

RECOMENDACIONES PARA LA ORGANIZACION DE UN SISTEMA ESTATAL DE PROTECCION FISICA

Agustín ALONSO SANTOS

INTRODUCCION

Todo Estado con intereses nucleares debe organizar un sistema eficaz de protección física de sus instalaciones y sustancias nucleares. Esta necesidad se deriva: a) del carácter estratégico de las sustancias nucleares y b) de la elevada radiactividad específica que, por lo general, se maneja en algunas instalaciones nucleares. Dejamos aparte el valor intrínseco de tales instalaciones y sustancias, tema del mayor interés para sus propietarios. Se pone énfasis en las dos primeras características, ya que repercuten de forma directa en la salud y seguridad de la población.

El **carácter estratégico** de las sustancias nucleares (1) se deriva de las peculiaridades propias asociadas a tales sustancias, muy distintas de otros materiales estratégicos. Con pequeñas cantidades de dichas sustancias (2) es posible liberar de forma súbita, y con relativa facilidad, enormes cantidades de energía destructiva. La contabilidad a aplicar a tales sustancias, sea cual fuese el proceso en el que intervienen y la cantidad que se utilice, ha de ser extremada y precisa. La pérdida, extravío, robo o retención forzada de sustancias nucleares debe ser evitada a toda costa.

El carácter nocivo de las radiaciones ionizantes exige que los materiales radiactivos hayan de estar bajo control de forma permanente. En algunas instalaciones, tales como las centrales nucleares, y los talleres de reelaboración del combustible, se acumulan miles de millones de curios de radiactividad, cuya dispersión accidental o intencionada debe evitarse.

Se ha de entender que la liberación incontrolada de energía nuclear o de productos radiactivos podría ocasionar daños a la población, a las propiedades y al entorno, órdenes de magnitud superiores a los que cabría esperar de cantidades parecidas de otros explosivos o sustancias tóxicas. Para prevenir tales hechos es necesario establecer procedimientos técnicos y administrativos que hagan muy remota la probabilidad de que se puedan producir tales circunstancias. De este modo se consigue que los riesgos inherentes (3) a la utilización de sustancias nucleares y materiales radiactivos puedan ser aceptables por la sociedad, y sus riesgos sean ampliamente superados por los beneficios que se deriven de tales sustancias y materiales.

Probada la necesidad de establecer un sistema para proteger sustancias e instalaciones nucleares, es fácil concluir

que tal sistema ha de ser estatal. El carácter internacional de las ciencias y técnicas nucleares así lo recomienda. En primer lugar, lo más probable, es que las consecuencias de la liberación incontrolada de energía y radiactividad rebasan los límites del propietario y afecten a terceros cuya protección está encomendada al Estado. En segundo lugar, incluso los países más grandes de la tierra pueden resultar pequeños para confinar dentro de sus fronteras los daños que se pueden producir en muchas circunstancias. Esta penetrabilidad de las fronteras crea problemas internacionales que sólo pueden considerarse a nivel estatal.

Aparte de ello, no es posible dejar de considerar el control global que las grandes potencias han estimado oportuno imponer a las sustancias nucleares, a causa de su carácter estratégico. El Tratado de Tlatelolco, por el que se pretende evitar la posesión de explosivos nucleares en Iberoamérica (4), y el Tratado de no proliferación, con carácter global, constituyen compromisos que obligan a los Estados, incluso aunque no sean firmantes o no los hayan ratificado. Esto constituye una razón más para aceptar que los países con actividades nucleares hayan de disponer de un sistema estatal para la protección física de sustancias e instalaciones nucleares.

Una vez establecida la necesidad de disponer de un sistema estatal de protección física, conviene establecer un marco que ayude a fijar los límites del sistema. Se ha de aceptar el principio de que el sistema ha de ajustarse a la naturaleza del problema, tanto desde los

Agustín ALONSO SANTOS es Licenciado en Ciencias Químicas, Doctor en Ciencias Físicas e Ingeniero Industrial. Catedrático de Tecnología Nuclear de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, desde 1981, y en la misma Escuela, de la Universidad Politécnica de Barcelona desde 1976 a 1981. Participó en la creación y desarrollo del Departamento de Seguridad Nuclear de la Junta de Energía Nuclear, del que fue Director hasta la creación del Consejo de Seguridad Nuclear. Conferenciante en cursos inter-regionales del OIEA.

Este artículo se basa en la conferencia, sobre el mismo título, pronunciada por el autor en el curso inter-regional sobre «Protección Física de sustancias e instalaciones nucleares», celebrado en el Instituto de Estudios Nucleares por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

(1) La terminología que se utiliza en este texto es la que contiene en la Ley española 25/64 sobre energía nuclear. Este texto legal, artículo 2.º, define sustancia nuclear como aquella que «... por sí sola, o en combinación con otras sustancias puede producir energía mediante un proceso automantenido de fusión nuclear». De igual forma, se define material radiactivo, con aquel «... que contenga sustancias que emitan radiaciones ionizantes».

(2) Se ha introducido en la tecnología de las salvaguardias el importante concepto de «cantidad significativa» de una sustancia nuclear. Se define como «la cantidad aproximada de una sustancia nuclear que se considera necesaria para construir un explosivo nuclear». Para el caso de sustancias nucleares directamente utilizables es de ocho kg. de uranio, 233 y 25 kg. de uranio muy enriquecido en U-235.

(3) Como es habitual, se entiende por riesgo la «proximidad de un daño», o en términos matemáticos el producto del daño causado por la probabilidad de que éste se manifieste; en nuestro caso, la liberación intencionada de energía nuclear o de productos radiactivos. Será muy difícil probar que tal probabilidad es nula, si la actividad nuclear de un país tuviese algún sentido. Por esta razón, siempre hay que considerar un riesgo residual, por pequeño que sea.

(4) Este Tratado fue presentado a la firma de las partes en 1967.

puntos de vista técnicos como administrativos, legales y políticos. No vale trasladar el sistema establecido en un estado al de otro estado, si al menos una de las características antes citadas fuese distinta. Por esta razón, conviene analizar previamente: a) la naturaleza del problema; b) la normativa previa que podría ser aplicable; c) los aspectos tecnológicos, y d) la influencia que sobre el sistema podría tener la idiosincrasia del país. Estas circunstancias se analizan a lo largo del texto.

Por otro lado, el establecimiento de un sistema estatal de protección física requiere la utilización de tecnologías avanzadas, instrumentos jurídicos con un componente importante de naturaleza internacional, invariancia y solidez frente a cambios de naturaleza política, entre otras consideraciones. Estas circunstancias hacen que los problemas que han de resolver, en este sentido, los países en vías de desarrollo sean distintos de aquéllos con los que ya se han enfrentado los países desarrollados. En el texto se discuten y analizan tales diferencias y problemas.

Al final del texto se ha procurado establecer una relación de recomendaciones de carácter general, que tiene la pretensión de servir de orientación para la redacción de recomendaciones más específicas, peculiares a cada caso.

LA NATURALEZA DEL PROBLEMA

El contexto histórico del terrorismo es tan amplio y profundo que no puede ser ignorado (5). Han existido siempre individuos y organizaciones que se han opuesto de forma violenta al régimen establecido por la mayoría, a la supremacía de otros hombres o al progreso tecnológico y científico. Desgraciadamente, casi cada día se cometen actos terroristas en alguna parte de la tierra. Esta circunstancia no es nueva, nos ha acompañado a lo largo de nuestra historia y muy posiblemente nunca se llegará a la situación utópica de vivir en una sociedad libre de actos terroristas contra personas o cosas. Lo que hace el hombre debe ser, por tanto, protegido contra los deseos de destrucción de otros hombres (6).

