC Directorate of Regulatory Standards, Washington, D.C. Sept. 1974.

(89) Richard L. Rudman «Cost/Benefit Considerations of Nuclear Power», Nuclear Technology, Vol. 24, Dec. 1974, pp. 309-313.

de decisiones privada (90). También se critica el análisis coste-beneficio en términos de su validez teórica y probables efectos (91).

La guía reguladora reflejaba una sospechosa ingenuidad al afirmar «es teóricamente posible establecer una significativa comparación económica de la planta propuesta con las alternativas al asignar valores monetarios a todos los costes y beneficios y calcular un ratio beneficio/coste para la planta propuesta y para cada una de las plantas alternativas»... «Esta comparación conduce a una decisión obvia en relación con la selección de la planta que produzca energía al mínimo coste consistente con el mantenimiento del medio ambiente existente en el emplazamiento antes de iniciarse su construcción y durante la operación de la misma». La guía invita además al aplicante a que demuestre, a través del análisis coste-beneficio que la opción energética nuclear es la mejor entre todas las posibles, solicitando este análisis para cada combinación emplazamiento-energía. Incluso desde la conocida revista *Nuclear Safety*, próxima a los intereses nucleares, aparecieron críticas como la de R.M. Hill, R.H. Bryan y B.L. Nichols que, en términos suaves, señalaban que: «Esa teórica situación no es alcanzable porque es difícil asignar valores monetarios a los costes ambientales o a los impactos sociales en el entorno, siendo igualmente difícil determinar el valor monetario de la energía generada en la central y entregada al sistema distribuidor» (92). Ofrecen una solución nada aceptable, pero al menos abrían una vía diferente cuando señalaban: «Puesto que no existe forma práctica para reducir todas las ventajas y desventajas ambientales y económicas a valores monetarios, el equipo interdisciplinar que prepara el estudio de impactos debe colaborar para producir una discusión híbrida coste-beneficio donde sean enumeradas las ventajas (beneficios) y desventajas (costes) para la planta propuesta, y sus alternativas... El equipo debe comparar varias combinaciones y alcanzar decisiones subjetivas basadas en el conocimiento de la situación por cada analista...». Es decir, buscar lo que llaman «razonable balance entre costes ambientales y monetarios».

---

(90) Ver C. Case and D. Schoenbrod «Electricity or the Environment, A Study of Public Regulation Without Public Control», 61 *California Law Review*, June 1973, pp. 961-1.010.

(91) Paul L. Joskow «Approving Nuclear Power Plants: Scientific Decision making or Administrative Charade?», *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, n.º 1, Spring 1974, pp. 320-332; Ver también la crítica a los problemas metodológicos que surgen en la preparación del Análisis Coste-Beneficio en su aplicación a la alternativa de las centrales nucleares realizada por Miller B. Spaugler, «Environmental and Social Issues of Site choice for Nuclear Power Plants», *Energy Policy*, Vol. 2, n.º 41, March 1974, pp. 18 y ss.

(92) R.M. Hill, R.H. Bryan and B.L. Nichols «Benefit Cost Analysis in Licensing of Nuclear Power Reactors», 1974, Loc. Cit.

Según refleja Daniel Ford en la pormenorizada y rigurosa denuncia que hace de las Agencias Nucleares americanas, «prácticamente era la industria nuclear la que preparaba las Regulatory Guides de la AEC, de una forma suficientemente vaga para permitir todo tipo de interpretaciones»... «Los criterios fueron dejados con gran flexibilidad, deliberadamente, para permitir que muchas personas mantuvieran una amplia gama de opiniones. La misma flexibilidad era necesaria en su aplicación» (93). Sólo así es comprensible la aparente ingenuidad con que los organismos reguladores trataban la solución en la toma de decisiones sobre una alternativa energética con una ubicación determinada.

#### 7.2.4.2. Deficiencias del análisis coste-beneficio

Parece obligado iniciar la valoración de los problemas no resueltos por la aplicación del análisis coste-beneficio a la cuestión nuclear, transcribiendo partes del lúcido informe que A.V. Kneese emitió como resultado de la invitación que le hizo la AEC en cuanto que reconocido experto del análisis coste-beneficio y Director del Programa sobre Calidad del Medio Ambiente de Resources for the Future. El problema pues de la evaluación de la tecnología nuclear de fisión en comparación con otras alternativas energéticas, que la NRC solicita hoy a la hora de proponer una ubicación nuclear en un determinado emplazamiento e, indirectamente, la aplicación del análisis coste-beneficio para comparar y seleccionar una localización entre diversos emplazamientos, tuvo la siguiente respuesta por A.V. Kneese:

«Pienso que el análisis coste-beneficio no puede responder a las cuestiones de política más importantes asociadas con la deseabilidad de desarrollar a gran escala una economía basada en la fisión nuclear. Y esto es debido a que estas cuestiones son de un carácter profundamente ético. El análisis coste-beneficio ciertamente no puede resolver tales cuestiones pudiendo muy bien oscurecerlas... Desafortunadamente las ventajas de la fisión aparecen más fácilmente cuantificables en formato de coste-beneficio que los riesgos y peligros que lleva asociados. Por lo tanto, existe el peligro de que los beneficios puedan parecer más reales. Además, las bases conceptuales del análisis coste-beneficio no requieren que los efectos redistributivos sean considerados. Es-

---

(93) Daniel Ford «The Cult of the Atom: The Secret Papers of the Atomic Energy Commission», 1982, Loc. Cit., pp. 185 y 186.

tamos hablando de peligros que pueden afectar a la humanidad durante muchas generaciones y de cuestiones de equidad que no pueden ser marginadas ni evaluadas sobre cualquier base teórica o empírica conocida. Esto significa que los técnicos, sean físicos o economistas, no pueden legítimamente tomar la decisión de generar tales peligros. Nuestra sociedad está pues confrontada con un problema moral de gran profundidad... Parece claro que existen muchos factores que un análisis coste-beneficio no podrá nunca capturar en términos conmensurables, cuantitativos... Como profesionales especialistas podemos intentar proveer información pertinente pero no podemos legítimamente tomar la decisión y ésta no debe ser dejada en nuestras manos... El análisis coste-beneficio puede ofrecer inputs interesantes en el proceso político para la toma de decisiones, pero no puede proveer una respuesta completa, especialmente sobre cuestiones con implicaciones tan trascendentales para la sociedad» (94).

Por lo tanto, A.V. Kneese arguye no solamente que los riesgos y beneficios de la tecnología de fisión han sido insuficientemente cuantificados para soportar un juicio basado en análisis coste-beneficio, sino que además ese juicio no puede ser técnicamente válido.

La aplicación del análisis coste-beneficio, en la ubicación de reactores tal y como sugieren los organismos oficiales americanos y otros organismos de otros países embarcados en la alternativa nuclear, ha recibido duras críticas de multitud de expertos reconocidos.

Así Peter Self calificaba a E.J. Mishan (95) y a los que piensan como él de «econócratas», aquellos que creen en la existencia de criterios económicos fundamentales que permiten la realización de decisiones políticas. Para P. Self la idea en que se fundamenta el análisis coste-beneficio al expresar todos los factores que intervienen en los proyectos en términos monetarios, es el ejemplo más claro de econocracia (96).

También J.W. Gofman realiza una extremadamente caústica crítica en uno de sus recientes trabajos, cuando señala: «Una de las más hábiles y diabólicas técnicas manejadas para violar los derechos hu-

---

(94) A.V. Kneese, testimonio en las sesiones públicas de la AEC sobre el ciclo nuclear, nov. 1972. Ver A.V. Kneese «The Faustian Bargain» Resources, Resources for the Future, 44: 1, sept. 1973, pp. 1-5.

(95) Ver E.J. Mishan «Technology and Growth: Thre Price we Pay» Praeger New York, 1970; E.J. Mishan «Cost-Benefit Analysis», Praeger, New York, 1976.

(96) P. Self «Econocratats and the Policy Process: The Politics and Philosophy of Cost-Benefit Analysis», Macmillan, Londres, 1975.

manos individuales en relación con la contaminación es la doctrina del riesgo-beneficio... Evaluando los «beneficios» y «riesgos» de ciertas tecnologías y determinando «estándares» apropiados de contaminación que deben ser aceptados por la comunidad en intercambio de los «beneficios» que se generarán... La doctrina del riesgo-beneficio es el mecanismo estándar para hacer aceptables las tecnologías contaminantes; el problema consiste simplemente en asegurar que los beneficios aparezcan mucho más amplios que los riesgos... El Gobierno es feliz adquiriendo toda la información que soporte el lado de los beneficios en el análisis y que minimice los riesgos... Los estudios de impacto ambiental estuvieron en boga en la Alemania de Hitler, donde seguramente hubo análisis de beneficios para probar que el genocidio de seis millones de judíos se producía por «el bien social» (97).

En efecto, el análisis coste-beneficio no parece ser el instrumento adecuado para resolver los problemas de ubicación de reactores, en todo caso puede significar una cierta labor de asistencia en la toma de decisiones, pues como técnica de valoración social es, ciertamente, imperfecta tal y como apunta T. Newton (98).

El problema sin embargo radica en hasta qué punto, si se le utiliza, puede llegar a tergiversar o confundir el proceso, pues la cuantificación de beneficios, relativamente fácil de monetarizar, casi siempre superará a la cuantificación de costes y riesgos, a los efectos acumulativos e inciertos aún mal conocidos, a los impactos sociales de carácter negativo. Los impactos no cuantificables, de carácter intangible y cualitativo, como la valoración de riesgos, no entrarán en la balanza con la misma entidad que aparecerán los beneficios monetarizados (99).

El análisis omite consideraciones de equidad y multitud de incertidumbres (100). En el proceso de selección actual de ubicaciones no existe ningún requerimiento para que los emplazamientos sean

---

(97) J.W. Gofman «George Orwell Understated the Case», pp. 56-69, en «Nuclear Power: Both Sides», Edited by Michio Kaku and Jennifer Trainer, Norton, New York, 1982, Loc. Cit.

(98) T. Newton «Cost-Benefit Analysis in Administration», George Allen and Unwin, London, 1972.

(99) Ver a este respecto Green «The Risk-Benefit Calculus in Safety Determination», 43 GEO-WASH, L. Review, 791, 1974-1975; Yellin, J. «Judicial Review and Nuclear Power: Assessing the Risks of Environmental Catastrophe», 45 GEO-WASH, L. Review, 969, 1977, pp. 992-993.

(100) Sobre las debilidades del análisis, ver B.F. Hobbs and A.H. Woelkar «Analytical Multiobjective Decision-Making Techniques and Power Plant Siting: A Survey and Critique», ORNL-5288, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, 1978; B.F. Hobbs «Ana-

comparados de acuerdo con el factor de riesgo público, número de potenciales muertes, enfermedades, pérdidas que resultarían en caso de un grave accidente que, como está demostrado, son en gran medida dependientes de la ubicación (101).

Recientemente, el papel principal de expertos que dirigió la Conferencia de Estocolmo sobre «Current Nuclear Power Plant Safety Issues» de la IAEA, llegó a reconocer en las conclusiones que en la actualidad la política de ubicación sufre de la ausencia de una filosofía de seguridad, considerándose que «el Análisis del Riesgo era una mejor filosofía a seguir que el concepto coste-beneficio»; el análisis del riesgo tiene que calcular no sólo probabilidades de fallos en los sistemas, sino también la probabilidad de consecuencias del daño potencial que pueda resultar de los fallos. La IAEA reconoció que «el tema es muy complejo pues está lleno de incertidumbres que influyen en el análisis y que son muy difíciles de cuantificar... En cualquier caso la cuestión de fijar niveles permitidos de riesgo es una cuestión de naturaleza política» (102). Hay muy pocos estudios de ubicación que han incluido las implicaciones sobre la salud y seguridad de forma explícita, para cada uno de los emplazamientos, apunta R.L. Keeney. «Quizás esta situación sea debido —señala el autor— a la dificultad que conlleva o a la sensibilidad política que implica. Sin embargo, ambas razones —puntualiza— indican la necesidad de incluir tal información en la evaluación de los emplazamientos» (103).

Existe un problema particular en la aplicación del análisis coste-beneficio a la política de ubicación de reactores que resulta obvio. Es el caso de su aplicación para la justificación de que la alternativa nuclear en el emplazamiento propuesto generará una energía más barata que con cualquier otra alternativa.

#### 7.2.4.3. Coste-beneficio para la justificación de generación de energía más barata

Quizás una de las dimensiones que cada día comienza a aparecer más clara, dentro del abanico de problemas y dificultades que aquejan a esta alternativa, es el relativo a los costes de la generación del Kw

---

litical Multiobjective Decision Methods for Power Plant Siting: A Review of Theory and Applications», Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, 1979; R.L. Keeney, C.W. Kirwood, C.K. Ford, J.A. Robinson and P. Gottlieb, «An Evaluation and Comparison of Nuclear Power Plant Siting Methodologies», NUREG/CR-0407, U.S. NRC 1979.

(101) Joel Yellin «The Nuclear Regulatory Commission's Reactor Safety Study» 7 Bell Journal of Economics, 1976, Loc. Cit., p. 324.

(102) Current Nuclear Power Plant Safety Issues, Vol. I, Conference Proceedings, Stockholm, 20-24 oct. 1978, IAEA, Vienna, 1981, pp. 256 y ss.

(103) R.L. Keeney, 1980, Loc. Cit., p. 182.

de origen nuclear. No es éste el lugar idóneo para extenderse en ello, aunque sí es apropiado hacer alguna referencia al caso.

Precisamente las incertidumbres ya anotadas y los problemas mal o no resueltos de esta forma de generación de energía esconden costos de difícil o imposible cuantificación pero, sin embargo, presentes de forma indirecta en el proceso de producción (104). En algunos casos se oscurecen tras fórmulas que engloban una socialización de los costes potenciales, como ocurre con el ya comentado Price-Anderson Act o sistemas de seguro contra accidentes, presente en casi todos los países, que infravalora las consecuencias, aunque no por ello dejan de estar ahí. Es decir, existe una promoción de la alternativa con fuertes subvenciones de carácter indirecto que protegen a la industria. Posiblemente, sin la limitación económica de la compensación límite de 560 millones de dólares en EE.UU., la industria y compañías eléctricas no utilizarían la energía nuclear (105). Hay por lo tanto externalidades en la selección de esta energía y de un emplazamiento que son parcial o totalmente compensadas por el gobierno, es decir internalizadas como costes sociales por toda la comunidad. Otras no son internalizadas de ninguna manera, sería el caso de las implicaciones sobre el planeamiento y ordenación del territorio ya tratadas, los impactos potenciales y de carácter irreversible sobre los ecosistemas, o el problema del desmantelamiento de los reactores. Estos y otros riesgos potenciales están muy presentes en la alternativa nuclear, son reales, y el análisis coste-beneficio no los puede introducir en la valoración del precio del Kw generado.

El caso de la presa hidroeléctrica de Aswan en Egipto tipifica inequívocamente a las externalidades de grandes proyectos que fueron

---

(104) Ver A.V. Kneese «What will Nuclear Power Really Cost?» *Not Man Apart*, 3, 5, 16, FOE, mayo 1973; Charles Komanoff «Power Plant Cost Escalation. Nuclear and Coal Capital Costs, Regulation and Economics», K.E. Ass. New York, 1981, Loc. Cit.; «Nuclear Energy: The Real Cost», Committee for the Study of the Economics of Nuclear Electricity, in *The Ecologist*, Vol. II, n.º 6, 1981; José Allende «Análisis Económico de las Centrales Nucleares», *Información Comercial Española*, enero 1975, pp. 56-71; J.W. Jeffrey, «The Real Cost of Nuclear Electricity in the U.K.», *Energy Policy*, Vol. 10, n.º 2, junio 1982, pp. 76-100.

