

Circular Informativa

INFCIRC/640

Fecha: 28 de abril de 2005

Distribución general

Español

Original: Inglés

Enfoques multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear: Informe del Grupo de Expertos presentado al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica

Resumen

El texto del informe del Grupo de Expertos independiente sobre enfoques multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear, designado por el Director General, se transcribe en el presente documento para la información de los Estados Miembros.

Enfoques multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear

*Informe del Grupo de Expertos presentado al Director General del
Organismo Internacional de Energía Atómica*



28 de abril de 2005

Índice

Resumen ejecutivo	5
Conjunto de opciones	7
Cuestiones globales	11
Enfoques nucleares multilaterales: el futuro	16
Cinco enfoques sugeridos	18
Capítulo 1 - Prefacio	20
Antecedentes	20
Mandato	21
Consideraciones preliminares	22
Capítulo 2 - Contexto político actual	25
Capítulo 3 - Perspectiva histórica	29
Capítulo 4 - Factores intersectoriales	33
4.1 - Avances de las tecnologías nucleares	33
4.2 - Economía	36
4.3 - Garantías de suministro	37
4.4 - Base jurídica e institucional	41
4.5 - Factores relacionados con la no proliferación y la seguridad	45
Capítulo 5 – Opciones tecnológicas multilaterales	49
5.1 – <i>Elementos de evaluación</i>	50
Elementos clave	50
Otros elementos	51
5.2 - <i>Enriquecimiento de uranio</i>	53
Tecnologías	53
Antecedentes históricos	55
Situación actual	58
Aspectos económicos	60
Garantía de servicios	60
Aspectos jurídicos e institucionales	60
No proliferación y seguridad	62
Opciones de enfoques multilaterales del enriquecimiento	63
5.3 – <i>Reprocesamiento de combustible gastado</i>	69
Tecnologías	69
Antecedentes históricos	70
Situación actual	72
Aspectos económicos	74
Garantía de servicios	75
Aspectos jurídicos e institucionales	76
No proliferación y seguridad	77
Opciones de enfoques multilaterales del reprocesamiento	78
5.4 – <i>Repositorios de combustible gastado (disposición final)</i>	84
Tecnologías	84
Antecedentes históricos	84
Situación actual	86
Aspectos económicos	87
Garantía de servicios	89
Aspectos jurídicos e institucionales	90

No proliferación y seguridad	91
Opciones para repositorios finales de combustible gastado.....	92
<i>5.5 - Almacenamiento del combustible gastado (intermedio)</i>	<i>98</i>
Tecnologías.....	98
Antecedentes históricos	98
Situación actual	98
Aspectos económicos.....	99
Garantía de servicios.....	100
Aspectos jurídicos e institucionales	100
No proliferación y seguridad	102
Opciones para el almacenamiento multilateral del combustible nuclear	102
<i>5.6 - Conjunto de opciones.....</i>	<i>109</i>
Enriquecimiento de uranio.....	109
Reprocesamiento	110
Disposición final del combustible gastado	111
Almacenamiento del combustible.....	112
Opción conjunta: arriendo del combustible/aceptación de la devolución del combustible	113
Otras opciones	114
Capítulo 6 – Cuestiones globales	115
Artículos pertinentes del TNP	115
Salvaguardias y controles de exportación	116
Participación voluntaria en los ENM frente a una norma vinculante.....	118
Estados poseedores de armas nucleares y Estados que no son partes en el TNP	119
Evasión de responsabilidades y otros riesgos.....	119
Aplicación coercitiva	120
Capítulo 7 – Enfoques nucleares multilaterales: el futuro.....	121
Cinco enfoques sugeridos	123
Anexo 1 – Carta del Director General	124
Anexo 2 – Participantes y contribuyentes.....	126
Miembros del Grupo de Expertos	126
Asesores	129
Apoyo del OIEA.....	129
Apoyo externo	129
Anexo 3- Siglas.....	130

Enfoques nucleares multilaterales (ENM)