El establecimiento de un sistema estatal de protección física requiere el análisis detallado de la *naturaleza del problema*. En este sentido, dos circunstancias resultan claves: a) los móviles de la amenaza; b) las características de las sustancias, materiales e instalaciones a proteger. Seguidamente se analizan cada uno de dichos extremos.

Los móviles de la amenaza

Conviene preguntar acerca de los móviles de la amenaza. En esta ocasión, nos limitaremos a señalar que los móviles pueden ser muy amplios y van desde la reacción esquizofrénica de una sola

persona, como en cierto modo se describe en la novela «La Explosión» (7), hasta el ataque de un estado a las instalaciones nucleares de otro estado para impedir o frenar su desarrollo nuclear, como de hecho llevó a cabo el Estado de Israel contra el reactor Osirak del Irak. En el intermedio se han de situar las motivaciones antinucleares y antitecnológicas manifestadas de forma violenta, por ejemplo, en la ocupación del emplazamiento de Gorleben, en Alemania Federal, o en el ataque con un cohete al reactor Fénix, en Francia, o la paralización de las obras de Lemóniz, en España.

El ancho espectro de los móviles de la amenaza debe ser analizado por cada Estado que quiera implantar un sistema de protección física. Aunque, en cualquier caso, cada móvil tenga una probabilidad no nula de manifestarse, es justo reconocer que tales probabilidades son función de las características de cada país, de modo que las prioridades que se establezcan han de ser también función de cada caso.

Existen países con regímenes políticos tradicionalmente muy estables. Por ejemplo, Canadá o Japón. En Canadá (8) no ha habido incidentes dignos de atención que hayan atentado contra la seguridad de las sustancias e instalaciones nucleares —si bien se podrían citar algunos actos de sabotaje contra instalaciones industriales—. Aparte de ello, dicho país ha ratificado el Tratado de no proliferación, no es un Estado nuclear, en el sentido del Tratado, y el material estratégico que posee se encuentra «auto-protégido», ya que los elementos combustibles no se reelaboran. Los sistemas de protección física se han establecido recientemente, la normativa básica «Physical Security Regulations» fueron promulgadas en enero de 1983, y cubren fundamentalmente lo que podrían llamarse amenazas menores.

En Japón (9), las circunstancias sociales son muy estables y seguras. Las relaciones laborales son muy firmes, y las lealtades entre empresarios y trabajadores muy sólidas. Tampoco hay ejemplos de actividades violentas significativas contra instalaciones nucleares en Japón, si bien fue en su día famosa la oposición violenta contra el nuevo aeropuerto de Tokio. Como Canadá, Japón ha ratificado el NPT y no es Estado nuclear; sin embargo, sus actividades nucleares son notorias, incluyendo más de 30 GWe de potencia nuclear en operación (15 GWe), construcción (10 GWe) y planificada (5 GWe); así como una instalación de enriquecimiento por ultracentrifugación, en explotación; fábricas de elementos combustibles y dos instalaciones de reelaboración, una de ellas (0,7 T/d) en explotación. Este conjunto de circunstancias hace que la implantación del sistema estatal de protección física se haya ido produciendo a lo largo del tiempo, e incluya una fracción importante de investigación y desarrollo en la tecnología de la protección.

Existen otros países cuya situación geográfica se encuentra en regiones políticamente inestables del globo o con vecinos hostiles. Ejemplos obvios de esta situación lo constituyen los países del Medio Oriente, América Central, o la Península de Indochina, entre otros. Es cierto que el desarrollo nuclear de la mayor parte de los países incluidos en dichas regiones es muy escaso, de tal forma que los Estados no han de preocuparse por esta circunstancia. Sin embargo, tal situación constituye, en sí misma, un freno para el desarrollo normal de la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos en dichos países. De todas formas, en estas regiones del globo, aquellos Estados con algún desarrollo nuclear han de protegerse de forma especial, como ha demostrado, de forma dramática, el ataque al Osirak.

Existen también países situados en zonas políticamente muy estables; pero con problemas terroristas internos. Los países europeos occidentales son un buen ejemplo de esta situación. Además, el desarrollo nuclear de estos países es notable, lo que ha llevado consigo el establecimiento de sistemas estatales de protección física muy elaborados, que, sin embargo, no han impedido acciones terroristas contra instalaciones nucleares en Francia, en la República Federal de Alemania y en España. Por otro lado, las motivaciones de la amenaza, y esta misma, no son simples, como en otros países, sino que resultan extraordinariamente complejas e incluyen elementos históricos, religiosos, filosóficos y políticos, tanto internos como externos a la propia Europa Occidental.

Francia es posiblemente el país del mundo con mayor *densidad* de actividades nucleares. La producción de energía eléctrica en centrales nucleares es próxima a la mitad del total, se ha cerrado el ciclo del combustible mediante tecnología propia, y se han desarrollado instalaciones con propiedad internacional como el Superphenix y las instalaciones de enriquecimiento de EURODIF, en Tricastin. Esta situación ha llevado al Gobierno y a la Industria de Francia al establecimiento de procedimientos muy elaborados de protección física (10), que

(5) Ver, por ejemplo, sir J. Peck, «Terrorism in its Historical Context», in *Fourth International Training Course on Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials*, Sandia, 1982.

(6) Es interesante reconocer que el vocablo *terror* procede del latín *terror* «orís», y, de acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española, significa, en una de sus acepciones, «Época, durante la revolución francesa, en que eran frecuentes las ejecuciones por motivos políticos». En su acepción más directa, significa «Miedo, espanto, pavor de un mal que amenaza o de un peligro que se teme».

(7) Hans H. Ziemann, *La Explosión*, Argos-Vergara, Madrid.

(8) Ver J. Ewashko, «The Atomic Energy Control Board (AECD) and Physical Protection System for Nuclear Material and Facilities in Canadá», in *Fifth International Training Course on Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials*, Sandia Nucl. Lab, 1983.

(9) Ver T. Maruyama, «The Physical Protection System in Japan», in *Fifth International Training Course on Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials*, Sandia National Lab, 1983.

se basa en dos principios fundamentales: a) corresponde al propietario la responsabilidad de la protección física de sus sustancias, materiales e instalaciones; b) el Estado ejerce un control muy estricto para garantizar el cumplimiento de los requisitos impuestos a los explotadores.

El desarrollo normativo francés comenzó en 1980 con la publicación de la Ley Básica 80-572, del 25 de julio, sobre la protección y control de materiales nucleares. Esta ley se ha desarrollado en varios decretos, entre los que destacan el 81-512, del 12 de mayo, junto con varias órdenes ministeriales, entre otras, del 24 de marzo de 1982 sobre contabilidad, y del 7 de marzo de 1983 sobre materiales en almacén.

Finalmente, en una época determinada de su historia, puede suceder que la estabilidad política general de un determinado país se encuentra amenazada por una variedad de razones. Aunque se pueden encontrar muchos países en este grupo, se hace sólo mención al caso de Filipinas (11). En este país existen organizaciones y minorías raciales que solicitan mayores libertades políticas y que se manifiestan públicamente contra el Gobierno. También se han llevado a cabo acciones terroristas de muy distinta índole. Esta situación ha llevado al Gobierno a crear un sistema muy elaborado de protección física de su primera central nuclear, la llamada PNPP-1 (Philippine Nuclear Power Plant Unit N.º 1), cuya explotación comercial se espera en 1985. En el sistema filipino se pone énfasis en dos conceptos: a) la multiplicidad de las barreras físicas, detectores y controles, y b) la multiplicidad e intensidad de las fuerzas de protección y represalia, que incluye la participación específica de las instituciones militares, la policía y los servicios de inteligencia, entre otros, que han significado el establecimiento de acuerdos entre las distintas autoridades.