(105) Sobre este controvertido aspecto ver: J. Marrone «The Price Anderson Act: The Insurance Industry's View», *Forum* 12 (2), Winter 1977, pp. 607 y ss.; W.S. Caldwell et al; «The Extraordinary Nuclear Occurrence. Threshold and Uncompensated Injury Under the Price-Anderson Act», *Rutgers-Camden Law Journal* 6 (2), Fall 1974, pp. 379 y ss; R. Lowenstein «The Price-Anderson Act: An Imaginative Approach to Public Liability Concerns», *Forum* 12 (2), Winter 1977, p. 596; A.W. Murphy and D.B. La Pierre, «Nuclear Moratorium Legislation in the States and the Supremacy Clause», *Environmental Law Review*, 1977, ed. by H.F. Sherrod, Clark Boardman, New York, 1977, p. 405; Michael Shannon (Environmental Protection Agency) «The Dilemma of Liability and Perpetual Care Issues», U.S. EPA, Waste Management Technology and Resources and Energy Recovery, G.P.O., Washington, D.C. 1977, p. 353; K.S. Shader-Frechette, 1980, Loc. Cit., pp. 73-107.

ignoradas por el Análisis Coste-Beneficio. Se consideró que los beneficios esperados eran tan grandes que sobrepasarían sin duda alguna cualquier relación de costos posibles. Ignoraron los principios ecológicos con que funciona el eco-sistema y han aparecido, al cabo de muchos años, costes imprevistos de tipo ecológico que hoy ponen en cuestión todos sus beneficios (106).

En la temática nuclear, quizás sea el aspecto referente al almacenamiento seguro de los residuos radiactivos el factor más preocupante para las generaciones futuras sin que, por otra parte, aparezca internalizado su coste en el precio de esa energía. No hay que olvidar que muchos de esos residuos, por su naturaleza extremadamente peligrosa, es imperativo que sean aislados completamente de la biosfera, algunos de ellos durante millones de años. De ahí la necesidad de encontrar un almacenamiento permanente y seguro (107). Los costes de su almacenamiento definitivo no aparecen incluidos en los análisis coste-beneficio que se hacen; ni siquiera han sido estimados, debido a que no son conocidos.

El U.S. Department of Energy llegó a estimar que serían necesarios aproximadamente veinticinco billones de dólares, en los próximos 21 años, para almacenar en EE.UU. los residuos radiactivos (108), sin embargo, ese importante parámetro de almacenamiento y gestión de los residuos a largo plazo, no afecta a los costes ni se valora su riesgo de impacto ambiental, apareciendo eliminado en el análisis.

Como acertadamente señala K.S. Shrader-Frechette, «La consecuencia obvia de haber ignorado este parámetro es metodológicamente peligrosa... pues las conclusiones económicas pueden ser falsas» (109).

Al ignorarse los costes ambientales del almacenamiento de residuos aparecerá, en el análisis coste-beneficio, otra nueva inconsistencia en los datos utilizados para justificar las conclusiones de la

---

(106) Ver Garret Hardin «To Trouble a Star: The Cost of Intervention in Nature», *Environmental and Society*, ed. by R.T. Roelofs, J.N. Crowley and D.C. Hardesty, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1974, pp. 120-121.

(107) Ver U.S. Environmental Protection Agency «Criteria for Radiactive Wastes», *Federal Register* 43 (221), nov. 1978; U.S. EPA «Considerations of Environmental Protection Criteria for Radiactive Waste», U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., february, 1978, p. 23 y ss.; U.S. Energy Research and Development Administration, «Final Environmental Statement: Waste Management Operations», Hanford Reservation, Richland, Washington, Vol. 1. ERDA=1538, NTIS, Springfield, Virginia, oct. 1975, pp. X-179 y ss.

(108) J.M. Deutch and the Interagency Review Group on Nuclear Waste Management, Report to the President (TID-2817), NTIS, Springfield, Virginia, oct. 1978, p. 68.

(109) K.S. Shrader-Frechette «Nuclear Power and Public Policy», 1980, *Loc. Cit.*, p. 56.

compañía eléctrica referidas a los costes relativos del carbón con respecto a la energía nuclear, en el emplazamiento propuesto. Razón por la que K.S. Shrader-Frechette concluye «...el no considerar los costes de almacenamiento de los residuos nucleares en el análisis económico comparativo con otras fuentes de energía... puede conducir a una política pública basada en unas erróneas conclusiones económicas en relación con los costes relativos de la generación de energía eléctrica nuclear» (110). Estas reflexiones son independientes de las serias consideraciones éticas, ecológicas y relacionadas con la salud y seguridad, tratadas sobre el problema de los residuos radiactivos por el Informe Flowers de la Royal Commission on Environmental Pollution (111).

#### 7.2.4.4. Debilidades de los enfoques económicos convencionales para abordar este tipo de problemas

La teoría englobada en las metodologías de evaluación convencionales y en la teoría de localización es todavía demasiado abstracta y formal para el tratamiento de determinados problemas, como los envueltos en la localización de centrales nucleares, con poderosos efectos directos e indirectos sobre el medio ambiente físico, socio-económico y político. Existen fuertes interdependencias, por una parte, en el carácter acumulativo y complejo de la secuencia causal que da lugar a la destrucción o deteriorización ambiental y a intensos costes sociales en el campo del medio ambiente natural y social del hombre. Como K. William Kapp denunció:

«Los problemas de la deteriorización (“disruption”) ambiental confrontan al científico social con una inusual y compleja suma de interdependencias y efectos acumulativos con retraso... Las interdependencias no tienen nada que ver con las transacciones del mercado o intercambios de cualquier tipo. Al tratar de los problemas de la “disruption” ambiental (W. Kapp entiende por tal los efectos sobre el medio ambiente natural y social del hombre) y costes sociales, estamos confrontados con efectos tecnológicos directos, no tratables en el mercado, que en su carácter acumulativo y consecuencias hacen del tradicional equi-

---

(110) *Ibid.*, p. 58.

(111) Royal Commission on Environmental Pollution. Sixth Report. Nuclear Power and the Environment, Cmnd 6618, Gran Bretaña, sept. 1976, Loc. Cit.

libro de la economía convencional irrelevante y anticuada» (112).

Esas cuestiones no resueltas que acompañan a la aplicación de los instrumentos convencionales en la ubicación nuclear, generan aún más interrogantes sobre la adecuación y relevancia de esos instrumentos para tratar con un tipo de problemas que envuelven complejas interdependencias, incertidumbres y externalidades espaciales (113), que se manifiestan a corto y largo plazo.

Gran parte de los análisis realizados en relación con la alternativa nuclear y política de ubicación han ignorado la investigación de parámetros relevantes de carácter social, ambiental, ético y político, precisamente por la dificultad que conlleva su introducción en métodos analíticos de la economía convencional, centrándose sólo en los aspectos o factores económicos directamente cuantificables y en los técnicos. Esta omisión e incluso el deficiente tratamiento de esos aspectos económicos y técnicos, han sido la fuente de la gran controversia generada con la energía nuclear y la política de ubicación de reactores. Y es que, el proceso de causalidad acumulativa creado por una localización nuclear a nivel local, regional y supra-regional impone dificultades obvias en la delimitación de los límites relevantes en los que realizar el análisis, ya que las externalidades, que alcanzan todos esos niveles, provoca el que la teoría económica convencional tenga irresolubles dificultades para ofrecer, por sí sola, soluciones «racionales» a este particular conflicto de la ubicación de reactores.

La economía del bienestar no parece estar equipada para tratar los problemas del impacto ambiental, del carácter sistémico del medioambiente, de sus procesos de deteriorización acumulativa, por lo

---

(112) K. William Kapp «Environmental Disruption and Social Costs: A Challenge to Economics», *Kyklos* 23 (4), 1970, pp. 833-848, reeditado en «Political Economy of Environment. Problems and Method», Mouton The Hague, 1971, p. 95 y 96. Al artículo de K.W. Kapp contestó Wilfred Beckerman «Environmental Policy and the Challenge to Economy Theory» en *Political Economy of Environment*, 1971, p. 103-111, respondiéndose nuevamente K.W. Kapp «Social Costs, Neo-Classical Economics, Environmental Planning: A Reply», *Political Economy of Environment*, 1971, pp. 113-124.

(113) Las externalidades, que son costes y beneficios sociales y económicos que la empresa privada impone involuntariamente a la comunidad, tienen diversas expresiones en la literatura anglosajona: «disamenities», «diseconomies», «spillover», o «externalities». Normalmente están fuera del cálculo estándar coste-beneficio y, el ejemplo clásico citado se encuentra en la polución que generan las chimeneas de las industrias, expuesto por Arthur Cecil Pigou «The Economics of Welfare», McMillan, London, 1962; En relación con el medio cambiante ver el tratamiento que hacen R.T. Roelofs, J.N. Crowley y D.L. Hardesty «Environment and the New Economics» in *Environment and Society* (ed. by Roelofs et al.), Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974, pp. 113-118; B. Commoner, «The Closing Circle», Bantam, New York, 1974, pp. 249-291.

que el principio de compensación resulta irrelevante. Según W. Kapp «los criterios monetarios no son aquí apropiados porque ellos no evalúan las características que definen la calidad del medio ambiente y sus potenciales impactos negativos sobre la salud, el bienestar humano y la supervivencia, debido a la naturaleza y características del medio ambiente» (114).

Parece pues muy difícil la posibilidad de intercambios. El principio de compensación Kaldor-Hicks no es aplicable a multitud de problemas que genera la ubicación de reactores nucleares, puesto que los ganadores no pueden compensar a los perdedores, ya que son problemas que a la economía del bienestar le resultan de difícil tratamiento (115). El interés público es un concepto socialmente orientado y la economía del bienestar tiene una orientación individualista en esencia.

En el problema tratado aparecen multitud de intangibles en forma de externalidades a nivel local, regional e incluso internacional. Evidentemente la identificación de impactos y externalidades de las distintas alternativas es una fase previa, antes de introducirse en el proceso de evaluación y comparación. Resulta relativamente fácil para la compañía eléctrica y para los órganos reguladores justificar cualquier proyecto con un análisis coste-beneficio tal y como se ha venido haciendo, o con otra metodología de evaluación optimizadora, si la identificación de impactos y externalidades y la evaluación de tangibles e intangibles es realizada unilateralmente bajo los intereses de la empresa promotora. ¿Cómo puede, por ejemplo, evaluarse el impacto negativo sobre los objetivos de la comunidad de preservar espacios naturales de belleza singular para el ocio y el recreo, así como la conservación de los paisajes, hábitats naturales y ecosistemas biológicos de la región donde pretende ubicarse un reactor? Morris Hill afirmaba en la evaluación de varios emplazamientos para una central nuclear en Israel: «Un determinado paisaje ecológico normalmente no tiene sustituto, al menos no en el mismo paraje. El daño causado al delicado balance de las especies vivas y al paisaje natural es también irreversible. Los daños que causará la ubicación de un reactor nuclear en Zarka llevarán consigo una pérdida irreversible para las generaciones futuras si el mantenimiento del paisaje y ecosistema natural es

---

(114) K.W. Kapp «Environmental Policy and the Challenge to Economic Theory», 1971, Loc. Cit., p. 122.

(115) Para una relación de este tipo de problemas aplicado a un caso específico ver José Allende «The Nuclear Controversy in the Basque Country: Siting and Evaluation of Nuclear Power Plants», *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 2, 1976, pp. 83-95.

importante para esa comunidad» (116). Este problema de la irreversibilidad raramente es introducido en la valoración de determinados impactos y, desde luego, dispone de un complejo tratamiento por la economía convencional. Así Sewell denuncia que una de las mayores debilidades de los procedimientos de evaluación del impacto ambiental es que no consideran específicamente el problema de la irreversibilidad (117).

Por otra parte, diferentes comunidades regionales, landers en Alemania, Estados en EE.UU., Comunidades Autónomas en España, etc. pueden legítimamente adoptar diferentes valoraciones sobre la forma de compartir los costes y beneficios o valorar impactos de los proyectos nucleares. Es muy posible que no se adoptará la misma valoración de determinados problemas por una comunidad como cualquier Estado de EE.UU., fuertemente orientada hacia el individualismo, en donde «voting with the feet» es el frecuente enfoque de sus problemas (118) y otra colectividad similar en Europa, fuertemente arraigada a su territorio. La llamada «exit ideology», tan evidente en América, no es normalmente aceptable para la mayor parte de las comunidades en Europa. El tratamiento de la percepción del riesgo o de ciertos impactos sobre el territorio por comunidades como las europeas hacen muy difícil, por no decir imposible, la utilización del principio de compensación.

Adicionalmente, y en relación con la reflexión realizada, existe otro problema que requiere cierta atención, cual es los impactos sobre la redistribución de la renta y la justicia social a nivel local y regional. El impacto sobre los grupos sociales de baja renta que no tienen la oportunidad de alejarse del emplazamiento al carecer de recursos debe incorporarse en el análisis valorativo, pues parece obvio que los efectos en la distribución de los costes sociales sobre los diferentes grupos

---

(116) Morris Hill and Rahel Alterman «Power Plant Site Evaluation: The Case of the Sharon Plant in Israel», *Journal of the Environmental Management*, 2, 1974, p. 195. En relación con la irreversibilidad la U.S. EPA declaró en 1973 que la valoración de los impactos de las centrales nucleares deberían incluir «la exposición de las futuras generaciones por los cambios ambientales irreversibles que resultan de las posibles descarga de materiales radiactivos de larga vida al medio ambiente general». Ver EPA «Environmental Radiation Protection Requirements for Normal Operation of Activities in the Uranium Fuel Cycle, Notice of Proposed Rulemaking», U.S. EPA, september 2, 1973.

(117) W.R.D. Sewell «Broadening the Approach to Evaluation in Resources Management Decision-Making», *Journal of Environmental Management* 1, 33, 1973, p. 47. Ver también Dorothy Nelkin «Nuclear Power and its Critics. The Cayuga Lake Controversy», Cornell, 1971, donde se analiza el problema de la irreversibilidad de la concentración de radionúcleos que posiblemente se acumulen con el tiempo en ciertas partes del lago, afectando a la flora y fauna marina de forma irreversible.

(118) Albert O. Hirschman, «Exit, Voice and Loyalty», Harvard Paperback, 1970.

sociales de la comunidad no son los mismos, incluso a niveles de coste psíquico.

En síntesis, la compleja casuística ambiental y los costes sociales susceptibles de generarse en la temática de la ubicación de reactores nucleares es prácticamente imposible sean convenientemente tratados por cualquier rama de la teoría económica convencional. Los efectos causales acumulativos a que W. Kapp, entre otros, hace referencia, generan muchas complejas interdependencias entre el hombre y su entorno, algunas de carácter irreversible, para las que no puede esperarse solución por parte de las metodologías convencionales de evaluación. La comprensión humana de los procesos del entorno natural y sus interacciones con las actividades sociales es parcial y difícilmente sistémica y comprensiva.

La política de ubicación de reactores nucleares envuelve una diversa gama de condicionantes multidimensionales, con implicaciones que sólo pueden ser tratadas racionalmente en el contexto de un horizonte temporal a largo plazo, debiendo incluir las características particulares y prioridades de las comunidades regionales afectadas. Ello exige una visión comprensiva, sistémica, en la que las consideraciones de las interacciones entre los niveles micro y macro son no sólo inevitables, sino incluso necesarias. Intentar, pues, reducir el problema a una decisión micro, en una planificación parcelada, es una grotesca aventura y una violación de una planificación comprensiva que va contra los derechos y ética social de la comunidad en un sistema democrático.

#### 7.2.4.5. Metodologías utilizables. Perspectiva general

En anteriores epígrafes se ha concluido que los complejos problemas multidimensionales envueltos en la ubicación de reactores nucleares, con fuertes incertidumbres e interdependencias en el medio ambiente natural, social y político, no pueden ser resueltos a través del principio de compensación, principal paradigma de la economía del bienestar. Existe la dificultad de la causalidad acumulativa sobre atributos como la salud, seguridad, medio ambiente físico, etc. percibidos de forma distinta por individuos, grupos y la comunidad afectada como un todo.

La utilización del análisis coste-beneficio, principal metodología aplicada en EE.UU. en la controversia sobre las decisiones de localización para que las compañías eléctricas justifiquen la alternativa energética escogida entre otras posibles, presenta grandes defectos

ofreciendo lagunas que inhabilitan de raíz al método para fundamentar una decisión (119). White, expresó el problema en términos muy simples: «sabemos que las decisiones basadas en el análisis coste-beneficio a las tasas de interés corrientes, aunque puedan generar decisiones válidas para la maximización de beneficios de las industrias que necesariamente tienen unas preocupaciones restringidas, no tienen por qué ser las mejores para los intereses de la sociedad a largo plazo, ni capaces de tratar con las incertidumbres futuras» (120). Adicionalmente los beneficios, frecuentemente son concretos y fácilmente cuantificables, sin embargo los costes externos y los riesgos potenciales no aparecen tan fácilmente cuantificables.