Resumen ejecutivo

28 de abril de 2005

1. El régimen mundial de no proliferación nuclear ha logrado limitar, aunque no prevenir por completo, la mayor difusión de las armas nucleares. La amplia mayoría de los Estados se ha comprometido legalmente a abandonar la fabricación y adquisición de armas nucleares y se ha atenido a ese compromiso. Con todo, los últimos años han sido un período tumultuoso y difícil.
2. El esfuerzo desplegado durante décadas en aras de la no proliferación nuclear se halla amenazado: por las carreras de armamentos regionales; por las acciones de Estados no poseedores de armas nucleares (ENPAN) que se ha descubierto que violan o incumplen en lo fundamental lo estipulado en su acuerdo de salvaguardias, o que no han adoptado plenas medidas correctoras; por la forma incompleta en que se han aplicado los controles de exportación que exige el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP); por las nacientes y alarmantes redes de suministro nuclear bien organizadas; y por el creciente riesgo de adquisición de materiales nucleares u otros materiales radiactivos por terroristas y otras entidades no estatales.
3. Otro factor distinto e importante es el hecho de que la industria nuclear civil parece estar en condiciones de comenzar su expansión mundial. La demanda mundial de electricidad en rápido crecimiento, la incertidumbre del suministro y el precio del gas natural, los precios cada vez más altos del petróleo, las preocupaciones acerca de la contaminación atmosférica y el inmenso desafío que plantea la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son elementos que obligan a analizar nuevamente las cuestiones asociadas a la energía nucleoelectrónica. A medida que mejoran las bases técnicas y de organización de la seguridad nuclear crece la confianza en la seguridad de las centrales nucleares. El interés actual y renovado que existe en muchas regiones del mundo hace realidad la perspectiva de contar con nuevas centrales nucleares en gran escala. Un número

mayor de Estados considerará la posibilidad de desarrollar sus propias instalaciones del ciclo del combustible y sus conocimientos técnicos en el ámbito nuclear, y tratará de obtener garantías respecto del suministro de materiales, servicios y tecnologías.

4. En respuesta al creciente interés prestado a la cooperación internacional para responder a las preocupaciones en torno a la no proliferación y la seguridad física, el Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Mohamed ElBaradei, designó en junio de 2004 un grupo internacional de expertos (que participarían a título personal) para que examinara posibles enfoques multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear del sector civil.

5. El mandato del Grupo de Expertos comprendía tres tareas:

- Determinar las cuestiones y opciones asociadas a los enfoques multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear y realizar un análisis al respecto;
- Elaborar una reseña sobre los estímulos y desincentivos normativos, jurídicos, de seguridad física, económicos, institucionales y tecnológicos para la cooperación en el marco de mecanismos multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear; y
- Realizar un breve examen de las experiencias y los análisis históricos y actuales relacionados con los mecanismos multilaterales sobre el ciclo del combustible vinculados a la labor del Grupo de Expertos.

6. Dos factores decisivos y fundamentales dominan todas las evaluaciones de los enfoques multilaterales en el ámbito nuclear, a saber, la “**garantía de no proliferación**” y la “**garantía de suministro y de servicios**”. Ambos factores se reconocen como objetivos generales de los gobiernos y de las partes en el TNP. Rara vez en la práctica puede alcanzarse plenamente cada uno de estos objetivos por separado. La historia ha demostrado que resulta aún más difícil hallar un mecanismo óptimo que satisfaga ambos objetivos al mismo tiempo. A decir verdad, los enfoques multilaterales pueden contribuir a satisfacer ambos objetivos.

7. El valor de un mecanismo multilateral para el objetivo de la no proliferación se mide por los diversos riesgos de proliferación asociados a una instalación nuclear, a escala nacional o multilateral. Entre estos riesgos se incluyen la desviación de materiales previstos en un ENM (este riesgo lo reduciría la presencia de un grupo multinacional), el robo de materiales fisionables, la difusión de tecnologías proscritas o tecnologías estratégicas previstas en un ENM a entidades no autorizadas, la creación de programas paralelos clandestinos y el escenario de una evasión de responsabilidades. Lo último se refiere al caso de “evasión de responsabilidades” del país sede, por ejemplo, al expulsar al personal multinacional, al retirarse del TNP (y con ello cesar la aplicación de su acuerdo de salvaguardias), y al explotar la instalación multilateral sin control internacional.

8. El valor de la “garantía de suministro” de un mecanismo multilateral se mide por los estímulos asociados, como las garantías que ofrecerían los proveedores, los gobiernos y las organizaciones internacionales; los beneficios económicos que obtendrían los países participando en mecanismos multilaterales, y la mejor aceptación política y pública de tales proyectos nucleares. Una de las medidas más

críticas es idear mecanismos eficaces para ofrecer garantías de suministro de materiales y servicios que sean comercialmente competitivos, libres de monopolios y de restricciones políticas. Para ofrecer garantías de suministro eficaces habría que incluir fuentes de suministro de reserva para los casos en que un proveedor previsto en el ENM no pudiera suministrar los materiales o servicios requeridos.