A la vista de lo expuesto anteriormente, se puede concluir que las motivaciones de la amenaza se encuentran muy entrelazadas con la historia, cultura y entramado social y político de los países. También importan las relaciones con los países vecinos. El sistema estatal que se proponga debe hacerse depender de estas circunstancias.

Aunque conviene considerar todas las motivaciones, sí es posible establecer prioridades. Los países con gran estabilidad social y política, en regiones estables del globo, han de poner énfasis en la protección contra amenazas menores. En el otro extremo, países con menor estabilidad social y política, situados en regiones conflictivas del globo, deben protegerse contra agresiones de otros Estados. Países muy estables, en regiones estables, pero con organizaciones terroristas muy activas, han de establecer medidas de protección muy eficaces, en especial contra grupos pequeños, pero muy bien preparados. Finalmente, países con gran inestabilidad social y

política han de hacer frente a grupos numerosos, aunque por lo general no muy bien preparados.

Características de las sustancias, materiales e instalaciones a proteger

La segunda circunstancia que han de tener en cuenta los planificadores de un sistema estatal de protección física es la naturaleza de las sustancias, materiales e instalaciones a proteger; ya que, aunque incluya peculiaridades propias, por su carácter nuclear, no conviene olvidar que todo país se ha visto probablemente obligado a establecer sistemas de protección física de otros tipos de materiales e instalaciones. Si este fuese el caso, convendría considerar si tal organización podría cubrir también la nueva actividad, antes de proceder al establecimiento de un sistema específico para cubrir sólo las actividades nucleares.

Se ha hablado en la introducción del carácter explosivo de las sustancias nucleares y de la toxicidad de las radiaciones, lo que nos lleva inmediatamente a impedir la utilización no autorizada de dichas sustancias nucleares y la liberación incontrolada de los materiales radiactivos. Estos dos objetivos constituyen el fin último de la protección física. En términos prácticos, se trata de impedir el robo o sustracción paulatina de las sustancias nucleares y la rotura sucesiva o simultánea de las barreras físicas en las que generalmente se confinan los materiales radiactivos.

Cuando se analizan los principios básicos en los que se apoyan los sistemas de protección física de los distintos países, siempre queda claro que los países más avanzados, muy en especial los Estados Unidos, se guían por el principio fundamental de que basta proteger la salud y seguridad de la población. No importan tanto las pérdidas materiales, con tal de que se garantice el principio básico. La aplicación de estas ideas en países con menores actividades nucleares, por ejemplo que sólo posean sustancias nucleares clase III, o instalaciones de investigación con modestos inventarios de radiactividad, simplificaría notablemente cualquier sistema de protección física.

Conviene ver el problema bajo otro punto de vista. Desde luego, es preciso proteger la salud y seguridad de las personas, pero también la integridad de las instalaciones y del equipo, aunque la sustracción de sustancias nucleares o la liberación de radiactividad no sean significativas. Las instalaciones y el equipo nuclear son muy valiosos para cualquier país en vías de desarrollo, lo más probable es que incluyan muchos elementos importados, a veces difíciles de reponer. Además, el deterioro de la instalación o del equipo, aún sin daño para las personas, tendría en todo caso un impacto psicológico negativo para el normal desarrollo de la energía nuclear.

Desde el punto de vista de las sustancias, materiales e instalaciones a prote-

ger, la variedad de circunstancias puede ser tan amplia como las motivaciones que se discutieron antes. Aunque el énfasis se ponga en las instalaciones del ciclo del combustible y en las centrales nucleares, antes de llegar a este nivel, los países pasan por lo general a través de determinadas etapas, que se pueden caracterizar como se describe en los párrafos que siguen.

Etapas de iniciación científica y tecnológica. Excepto los pioneros, los distintos países se han ido incorporando al desarrollo nuclear a lo largo de los años, después de la Segunda Guerra Mundial. Tradicionalmente se comienza por establecer un Instituto de Investigación Nucleares, con uno o más reactores de investigación, de potencia modesta. El primer reactor de investigación español se puso en funcionamiento en 1958. Dado el carácter nacional de tales institutos se suelen poner bajo la custodia de la policía o del ejército nacionales. En el caso del Centro Nacional de Energía Nuclear «Juan Vigón», por ejemplo, la custodia correspondió, desde el principio, a la Guardia Civil y se construyó un cuartelillo dentro del recinto del centro. Es también una práctica corriente establecer un control de accesos, con base humana más que instrumental, más o menos estricto, de acuerdo con la situación sociopolítica del país. Esta solución suele ser satisfactoria, como lo ha probado el caso español.

Construcción de la primera central nuclear. Con exclusión de los países más avanzados, una vez creada la infraestructura científica y tecnológica básica, establecida la necesidad de la energía nuclear y resueltos los problemas financieros inherentes, los países deciden contratar su primera central nuclear, de forma estatal o privada. Durante la construcción de esta central no es necesario establecer un sistema de protección física en el sentido que aquí se discute, ya que no se han incorporado todavía sustancias nucleares, ni materiales radiactivos. De hecho, la construcción de las centrales nucleares españolas de la primera generación, y durante mucho tiempo también la segunda, no incorporaban sistemas de protección, fuera de los establecidos en otras obras de magnitud comparable para impedir el robo de equipo o materiales o para garantizar la calidad incorporada.

El movimiento antinuclear iniciado en los Estados Unidos en la década de los setenta hizo cambiar la situación, y muchos países incorporaron medidas extraordinarias de protección en sus centrales en construcción, que se vieron

(10) Ver B. Dufer, «Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials in France», en *Fifth International Training Course on Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials*. Sandia National Lab. 1983.

(11) Ver V. Albano, «Physical Protection of Nuclear Facilities in the Philippines», en *Fifth International Training Course on Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials*. Sandia National Lab. 1983.

amenazadas de forma súbita por un nuevo tipo de terrorismo. En España, la circunstancia anterior se vio agravada por las reivindicaciones laborales violentas que acompañaron a la transición. Esto obligó a las empresas eléctricas a establecer medidas extraordinarias de protección física durante la construcción, cuyo valor y efectividad han de ser siempre relativas, a causa de la gran actividad humana que se registra en torno a una central en construcción.

Explotación de la primera central nuclear. La llegada del combustible nuclear al emplazamiento hace cambiar drásticamente la situación desde el punto de vista de la protección física. No porque ésta sea estrictamente necesaria en términos nucleares, sino por razones psicológicas. El combustible nuclear nuevo no preocupa desde el punto de vista radiactivo, su enriquecimiento no supera el 4 %, se trata de material clase III y resulta con él difícil, o de larga duración, preparar un artefacto explosivo eficaz. No obstante, debe ser custodiado y protegido, aparte su elevado valor comercial intrínseco.

El inventario de sustancias nucleares en una central nuclear incluye características muy poco vulnerables. Los elementos combustibles no irradiados se almacenan en lugares de muy difícil acceso y se encuentran en unidades —elementos y varillas— que dificultan la substracción continuada del material. Las sustancias nucleares contenidas en los combustibles irradiados se encuentran autoprotegidas por un elevado nivel de actividad, se almacenan en lugares muy poco accesibles —en el interior de los recintos de contención o en edificios especiales— y resulta prácticamente imposible la substracción continuada del material. Se deduce, por tanto, que las sustancias nucleares de una central nuclear resultan muy poco vulnerables, de modo que su protección física no requiere métodos especiales.