No existen medidas comunes para aplicar a todos los criterios y evaluar los múltiples atributos que están presentes en el proceso. La monetarización de los impactos, ya sea de forma directa o indirecta a través de índices, tal y como ha sido intentada por Mishan (121) entre otros, no es suficiente, no puede llegar a cubrir los impactos ambientales como el daño potencial a la flora, fauna, paisaje y otros componentes del medio ambiental.

Ya en 1961, escribía Eckstein al respecto: «Debe reconocerse que existen valores de carácter no económico para los que la economía no dispone de un instrumento de objetiva medida. La protección de la vida humana, la reducción de la pobreza y las tensiones sociales, la creación de belleza, etc. son unos pocos ejemplos. Intentar expresarlos en términos monetarios no es sólo un inútil procedimiento, sino que destruye también la validez del análisis económico» (122).

---

(119) Una valoración de las simplificaciones presentes en el método se encontrarán en U.N. ECE, Conference on Problems Relating to Environment, Prague, may, 1971. Allí se citaron problemas como arbitrariedades en la consideración de efectos o impactos futuros, necesidad de asumir que los precios reflejan valores y que el mercado es perfecto, descansar sobre el concepto «willingness to pay», imposibilidad de encontrar una plausible función de bienestar social democrática (teorema de Arrow), arbitrariedad en la utilización de la tasa de descuento del futuro, etc. etc., citado por I. Sachs, 1971, Loc. Cit. Por otra parte, para una crítica más extensa del análisis coste-beneficio aplicado a problemas públicos y de planeamiento ver: Morris Hill «Planning for Multiple Objectives», Philadelphia Regional Science Research Institute, 1973; D.A. Good «Cost-Benefit and Cost-Effectiveness Analysis. Their Application to Urban Public Services and Facilities. Philadelphia Reg. Sci. Res. Institute, Discussion Paper, n.º 47, 1971; B. Chinitz and C.M. Tiebout, «The Role of Cost-Benefit Analysis in the Public Sector of Metropolitan Areas» in J. Margolis (ed.), The Public Economy of Urban Communities, John Hopkins, Baltimore, 1965; A. Wildavsky, «The Political Economy of Efficiency: Cost-Benefit Analysis, System Analysis and Program Budgeting», Public Administration Review, 1966.

(120) D.C. White, «Energy-Environment-Economic Triangle», Technology Review, 2, 1973.

(121) Ver E.J. Mishan, 1971, Loc. Cit.

(122) O. Eckstein, «Benefit-Cost Analysis and Regional Development» Regional Economic Planning, W. Isard and J. Cumberland (eds.). EPA-OECD, París, 1961.

El análisis coste-beneficio es un atractivo método de evaluación con una virtualidad, su claridad conceptual y elegante simplicidad, pero en casos como éste sólo puede ser aplicado como una ayuda, restringida a aquellos aspectos susceptibles de monetizarse, permaneciendo en su integridad el problema de la evaluación general. En cualquier caso hay que evitar el peligro de que su utilización complementaria no distorsione la esencia de multitud de impactos ambientales de carácter incuantificable o, siendo cuantificables, no conmensurables (123). Como Ignacy Sachs apunta: «Es una cuestión diferente exponer formalmente los resultados de una compleja evaluación o usar criterios cuantitativos simplificados como base de la evaluación. En el último caso el analista es probable que caiga prisionero de su propio marco conceptual, es decir dar más importancia a los aspectos cuantificables versus las variables no cuantificables... Frecuentemente los métodos analíticos son manipulados —finaliza Sachs— para justificar decisiones políticas discrecionales» (124).

Otro método potencialmente utilizable es el Análisis Coste-Efectividad, que está menos cuantitativamente orientado y evalúa cursos de acción alternativos cuando existe dificultad en la medición de unidades o atributos (125). El problema persiste sin embargo, ya que en la temática nuclear no podemos evaluar a precios de mercado ni todos los outputs (beneficios) ni todos los inputs (costes). El método no permite el uso de diversas medidas no conmensurables en el lado de los costos, por lo que su uso debe limitarse a similar escala que la citada para el análisis coste-beneficio. El problema, se repite, no es sólo de incuantificabilidad de algunos factores, aunque existan muchos intangibles, sino de inconmensurabilidad.

Existen otros métodos encuadrados dentro de la teoría clásica de localización industrial desarrollada inicialmente por W. Isard (126), entre otros, orientados a guiar la localización óptima de la actividad económica con la única finalidad de minimizar los costos para la empresa. Sin embargo, presentan tremendas lagunas obviamente al no considerar otros impactos de tipo ambiental, usos del suelo, costes

---

(123) Ver M. Hill and R. Alterman, 1974, *Loc. Cit.*, p. 188.

(124) Ignacy Sachs, «Approaches to a Political Economy of the Environment», en *Political Economy of the Environment. Problems and Method*, Mouton, The Hague, 1971, p. 133.

(125) Ver D.A. Good, 1971. *Loc. Cit.*; T.A. Goldman (ed.) «Cost-Effectiveness Analysis», Praeger, New York, 1967; M.B. Tietz, «Cost-Effectiveness: A System Approach to Analysis of Urban Services», *Journal of the American Institute of Planners*, 34, 1968; J.N. Wolfe, «Cost-Benefit and Cost-Effectiveness». Allen and Unwin, London, 1973.

(126) Walter Isard, «Location and Space Economy», MIT Press, Cambridge, Mass, 1956; J. Friedman, and W. Alonso «Regional Development and Planning. A Reader», MIT Press, Cambridge, Mass, 1964.

públicos o externalidades, etc. La teoría de localización solamente sería aplicable de forma orientativa para la ubicación de centrales nucleares a escala de análisis macro, en el sentido de indicar posibles regiones en las que, desde la perspectiva de la eficiencia económica, podría resultar idónea la ubicación de reactores. Sin embargo, su aplicación para comparar diversas alternativas de localización resulta, por las razones insistentemente apuntadas, inaceptable.

Hay aún otras metodologías que, de una forma u otra, se encuentran situadas entre el análisis coste-beneficio y los métodos multi-propósito, introduciendo intangibles, utilizando índices y, al menos, reconociendo las deficiencias de la economía del bienestar para tratar problemas de esta hechura. Destaca entre todas ellas, por su sistematización, el Análisis de Decisión, tal y como aparece presentado por R.L. Keeney en su aplicación a la ubicación de instalaciones energéticas (127). Al menos en este método se explicitan todos los supuestos, se consideran, con sus limitaciones propias, los impactos ambientales y socio-económicos, actitudes públicas, incertidumbre de riesgos, etc.

Otros enfoques se han calificado de «Systems Approach», como el sugerido por Holmes and Narver, Inc. que introducen una «original» fórmula de ponderación de factores para los elementos que no entran en su análisis coste-beneficio, sopesando las opiniones de los técnicos envueltos en la selección y procedentes de la industria nuclear, compañías eléctricas y algo que denominan «grupos ambientalistas» (128).

También existen intentos de superar la imposible cuantificación de todos los efectos e impactos a través de la elaboración de índices de impacto ambiental (129). Se asignan unos índices a los impactos valorados en escalas diferentes y, posteriormente, se intenta pasar

---

(127) Ralph L. Keeney, 1980, Loc. Cit. Ver también C.K. Ford, R.L. Keeney C.W. Kirkwood «Evaluating Methodologies: A Procedure and Application to Nuclear Power Plant Siting Methodologies», *Management Sci.* 25, 1979, pp. 1-10; R.L. Keeney and K. Nair «Selecting Nuclear Power Plant-Sites in the Pacific Northwest using Decision Analysis» in «Conflicting Objectives in Decisions» (D.E. Bell, R.L. Keeney and H. Raiffa, eds.), Wiley (Interscience), New York, 1977.

(128) Holmes and Narver, Inc., California Power Plant Siting Study, Vol. 1-13, U.S. AEC Report HN-8145, 1973; Ver también en la misma línea H.F. Perla «Power Plant Siting Concepts for California», *Nucl. News*, 16 (12), october, 1973, pp. 47-51; Existen otros procedimientos, sumamente sesgados hacia el lado pronuclear, de ponderación de factores desarrollados por: J. Di Nunno and M. Elkins, «Application of Regional Approaches to Power-Plant Siting», *Trans. Amer. Nucl. Soc.* 17 (1), 1971, pp. 70-71; Q.B. Dubois, J.A. Hancock and M.J. Ohanian «Systematic Development and Application of a Comprehensive Power-Plant Site-Selection Methodology», *Trans. Amer. Nucl. Soc.*, 17 (1), 1973, pp. 71-72.

(129) Roy F. Weston Inc., «Power Plant Siting Project», Presented to the Israel Ministry of Justice, enero 1972; U.S. Dep. of the Interior «U.S. Geological Survey. Procedure for

todos ellos a una escala simplificada con otra transformación de los índices a esa escala, de forma que aparezca como neutral con respecto a las escalas originales. Sin embargo, este método es acusado de cometer arbitrariedades en la elección del índice llamado «neutral», se cuestiona el supuesto que asume de establecer una relación lineal simple, etc. Realmente no ha tenido importantes defensores.

Ya en otra dimensión se situarían las metodologías que podrían denominarse «soft» o dulces, aplicables para los multidimensionales problemas que se generan en el campo de la planificación urbana y regional. No dependen de la economía del bienestar y otros paradigmas económicos convencionales con ella relacionados. Encajarían aquí la Hoja de Balance desarrollada por N. Lichfield (130), la Matriz Fines-Realizaciones sugerida por Morris Hill (131) y variaciones sobre el método Fines-Realizaciones que se adapten a las circunstancias del particular caso tratado. Estos métodos, que suponen una avanzada adaptación del análisis coste-beneficio a problemas relacionados con el planeamiento urbano y regional, posibilitan una completa descripción de las ventajas y desventajas para la comunidad de los proyectos analizados, sin necesariamente tener que expresar los fines, objetivos y preferencias del colectivo afectado en términos monetarios. Intentan también indicar el impacto de «costes» y «beneficios» sobre los diferentes grupos o secciones de la comunidad. Es decir aquí se incorporan ya aspectos que o no trataba el análisis coste-beneficio, o lo hacía deficientemente, al distinguir N. Lichfield, por ejemplo, entre productores y consumidores e introducir impactos ambientales como elementos intangibles o no cuantificables monetariamente.

La matriz fines-realizaciones asume que, puesto que los planes o proyectos intentan servir múltiples fines, deben evaluarse en términos del esperado alcance o realización de esos fines, a los que deberá darse un peso específico en función de la percepción o valoración social de los mismos por los distintos grupos sociales, por lo

---

Evaluating Environmental Impact», Geological Survey Circular n.º G45, Washington 1971; Batelle Columbus Laboratories. «Design of Environmental Evaluation System», U.S. Department of the Interior, Contract n.º 14-06-D-7005, June 20, 1971; J.B. Burnham et al., «A Technique for Environmental Decision Making Using Quantified Social and Aesthetic Values», U.S. AEC Report BNWL-1787, Batelle, February, 1974.

(130) N. Lichfield «Economics in Town Planning: A Basis for Decision-Making», *Town Planning Review*, 39, 5, 1968; Ver también N. Lichfield, «Cost-Benefit Analysis in Plan Evaluation», *The Town Planning Review*, 35, 1964, pp. 159-169.

(131) Morris Hill «Planning for Multiple Objectives», Philadelphia Regional Science Research Institute, 1973, Loc. Cit.; M. Hill «A Goal Achievement Matrix for Evaluating Alternative Plans», *J. Am. Inst. of Planners*, January 19, 1968; M. Hill et al., «Evaluation of Sites for Power Plant Location», Center for Urban and Regional Studies, Israel Institute of Technology (Technion), Haifa, June, 1972.

que se exige ya un proceso democrático de participación en el marco de lo que ha sido denominado «participatory planning».

De todo ello no debe incurrirse que estos métodos por sí mismos nos darán la solución óptima, puesto que no son métodos optimizadores. Habrá elementos o atributos cuya valoración siga siendo muy compleja, sin embargo, su análisis abierto, multi-objetivo, consciente de las interdependencias e incertidumbres, irreversibilidades, etc., permite una visión sistémica y comprensiva que facilita una toma de decisiones más racional y participativa.

Morris Hill y R. Alterman utilizaron para el caso de Israel una versión modificada de la matriz fines-realizaciones. El proceso consistió en enumerar todos los aspectos o elementos que es probable que resultarían afectados por cada ubicación, tomando en consideración regulaciones específicas y limitaciones. Posteriormente seleccionaron y organizaron todos los elementos de forma que distintos equipos de científicos y planificadores de diversas disciplinas se ocuparan de los distintos grupos de problemas. El siguiente paso fue seleccionar los criterios para la evaluación dentro de cada área individual, conscientes de la interdisciplinariedad en que interferían muchos de los criterios. Para ello se tuvo que contactar la opinión pública, su percepción de los problemas, y considerar las dificultades administrativas y políticas de su implementación. Contactos que estarían también presentes durante la siguiente fase de investigación y evaluación de cada atributo o elemento en cada una de las ubicaciones contempladas. Finalmente pasaron a una evaluación integrada de todos los elementos en cada emplazamiento, teniendo en cuenta todos los criterios, retroalimentándose nuevamente con la fase de selección de criterios e investigación y evaluación (132).

El método es consciente de sus debilidades, puesto que la evaluación de problemas multi-atributo no es nada fácil, sin embargo, propicia una sistematización de todas esas dificultades de forma que la toma de decisiones posea al menos una visión comprensiva para una racional elección que, en todo caso, deberá contar con una participación directa de la comunidad regional afectada en cada emplazamiento. La evaluación de intangibles y, hasta un cierto grado, también de tangibles, es parte del proceso político de participación, por lo que la directa expresión de preferencias, percepción de riesgos, etc., por la colectividad regional afectada, es una condición necesaria. La planificación pues, no aparece tan limitada por las características

---

(132) Morris Hill and Rahel Alterman «Power Plant Site Evaluation: The Case of the Sharon Plant in Israel», 1974, Loc. Cit., pp. 179-196.

operacionales de los métodos utilizados sino más bien por las características funcionales de las instituciones. Los métodos analíticos son, ya se ha dicho, frecuentemente manipulados para permitir justificar una decisión en la política pública. Al menos, solamente cuando exista una auténtica limitación o control por el interés público en su utilización, será apropiado el uso de métodos formales.

Ninguno de los métodos revisados son suficientemente comprensivos para ser el único instrumento en que basar la decisión final en una política de ubicación de reactores. «Sobre todo —puntualiza en este sentido W. Kapp— será necesario reconocer el carácter sistémico del problema medio-ambiental y, admitir que las relaciones medio-ambientales difieren radicalmente de las relaciones del mercado. La elaboración y aceptación de metas medio-ambientales difieren radicalmente de las relaciones del mercado. La elaboración y aceptación de metas medioambientales exigen una elección colectiva social con una directa participación y expresión de las preferencias...» (133). Deberá introducirse siempre el juicio de valor de la comunidad, expresión del interés público, debido a la naturaleza y características que tipifican a la problemática nuclear. La institucionalización de procedimientos genuinos de planificación democrática aparece como un requerimiento previo. Su éxito a largo plazo estará condicionado, tal y como I. Sachs sugiere, por la capacidad educativa que desarrolle el sistema en motivar y acostumbrar a la comunidad hacia una auténtica participación en los problemas públicos. «La planificación participativa —opina ese autor— puede demostrar ser el único método realizable para integrar la preocupación ambiental en la planificación» (134). Por ello se aboga por métodos heurísticos más que formales, por una planificación multi-propósito, que introduzca crecientemente normas formuladas políticamente en el proceso socio-económico. Este enfoque propuesto encaja con la ingeniosa frase de A. Wildavsky «la vieja economía era fundamentalmente económica. La nueva economía es fundamentalmente política» (135).

---

(133) K. William Kapp, 1971, Loc. Cit., p. 123.