Conjunto de opciones

9. Tanto para el enriquecimiento de uranio como para el reprocesamiento del combustible gastado o la disposición final y el almacenamiento del combustible gastado, las **opciones multilaterales** se aplican a todo el sector y abarcan desde los mecanismos de mercado existentes hasta la copropiedad total de las instalaciones del ciclo del combustible. Las siguientes pautas denotan esta diversidad:

Tipo I: Garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones

- a) Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales;
- b) Los consorcios internacionales de los gobiernos amplían las garantías;
- c) Los mecanismos relacionados con el OIEA proporcionan incluso garantías más amplias.

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

10. En función de esta pauta, el Grupo ha examinado los pros y los contras asociados a cada tipo y opción. Los elementos a favor y en contra fueron definidos en relación con una "opción no asociada a un ENM", a saber, la de una instalación nacional sometida a salvaguardias en la actualidad.

Enriquecimiento de uranio

11. En la parte inicial del ciclo del combustible existe un sólido mercado. En el curso de sólo dos años, una central nuclear que funciona en Finlandia ha comprado uranio procedente de minas de siete países. Por ejemplo, se ha efectuado la conversión en tres países diferentes. Se han adquirido servicios de enriquecimiento de tres compañías distintas. Por tanto, el mercado puede cumplir en gran medida el objetivo legítimo de las garantías de suministro. No obstante, esta evaluación quizás no sea válida para todos los países que manifiesten inquietudes acerca de las garantías de suministro. En tales casos pueden ser apropiados los mecanismos o las medidas, con arreglo a los cuales proporcionen garantías los proveedores o los consorcios internacionales de gobiernos, o las disposiciones relacionadas con el OIEA.

12. Al principio, los *proveedores* podrían dar garantías adicionales de suministro. Ello correspondería a los explotadores de plantas de enriquecimiento, por separado

o en grupo, que hubieran dado garantías de proporcionar capacidad de enriquecimiento a un Estado cuyo gobierno a su vez hubiera acordado renunciar al fomento de su propia capacidad, pero al que seguidamente su proveedor previsto para el enriquecimiento le hubiera negado el servicio por motivos no especificados. Los factores a favor son, entre otros, la evitación de la difusión de métodos de fabricación, la dependencia de un mercado en buen funcionamiento y la facilidad para aplicar las medidas. Los factores en contra se refieren, por ejemplo, al costo de mantenimiento de la capacidad ociosa de reserva, y a la falta de diversidad percibida entre los proveedores.

13. En un segundo plano, los *consorcios de gobiernos* internacionales podrían tomar parte, es decir, garantizarían el acceso a los servicios de enriquecimiento y los proveedores simplemente actuarían como agentes ejecutivos. El mecanismo sería un tipo de “banco de combustible intergubernamental”, por ejemplo, un contrato en virtud del cual un gobierno compraría recursos garantizados en circunstancias especificadas. Los diversos Estados podrían utilizar mecanismos distintos. La mayoría de los elementos a favor y en contra se comparten con el caso anterior.

14. También existen los *mecanismos relacionados con el OIEA*, es decir, una variación de la opción anterior, en que el OIEA actuaría como base del mecanismo. En lo fundamental, el Organismo funcionaría como un tipo de “garante” del suministro a los Estados bien acreditados y dispuestos a aceptar la condicionalidad requerida (que tendría que ser definida, pero que probablemente tendría que incluir la renuncia a emprender paralelamente actividades de enriquecimiento o reprocesamiento y la aceptación del protocolo adicional para los ENPAN). El OIEA podría asumir la propiedad de los materiales que se suministraran o, lo que es más probable, actuar como facilitador, concertando acuerdos de apoyo con los países proveedores con el fin de cumplir los compromisos que contrajera efectivamente en nombre de estos últimos. En efecto, el OIEA establecería un mecanismo por defecto, que sólo se activaría en casos en que un contrato se malograra por razones no comerciales. Por lo tanto, los pros y los contras sugeridos son similares, con la ventaja de que se obtendrían amplias garantías internacionales. Se podrían plantear varias cuestiones con respecto al OIEA y su condición especial como organización internacional sometida al control de sus Estados Miembros. Toda garantía que suministrara el OIEA de hecho requeriría la aprobación de su Junta de Gobernadores.

15. Ya hay dos ejemplos de empresas que han utilizado un ENM para crear una instalación conjunta: la empresa anglo-holandesa-alemana Urenco y la empresa francesa EURODIF. La experiencia de Urenco, con su gestión comercial/industrial por una parte y el Comité Mixto gubernamental por la otra, ha demostrado que el concepto multinacional puede aplicarse con éxito. En este modelo, una supervisión estricta de la tecnología y el personal, así como la aplicación de salvaguardias eficaces y una división internacional adecuada de los conocimientos técnicos, pueden reducir el riesgo de la proliferación e incluso dificultar sobremanera una evasión de responsabilidades unilateral. Por otra parte, EURODIF posee también un historial multinacional satisfactorio, en el que realiza actividades de enriquecimiento de uranio sólo en un país y a la vez proporciona uranio enriquecido a sus asociados internacionales que participan en la cofinanciación, limitando así todos los riesgos de

proliferación, la desviación, la ejecución de un programa clandestino paralelo, la evasión de responsabilidades y la difusión de la tecnología.