Por su parte, el inventario de materiales radiactivos de una central nuclear es muy elevado. La mayor parte de tal inventario (98 %) se encuentra en el interior de los elementos combustibles, encerrada en la matriz del óxido de uranio. Sin embargo, cantidades muy apreciables, en términos absolutos, se hallan distribuidos por la central, incluyendo el refrigerante primario y el sistema de tratamiento de residuos radiactivos. Incluso la liberación malintencionada de esta radiactividad «fuera del núcleo» originaría problemas radiológicos considerables. El confinamiento de la radiactividad sigue el criterio del encerramiento en barreras múltiples. No obstante, los propios procesos que tienen lugar en la central y las características de los productos radiactivos incluyen vulnerabilidades que es necesario proteger.

Por tanto, se deduce que en una central nuclear la motivación para la protección física ha de evitar el escape incontrolado de productos radiactivos y el daño a la propia instalación, dado lo va-

lioso de mantener su funcionamiento. El control de accesos y la adecuada selección del personal serían temas prioritarios en el establecimiento de un sistema de protección física.

Una central nuclear tiene también componentes llamados lineales y móviles, que introducen nuevos elementos de vulnerabilidad. Entre ellos figuran: a) las líneas de transmisión de energía eléctrica; b) el propio personal de explotación, que puede ser extorsionado o tomado como rehén; c) las entradas y salidas de sustancias nucleares y de materiales radiactivos, y d) el sistema de refrigeración y, en especial, el sumidero final de calor.

La protección física de los componentes lineales y móviles no puede seguir los principios establecidos en los sistemas estáticos. No pueden definirse las áreas vitales ni las protegidas, ni es posible establecer barreras físicas. La protección se ha de basar en principios intrínsecos, de modo que el ataque o destrucción de una instalación lineal no suponga un deterioro para la central. Este aspecto constituye uno de los más delicados en el establecimiento de un sistema de protección física de centrales nucleares.

Explotación de un parque de centrales. Los países tienden hacia la posesión de un parque de centrales. En algunos países industrializados de Europa, la producción de energía electronuclear se sitúa ya entre el 20 y 50 % del total. España tiene ya siete centrales en explotación. La protección física del parque podría ser independiente en cada central, pero si el número es grande conviene introducir elementos de racionalización y uniformidad; en esencia, el establecimiento de principios comunes, la promulgación de normativa, así como la creación de instituciones y de una tecnología apropiada.

Aunque en estos temas se pueden seguir varios caminos, entre los que no debe despreciarse la adaptación de otros sistemas ya existentes, en muchos países se sigue un procedimiento basado en tres pilares característicos: a) la asignación de responsabilidades al explotador; b) el establecimiento de normativa general y de detalle, y c) la creación de cuerpos estatales de vigilancia y control. Lo que se hace al respecto en países tales como los Estados Unidos o Francia representa bien la tendencia deseable.

La intervención directa y de forma específica de fuerzas policiales o militares sólo se considera en casos extremos. En este sentido, por muchas razones, conviene que la protección policial o militar no sea distinta de la ejercida en otras situaciones no nucleares.

Explotación de un ciclo de combustible. La explotación de un parque de centrales arrastra la necesidad de disponer o tener acceso a los bienes y servicios del ciclo del combustible. Si el país en cuestión dispone de recursos naturales de uranio es lógico cubrir de forma

nacional la mayor parte de las actividades de la primera mitad del ciclo del combustible, con la posible excepción del enriquecimiento, a causa de lo específico de su tecnología y por problemas de economía de escala (12). Con esta excepción, el inventario de sustancias nucleares no es en ningún caso importante, y los sistemas de protección física no requieren métodos o tecnologías excesivamente complejas. Esta es en concreto la situación en España, donde el enriquecimiento se consigue a través de la participación de ENUSA en EURO-DIF o mediante contratos con estados nucleares. Casos como Argentina, Japón o Brasil que han adquirido o están desarrollando la tecnología del enriquecimiento requieren mayor control. Siempre quedarán, como en el caso anterior, los problemas lineales, cuyo tratamiento ha de ser similar.

De igual forma, la explotación de un parque de centrales arrastra serias consideraciones hacia la segunda mitad del ciclo del combustible. La acumulación del combustible irradiado exige su reelaboración o almacenamiento. En todo caso, existe un problema de gestión de residuos radiactivos. Al transformar la energía nuclear en energía eléctrica se generan cantidades sustanciales de productos radiactivos y de materiales estratégicos. La existencia combinada de sustancias nucleares y de materiales radiactivos en el seno de los elementos combustibles irradiados supone una autoprotección contra el robo o sustracción deliberada de las sustancias nucleares. El carácter cerámico del combustible hace que sea difícil la liberación incontrolada de los materiales radiactivos, excepto los volátiles.

Al llegar a este punto, y con referencia específica a las tecnologías del enriquecimiento y de la reelaboración, conviene introducir un nuevo elemento a proteger: la propia tecnología. Un grupo terrorista o un Estado que deseara tener materiales estratégicos podría conseguirlos de disponer de dichas tecnologías y contando con uranio natural, lo que no constituiría problema alguno. La protección de estas tecnologías es el objetivo fundamental de la política antiproliferante de las grandes potencias, en especial los Estados Unidos y la URSS. La importancia de proteger la tecnología quedó demostrada de forma dramática en las descubiertas actividades de espionaje del pakistaní, doctor Kahn, en el seno de EURENCO.

IMPORTANCIA DE LA NORMATIVA

Es un principio general que toda actividad peligrosa debe ser regulada, este es el caso de la energía nuclear. Todos los países disponen de una ley básica

(12) La República Argentina, a fin de garantizar el suministro de combustible enriquecido a sus reactores de investigación —y potencia— ha desarrollado una instalación piloto de enriquecimiento.

donde se exponen los principios reguladores fundamentales. En España, tal ley es la promulgada el 25 de abril de 1964. En ella se reconocen las características estratégicas de las sustancias nucleares y la toxicidad de las radiaciones ionizantes. Aunque no se hace mención específica a la protección física, sí se pueden encontrar los asideros fundamentales para un desarrollo normativo posterior.

Desde un principio, hemos establecido que un sistema de protección física tiene el doble objetivo de: a) impedir la utilización no autorizada de sustancias nucleares; b) evitar el escape intencional de productos radiactivos. La protección de propiedad valiosa contra el robo o la destrucción, ligada a tales sustancias y materiales, es un objetivo adicional de la protección.

El primer objetivo se entronca con el sistema de salvaguardia del OIEA (13). El segundo objetivo constituye también la misión propia de la seguridad, que ha de incluir los actos de sabotaje entre las causas que pueden provocar escapes de radiactividad y, por tanto, daños nucleares.

Los párrafos anteriores vienen a probar, desde el punto de vista normativo, que los países disponen de antecedentes en las propias recomendaciones del OIEA y en las disposiciones propias, relativas a la seguridad. En un principio, esto puede ser suficiente, si bien la normativa que se establezca ha de ir evolucionando con la magnitud de las actividades nucleares del país. La situación ideal consistiría en disponer de una pirámide normativa completa, que incluyese una ley básica y su desarrollo normativo. Los Estados Unidos y Francia se encuentran entre los países más cercanos a esta situación ideal.

No es recomendable desarrollar una pirámide normativa completa en materia de protección radiológica antes de poseer actividades nucleares significativas. Es más recomendable elaborar la normativa a medida que se presentan los problemas, al menos en cuanto a los detalles, de esta forma se asegura un desarrollo más armónico y acorde con la realidad. Esta sugerencia no se refiere al establecimiento temprano de los criterios o principios de la protección, sólo a las reglamentaciones de detalles.