(134) I. Sachs, 1971, Loc. Cit., p. 134. Ver también J.D. Carroll «Participatory Technology», *Science*, 171, (3972), february 19, 1971, p. 647, en donde se propone una tecnología participativa como una balanza a la alienación tecnológica de la sociedad contemporánea.

(135) A. Wildavsky «A esthetic Power or the Triumph of the Sensitive Minority over the Vulgar Mass: A Political Analysis of the New Economics», in R. Revelle and H. Landsberg (eds.), *America's Changing Environment*, Boston, Mass, 1970, p. 147.

### 7.2.5. *Directrices de una nueva política de ubicación*

A lo largo de los distintos capítulos se ha ido describiendo las nuevas orientaciones y cambios que están afectando a la política de ubicación de reactores. La NEPA (1970) introdujo los primeros cambios al exigir estudios de impacto ambiental y análisis coste-beneficio para las combinaciones sistemas energéticos-emplazamientos. Es decir, hay que justificar que la alternativa elegida, en este caso la nuclear, es la más barata en la producción del Nw, y hay que presentar un completo estudio de localizaciones alternativas.

Sin embargo, durante la década del 70, el planteamiento introducido por la NEPA en EE.UU. seguía ofreciendo una gran flexibilidad y ambigüedad, como el resto de las regulaciones, por lo que las críticas desde múltiples plataformas se fueron agudizando. El mayor detonante que ha hecho precipitar el nuevo cambio, retrasado por la Administración Reagan (136), fue el accidente de Harrisburg y los Informes Kemeny y Rogovin, repetidamente comentados. Por ello, brevemente, se sistematizan en el presente epígrafe los aspectos más relevantes de ese cambio en gestación normativa o reguladora, pero ya asumido por la industria nuclear de forma tácita. Cambio, por otra parte, de inmediato reflejo en los países occidentales con reactores que tienen su origen en los EE.UU., es decir LWR, sean de agua a presión o de ebullición.

Además de los Informes post-Harrisburg citados, el informe de la política de ubicación de reactores de la Task Force (U.S. NRC), fechado en agosto 1979 (137), representa ya un claro posicionamiento respecto a las nuevas directrices que deberán estar presentes en el futuro. En síntesis los cambios más relevantes son:

Nuevo reforzamiento del concepto de ubicación remota, alejada de los centros urbanos y con bajas densidades de población que queda limitada, por lo menos, hasta el área de 48 Km. rodeando a la planta

---

(136) Según comunicación personal recibida por el autor de la U.S. NRC, desde el informe NUREG-0625, el procedimiento de elaboración de regulaciones está paralizado temporalmente. Los cambios de regulación no se espera empiecen a materializarse hasta marzo de 1985. En la carta recibida de la NRC y fechada el 11 de enero de 1984 se dice: «Since the advent of NUREG-0625, the Commission has entered rulemaking procedures in 1980 to change our regulations on siting and the closely related area of emergency planning. These rulemaking proceedings have been temporarily halted by the Commission pending completion of a review of severe accident source terms and a trial implementation of the Commission's Safety Goal. A revised schedule for completing the regulatory changes is due to be presented to the Commission in march 1985».

(137) Report of the Siting Policy Task Force, U.S. NRC, NUREG-0625, august 1979, Loc. Cit.

nuclear. Control estricto y limitación de la población en los centros urbanos dentro de este radio. El informe Presidencial Kemeny incorporaba entre sus principales recomendaciones la siguiente: «En orden a proveer una mayor contribución a la seguridad, la agencia debe ser requerida, en lo máximo posible, localizar las nuevas centrales nucleares en áreas remotas, alejadas de las concentraciones de población. Las determinaciones de la ubicación deben basarse en valoraciones técnicas de varias clases de accidentes que pueden tener lugar, incluyendo aquellos que envuelven bajas dosis de radiaciones» (138).

Se recomienda abandonar el concepto LPZ, zona de baja población, que se fundamentaba en el cálculo de dosis que también se abandona como concepto irrelevante. El LPZ se sustituye por una nueva zona, más extensa, denominada Zona de Planificación de Emergencia, pues se señala que el criterio LPZ tiene serias deficiencias: «Todo el concepto es defectuoso» (139). Se razona en el sentido de que debiera ser bastante más amplio ya que está diseñado conforme a dosis «extremadamente altas» y resulta absolutamente insuficiente para la evacuación de emergencia.

Con respecto a la evacuación de emergencia las nuevas directrices representan cambios drásticos. Como mínimo ésta debe alcanzar los 16 Km. y debe tener serias y rígidas limitaciones en cuanto a población permitida, densidad, distribución de la misma, etc. Altos técnicos de la NRC pensaban que la evacuación pudiera ser requerida hasta un área de 32 Km. (140), existiendo multitud de testimonios en los que se recomiendan distancias bastante mayores (Ver epígrafe 7.4 Evacuación de Emergencia). En cualquier caso al existir rígidas limitaciones en la población absoluta, densidad y distribución hasta los 48 Km. se supone que la planta está emplazada en un área remota. Si no lo estuviera, evidentemente, la zona de evacuación de emergencia tendría que ser bastante más amplia que los 16 Km.

Las recomendaciones incidían en la necesidad de elevar los estándares de seguridad de los reactores y aprobación de los planes de

---

(138) Informe Kemeny, 1979, Loc. Cit., p. 64. Un documento añadido como Suplemento del Informe, recoge opiniones suplementarias de los miembros de la Comisión Presidencial. Todos los Comisionados firman conjuntamente un punto que quieren resaltar. Este punto es su insistencia en la localización remota, alejada de los centros de población. Además añaden algo nuevo: «Ningún permiso de construcción de reactores debería ofrecerse hasta que la NRC o sus sucesores hayan adoptado guías de ubicación consistentes con la recomendación anterior». Supplemental Views by Members of President's Commission on the Accident at TMI, Advance Copy, Not for Public Release, oct. 31, 1979, p. 1.

(139) Ibid., p. 16.

(140) Ver Critical Mass Energy Journal, august, 1979.

evacuación de emergencia antes de conceder la licencia, como condición previa a la misma.

Por otra parte, se eliminan los criterios basados en las dosis radiactivas para la delimitación de distancias. Se elimina también el concepto de accidentes base de diseño, incorporándose los accidentes clase 9 que antes se consideraban imposibles. Se recomienda reforzar la ubicación alejada o remota estableciendo requerimientos para la aprobación de un emplazamiento independientemente de las consideraciones del diseño de la ingeniería, es decir, se renuncia a la política de permitir que la ingeniería de seguridad compense las desfavorables características del emplazamiento y reconoce que el riesgo puede reducirse significativamente seleccionando un emplazamiento alejado de poblaciones (141). Con todo ello se está reforzando y enfatizando la distancia como una garantía contra el riesgo mucho más segura que la ingeniería de seguridad, severamente castigada durante los últimos años. El planteamiento nuevo incide pues en la prevalencia del aislamiento, la distancia a concentraciones humanas y, adicionalmente, la ingeniería de seguridad, pero no al revés como venía siendo el hábito, permitido por la gran flexibilidad y ambigüedad de las guías y regulaciones.

Se recomienda mayor rigidez con umbrales mínimos de distancias numéricas para las actividades peligrosas existentes en la relativa proximidad a las centrales. Se propone el establecimiento de límites numéricos que fijen distancias, límites máximos permitidos no sólo para las actividades peligrosas sino para la amplia temática de factores relacionados con la población, características técnicas del emplazamiento, etc. Así señalan: «En el futuro será prudente reestablecer la distancia como un importante factor de garantía» (142). «Los criterios de ubicación deben ser numéricos cuando sea posible» (143). Recomiendan mayor interés en los impactos sobre el planeamiento del territorio de los emplazamientos seleccionados y se exigen detalladas revisiones de la información sobre ubicaciones alternativas que ofrece el aplicante, así como del proceso utilizado para seleccionarlas y evaluarlas (144).

---

(141) Todo ello en U.S. NRC, NUREG-0625, 1979, Loc. Cit.

(142) *Ibid.*, p. 43.

(143) *Ibid.*, p. 45.

(144) En este sentido convendría ofrecer mucha mayor transparencia a los documentos en los que basa el aplicante la elección de un emplazamiento, pues como R.L. Keeney puntualiza: «Anteriormente a la NEPA de 1970, todos los estudios de ubicación de centros de energía se basaban fundamentalmente en los aspectos económicos. Los hacían las compañías eléctricas y no gozaban de publicidad alguna. Desde la NEPA hay que hacer estudios de impacto ambiental en localizaciones alternativas. Sin embargo, puesto que las compañías continúan elaborando

El Informe de la Task Force de la NRC insiste, por otra parte, en algo novedoso que consiste en que las regulaciones reconozcan y refuercen el papel de los gobiernos estatales en la selección de las ubicaciones (145). Estos poderes venían ejerciéndose ya, de forma indirecta, por multitud de Estados, sin que el Gobierno Federal interviniera.

En resumen, quizás el aspecto más relevante de las recomendaciones de la Task Force de la NRC haya sido el desligar las características del emplazamiento del diseño de la ingeniería de seguridad, que lo releva ahora a segundo plano, y empezar a considerar la valoración del riesgo en la ubicación y descripción de los criterios de seguridad, independientemente de las características técnicas de la planta, cuestión ésta que sin embargo es de estricta naturaleza política.

Hay otros aspectos que la NRC no contempla pero que parece deberían revisarse. Entre ellos cabe destacar el hecho de que siga siendo el aplicante, la compañía eléctrica, quien seleccione las ubicaciones alternativas al emplazamiento que también ella propone. La NRC ni recomienda ubicaciones específicas, ni participa en el proceso de selección de emplazamientos alternativos, y esto parece de todo punto incorrecto, prestándose a una descarada manipulación.

La selección de un emplazamiento, además de envolver consideraciones corporativistas privadas es, o debiera ser, por las características y naturaleza del problema, un aspecto de enorme interés público que exige la directa participación de la administración desde el inicio del proceso. El interés público envuelve factores de difícil tratamiento de carácter ambiental, planeamiento urbano y regional, equidad espacial, aspectos socio-económicos en forma de externalidades, estructuras fiscales de carácter local o regional, coste de la energía, riesgos, etc. Por esa razón la selección de un emplazamiento tiene trascendental significado público que requiere de la Administración que lidere, con la presencia del promotor o compañía eléctrica, la inicial selección de los emplazamientos. El ente público, desvinculado de los intereses energéticos, es el que debiera desarrollar este análisis, no revisando las propuestas del promotor, sino actuando como un planificador activo desde el inicio del proceso. Y en este

---

los aspectos económicos y puestos que las regulaciones gubernamentales sobre licencias no requieren que se hagan públicos los análisis económicos de las alternativas (ubicaciones), raramente aparecen esas cifras. Al desconocerse los supuestos de que parten las cifras finales que presentan no es posible hacer análisis de sensibilidad de los resultados», R.L. Keeney, 1980. Loc. Cit., pág. 168.

(145) U.S. NRC, NUREG-0625, 1979, Loc. Cit., p. 64.

análisis, junto a la Administración y la compañía eléctrica, debieran participar también grupos de interés de las regiones donde inicialmente se contemplen posibles emplazamientos. Lo que parece evidente es que las compañías eléctricas no deben ser responsables de las decisiones que afectan a la temprana identificación de emplazamientos y menos a la elección de una ubicación concreta, como ocurre hasta la fecha. Ello vicia desde el inicio todo el procedimiento. Por otra parte, la valoración y discusión sobre los impactos ambientales, percepción de riesgos y todo tipo de externalidades, deberían contrastarse en sesiones públicas antes de seleccionar un emplazamiento.

## PARQUES NUCLEARES VERSUS MINI-CENTRALES

Otro de los aspectos que exigirá nuevos enfoques por la singularidad de su problemática, en el supuesto de que pretendan llevarse adelante, es el correspondiente a los parques nucleares o centros de energía nuclear (CEN), profundamente tratados en el Capítulo 5, así como la alternativa radicalmente opuesta concerniente a las mini-centrales nucleares.

El paladín en la defensa de los CEN, Alvin M. Weinberg, consciente de la crisis socio-política que atenaza a la alternativa nuclear, parece ver en los grandes parques nucleares la única solución de supervivencia de esta energía. Su tesis consiste en potenciar pocos pero grandes emplazamientos que concentren reactores, almacenamiento y otras fases del ciclo nuclear. Según A. Weinberg «permiten una larga permanencia de los residuos in situ y paraliza la dificultad del desmantelamiento, dando tiempo hasta que se encuentren soluciones a estos problemas. Además —declara— serán más fácilmente aceptados por la opinión pública ya que no se requiere todo el procedimiento exigido para nuevos emplazamientos» (146). Esta nueva actitud de A. Weinberg contrasta con su triunfalismo hacia la alternativa nuclear antaño manifestado, al reconocer ya problemas serios de difícil solución que atenazan, aún en la década del 80, a la alternativa «átomos para la paz». En una de sus últimas publicaciones sobre el tema A. Weinberg desvela ya su preocupación cuando afirma: «Creo que a largo plazo, es importante el principio de confinar, en áreas relativamente remotas, ubicaciones permanentes de grandes complejos nucleares... Mi propuesta, al menos para países ya embarcados con la energía nuclear es, esencialmente, una moratoria para

---

(146) C.C. Burwell, M.J. Ohanian, A.M. Weinberg «A Siting Policy for an Acceptable Nuclear Future», Science, June 8, 1979, Vol. 204, n.º 4397, p. 1.043.

nuevos emplazamientos, no para nuevos reactores. El definitivo sistema nuclear consistiría en grandes centros, ubicados en aquellos emplazamientos existentes que estén adecuadamente remotos, más unos nuevos emplazamientos que estén también en lugares remotos» (147). Prácticamente a la desesperada, parece intentarse evitar la elaboración de una nueva política de emplazamientos que revise los anteriores criterios haciéndolos más rígidos y restrictivos. Si una central ha sido ya aceptada en un emplazamiento piensan que no habrá grandes problemas en añadir nuevos reactores a dichas ubicaciones. Asumir que los emplazamientos actuales son algo ya aceptado como correctos por la sociedad, sin que las nuevas directrices y exigencias que la nueva realidad impone les pueda afectar, parece científicamente incorrecto y éticamente indefendible (148). Cuando A. Weinberg señala: «Una propuesta para reducir la probabilidad de accidentes es confinar los reactores nucleares a pocos y permanentes emplazamientos» (149) y, «al menos los voluminosos residuos de bajo nivel y el problema del desmantelamiento de los reactores permanecerán dentro de los emplazamientos tanto tiempo como los propios emplazamientos» (150), este científico, vanguardia de las posiciones pronucleares está, además de reconociendo la existencia de serios problemas, aceptando tácitamente que en las ubicaciones actuales permanecen estos riesgos por lo que deben ser revisadas, pues cuando se les concedió la licencia estos problemas no se consideraron.

Por otra parte, las triunfalistas propuestas de algunos autores (151) durante los años de la euforia de los parques nucleares 1975-1976, en el sentido de crear grandes centros a escala mundial, con todas las fases del ciclo nuclear, controlados y gestionados por organizaciones internacionales como la IAEA y financiados por los países que aprovecharan su electricidad, parecen haber quedado totalmente olvidadas.

En la cara opuesta de esa estrategia un nuevo fenómeno parece sin embargo estar emergiendo. Es el caso de los mini-reactores nucleares, pensados fundamentalmente para los países del tercer mundo,

---

(147) Alvin M. Weinberg, «Is Nuclear Energy Necessary?». *The Bulletin of the Atomic Scientist*, March, 1980, p. 35.

(148) Ver crítica de J. Goldemberg y H. Krugmann a esta nueva actitud de A.M. Weinberg en *Revista Venezolana Interciencia*, Vol. 5, n.º 6 nov./dic. 1980, pp. 380-381.

(149) Alvin M. Weinberg «The Future of Nuclear Energy» in *Nuclear Power, Both Sides*, Edited by Michio Kaku and Jennifer Trainer, Norton, 1982, Loc. Cit., p. 222.

(150) A.M. Weinberg et al, «A Siting Policy for an Acceptable Nuclear Future», 1979, Loc. Cit., p. 1.044.

(151) William L. Doub and Joseph H. Dukert, «Making Nuclear Energy Safe and Secure», *Foreign Affairs*, Vol. 53, n.º 4, July 1975, pp. 756-772.

como desesperada salida para la industria nuclear. Estos reactores mucho más pequeños, que encajarían más fácilmente en las redes eléctricas de los países en vías de desarrollo, empiezan a ser objeto de atención por países como Francia, que está planificando producir y vender en masa reactores de 125 a 300 Mw en Bangladesh, Marruecos, Burma y Libia, a finales de los 80. También constructores de reactores en la Unión Soviética, Alemania, India, etc. experimentan y empiezan a desarrollar reactores de hasta 50 Mwe con vistas al mercado de los países tercermundistas. Es fácil deducir, tal y como predicen los expertos, que ello supondría una nueva generación de riesgos para la proliferación nuclear de difícil control (152). Recientemente, un científico yugoslavo, naturalizado estadounidense, Bogdan Maglich, ha presentado en EE.UU. un proyecto de minicentrales que parece utilizarán hidrógeno, litio y boro y que eliminan, según su autor, los riesgos de proliferación (153).

### 7.3. Participación en la toma de decisiones

Parece existir un consenso generalizado en la necesidad de reforzar y ampliar el proceso de participación en la toma de decisiones concerniente a la controversia nuclear y en torno a la ubicación de reactores debido, entre otras razones, a la naturaleza de los problemas que presenta de orden socio-económicos, éticos y políticos.

Esta necesidad de participación es aceptada no sólo por especialistas próximos a la industria nuclear como R.L. Keeney, que afirmaba: «La mayor dificultad concerniente a la participación pública en la ubicación de centros de energía no está en si esa participación debe o no ocurrir, sino en cómo debe darse» (154). También es considerada esencial por ejecutivos de la industria nuclear como T.J. Nagel, cuando declaraba: «La preocupación pública y su participación en el proceso de ubicación es esencial en una sociedad libre» (155). Por lo tanto el principal problema queda reducido a la trascendental respuesta del ¿cómo debe darse la participación?, antes de tener que

---

(152) Critical Mass Bulletin, Vol. 1, n.º 2, december, 1983, p. 6.

(153) Ver El País, 31 de enero 1984.

(154) R.L. Keeney, 1980, Loc. Cit., p. 187. Ver también el apoyo a la noción de participación pública expresada por: Committee on Power Plant Siting, Engineering for Resolution of the Energy Environmental Dilemma, National Academy of Engineering, Washington, D.C. 1972; Special Committee on Electric Power and the Environment, Electricity and the Environment: The Reform of Legal Institutions, Association of the Bar of New York City, New York, 1972, pp. 155 y ss.

(155) T.J. Nagel «Operating a Major Electric Utility Today», Science 201, 1978, pp. 985-998. Este autor es un alto ejecutivo de la American Electric Power Service Corporation.

llegar a los tribunales o a las urnas como sucedió en Austria que, con la central finalizada, votaron el 5 de noviembre de 1978 si se autorizaba o no el funcionamiento de su primera y única planta nuclear. El resultado fue de 50,47 % en contra versus 49,53 % a favor, permaneciendo desde entonces clausurada (156).

La práctica seguida en los EE.UU. ha venido interpretando de forma muy restringida y criticada la política de participación por la comunidad regional potencialmente afectada en primer término.

La U.S. NRC ofrece a los colectivos interesados, una vez que el aplicante ha negociado y dialogado con el organismo regulador, las guías, regulaciones, el estudio de impacto ambiental, etc., manteniendo un local de documentación para el público en la sede de la NRC y en las jurisdicciones cercanas al emplazamiento propuesto, con el fin de hacer accesibles los documentos a las personas o grupos interesados. También se invita a organismos e individuos con interés en el proyecto a participar en las sesiones públicas que organiza (public hearing), cuando el proceso está ya bastante avanzado. Igualmente organiza encuentros con los miembros de las administraciones locales potencialmente afectadas (157).

El staff de la NRC, declaró en el conocido informe Rogovin: «La promoción de una participación ciudadana efectiva es una meta necesaria para el sistema regulatorio, razonablemente exigida por la comunidad» (158). Sorprendentemente este mismo documento reconoció que a la comunidad se le había denegado el acceso a la toma de decisiones durante el proceso de concesión de licencias, concluyendo en su informe final con duras palabras: «El que el proceso de Licencias se suponga propicia un accesible forum público para la resolución de los problemas revelantes de seguridad en la construcción y operación de una central nuclear, es una farsa (“sham”)» (159).

El procedimiento viene siendo severamente criticado desde múltiples plataformas, no sólo populares, sino también científicas, pues la fase tradicional de participación llega sólo al final del proceso de

---

(156) Nuclear News, december, 1978.

(157) U.S. NRC. NUREG-0625, 1979, Loc. Cit., pp. 38 y ss. Ver también Power Plant Siting in the United States, Souther Interstate Nuclear Board, Memphis, sept. 1974; J.A. Best «New Institutional Arrangements to Resolver Power Plant Siting Conflicts: A Political Analysis», Cornell University Energy Project Paper, n.º 72-4, Cornell University, Ithaca, New York, february 1972.

(158) NRC Special Inquiry Group, «TMI: A Report to the Commissioners and to the Public», january 1980, 1, Loc. Cit., pp. 143-144.

(159) Ibid., p. 139.

la licencia, viéndose como un ejercicio inútil (160). Por otra parte quedan pendientes cuestiones cruciales como ¿cuánto de abierto ha de ser el proceso participativo?, ¿quién debe de participar?, ¿qué técnicas y fórmulas usar?, ¿de dónde proceden las fuentes de financiación?, ¿qué papel juega el gobierno y otros organismos o agencias públicas?, ¿qué resoluciones vinculativas pueden producirse del proceso?, etc. Desde luego parece claro que la descripción y valoración de las complejas externalidades presentes, riesgos, etc. que determinen cuál debe ser el nivel aceptable y tolerable de costes/beneficios, no debe ser dejado a la decisión del triunvirato industria nuclear-compañía eléctrica-organismo regulador, sino que debe ser un aspecto sujeto a debate público, fundamentado en un profundo examen y contrastación de los problemas, las alternativas y sus consecuencias pues aún, e independientemente de los derechos de las comunidades afectadas por proyectos, no se ha mantenido un auténtico forum abierto sobre la alternativa nuclear.

R. Kemp, comentaba a este respecto sobre la controversia en el Reino Unido: «En la alternativa nuclear ha habido, comparativamente con otros proyectos que han generado una importante preocupación pública, una pequeña aproximación crítica del proceso político que ha desarrollado la energía nuclear en Gran Bretaña» (161). Este autor opina que el sistema de participación local en el proceso de toma de decisiones públicas sobre la energía nuclear tiene un papel que jugar que estima crucial, detectando sin embargo una peligrosa tendencia hacia la despolitización de la toma de decisiones públicas: «La política del Estado —acusa— persigue despolitizar la política nuclear a nivel local, intentando separar los intereses afectados en la toma de decisiones públicas y tratando de silenciar la voz de las comunidades afectadas. Hay que repolitizar los problemas a nivel local» (162).

A la misma conclusión llegan en EE.UU. autores como David Morell y Christopher Magorian, que insisten en la necesidad de «politizar el proceso de ubicación», es decir, hacerlo abierto y participativo buscando la negociación con todos los participantes, aunque ello alargue las deliberaciones sobre la ubicación: «A largo plazo

---

(160) Ebbin and Kasper «Citizen Groups and the Nuclear Power Controversy», MIT Press, Cambridge, Mass, 1974; Dennis W. Ducsik and T. Austin: «Citizen Participation in Power Plant Siting: An Assessment, Energy Studies Group Report, n.º 2, Center for Technology, Environment and Development, Clark University, Worcester, Mass., 1979.

(161) R. Kemp «Conflict Generation and Avoidance: Contradictions in the Development of Civil Nuclear Power in Britain», Bristol Polytechnic, Town and Country Planning, Working Paper, n.º 1, february, 1982, p. 1.

(162) *Ibid.*, p. 8.

—apuntan— será mucho más efectivo para la sociedad y menos alienante para aquellos que puedan tener que vivir cerca de la instalación» (163).

Hasta la fecha el original proceso de participación aceptado por la NRC se limita a unas sesiones públicas cuando la decisión está ya prácticamente tomada, justo antes de conceder la licencia de construcción y antes de facilitar la de operación. De esta forma los grupos ciudadanos y los intereses privados carecen de información, desconociendo los detalles del proyecto hasta que, como denuncia la Bar Association de New York, «es demasiado tarde para hacer algo sobre ello» (164). Contra esta apertura de información y participación a última hora, normalmente con los hechos ya consumados, se han levantado muchas voces, incluso gubernamentales como el citado Informe Rogovin de 1980 y mucho antes el Power Plant Siting Act de 1971 que recomendaba el diseño de planes a largo plazo, que las ubicaciones contempladas fueran identificadas al menos con cinco años de adelanto y que las sesiones públicas tuvieran lugar en la temprana designación de los emplazamientos, muy poco después de darse la identificación (165). Incluso antes, de 1970, el U.S. Executive Office of the President había indicado la necesidad de que la participación en el proceso planificador y la notificación a la comunidad se hiciera «al menos cinco años antes de iniciarse su construcción». El argumento básico que subyacía era que con un programa de participación a largo plazo, en el que las agencias de protección ambiental participaran desde fechas tempranas, la mayoría de los problemas de ubicación, estimaban entonces, podrían resolverse mucho antes de la construcción (166).

La Comisión Presidencial (Informe Kemeny) llega incluso a criticar la tardía participación de la propia NRC en revisiones trascendentales del proyecto, denunciando una importante laxitud reguladora del organismo, ya que según su esquema normativo la principal revisión sobre la seguridad de una central nuclear no ocurre hasta la

---

(163) David Morell and Christopher Magorian «Siting Hazardous Waste Facilities: Local Opposition and the Myth of Preemption», Ballinger Pub. Comp. Cambridge, Mass, 1982. Lúcido trabajo que trata de los derechos de las minorías, reglas de las mayorías y posibilidades a través de la participación. Ver en este sentido también Michael O'Hare «Not on My Back You Don't: Facility Siting and the Strategic Importance of Compensation», Public Policy, Fall, 1977.

(164) Association of the Bar of the City of New York, Special Committee on Electric Power and the Environment, *Electricity and the Environment*, West Publishing Co., New York, 1972, p. 80 y ss.

(165) Power Plant Siting Act of 1971, H.R. 5389, S, 1684, 92nd. Cong. 1st. Sess., 1971.

(166) U.S. Executive Office of the President, Office of Science and Technology, *Electric Power and the Environment, A Report Sponsored by the Energy Policy Staff*, Office of Science and Technology, U.S. Gov't Printing Office, Washington, D.C. agosto, 1970.

fase de la licencia de operación. La Comisión Kemeny señala que «para entonces, cientos de millones de dólares se han gastado o comprometido en el proceso de construcción. Consecuentemente, la última revisión sobre la seguridad puede estar influenciada por las consideraciones económicas que pueden generar una actitud reacia a ordenar cambios importantes en esa fase» (167). Serias y comprometidas acusaciones al procedimiento de la NRC.

Pero tampoco puede limitarse la participación pública a un momento del proceso, por muy inicial que éste sea, sino que debe integrarse en todo el procedimiento que conduzca a la toma de decisiones. Tal y como Nancy E. Abrams y Joel R. Primack insisten, en su defensa de la intervención de los sectores afectados: «la participación pública no debe hacerse como se hace, muy al principio cuando los planes son muy vagos, o muy al final cuando al público se le presenta ya un hecho consumado» (168).

En consecuencia, la participación ciudadana directa a lo largo de todo el proceso y desde el mismo inicio de la identificación de posibles emplazamientos por parte, deseablemente, de la administración en conjunción con el promotor, aparece cada vez más sugerida como el medio de resolver conflictos, valorar atributos, percepciones, prioridades y asegurar la consideración de una amplia gama de intereses sociales. Evidentemente el enfoque participatorio tiene aún que ser aprendido, ensayado a través de un profundo trabajo empírico capaz de diseñar un constructivo proceso de interacción que enriquezca y fortalezca una auténtica democracia participativa. Como señala, entre muchos otros, Dennis W. Ducsik:

«Ha llegado el momento de implementar el concepto de “open planning”... tratando de incorporar alguna forma de participación pública en el proceso de selección de ubicaciones... Son posibles muchas variantes pero la clave es que la interacción con los ciudadanos preocupados debe de tener lugar durante el proceso de eliminación, evaluación y selección de localizaciones alternativas» (169). También L. Borelli, et. al., desde principios

---

(167) Informe Kemeny, 1979, Loc. Cit., p. 52.

(168) Nancy E. Abrams and Joel R. Primack «The Public and Technological Decisions», *The Bulletin of the Atomic Scientists*, june 1980, pp. 44-48; Ver también para distintas técnicas y métodos de participación: D. O'Connor «Environmental Mediation: The Statement of the Art», 2 EIA Review 9, MIT Laboratory of architecture and Planning, oct. 1978. Para la descripción del marco público de toma de decisiones en relación a la aceptación de emplazamientos: Booz, Allen, Hamilton, Inc., *Decision Guidelines for Power Facility Siting in New England*, Report n.º 9011-058, The New England Regional Commission, Boston, april 30, 1975.

(169) Dennis W. Ducsink, JAPA, april, 1981, Loc. Cit., p. 155. Ver también D. Myhra «Public Involvement in the Introduction of Power Plants», John Wiley and Sons, New York, 1981, en donde trata de los problemas que presenta el «Open Planning».

de los 70 insistían premonitoriamente en la necesidad de incorporar el concepto «open planning», lamentándose de la inexistencia de instituciones capaces de articular el interés público en las decisiones privadas sobre problemas de usos del suelo y recursos naturales afectados en la ubicación de centrales nucleares. El concepto era avanzado por Borrelli como el instrumento o medio más deseable de controlar el creciente conflicto entre los grupos ambientales y las compañías eléctricas: «Las compañías —señalaba— deberían admitir todos los interlocutores del interés público en el proceso de planificación desde el inicio, y tienen que reconocer la validez de nuevos forums para una toma de decisiones participativa... Los tribunales deben ser el último recurso y no la primera oportunidad para que se oigan las voces públicas» (170). Algo más tarde, el conocido informe *A Time to Choose* de la Ford Foundation, seguía lamentándose: «Como resultado de la descoordinación en el proceso de licencias no hay posibilidad de seleccionar la mejor ubicación... Y no hay vía alguna para implicar a la comunidad en una cuestión básica como es si una central determinada es realmente necesaria o si hay alternativas u otros sistemas que hayan sido considerados» (171).

Las críticas que prevalecen en la mayoría de los expertos y organismos científicos preocupados por el procedimiento, extensible a muchos otros países, se centra en: las autoridades aparecen excesivamente fragmentadas, desconectadas y ausencia de claros reglamentos siendo los pocos estándares existentes sumamente ambiguos. La participación pública es ineficiente pues falta información o se recibe ya tarde con hechos consumados. Las primeras negociaciones hasta ya avanzado el proceso se llevan a puerta cerrada entre la administración o agencias reguladoras y las compañías. Según denuncia la prestigiosa *Bar Association* de New York, que comparte estas críticas, «justo en el último momento se revela la información y para entonces los grupos de interés se encuentran ya muy presionados para estudiar las implicaciones de la propuesta» (172).

---

(170) L. Borrelli et al., «People, Power and Pollution: Environmental and Public Interest Aspects of Electric Power Plant Siting», Report n.º 1, California Institute of Technology, Environmental Quality Laboratory, Pasadena, California, sept. 1971.

(171) «A Time to Choose America's Energy Future» Ford Foundation, 1974, Loc. Cit., p. 261. Se critica severamente el procedimiento de concesión de licencias que «debiera analizar una más amplia gama de consideraciones sociales».

(172) *Association of the Bar of the City of New York*, 1972, Loc. Cit., p. 84 y ss.