A partir de su Ley Básica 25/64 sobre energía nuclear, España ha venido legislando, caso a caso, encontrándose ahora en condiciones para el establecimiento de una normativa más detallada.

En las autorizaciones de construcción de las centrales nucleares españolas de la primera y de la segunda generación no se hace referencia explícita a la protección física de la instalación. La primera referencia que se encuentra se incluye en la autorización de construcción de Trillo I (14), que se transcribe seguidamente:

«A. 10. Protección física de la instalación. El proyecto incorporará los procedimientos necesarios para

garantizar la seguridad física de la instalación, que, como mínimo, serán los desarrollados actualmente en el país de origen del proyecto. La implantación de los mismos se realizará durante la construcción de la instalación, debiendo estar totalmente cumplimentados antes de la carga del combustible.»

Del texto se desprende que al legislador sólo le preocupa que la protección física se encuentre lista en el momento de recibir las sustancias nucleares. El texto no incluye indicaciones que orienten al explotador en cuanto a los detalles del sistema a instalar, contentándose en exigir, como límite mínimo, lo que se hubiera establecido en el país de origen del proyecto, en este caso la República Federal de Alemania.

La autorización de construcción concedida a Trillo II, un año más tarde, es mucho más explícita en los aspectos técnicos. Se transcribe seguidamente:

«A. 11. Protección física de la instalación. El proyecto de la instalación incorporará los sistemas de seguridad industrial, requeridos por la protección física de la instalación. La implantación de los mismos se realizará en base al programa establecido en la Guía DSN/07/08, publicada por la Junta de Energía Nuclear, y en la Guía INFCIR/225/Rev. 1, del Organismo Internacional de Energía Atómica, así como el contenido de las normas aplicables del país de origen del proyecto. Cualquier desviación de las guías referenciadas deberá ser favorablemente apreciada por la Dirección General de la Energía» (15).

Igual texto figura en la resolución por la que se autoriza la construcción de la central nuclear de Vandellós II (16), la última de las concedidas. Se ha de entender que en la concesión de los permisos de explotación ha de existir una aceptación previa del sistema de protección realmente establecido.

La fábrica de combustible de Juzbado (17) constituye la primera instalación industrial española de su tipo. El tema de las salvaguardias y control de sustancias nucleares es objeto de consideración, como seguidamente se transcribe:

«El plan general para las salvaguardias y control de las sustancias nucleares en la instalación se ajustará a lo dispuesto por el Organismo Internacional de Energía Atómica, documento INFCIR/66/Rev. 2. Se tendrá también en cuenta la Guía 5.45 de la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos o equivalente.»

De nuevo, el legislador vuelve a hacer referencia a normativa del Organismo o de países más avanzados. En el desarrollo de tales requisitos, los explotadores han acudido a empresas espe-

cializadas y a suministradores de equipo, de modo que se hiciese óptima la transferencia de tecnología en un tema tan sensible. En el momento actual se ha adquirido la experiencia suficiente para poder completar la pirámide normativa española en este campo.

LOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Un sistema real de protección física incluye estructuras, sistemas y componentes muy variados, entre otros: barreras físicas; detectores de intrusos; sistemas de alarma y comunicación, y medios para el contraataque, tanto activos como pasivos.

Tal sistema, en su conjunto, debe satisfacer los requisitos impuestos y cada una de sus estructuras, subsistemas y componentes individuales habrá de cumplir las especificaciones que se hayan establecido. No es tarea fácil definir tales requisitos y especificaciones, ni tampoco verificar su cumplimiento. Ambas misiones han de ser realizadas por expertos bien entrenados. En este artículo vamos a considerar los aspectos tecnológicos desde el punto de vista de su complejidad, de la capacidad de las naciones para su diseño, fabricación, instalación y mantenimiento y de las propias implicaciones que ello pudiera acarrear a la seguridad del sistema.

El diseño de la protección física de las instalaciones y de las sustancias nucleares se considera, a veces, como un juego, en el que a un enemigo teórico, previamente definido, se le hace recorrer distintos caminos hasta que alcanza el objetivo especificado. Por otro lado, se analiza la respuesta del sistema de protección que se proyecta y se intenta determinar, en términos de probabilidad, si se podrá o no impedir que el enemigo alcance su objetivo. Esta idea constituye la base del método llamado EASI.

Entre los datos de entrada del modelo EASI figura el tiempo necesario para penetrar una determinada barrera, contando con medios definidos, con la fiabilidad de los procedimientos de detección y comunicaciones y con los tiempos de respuesta del sistema de defensa que se haya previsto. Todos estos parámetros tienen un cierto carácter estadístico, de forma que los tiempos de penetración y respuesta obedecen a una cierta distribución. Además, todas estas peculiaridades llevan directamente a nuevos

(13) Ver IAE/SG/INF/3, *Salvaguardias del OIEA. Introducción*. Viena, 1982.

(14) Resolución por la que se autoriza la construcción de la central nuclear de Trillo I. B. O. del E., núm. 204, del 25 de agosto de 1979.

(15) Autorización de construcción de la central nuclear de Trillo II. B. O. del E., núm. 284, del 26 de noviembre de 1980.

(16) Autorización de construcción de la central nuclear de Vandellós II. B. O. del E., núm. 2, del 3 de enero de 1981.

(17) Autorización de construcción de la fábrica de Juzbado. B. O. del E., núm. 307, del 23 de diciembre de 1980.

campos tecnológicos relativos a barreras de protección, sistemas de detección y comunicaciones y procedimientos de la respuesta, que es necesario conocer.

Aunque tales conocimientos no sean exclusivos de las aplicaciones nucleares, sí tienen algunas peculiaridades dignas de atención. Los países nucleares desarrollados han establecido amplios programas de investigación encaminados a determinar la eficacia y solidez de una determinada barrera ante un ataque. Mediante experimentos repetidos se llegan a determinar las funciones estadísticas del tiempo de penetración. Métodos parecidos se utilizan para conocer la fiabilidad de los detectores y de los medios de comunicación, así como el tiempo de respuesta y la eficacia de los medios de reacción.

En este caso, el sistema de protección física debe estar concebido por grupos de expertos, bien conocedores de las tecnologías que antes se mencionan. En los países en vías de desarrollo, lo más probable será que no exista tecnología propia, al menos global, ni tampoco existirá un plan de investigación que cubra todos los aspectos del problema. Aunque ello pudiera constituir un inconveniente, ante una situación real, el problema puede resolverse contando con asesores externos.

El otro aspecto de la protección consiste en impedir el robo continuado de sustancias nucleares o la realización de sabotajes inteligentes a manos del propio personal asignado a la instalación. En este caso, la tecnología de las barreras pierde parte de su significado en favor del control de accesos. Desde el punto de vista instrumental, la situación se hace también más sutil y delicada, y se entra en la tecnología de las salvaguardias. Este aspecto de la protección física constituye, en sí mismo, un complejo mundo tecnológico y científico, al que también se está dando, por parte del OIEA, la necesaria importancia desde el punto de vista de la transferencia de tecnología (18).

Al llegar a este punto, conviene distinguir claramente entre las salvaguardias que ha de aplicar cada estado y las que corresponden al OIEA. Los Estados se han de comprometer a establecer procedimientos de salvaguardias contra el extravío, pérdida, robo o mala utilización de las sustancias nucleares. Las salvaguardias del OIEA tienen como objetivo verificar que un país sometido a salvaguardias no utiliza sus propias sustancias nucleares con fines no pacíficos.