Las recomendaciones pues que habría que hacer para una correcta política de participación pública alcanzarían al menos los siguientes aspectos:

- Acceso a toda la información existente desde la apertura del procedimiento, abriéndose el proceso de participación en el momento más temprano posible y como mínimo cinco años antes del inicio, en su caso, de las obras.
- Clara delimitación de los interlocutores y definición de los términos y alcance de la participación en la toma de decisiones.
- Creación de centros de valoración independientes que lleven a cabo análisis de impactos en el medio ambiente humano, físico y social.
- Formación de cuerpos auditores independientes y neutrales que escuchen y conduzcan los encuentros y argumentos manejados por las partes en conflicto.
- Sesiones públicas desde el inicio hasta la etapa previa a la concesión, en su caso, de la licencia de operación, debiendo hacerse accesibles al mayor número de individuos y grupos interesados.
- Uso creciente de sesiones públicas genéricas que consideren y traten de problemas comunes para todas o la mayoría de las centrales nucleares.
- Financiación del proceso por parte de las compañías eléctricas promotoras y, cuando se vea necesario y oportuno, con la colaboración de la administración. Las compañías deben sufragar con fondos económicos, las investigaciones que sobre las ubicaciones propuestas puedan tener que hacer equipos neutrales (173).

Estos y otros aspectos más pormenorizados son ampliamente desarrollados por Steven Ebbin and Raphael Kasper (174), entre otros citados a lo largo del epígrafe.

Pero la participación propuesta por parte de las comunidades e intereses afectados no debe limitarse al proceso de selección, evalua-

---

(173) Este es un aspecto en el que hace particular énfasis W.H. Rogers, «Sigint Power Plants in Washington State», 47 Washington Law Review 1, Fall, 1971, pp. 7 y ss.

(174) Steven Ebbin and Raphael Kasper «Citizen Groups and the Nuclear Power Controversy: Use of Scientific and Technological Information», Massachusetts Institute of Technology MIT Press, Cambridge Mass, 1974.

ción y decisión, sino que debe también incorporarse durante la operación o funcionamiento de la central nuclear, en el control, actuando junto a las agencias reguladoras de la administración. Y esto es así porque a lo largo del tiempo de vida útil de la instalación pueden surgir nuevos datos que exijan la revisión de algunas valoraciones, características de la instalación o atributos externos al propio emplazamiento. Este control se hace particularmente necesario en casos de accidentes con escapes de radiactividad o incidentes potencialmente graves. Hace breves fechas, 11.000 residentes dentro de las 25 millas (40 Km.) de Three Mile Island ganaron un juicio federal por el que recibirán más de 2,6 millones de dólares como consecuencia de la evacuación del área durante el accidente y/o la pérdida de salarios durante su ausencia (175). El supuesto preocupante con este antecedente, por otra parte de todo punto razonable, es que una avería o incidente que no llege al final a ser grave pero que exija la evacuación de las zonas del entorno, puede generar a la compañía un gran costo, o a la nación, al exigírseles después indemnizaciones. De ello se desprende que esta potencial amenaza puede actuar en contra de la seguridad de las poblaciones ya que la compañía eléctrica se mostrará muy reacia a dar la alarma hasta que no esté completamente segura de la gravedad real del accidente, pudiendo entonces ser ya demasiado tarde. Esta sola razón parece hacer necesario el control del funcionamiento de la central, por parte de la comunidad afectada, con el fin de incrementar la seguridad y reducir riesgos.

Por otra parte y tal y como se ha desarrollado a lo largo del trabajo, las tendencias legislativas recientes han reforzado las competencias y poderes a las autoridades regionales (en el caso de EE.UU. a los Estados), en los procesos de concesión de licencias y en la toma de decisiones. Con ello se pretende que la participación de los Estados en el control de las instalaciones y, en general, estructura de su balance energético, que venía siendo indirectamente realizado en todo el país en algunos casos con grandes conflictos federales-estatales, se consolide oficialmente.

Al menos treinta estados y algunos gobiernos locales adoptaron ya durante la década del 70 sus propios estatutos NEPA, usualmente denominados SEPA's, haciéndolos prevalecer sobre los estudios de impactos federales. Además, las revisiones ambientales estatales pueden ser requeridas a varios niveles en el proceso regulatorio estatal,

---

(175) Ver Critical Mass Energy Journal, march 1983, p. 3.

incluyendo la determinación de la necesidad de energía (176), selección de la ubicación y aprobación de los emplazamientos. A finales de 1979 ya había más de veinticinco estados que disponían de legislación tratando, específicamente, de la cuestión de ubicación de centros de energía. Las posibilidades que tienen distintas agencias estatales de retrasar la puesta en funcionamiento de una planta son variadas (177). Treinta y nueve estados requerían en 1979 alguna fórmula de demostración clara de necesidad de energía a los nuevos promotores, lo que resultaba un proceso difícil y lleno de incertidumbres al envolver previsiones y no evidencia tangible. De esta manera, indirectamente, controlaban el tipo de instalaciones y la composición de su balanza energética.

#### **7.4. Dimensión ético-política y responsabilidades científicas frente al interés público**

El debate nuclear, trasfondo para cualquier política de ubicación de reactores, no es un debate sobre cuestiones técnicas o científicas. Las cuestiones científicas-técnicas están inexorablemente unidas a los problemas sociales y por ende políticos, que van más allá del estado del conocimiento científico. Así, problemas irresueltos técnicamente, como el de la disposición segura y definitiva de los residuos radiactivos, se transforman en problemas con un alto contenido social, independientemente de las soluciones técnicas. Paralelamente, la cuestión de la proliferación de armamento nuclear y su conexión con la utilización de la energía nuclear y el ciclo nuclear, representa un

---

(176) Es bien conocido el informe «Transition. A Report to the Oregon Energy Council», Prepared by the Office of Energy Research and Planning, Office of the Governor, State of Oregon, January 1975, que tras un profundo y detallado estudio de la oferta y demanda de energía en el Estado llegaron a la siguiente conclusión: «Después de inspeccionar hechos y opiniones representando a ambos bandos del dilema, hemos llegado a la conclusión que los beneficios de la fisión nuclear pueden alcanzarse por otros medios y los riesgos, que son enormes, aparecen inaceptables. Pensamos es nuestra responsabilidad compartir las bases de esta conclusión con las gentes de Oregón», p. 121. Más adelante continuaban «Si no estuvieran disponibles alternativas a la fisión nuclear, nosotros probablemente adoptaríamos el desarrollo de esta fuente de energía inmensamente peligrosa. Pero, puesto que disponemos de viables fuentes alternativas de energía y programas de conservación, no es posiblemente en el mejor interés de las poblaciones presentes y futuras asumir este «pacto Faustiano», p. 142. Oregón pues, a través de su profundo estudio y conclusiones, testificó su derecho a participar en el diseño de su balance energético. Similares ejemplos se extendieron después por multitud de estados americanos.

(177) «Energy. The Next Twenty Years». A Report Sponsored by the Ford Foundation Ballinger, 1979. En este prestigioso trabajo se desarrolla un interesante análisis de los conflictos federales-estatales, pp. 521-525. En él se afirma «Tenga o no un estado legislación específica sobre la ubicación de centros energéticos, la comisión pública estatal puede de facto regular la construcción de nuevas plantas, o bien directamente a través de un certificado tradicional de conveniencia o necesidad pública, o indirectamente», p. 522.

problema de carácter ético-político, que sobrepasa cualquier consideración científica (178). También ciertas características de irreversibilidad que acompañan a esta alternativa, imponen necesariamente reflexiones colectivas de dimensión ética, difíciles de encontrar en otras tecnologías energéticas. Tan inútil es buscar una solución científica a los problemas de las centrales nucleares como encontrar —se ha dicho— una cura científica por el daño causado por la bomba nuclear (179).

La Comisión Real Británica en su conocido informe «Nuclear Power and the Environment», fue expeditiva en sus apreciaciones: «La energía nuclear introduce riesgos ambientales y otros problemas muchos de los cuales aparecen como únicos en sus implicaciones para la sociedad... Se está haciendo y se ha hecho un gran esfuerzo para buscar adecuadas respuestas técnicas y organizativas a estos problemas, pero es importante que ello no oculte aspectos subyacentes que tienen un carácter político, social y ético, y que exigen un amplio debate público» (180).

Su insistencia en el debate y participación se repite reiterativamente a lo largo de todo su informe: «Las decisiones no deben ser tomadas simplemente sobre la base de las ventajas tecnológicas o económicas y la asumida necesidad de asegurar un rápido incremento de la oferta de energía. Los problemas sociales y éticos envueltos son reales e importantes, y deben ser ampliamente valorados y discutidos» (181).

A lo largo del trabajo se han desarrollado los innumerables aspectos de carácter intangible o no cuantificable que implican juicios de valor para su interpretación y su evaluación dentro de una política de ubicación de reactores. No basta fijar con claridad y precisión las regulaciones y normas a las que deberá estar sujeta invariablemente la elección de emplazamientos. La formulación de este marco dentro del que habrá de desenvolverse una política de ubicación bien definida no resuelve los problemas de carácter ético, social y político, que

---

(178) La Royal Commission on Environmental Pollution, Sixth Report. Nuclear Power and the Environment, Chairman Sir Brian Flowers, HMSO, Cmnd 6618, sept. 1976, Loc. Cit., señala como conclusiones «el desarrollo nuclear origina problemas de largo plazo de hechura poco usual y dificultades que son políticas y éticas, además de técnicas», p. 198, «las decisiones sobre las grandes cuestiones del desarrollo nuclear deben tomarse a través de un explícito proceso político», p. 199.

(179) Las reflexiones sobre el problema ético de esta alternativa aparecen magistralmente desarrolladas en A.B. Lovins «Nuclear Power. Technical Bases for Ethical Concern», Earth Resources Research Ltd., nov. 1974.

(180) *Ibid.*, p. 3.

(181) *Ibid.*, p. 85.

parece tendrán que explicitarse y valorarse dentro de un amplio proceso participativo en el que el papel fundamental sea jugado por la comunidad regional afectada en distintos grados por los proyectos.

Los conflictos de interpretación surgen en razón de una diferente tabla de valores y no en relación a la magnitud del riesgo. Tal y como Eugene Rabinowitch, antiguo editor de *The Bulletin of the Atomic Scientist*, afirmó «Los expertos adversarios no discuten sobre los hechos, están en desacuerdo en las conclusiones morales que deducen de tales hechos» (182). ¿Cómo y quién debe determinar los niveles aceptables de riesgo/seguridad para la comunidad? ¿Se puede hacer desde un gabinete de los llamados «expertos» en la tecnología nuclear?

Hay diversos modelos interpretativos respecto a que el sistema de valores sea utilitarista o igualitarista, por ejemplo. Para la ética igualitarista el fin moral no es maximizar el bienestar «good» para toda la humanidad, sino que su principio se basa en la «igualdad en la asignación de derechos y obligaciones básicas, independientemente del bienestar total adquirido por tal principio» (183).

Los problemas pendientes en la política nuclear originan, ciertamente, confusas consideraciones éticas con aspectos cruciales en el campo legal, social, político y psicológico. La cuestión es que la regulación de la tecnología requiere no experiencia técnica sino «política social». «Quis custodiet ipsos custodes?», sólo la sociedad debe ser capaz de custodiar a los custodios de políticas tecnológicas (184).

La evaluación de los riesgos e impactos en función de sus valores y escala de prioridades, debe permanecer en la comunidad afectada, puesto que es un juicio humano no de expertos tecnológicos, ni de poderosos grupos de presión o intereses políticos concretos (185). Y los científicos tienen en este sentido una gran responsabilidad. La controversia nuclear actualiza, singularmente, esos intentos escasos

---

(182) Citado por K.S. Shrader-Frechette «Nuclear Power and Public Policy» Reidel, 1980, Loc. Cit., p. 20. Ver también sobre el debate «hechos versus valores», William W. Lowrance «Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety», William Kaufman, Los Altos, California, 1976, pp. 109-114.

(183) John Rawls «A Theory of Justice», Harvard University Press, Cambridge 1971, pp. 14-15; Ver en relación al principio utilitarista John Stuart Mill «Utilitarianism, Liberty and Representative Government», E.P. Dutton and Company, New York, 1910, pp. 6-24. También para una profunda discusión de las teorías del utilitarismo e igualitarismo en relación con los problemas de la radiactividad, K.S. Shrader-Frechette, Loc. Cit., pp. 28-43.

(184) Ver E.D. Muchnicki «The Proper Role of the Public in Nuclear Power Plant Licensing Decisions». *Atomic Energy Law Journal* 15 (1), Spring 1973, pp. 55-59, citado por K.S. Shrader-Frechette, Loc. Cit.

(185) Sheldon Novick «The Electric War», Sierra, San Francisco, 1976, pp. 318 y ss.

que ha habido por definir de forma explícita la naturaleza de las responsabilidades sociales de los científicos (186).

Key Dismukes analiza lúcidamente esa responsabilidad científica enfatizando cómo la mayoría de la comunidad científica está realmente aislada de las implicaciones sociales de su trabajo, requiriéndose, en consecuencia, incentivar las aproximaciones integradoras, que penetren en los componentes de todo el sistema (187). La temática nuclear y su inmediata dimensión de ubicación de reactores exige, de científicos y académicos, ese enfoque holístico que desarrolle las interacciones de los componentes para conformar sistemas funcionales a niveles sucesivos de organización. Es lo que E.P. Odum ha planteado con su simple afirmación de que «el bosque es algo más que una colección de árboles» (188). La aplicación racional de las ciencias exige compromisos sociales, ruptura de barreras disciplinarias que frecuentemente los científicos construyen en torno a sus trabajos (189).

La energía nuclear y la política de ubicación de reactores aparece en este sentido como un campo de experimentación idóneo, por los problemas aún sin resolver y por sus intensas connotaciones éticas y socio-políticas.

El premio Nobel de Física en 1970, Dr. Hannes Alfvén, ejemplo de este compromiso social del científico, declaró: «Los constructores de reactores aducen que han dedicado más recursos y esfuerzos a los problemas de seguridad que nunca se hayan dedicado a cualquier otra tecnología. Es verdad. Desde el principio se ha puesto gran atención en la seguridad y han sido remarcablemente inteligentes en distinguir precauciones de seguridad. Y esto es quizás patético pero no es relevante. Si un problema es demasiado difícil de resolver, no se puede asumir que está resuelto señalando todos los esfuerzos hechos para resolverlo» (The Bulletin of Atomic Scientists, mayo 1972).

---

(186) Ver P. Sighart, et al. «The Social Obligations of Scientists», Nature 237, 1972, pp. 15-18; J. Primack and F. Von Hippel «Advice and Dissent: Scientists in the Public Arena», New York, Norton, 1976.

(187) Key Dismukes, «What Should Society Expect from Scientists?», The Bulletin of the Atomic Scientists, nov. 1979, p. 19-21.

(188) F.P. Odum «The Emergence of Ecology as an Integrative Discipline». Science, 195, 1977, pp. 1.289-1.293.

(189) Philip Boffey «The Brain Bank of America: An Inquiry into the Politics of Science», MacGraw-Hill, 1975.

## ANEXO I

### LOS COSTES DE LA ALTERNATIVA ELECTRONUCLEAR

Resulta sorprendente observar la inexistencia, en los países nuclearizados, de un solo estudio profundo y detallado que desbroce de forma objetiva todos los cálculos y supuestos que conducen a desvelar el coste real del KWh de origen nuclear.

Este trabajo no existe y, sin embargo, la industria nuclear y su lobby el Forum Atómico manejan con escandalosa rudeza cifras que carecen sistemáticamente de ese pormenorizado estudio objetivo que las soporte. Tal actitud del sector privado responde al comportamiento nada ético y democrático de la propia administración americana que lo acepta sin más explicaciones. No debe olvidarse la poderosa dependencia tecnológica y hasta reguladora que tienen las centrales nucleares españolas de EE.UU. Según W. Patterson «La Comisión Nuclear Americana (AEC) retiró y distorsionó información que no interesaba pues no favorecía la alternativa nuclear, suprimiendo a los científicos disidentes entre su staff llegando incluso, en ocasiones, a mentir al Congreso» (2).

---

(1) Tal y como C. Komanoff denuncia, fundamentarse en las cifras dadas por el Atomic Industrial Forum es una deshonestidad y una falacia. C. Komanoff, *Critical Mass*, feb. 1983, p. 13. Ver también Daniel Ford, «The Cult of the Atom», Simon and Shuster 1982.

(2) Walter C. Patterson, comentando el demoledor trabajo de Daniel Ford, Loc. Cit. en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, ag. sep. 1983, Vol. 39, n.º 7.

La denuncia ante el oscurantismo que siempre caracterizó a los cálculos del coste del KWh nuclear no es nueva sino que se viene produciendo desde mediados de la década del 70. Resultan premonitorios los trabajos de J. Price (3), F.C. Olds que ya afirmaba en 1974 «Las dificultades de estimar los costes se incrementan. Los costes de capital crecen desde el 70 a un 26 % anual y parece que se subestima el coste total» (4) e Irvin C. Bupp and J.C. Devian, que insistían en la absoluta incertidumbre que rodeaba al coste de lo nuclear (5).

La gran dificultad existente para calcular el coste del KWh electrónico nuclear tiene su origen no sólo en el secretismo y ocultismo interesado de la propia industria y compañías eléctricas nucleares sino, fundamentalmente, en el cúmulo de importantes incertidumbres existentes sobre multitud de parámetros presentes a lo largo del ciclo nuclear y durante la producción de energía. A esta incertidumbre tecnológica hay que añadir una variada gama de deseconomías externas que no se internalizan por la dificultad de su cuantificación monetaria, el incumplimiento de previsiones conforme a diseño que afectan al factor capacidad de las plantas y constantes revisiones e incorporaciones de nuevas exigencias de garantía y seguridad como consecuencia de averías, deficiencias imprevistas y accidentes.

La intención del presente trabajo es revisar someramente ese variado abanico de aspectos y parámetros que dificultan el cálculo realista del KWh nuclear y que singulariza a esta alternativa en relación con los KWh convencionales procedentes de las plantas de carbón y fuel-oil.

La nueva perspectiva que sobre los peligros y riesgos insuficientemente conocidos y evaluados ha reafirmado inequívocamente la reciente catástrofe de Chernobil, altera multitud de supuestos sobre los que, hasta hace poco, se soportaba la industria nuclear. Al «después de Harrisburg» que tantas implicaciones tuvo sobre esta opción energética y la administración reguladora, hay que añadir ahora la catástrofe que Chernobil ha dejado permanentemente sobre el suelo y población de gran parte de Europa. Hasta el propio Alvin M. Weinberg, quizás el más conocido científico defensor a ultranza de la industria nuclear, reconoce tras Chernobil y las graves dificultades

---

(3) J. Price «Dynamic Energy Analysis and Nuclear Power», FOE, London, 1974.

(4) F.C. Olds «Power Plant Capital Cost Going Out of Sight». Power Engineering, august, 1974, p. 36.

(5) Irvin C. Bupp and J.C. Devian «The Economics of Nuclear Power», Technology Review, feb. 1975, pp. 15-25.

por las que atraviesa esta tecnología, que «es probable que no se construya ningún nuevo reactor en los EE.UU., al menos durante los próximos quince años...» (6).

La industria nuclear y el lobby político que la soporta han venido durante años clamando las enormes ventajas de un coste inferior del KWh nuclear en relación al precedente del carbón y del fuel-oil. Hoy es ya generalmente aceptado que esto fue siempre una falacia, un fiasco que debería soportar ésta y las futuras generaciones.

## LA REFERENCIA AMERICANA

El que la energía nuclear sea hoy prohibitivamente cara, incluso sin internalizar las deseconomías externas que genera, es algo que tanto el corpus científico como político americano reconocen ya. Esa es, precisamente, la razón fundamental por que ha sido virtualmente abandonada en USA, donde desde 1977 no se han producido nuevos encargos de reactores, habiéndose cancelado ya alrededor de cien unidades.

El abandono por parte de las compañías eléctricas refleja, evidentemente, las dificultades que tiene la alternativa nuclear para competir con otras opciones energéticas.

El profundo trabajo elaborado en 1981 por Charles Komanoff (7) revelaba de forma devastadora el engaño del coste de KWh nuclear en relación con sus alternativas del carbón y fuel-oil. Komanoff realizó entonces la primera comparación, de carácter comprensiva y objetiva, hecha pública, entre los costes de capital, combustible y operación mantenimiento, de las plantas de carbón y de los reactores nucleares. Mostró cómo los costes de construcción nucleares, o costes de capital, se habían incrementado en términos reales a una tasa doble que los de las plantas de carbón equivalentes entre 1971 y 1978. Los incrementos reales para las plantas nucleares habían sido del 142 % (13,5 % anual), del 68 % para las plantas de carbón (7,7 % anual) —incluyendo en ellas la incorporación de componentes descontaminantes «scrubbers»— y 33 % para esas mismas plantas sin los sofisticados dispositivos anticontaminantes. Según sus cálculos, a mediados de los 80 la construcción de plantas nucleares sería un 75 % más

---

(6) Alvin M. Weinberg, en *The Bulletin of the Atomic Scientists*, august-sept. 1986, p. 59.

(7) Charles Komanoff, «Power Plant Cost Escalation. Nuclear and Coal Capital Costs, Regulation and Economics», KEA, New York, 1981.

cara que las equivalentes de carbón, lo que parece haberse cumplido. Estos cálculos le inducían a recomendar a las compañías eléctricas que cancelaran los nuevos proyectos pues en términos estrictamente financieros sería una catástrofe a no ser que contaran con fuertes apoyos y subvenciones federales. Komanoff recomendaba que, aún con reactores construidos en un 40 %, reconvertirlos en plantas de carbón sería más beneficioso para las compañías.

Ciertamente el paso del tiempo ha confirmado sus estimaciones y hoy se da incluso el caso de la central de Zimmer, en Ohio, que estando construido en un 97 % se está transformando en una planta de carbón (8).

Recientemente Jim Harding, de MHB (San José, CA), afirmaba en Viena que durante los últimos diez años el coste de los reactores nucleares en EE.UU., U.K. y R.F.A., venía incrementándose con tasas bastante más altas que las experimentadas por las centrales de carbón, incluyendo en éstas los más avanzados equipos de descontaminación. En USA, desde luego, el colapso de la energía nuclear es ya historia desde que en 1975 se iniciara la masiva cancelación de reactores debido a su alto coste, bajo crecimiento de la demanda eléctrica y alternativas más razonables y aceptables. La escalada de estos costes es tal que una planta nuclear que entre en operación hoy ronda las \$3.000/Kw produciendo electricidad (sin internalizar los variados costes externos) a \$0,15/KWh, comparado con alrededor de \$0,07/KWh en las más avanzadas plantas de carbón (9). Por otra parte, una planta de carbón de 1.000 Mwe, utilizando el control de contaminación estándar de 1984, costaba alrededor de 1.600 millones de dólares (10). Se están pues cumpliendo las estimaciones profundamente justificadas por Komanoff que avanzaba cómo los costes medios de capital de las centrales nucleares finalizadas a últimos de la década del 80 serían un 75 % más altos que los de una planta de carbón equivalente. Tras otras consideraciones bien razonadas llegaba a la conclusión que en esas fechas el coste de generación eléctrica nuclear sería un 35-50 % mayor que el procedente de las plantas de carbón (11). Se entiende que sólo se contabilizan los costes directa-

---

(8) Jim Jeffery «The Unique Dangers of Nuclear Power: An Overview» en *The Ecologist*, Vol. 16, n.º 415, 1986, p. 154.

(9) Jim Harding, MHB Technical Assoc. San José, CA. EE.UU. Mimeo entregado en A. Atom International Conference, sept. 24-27, 1986, Viena. Según Michio Kaku y Jennifer Trainer, «Nuclear Power: Both Sides», Ed. by G.S. McCleod Lim. Toronto, 1982, en 1982 el precio promedio de construcción de una planta nuclear de 1.000 Mw era de 4.000 millones de dólares, p. 135.

(10) Peter Stoler, *Revista Time*. 13/2/84.

(11) C. Komanoff, *Loc. Cit.*, p. 5. Ver también la constatación del tremendo incremento de costes de los reactores en Alan Noguee et all. «Rate Shock: Confronting the Cost of Nuclear Power», Environmental Action Fundation, 1984.

mente cuantificables, lo que deja fuera del espectro contable diversas externalidades de trascendental importancia en la alternativa nuclear.

Con el trasfondo indicado no resulta sorprendente observar que las compañías eléctricas americanas, con reactores construidos hasta un 50 %, estén considerando seriamente reconvertir sus reactores nucleares en convencionales (gas, carbón, fuel-oil). Aunque la transformación es cara parece que resulta financieramente más segura y atractiva. Ya a principios de los 70, se convirtió una planta nuclear pequeña en otra de fuel-oil, en Marviken (Suecia), tras llegar a la conclusión que el reactor nuclear original contenía problemas en su estructura (12).

En consecuencia, el caso americano aparece paradigmático en relación con las centrales LWR contempladas en el área europea. Incluso desde dentro de la Administración surgen opiniones en la línea indicada como el U.S. Department of Energy Report que, dirigido por Andrew Reynolds en sep. 1982, reconocía que la energía nuclear era más cara que la procedente del carbón. En su informe llegaba a pronosticar que en 1995 las plantas de carbón producirían electricidad un 28 % más barato que las centrales nucleares, fundamentalmente en las regiones del Southwest y North Central (13). También tienen interés las declaraciones del conocido especialista energético David Freeman que declaró en 1982, siendo director del Tennessee Valley Authority y disponiendo del mayor programa de construcción nuclear de los EE.UU.: «El coste de la energía nuclear no es solamente alto, sino que es impredecible. Ningún capitalista en su sano juicio va a construir algo de lo que no pueda obtener un ratio beneficio/costes, debido a que los costes son desconocidos (14).

## EL DEBATE BRITANICO

La cuestión de los costes de la alternativa nuclear está también de gran actualidad en Gran Bretaña, sobre todo a raíz del debate sobre el proyecto PWR de Sizewell (15). La crítica a los cálculos de los costes nucleares efectuados por el CEBG británico ha sido demoleadora, procediendo incluso desde órganos oficiales como el House of

---

(12) Ver «Science, Tecnocracy and Político-Economic Power», Impact XXI (1/2), January-june, 1972.

(13) Projected Costs of Electricity from Nuclear and Coal-Fired Power Plants», august, 1982, DOE/EIA-03576/1.

(14) Ver Christopher Flavin, Critical Mass, Vol. 11, n.º 4, feb. 1984, p. 2.

(15) «A Critique of the CEBG's Economic Case for A PWR at Sizewell» by J.W. Jeffery, Energy Policy, Vol. 14, n.º 1. February, 1986, pp. 65-78. Ver también Peter byniard «The Economics of Nuclear Power» en The Ecologist, Vol. 16, n.º 415, 1986.

Commons Select Committee on Energy. El coste de generación eléctrica para los reactores nucleares ingleses estimado en 3.37 p/KWh y 2.28 p/KWh para el carbón, en 1983, fue finalmente aceptado por el CEGBen su «Analysis of Generation Costs» (16), a pesar de subestimarse diversos parámetros como el desmantelamiento y los costes de reprocesamiento. Ya en 1981 Jim Jeffery había demostrado la escandalosa manipulación de las cifras oficiales. Ajustando aquellas cifras a la inflación resultó que el coste de construcción de los reactores nucleares británicos era cuatro veces mayor que el indicado en las cifras ofrecidas por el CEGB (17).

J.W. Jeffery, utilizando cifras tangibles de procedencia oficial demostró que el coste real de la electricidad procedente de los reactores nucleares, sin establecer una contabilidad detallada con costes indirectos e intangibles, era sustancialmente mayor que el procedente de las centrales de carbón. La franja del sobrecoste la establecía en torno al 16-28 % (18), concluyendo que «La energía nuclear no ha sido económica o rentable, no es rentable y es probable que en el futuro sea cada vez menos rentable» (19). Otros autores constataban también que la electricidad de la primera generación de los reactores Magnox era considerablemente más cara que la procedente del carbón (un 50 % más barata) o del petróleo (20). A ello habría que añadir que la industria nuclear británica ha disfrutado de fuertes subsidios por parte del gobierno, trastocando así aún más los costes reales de la alternativa.

Efectivamente, de nuevo se demuestra cómo los costes reales de lo nuclear son sistemáticamente ocultados o distorsionados por los cuantiosos intereses en juego que afectan a la industria electronuclear, a los programas de fabricación de armamento nuclear, y consecuentemente, a la compleja geopolítica del globo.

En 1981, el Wadebridge Ecological Centre organizó un Comité bajo la dirección de Sir Kelvin Spencer, científico jefe del Ministerio de Energía inglés en la década del 50, para examinar en detalle los aspectos económicos de la energía nuclear. Los resultados del estudio fueron inequívocos: el CEGB inglés había utilizado un sistema fraudulento de contabilidad para hacer aparecer a la energía nuclear más

---

(16) Ver Peter Bunyard, *Loc. Cit.*, p. 193.

(17) Jim Jeffery «Nuclear Energy. The Real Costs», *The Ecologist* n.º 3, 1981.

(18) J.W. Jeffery «The Real Cost of Nuclear Electricity in the U.K.». *Energy Policy*, Vol. II, n.º 2, June, 1982, p. 88.

(19) *Ibid.*, p. 82.

(20) «The Pressurised Water Reactor. A Critique of the Government's Nuclear Power Programme», by Michael Flood et al, *FOE Energy Paper*, n.º 4, 1981, p. 12.

barata que la procedente del carbón. Aún siendo prohibitivamente cara había razones ocultas que la justificaban.

## EL ENFOQUE OFICIALISTA

La industria nuclear, a pesar de la reiteradamente denunciada falta de transparencia en cuanto a los cálculos de costes utilizados y las hipótesis o supuestos que respaldan sus estimaciones, utiliza un esquema «simple» para deducir el coste del KWh nuclear. Y en este cálculo incorpora los costes de capital o construcción, los costes de operación-mantenimiento y los costes del combustible nuclear que, de forma aún más confusa, se supone refleja partidas altamente complejas del ciclo nuclear.

La escalada de los costes de construcción durante la última década ha sido impresionante, tal y como se ha visto ya. Además de los problemas de retrasos como consecuencia de regulaciones cada vez más rígidas, obligación de añadir nuevos elementos a medida que la tecnología acusa numerosos fallos, fuerte oposición a los proyectos, etc. (21), los métodos que utiliza la industria nuclear para su cálculo —según las circunstancias y conveniencias— son cuestionables.

El interés, dada la gran dificultad de establecer un precio real del KWh nuclear, reside en las comparaciones con las alternativas del carbón, fuel-oil y gas, en su caso, con costes mucho más transparentes. Lo nuclear es una tecnología reciente, con muchas incertidumbres, por lo que sus costes pueden multiplicarse, como está de hecho sucediendo, mientras que para las alternativas con una larga experiencia industrial los parámetros son, comparativamente, perfectamente conocidos. Así, por ejemplo, la duración del uso de los equipos en los grandes reactores comerciales es aún desconocida, presumiéndose que es menor de la inicialmente estimada. Sobre todo si incorporamos factores de seguridad y riesgo cada vez más exigentes. En síntesis, la construcción de las plantas nucleares está siendo mucho más cara que lo que las empresas calcularon cuando las ordenaron.

Si nos remitimos al caso americano, referencia obligada para España, observaremos que cuando la Administración de Información de Energía del Departamento de Energía hizo una inspección en 1984, sobre 47 plantas nucleares, encontraron que 36 de ellas costaron por

---

(21) Razones suficientes para justificar que el negocio está en la construcción y por tanto en inflar los costes. Ver Juan Muñoz y Angel Serrano «La configuración del Sector Eléctrico y el Negocio de la Construcción de Centrales Nucleares», Energía Política e Información, Cuadernos de Ruedo Ibérico, Barcelona, 1979.

lo menos el doble de lo estimado y trece de ellas cuatro veces más (22). Reflejamos orientativamente parte de ese sorprendente espectro:

Los costes de capital son sólo el principio pues con posterioridad nuevas exigencias técnicas, de seguridad, etc., representan un importante incremento de esos costes hasta el punto de que una planta que costó en su inicio \$90/Kw tiene hoy en EE.UU. incrementos anuales en torno a los \$100/Kw (23). Debido a esta y otras muchas

	COSTO ESTIMADO (mill. de \$)	COSTO REAL (mill. de \$)
Sta. Lucie (Florida)	360	1.400
Palo Verde (Arizona)	2.800	6.000
Shoreham (N. Y.)	241	4.000
Seebrook (New Hampshire)	973	5.800
Midland (Michigan)	267	4.400
Vogtle (Georgia)	660	6.600

razones comentadas, las centrales nucleares completadas en EE.UU. a mediados —finales de la década del 80 costarán de 5 a 10 veces más que la cifra originalmente estimada (24).