En relación con los aspectos tecnológicos, y dentro del contexto de sugerir recomendaciones para el establecimiento de un sistema estatal de protección física, conviene señalar los extremos siguientes: a) los aspectos tecnológicos de la protección física contra sabotajes, aunque considerables, no son extraordinariamente complejos, por lo que los países deben hacer esfuerzos para desarrollar e implementar su propia tecnología; b) la contabilidad y protección de

sustancias nucleares requiere métodos más desarrollados y sutiles, que aún no contemplan todas las situaciones. En caso de que el país lo necesite, debe también participar en el desarrollo e implementación de estas metodologías.

Tanto en un caso como en otro, de requerirlo el desarrollo nuclear del país en cuestión, los países deben disponer de normativa técnica de detalle, propia o incorporada, que regule el diseño, implantación, explotación y mantenimiento de los sistemas particulares de protección física. De esta forma se consigue una mejor y más efectiva comunicación entre la autoridad y los explotadores, una mayor uniformidad en el sistema y una mejor transferencia de esta tecnología.

LA CONTRIBUCION HUMANA

En el fondo de toda realización tecnológica se encuentra el hombre en facetas múltiples, que incluyen: a) la concepción y diseño del sistema; b) la implementación, construcción e instalación de lo concebido y diseñado; c) la explotación, mantenimiento y eventual cancelación de lo realizado. En el caso concreto de los sistemas de protección física, a diseñadores, constructores y explotadores hay que añadir tres nuevos tipos de participantes humanos, como sigue: 1) los sabotadores, atacantes, ladrones o malhechores que tengan el deseo de cometer acciones de terrorismo, robos o destrucciones de vidas y propiedades; 2) las fuerzas de reacción encargadas de contrarrestar los ataques, así como juzgar y castigar a los atacantes; 3) las autoridades que han de establecer el régimen estatal de protección, redactar normas, aprobar diseños y realizaciones y verificar los sistemas en uso. En lo que sigue se incluye un análisis somero de cada colectivo y se sugieren recomendaciones para cada caso.

El éxito de un sistema de protección queda seriamente comprometido si puede llegar a conocimiento del equipo atacante. Por ello conviene que la concepción, diseño, implementación, explotación y mantenimiento del sistema sean conocidos por el menor número posible de personas que, en todo caso, han de ser responsables y conscientes de la situación. Es fundamental aplicar el principio de «proteger la documentación del sistema de protección». Este principio se debe complementar de modo que no exista una sola persona que conozca todos los detalles del sistema, es mejor aplicar el criterio de «la información fragmentada».

En países en vías de desarrollo puede ser necesario que el proyecto y construcción de un determinado sistema haya de contratarse con una empresa o consultor ajeno al explotador, con frecuencia extranjero. En estas circunstancias, el contrato debe incluir cláusulas

de confidencialidad. En todo caso, cabe recomendar que la participación del contratista o experto no incluya el sistema en su totalidad. El mismo criterio cabe aplicar a los miembros de la autoridad encargados de revisar y aprobar el proyecto en cuestión. En todo caso, deben mantenerse estrictos controles de confidencialidad y reducir al mínimo posible el número de personas con un conocimiento del sistema, aunque sea parcial.

La explotación y mantenimiento del sistema debe encargarse a especialistas dentro de la organización de protección. Allí donde sea necesario, debe aplicarse la llamada «regla de los dos hombres», de modo que toda verificación, comprobación o prueba sea realizada simultáneamente por dos personas autorizadas, o desde puestos de control distintos, con el objetivo de reducir la probabilidad del sabotaje oculto de un solo hombre.

Finalmente, la actuación del equipo de respuesta, así como los efectivos, en hombres y materiales, a su disposición debe ser sólo conocida, en la medida de lo posible, por el propio equipo u organismos de actuación. Se ha de procurar, además, que cada persona tenga instrucciones concretas con respecto a su actuación, pero que sólo los responsables superiores tengan una visión del conjunto, aunque no de todos los detalles.

Desde el punto de vista estatal, conviene prestar la debida importancia a la formación del personal que haya de participar en el establecimiento del sistema nacional de protección física. Este entrenamiento debe cubrir todos los aspectos de interés, incluyendo la investigación y desarrollo de tecnologías de protección, el diseño, la explotación, el mantenimiento y la respuesta. Sin embargo, la misma escuela de formación de especialistas en las tecnologías de la protección puede ser también la mejor escuela de formación de terroristas o malhechores, al poner en sus manos información sobre los sistemas o procedimientos que han de superar.

LOS PROBLEMAS DE LOS PAISES EN VIAS DE DESARROLLO

Conviene clasificar los países del mundo en tres grupos principales, de acuerdo con su desarrollo nuclear.

Los EXPORTADORES son aquellos países que han sido capaces de desarrollar la energía nuclear hasta el nivel comercial, a través de los correspondientes programas de investigación y desarrollo. Estos países han desarrollado también la tecnología de la protección física y

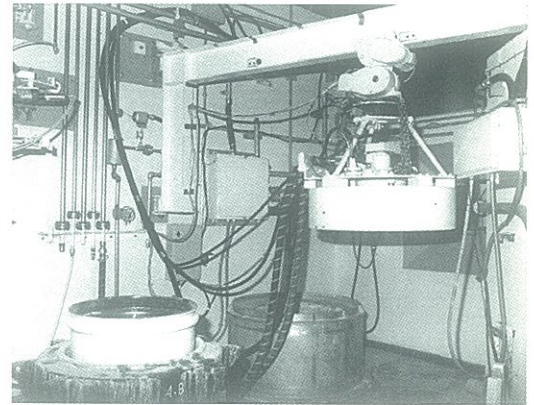
(18) El OIEA ofrece, también, cursos internacionales en este campo, como, por ejemplo, los realizados bajo el patrocinio del Departamento de Energía de los Estados Unidos en el Laboratorio de Los Alamos, bajo el título *Implementation of State Systems of Accounting for and Control of Nuclear Materials*.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS

- Solidificación de residuos líquidos (Delaware C.M.)
- Compactadoras de residuos sólidos (fabricación propia)
- Trituradoras de residuos (Delaware C.M.)

PROTECCION RADIOLOGICA

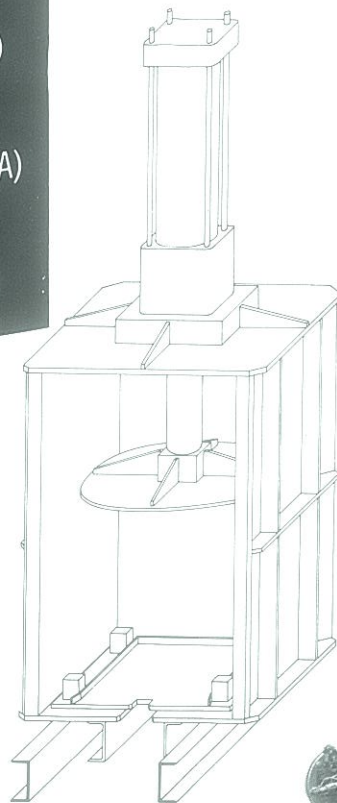
- Dosimetría digital y TLD (ALNOR)
- Detección de contaminación (HERFURTH)
- Analizadores multicanales (NOKIA)
- Monitores de efluentes (ALNOR y STUDSVIK)
- Detección de radiación (ALNOR)



Planta de solidificación de residuos de CN Almaraz.