También en el capítulo de costes de operación —mantenimiento se están produciendo incrementos de costes no previstos, creciendo en la década del 70 a una tasa media anual del 18 %.

En lo referente al coste del combustible la imprecisión e incertidumbre es cada vez mayor. Así como es la estimación del coste del combustible del carbón y petróleo la cuestión esencial es retener hipótesis realistas de su evolución futura en los mercados internacionales, por el contrario, en el caso del combustible nuclear se necesita

(22) Peter Stoler, *Rev. Time*, 13/2/1984.

(23) Comunicación verbal de Jim Harding en Viena, 1986, Loc. Cit.

(24) Ver Christopher Flavin, 1984, Loc. Cit.

de numerosas etapas o fases encadenadas que hacen muy vulnerable, imprecisa y delicada la determinación de su valor (25).

La complejidad del ciclo del combustible se refleja en las distintas fases que le afectan: prospección del uranio natural, extracción del mineral, concentración, conversión en Exafluoruro de Uranio, enriquecimiento, fabricación del combustible, utilización, reprocesamiento, tratamiento y almacenamiento de desechos.

Algunas de las fases con grandes dificultades y generadoras de importantes deseconomías externas que no se internalizan. La multiplicidad y complejidad de las fases hace que el coste total del ciclo aparezca rodeado de una gran incertidumbre.

La libra del uranio natural pasó de 6\$ en 1970 a 40\$ en 1977 (26), apareciendo su producción geográficamente muy concentrada en cuatro países que retienen el 72 % de las reservas mundiales disponibles: USA, Canadá, Australia y Africa del Sur. Es claro que los precios son resultado de fuerzas políticas, como ocurre con el petróleo, y las reservas de uranio disponibles si se realizaran los proyectos previstos a finales de los 70 no durarían más de 25 años (27). Los siete grandes del petróleo Exxon, Gulf, Shell, etc. controlan ya cerca del 80 % de las reservas de uranio americanas. La conversión del óxido de uranio en exafluoruro está monopolizada por sólo dos compañías. El control y concentración de las etapas del ciclo en muy pocas manos supone, consecuentemente, un riesgo a añadir nada despreciable.

El problema del retratamiento o reprocesamiento es en Europa una de las fases que más incertidumbres está generando, con una evolución en su coste de un 80 % entre 1975 y 1979 para el caso francés (28).

En este apartado de los costes el factor más preocupante y desconocido es el relativo a la disposición de desechos y almacenamiento definitivo de los residuos. Estos costes, sin estar resuelto el desbordante problema que implica para las futuras generaciones, están subiendo más de lo previsto pero, debido al sistema contable utilizado, ninguno de estos costes aparecen virtualmente incorporados en los costes actuales del KWh, aunque de hecho figure una cifra (29).

---

(25) Ver F. Bollon «Le Prix du Combustible Nucleaire», Revue de Economie et Humanisme», n.º 258, may-juin, 1980.

(26) Michell, Hutchins, inc. «The Uranium Stocks: Nuclear Industry kaleidoscope Coming Together», N.Y. january, 1976.

(27) G. Zaleski et J. Chermanne «Est-il urgent d'introduire la surgeneration? Revue Général Nucléaire, nov.-dic. 1975.

(28) La Gazette Nucleaire, n.º 46/47, 1982, p. 17.

(29) Science, Vol. 230, II, 10-85, p. 150.

La industria nuclear no ha encontrado aún una forma segura de almacenar los residuos radiactivos, algunos con miles de años de vida media (30). Incluso con la solidificación, ninguna de las soluciones sugeridas para su almacenamiento permanente, a largo plazo, es hoy técnica o económicamente posible para los residuos de alto nivel. Requieren períodos de aislamiento del orden de 1.000 años para los productos de fisión con larga vida y de  $10^6$ - $10^8$  para los actínidos como el Am 241 y Np 237 (31).

## COSTES INDIRECTOS

Son muchos los factores y aspectos que habría que tratar aquí. Orientativamente aparece como parámetro destacado la cuestión de los subsidios y el proteccionismo oficial de que disfruta esta alternativa. Exclusiva razón por la que ha podido subsistir. Sólo en 1980 los subsidios financieros directos de que dispuso la industria nuclear comercial en EE.UU. superaron los \$13 billones (32). Hasta 1981 el gobierno federal se había gastado, en investigación para encontrar una solución al almacenamiento de residuos radiactivos, 3.600 millones de dólares. En 1984 la energía producida por las plantas nucleares fue solamente un 1,8 % del total de la energía producida en EE.UU. A pesar de ello la industria nuclear recibió el 34 % (15.800 millones de dólares) de todos los subsidios que el gobierno destinó a las fuentes energéticas (33).

En relación con este aspecto figura otro subsidio indirecto concedido por las Administraciones en base a limitar la responsabilidad pecuniaria de las compañías en caso de accidente. Los gobiernos subsidian la póliza de seguros anormalmente limitada como se ha podido comprobar con los accidentes de Harrisburg y Chernobil. En EE.UU. figura el conocido Price Anderson Act que limita la responsabilidad de la compañía a la ridícula cantidad de 60 millones de dólares sobre un total, también ridículo, de 560 millones de dólares. Aunque la responsabilidad federal está limitada a indemnizar solamente hasta 500 millones de dólares, resulta una ironía que el pequeño accidente

---

(30) Ivan Tolstoy «High Level Waste: No Technical Solution». *The Ecologist*, Vol. 16, n.º 4/5, 1986.

(31) Mil toneladas de fuel irradiado en un LWR contienen alrededor de 50 Kg. de Am 241.

(32) Ver Myron M. Cherry, «Current Developments in Alternative Energy Law. Nuclear Power. An Enigma Within a Riddle» in *Energy Law*, 1981. International Bar Association, p. 514.

(33) Centro para Recursos Renovables «El Costo Oculto de la Energía» Washington, D.C. oct. 1985, p. 4. Ver también Daniel Ford, *Loc. Cit.*, 1982.

de Three Mile Island haya costado ya más de 1.000 millones de dólares sólo en descontaminación. ¿Qué costo tan impresionante puede estar teniendo Chernobyl? ¿Se incorporará el mismo a la factura del KWh nuclear soviético?

El desmantelamiento del reactor una vez acabada su vida útil y el almacenamiento seguro de las estructuras contaminadas aparece como otro parámetro desconocido pero potencialmente con una importante repercusión en el precio del KWh nuclear. En el estado actual de conocimientos el desmantelamiento de los reactores comerciales es una operación que se desconoce, con riesgo de una irreversible contaminación del emplazamiento, y con problemas serios para el seguro almacenamiento de aquellas partes de su estructura profundamente impregnadas de radiactividad. Los esfuerzos por su descontaminación sólo desplazaron la radiactividad de un lugar a otro. Hoy por hoy es otro coste oculto de la energía nuclear aunque, efectivamente, se manejen cifras del mismo.

Los elementos que deben desmantelarse incluyen pues las propias estructuras del reactor con presencia de isótopos radiactivos como níquel y niobium, con vidas medias de cientos de años, lo que dificulta las soluciones pues requiere que se mantengan aislados de la biosfera durante generaciones. No existe estructura que pueda permanecer intacta durante períodos tan largos y ningún reactor comercial ha sido aún desmantelado en el mundo desconociéndose si existe una técnica aceptable para soluciones con seguridad el desmantelamiento de un reactor de 900-1.000 MWe (34).

Efectivamente, parece haber un consenso generalizado en el sentido de que las estimaciones del coste de desmantelamiento calculadas en torno al 10 % del costo de construcción actualizado deben alterarse hacia arriba (35). ¿Cuánto? Las experiencias más recientes hablan de costes de desmantelamiento en torno al 30-40 % del coste de construcción, siendo para los reactores de la primera generación alrededor de un millón de dólares por Mw (36). En trabajos como los realizados por el Institut Economique et Juridique de L'Energie de Grenoble, llega a estimarse que el coste de desmantelamiento de una central, con restauración posterior del emplazamiento, podría alcanzar el coste de su construcción en francos constantes (37).

---

(34) La experiencia hasta la fecha está limitada a reactores muy pequeños. Pollock C. «Recomminssioning: Nuclear Power's Missing Link», in worldwatch Paper, n.º 69, Washington, april, 1986.

(35) C. Norman «A long Term Problems for Nuclear Industry» in Science, Vol. 215, 22 january, 1982.

(36) Pollock C., 1986, Loc. Cit.

(37) Gazette Nucleaire, 46-47, 1982, p. 8.

Otro aspecto crucial para el cálculo del KWh nuclear es el relacionado con el factor capacidad de los reactores, que está demostrando ser mucho más bajo del previsto en el diseño. El grado de utilización de la potencia nuclear instalada es, como consecuencia de múltiples «imprevistos», bastante menor que el proyectado, lo que debería encarecer el coste real del KWh.

El factor capacidad, definido como el ratio entre el output total que genera una planta en un período dado (1 año) y su output teórico si hubiera funcionado conforme a la capacidad para la que fue diseñada, está siendo, como media y globalmente, menor que la mitad del output esperado, debido a diversos defectos de diseño, mecánicos, incidentes, revisiones con incorporación de nuevos elementos, etc. (38). Hay aún una variada gama de problemas de seguridad no resueltos en los LWR y su seguridad depende de sistemas altamente complejos que los hacen vulnerables a errores, accidentes, sabotajes... (39). Cada equivocación técnica o humana es una potencial catástrofe y, como concluye la Union of Concerned Scientists en su extenso informe de 1986, «no existen bases técnicas defendibles para suavizar los requerimientos de seguridad actuales» (40).

Tanto en EE.UU. como en Europa se están haciendo constantes modificaciones en los sistemas de seguridad de los reactores lo que además de exigir paralizaciones encarecen «per se» el precio del KWh.

Esta y otras razones han provocado que en EE.UU., los 62 reactores comerciales de más de 400 MWe alcanzaron sólo un 57 % de factor capacidad medio entre enero de 1979 y junio de 1980. En las 39 plantas de más de 800 MWe el factor capacidad medio durante esos dieciocho meses fue aún menor, un 51 % (41). El factor capacidad medio en EE.UU. está oscilando entre el 50 y 60 % y no el 80 % como estaba previsto. Aquí radica un argumento más que explica la masiva cancelación de proyectos y el trasvase hace otras alternativas (42).

La estimación de costes la elabora la industria nuclear a partir de métodos que presentan numerosas imperfecciones y con supuestos

---

(38) Ver «The Pressurised Water Reactor», Michael Flood et all, Loc. Cit., 1981, p. 27 (para el caso británico y americano).

(39) Ibid., pp. 38-40.

(40) Sholly, S.C. et all., «The Source Term Debate, A Report by the Union of Concerned Scientists», UCS Cambridge, Mass., 1986.

(41) C. Komanoff «U.S. Nuclear Plant Performance», The Bulletin of Atomic Scientists, nov. 1980, pp. 51-54.

(42) Para los métodos sobre el factor carga o capacidad y sus sesgadas interpretaciones ver: D. Finon «Evolution Comparée de la Competitivité de la Production d'électricité d'origine Nuclear aux Etats-Unis et en France», Revue d'Economie Industrielle, n.º 2 y 3, 1977/78.

nada realistas. Los problemas metodológicos para la evaluación del coste del KWh deben examinarse cuidadosamente, tanto en lo que concierne al importante procedimiento de actualización como a las deseconomías externas.

El oscurantismo y la desinformación sobre la forma de integrar determinados parámetros en el cálculo y no integrar otros es escandalosa, sobre todo considerando el cúmulo de incertidumbres que caracteriza a la alternativa nuclear. Así con una tasa de actualización elevada se privilegia el corto plazo en detrimento del largo plazo. La enorme sensibilidad del precio del KWh ante eventuales modificaciones de la tasa de actualización provoca el que las compañías eléctricas a través de bajas tasas mediaticen todos los cálculos de costes, mejorando la aparente competitividad de lo nuclear. Con bajas tasas favorecen las técnicas que requieren inversiones iniciales elevadas (lo nuclear) y perjudican a aquellas que dependen de inversiones más importantes durante su funcionamiento (térmica, carbón o fuel-oil) (43). De ahí la relatividad del coste del KWh, mal calculado y peor explicado por la industria nuclear, compañías eléctricas y lobby político que la soporta y subvenciona.

## **COSTES INDIRECTOS DE CARACTER SOCIAL, AMBIENTAL Y POLITICO**

Existen además otro tipo de costes no internalizados en el precio del KWh de origen nuclear pero sin embargo pagados por la comunidad a través de otros canales y trasladados impunemente a las futuras generaciones.

Una sucinta enumeración de los mismos revela la necesidad de profundizar en estos factores y atributos que debieran ser contemplados a la luz de las otras alternativas energéticas, algunas de ellas también con otros costes ocultos pero de diferente escala y trascendencia:

- Las centrales nucleares representan atractivos objetivos para actos de sabotaje y terrorismo, además de aparecer como objetivos bélicos de gran interés. Ello está exigiendo un in-

---

(43) La Gazette Nucleaire, n.º 46/47, 1982, pp. 8-12.

cremento de los dispositivos internos y externos de seguridad que afectará a diversos departamentos gubernamentales y a los derechos civiles. Todo ello con una importante lectura económica que el coste del KWh nuclear no refleja.

- Los emplazamientos nucleares están requiriendo crecientes medidas en el sistema de planificación de emergencias. Estas exigencias se incrementaron tras el accidente de Three Mile Island y se incrementarán ahora tras Chernobyl.
- Consecuentemente, se originan impactos negativos muy costosos sobre la ordenación del territorio. Devaluación del suelo y recursos de una amplia penumbra con repercusiones serias sobre las rentas agropecuarias y turísticas. También genera problemas sobre la contención-limitación de la población de un radio mínimo de 32 Km., con servidumbres respecto al tamaño de las poblaciones y densidad de habitantes por segmentos territoriales.
- Efectos irreversibles como consecuencia de escapes radiactivos (incidentes o accidentes) con serias implicaciones sobre el medio ambiente.
- Gran vulnerabilidad y dependencia de todo el ciclo nuclear, enormemente frágil, con características oligopolistas y centralistas, que imponen serias limitaciones sobre la versatilidad del sistema.
- Exigencia de un control social y político creciente obligado también por la dificultad de deslindar los usos bélicos del átomo de los usos pacíficos. La segunda generación nuclear con la economía del plutonio y la consecuente potencial proliferación nuclear agravará esta preocupante dimensión con una clara repercusión económica.
- La alternativa nuclear, intensiva en capital, elimina puestos de trabajo con respecto a las otras alternativas existentes, mucho más variadas y adaptadas a las nuevas formas descentralizadas que están emergiendo con fuerza a escala mundial. Por otra parte, la centralización económica y política que caracteriza a esta alternativa implica una mayor vulnerabilidad del sistema y una más frágil dependencia.
- Incremento de la angustia, constante temor e inestabilidad emocional de las poblaciones de un amplio entorno, como consecuencia de los escapes y accidentes que crecientemente se suceden.

Hay, efectivamente, multitud de costes de carácter intangible que tienen una muy difícil traslación cuantitativa pero que no por ello deben ignorarse. Más que métodos económicos su incorporación requiere una firme decisión política basada en juicios de valor sobre costes y beneficios presentes y futuros.

Esta obra representa la primera aportación científica, en lengua española, sobre la compleja casuística que, desde una perspectiva pluridisciplinar, incide en la ubicación de reactores nucleares.

Su tratamiento profundo y rigurosamente contrastado de las consideraciones socio-económicas, territoriales, éticas y hasta políticas, confluyendo junto a la dimensión técnica, desvela importantes perfiles ocultos o deficientemente analizados de la alternativa energética nuclear actualmente en la encrucijada. Su utilidad, tanto para técnicos y políticos como para los estudiosos de las ciencias sociales, administraciones locales y sectores ecologistas, resultará, sin duda alguna, crucial para la racionalización de la controversia.

ISBN 84-7585-212-2



9 788475 852126