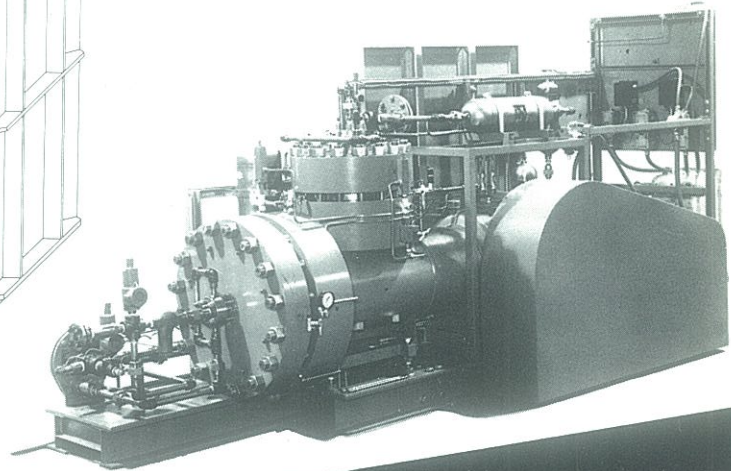
SERVICIOS DE RECARGA

- Servicios de programación y realización de recarga (ACEC)
- In core fuel management (STUDSVIK)



Compactadora de residuos sólidos, diseño y fabricación NUSIM.

Compresor de diafragma P.P.I. para CN Valdecaballeros.



SUMINISTRO DE EQUIPOS NUCLEARES

- Cómpresores de residuos gaseosos y aire esencial (Pressure Products Industries)
- Racks de combustible de alta densidad (ACEC)
- Motores eléctricos cualificados (ACEC)
- Amortiguadores hidráulicos (E SYSTEMS)
- Amortiguadores mecánicos (WESTERN PIPING)



Pórtico Herfurth usado en CN Almaraz, CN Sta. M.a Garoña, CN José Cabrera y CN Ascó.

disponen de pirámides normativas completas y satisfactorias en este campo.

Los IMPORTADORES CUALIFICADOS son aquellos países que han realizado un gran esfuerzo de investigación y desarrollo, pero que han de importar sus centrales nucleares de los exportadores, si bien contribuyen de forma notoria al diseño y construcción de sus centrales y son, desde luego, responsables de su explotación y mantenimiento. Por lo general, este grupo de países posee ya un parque nuclear considerable, y ha acumulado una cierta experiencia en la explotación de sus centrales. España se encuentra claramente en este grupo. Desde el punto de vista de la protección física, no disponen de la tecnología de la protección, ni de pirámides regulatorias completas, aunque disponen de lo fundamental en ambos aspectos.

Finalmente, los IMPORTADORES son aquellos países que se inician en la construcción de sus centrales nucleares, por lo general bajo contratos «llave en mano». Es frecuente que, al menos en la primera unidad, no participen de forma sustancial en el diseño y construcción de su central, incluyendo el sistema de protección física. Sin embargo, son casi siempre responsables de la explotación del sistema.

La imagen anterior no es, desde luego, fija, los IMPORTADORES CUALIFICADOS de hoy fueron ayer IMPORTADORES e incluso algunos de los EXPORTADORES actuales han pasado por toda la cadena. Interesa reconocer que los problemas de la protección física adquieren dimensiones y características propias de cada tipo de países, siendo por lo general más simples, pero más agudos en los países importadores, ya que el sistema debe tener las mismas complejidades técnicas y administrativas en cualquier país.

Conviene considerar tres aspectos principales, que han de tener el mismo nivel en todos los países; a saber: normativa, tecnología, capacidad. El problema se viene a complicar, como ya se ha dicho en otro lugar, por el cierto grado de confidencialidad que ha de darse a muchos aspectos del problema.

Sobre normativa es claro que será difícil para cualquier país desarrollar y aplicar una pirámide regulatoria tan completa como la que poseen los países exportadores. En el caso de los Estados Unidos, por ejemplo, además de las distintas partes del 10 CFR aplicables, existen más de quince guías regulatorias, informes NUREG y SANDIA y una multitud de normas de detalle, aparte el programa de investigación y desarrollo que se lleva a cabo en esta materia.

Los países que importan centrales nucleares se ven también forzados a importar algunos de los principios básicos de protección física vigentes en el país de origen del proyecto y, al menos, parte de la pirámide normativa, lo que puede crear a veces problemas de interpretación y acondicionamiento.

Una solución, al menos parcial, al problema legislativo se encuentra en las recomendaciones del OIEA, suplementadas con los detalles provenientes del país de origen del proyecto. Sin embargo, la posesión de tales documentos no es la solución, se necesitan también expertos que entiendan en profundidad las bases técnicas y científicas sobre las que se apoyan tales textos legales, y las sepan interpretar y adaptar a sus problemas y peculiaridades.

Desde el punto de vista de la tecnología de la protección, el problema tiene dos caras. Por un lado, el explotador deseará incluir en su central la tecnología más avanzada. Pero, por otro, los detalles tecnológicos deben permanecer confidenciales, a fin de que no caigan en manos de saboteadores y malhechores. Los países importadores cualificados desearán también participar en el desarrollo de equipos de protección, aparte de procurar mantener niveles apropiados de calidad durante la explotación.

En los países importadores, el problema del diseño del sistema y suministro del equipo de protección se puede resolver de dos formas distintas. Lo más corriente es contar con compañías que tengan experiencia de tales actividades en los países más avanzados, en particular en el país de origen del proyecto. En España, ha sido frecuente el establecimiento de compañías o consorcios con participación nacional, pero suministrando servicios y tecnología extranjera. Para el mejor interés del país, se deben establecer instrumentos para la transferencia de esta tecnología, aunque esto siempre encuentra dificultades.

La capacidad técnica en materia de protección física ofrece también dos aspectos. Cualquier sistema incluye equipo y personal, y ambos deben estar integrados para que el sistema, en su conjunto, tenga sentido. El mantenimiento de un equipo humano bien entrenado no debe ser problema en ninguna parte. El único punto delicado es poder conectar la organización del explotador con la policía nacional o la organización militar. Esta conexión está por encima de las posibilidades del explotador y es, desde luego, un problema de naturaleza estatal.

Otro problema importante que se manifiesta en este campo es el de estar al día en una tecnología en pleno desarrollo, en la que se están introduciendo nuevos aspectos casi de forma continuada. El problema podría llegar a ser agudo en aquellas organizaciones escasas de personal, ya pertenezcan a las plantillas de los explotadores, ya a la administración pública, servicios y suministradores. Aparte de ello, la propia naturaleza del problema obliga a que se dediquen a tal misión las personas más veteranas de las organizaciones, lo que a veces no es posible.

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo expuesto en los apartados anteriores se puede resumir en las conclusiones que siguen. A continuación de cada conclusión se formulan recomendaciones, de acuerdo con el título de la ponencia.

Primera.—Sobre la necesidad de establecer un sistema estatal de protección física

Conclusión. La utilización de sustancias nucleares posee el riesgo inherente de que puedan utilizarse para la liberación súbita, malintencionada, de cantidades extraordinarias de energía con pequeñas cantidades de sustancia. De igual forma, la generación y manipulación de materiales radiactivos tiene también el riesgo inherente de que su liberación incontrolada podría originar daños nucleares a sectores importantes de población, aunque la cantidad liberada fuese pequeña, a causa de la toxicidad asociada a las radiaciones ionizantes.

Recomendación. Todo país con intereses nucleares debe establecer un sistema estatal de protección física que trate de impedir el extravío, robo o mala utilización de las sustancias nucleares; así como la liberación incontrolada de cantidades significativas de materiales radiactivos.

Segunda.—Sobre los móviles de la amenaza

Conclusión. Los móviles de la amenaza cubren un espectro muy amplio, que va desde la actuación de una persona aislada hasta el ataque de un Estado a las instalaciones o materiales de otro Estado. Aunque, en principio, no puede descartarse ningún móvil, sí es posible considerar que la distribución de sus frecuencias es función del país en cuestión. Desde este punto de vista, se pueden clasificar los países en grandes grupos, de acuerdo con su estabilidad política y social y en consideración a la región del globo donde se ubiquen. Así, con referencia a la situación del propio país, se pueden encontrar tres grandes grupos: 1) muy estables; 2) estables con problemas históricos y sociales, y 3) inestables. Desde el punto de vista de su ubicación, también se pueden considerar tres grupos: 1) los que se sitúan en regiones inestables; 2) los que están dentro de algún bloque de poder, y 3) los que se sitúan en regiones estables. A cada uno de los elementos de la matriz que resulta cabrá asignar una distribución de frecuencias de cada uno de los móviles.

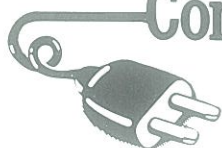
Recomendación. El establecimiento de un sistema estatal de protección física debe comenzar analizando los móviles de la amenaza, procurando asignar prioridades en función de la distribución de las correspondientes frecuencias, las cuales dependen de la estabilidad social

Otra nueva instalación de energía



Para mayor información

Conecte con nosotros



E.N. HIDROELECTRICA
DEL RIBAGORZANA, S.A.

Centro experimental eólico de Candanos (Huesca)

y política del país en cuestión y de la zona del globo donde se ubique.

Tercera.—Sobre las características de lo que se ha de proteger

Conclusión. El espectro de actividades nucleares de un país puede cubrir una amplia zona, que va desde la explotación de un pequeño laboratorio de investigación y desarrollo hasta la explotación de un parque significativo de centrales nucleares y del correspondiente ciclo del combustible. Por lo general, los países avanzan de forma paulatina, desde la primera hasta la última de las situaciones reseñadas. Los sistemas de protección física se van acomodando al progreso anterior, si bien conviene predecir las necesidades futuras. La magnitud de los programas de protección física va aumentando desde la protección de las instalaciones experimentales, hasta las industriales, por un lado, y desde la custodia de sustancias nucleares hasta la de materiales estratégicos puros.

Recomendación. Los objetivos de un sistema estatal de protección física han de ser: a) la custodia de las sustancias nucleares; b) el control de los materiales radiactivos; c) la protección de las instalaciones. El sistema de protección se ha de ajustar a los tipos de sustancias nucleares, materiales radiactivos e instalaciones a proteger en cada momento. Sin embargo, se ha de prever su evolución temporal.

Cuarta.—Sobre la protección de elementos lineales y móviles

Conclusión. Las actividades nucleares incluyen elementos lineales, tales como redes de transmisión y sistemas de refrigeración, y móviles, incluyendo transportes y el propio personal de explotación. La protección de estas instalaciones no puede seguir el criterio de definir un área vital y rodearla de zonas protegidas y controladas. Por el contrario, se sigue el criterio de hacer invulnerable el sistema frente ataques a los elementos lineales y móviles, o aplicando sistemas de protección también móviles, como en el caso de los transportes.

Recomendación. El establecimiento de un sistema estatal de protección física debe incluir también la protección de los elementos lineales y móviles.

Quinta.—Sobre la importancia de la normativa

Conclusión. Toda actividad peligrosa debe ser regulada. A tal fin, desde el

punto de vista de la protección física, los países más desarrollados han establecido pirámides normativas más o menos completas. El OIEA ha promulgado también recomendaciones en este sentido. La normativa facilita el entendimiento entre las distintas partes responsables del establecimiento, aceptación y ejecución del sistema, uniformiza las distintas aplicaciones y aumenta la eficacia del conjunto.

Recomendación. Es recomendable que las actividades relacionadas con la protección física se regularicen y sometan a normas a medida que se van aplicando, hasta la construcción de una pirámide normativa satisfactoria y completa. En el establecimiento de la pirámide normativa, los países deben tener en cuenta los antecedentes no nucleares que pudieran existir, la estructura orgánica, la idiosincrasia y sus características propias. En especial, en lo que respecta a los aspectos administrativos, no debe incorporarse normativa externa sin un análisis crítico previo y una adaptación a las peculiaridades del país.

Sexta.—Sobre los aspectos tecnológicos

Conclusión. La tecnología de la protección física se puede dividir en dos grandes grupos: 1) la encaminada a la protección contra actos violentos y 2) la que impide acciones que pueden pasar desapercibidas. En el primer caso, se trata de proteger las instalaciones, sustancias y materiales contra actos terroristas directos y violentos. En el segundo caso, se trata de impedir la sustracción continuada de sustancias nucleares o la realización de sabotajes inteligentes que conduzcan a la liberación de materiales radiactivos. Tanto en un caso como en otro, en los países más desarrollados, se han establecido, y están en marcha, importantes programas de investigación y desarrollo, que ya han supuesto la comercialización de barreras físicas, sistemas de detección, alarma y comunicación, así como de instrumentos para detectar el movimiento clandestino de sustancias nucleares.

Recomendación. Todos los países con actividades nucleares deben proteger adecuadamente sus instalaciones, sustancias y materiales con independencia de su grado de desarrollo. A tal fin, se recomienda que el país prepare expertos, englobados en instituciones nuevas o antiguas, que no sólo estén al día de los desarrollos tecnológicos, sino que también participen, de ser posible, en el propio desarrollo y sean beneficiarios

de la tecnología que pueda ser transferida de otros países o que se engendre en el propio país.

Séptima.—Sobre los aspectos humanos

Conclusión. Las características humanas tienen una influencia determinante en la eficacia de los sistemas de protección física. A la intervención humana que corresponde a las labores de diseño, construcción, aceptación, explotación y mantenimiento hay que añadir que se protege contra las acciones de los hombres y que, al fin, la acción malhechora de partida se contrarresta mediante la acción liberadora del equipo humano de respuesta. Esta mayor intervención del equipo humano, así como su interacción con el equipo físico, está siendo objeto de la mayor atención en los países más desarrollados, donde se han establecido a tal fin importantes programas de investigación.

Recomendación. En el establecimiento de un sistema estatal de protección física se ha de prestar especial atención al elemento humano. Con carácter general, deben establecerse escuelas de formación y entrenamiento, pero teniendo en cuenta que dichos centros pueden también ser valiosas fuentes de información para terroristas. Con carácter específico, ante una situación dada, conviene establecer criterios tales como la «regla de los dos hombres» o el criterio de la «información fragmentada».

Octava.—Sobre países en vías de desarrollo

Conclusión. De acuerdo con su desarrollo nuclear, los países se pueden agrupar en tres categorías: exportadores, importadores cualificados e importadores. La puesta en práctica de un sistema estatal de protección física requiere, en todos los casos, la existencia de una pirámide normativa completa, una tecnología actual y un razonable cuerpo de expertos. Sin embargo, sólo los países más desarrollados disponen de los tres elementos anteriores en un nivel suficiente.

Recomendación. A la vista de la conclusión anterior, cabe recomendar que los países en vías de desarrollo hagan los esfuerzos necesarios para ajustar su cuerpo normativo, nivel tecnológico y cuadros de expertos a las necesidades y medida de sus problemas. A tal fin, conviene hacer uso de los desarrollos propios, de las recomendaciones del OIEA y de los detalles que provengan del país de origen del proyecto.