Reprocesamiento de combustible nuclear gastado

16. Teniendo en cuenta la capacidad actual para reprocesar el combustible gastado para los reactores de agua ligera y los que se hallan en construcción, habrá suficiente capacidad de reprocesamiento a escala mundial para todas las demandas previstas de combustible reciclado de plutonio durante unos dos decenios. Por lo tanto, los objetivos relacionados con la garantía de suministro pueden cumplirse en gran medida sin recurrir a nuevas instalaciones de reprocesamiento que entrañen el requisito de la propiedad (tipos II y III).

17. En la actualidad todas las plantas de reprocesamiento son de propiedad estatal básicamente. Por la propia índole del negocio nuclear en todo el mundo, las garantías que diera un proveedor contarían con el acuerdo implícito o explícito del gobierno correspondiente. En relación con *los mecanismos facilitados por el OIEA*, éstos podrían requerir la participación del OIEA en la supervisión de un consorcio internacional para la prestación de servicios de reprocesamiento.

18. *La conversión de una instalación nacional* en una instalación de propiedad y administración internacional entrañaría la creación de una nueva entidad internacional que funcionaría como nuevo competidor en el mercado de reprocesamiento. Los elementos a favor incluyen las ventajas de reunir los conocimientos técnicos internacionales, mientras que los factores en contra comprenden las desventajas de la no proliferación asociadas a la difusión de los métodos de fabricación y a la devolución del plutonio separado. Otros factores en contra tienen que ver con el hecho de que, de las instalaciones actuales, todas salvo dos instalaciones japonesas, se encuentran en Estados poseedores de armas nucleares o en Estados no Partes en el TNP. En muchos de estos casos, se tendrían que establecer salvaguardias apropiadas si no se hubieran aplicado antes.

19. Como ya se indicó, la *construcción de nuevas instalaciones conjuntas* no se necesitará durante mucho tiempo. En consecuencia, un requisito indispensable para la construcción de nuevas instalaciones es la demanda de nuevas actividades de reprocesamiento y de fabricación de plutonio reciclado. En el futuro esas actividades de reprocesamiento y fabricación se realizarían en el mismo lugar.

Disposición final del combustible gastado

20. Hoy día no hay mercado internacional de servicios de disposición final del combustible gastado, ya que todas las empresas son estrictamente nacionales. La disposición final del combustible gastado es, por tanto, una actividad propuesta para los enfoques multilaterales. No obstante, aunque ofrece importantes beneficios económicos y numerosas ventajas desde el punto de vista de la no proliferación, en muchos países plantea problemas legales, políticos y de aceptación del público. El Organismo debería proseguir sus esfuerzos en este sentido trabajando en relación con todos los factores subyacentes y asumiendo el liderazgo político para promover este tipo de empeños.

21. La disposición final del combustible gastado (y también de los desechos radiactivos) en repositorios compartidos debe considerarse sólo un elemento de una estrategia más amplia de opciones paralelas. Las soluciones nacionales seguirán siendo una primera prioridad en muchos países. Esta es la única solución para los Estados con muchas centrales nucleares en funcionamiento actualmente o con anterioridad. Para los demás que poseen programas nucleares civiles más pequeños, se necesita un enfoque de doble finalidad, en que se traten de obtener soluciones tanto al nivel nacional como internacional. Los países pequeños deben mantener abiertas las opciones (nacionales, regionales o internacionales), aunque sólo sea para mantener la competencia técnica nacional mínima para actuar en un contexto internacional.

Almacenamiento del combustible gastado

22. Las instalaciones para el almacenamiento del combustible gastado funcionan y se están construyendo en varios países. No existe un mercado internacional para los servicios de este tipo, con excepción de la disposición de la Federación de Rusia de recibir el combustible que ha suministrado, y de un posible ofrecimiento de hacerlo con respecto a otras cantidades de combustible gastado. El almacenamiento del combustible gastado también es una actividad propuesta para los enfoques multilaterales, sobre todo a escala regional. El almacenamiento de materiales nucleares especiales en unas cuantas instalaciones seguras desde el punto de vista tecnológico y físico fomentaría las salvaguardias y la protección física. El OIEA debe proseguir las investigaciones en esta esfera y promover estos esfuerzos. Los varios países que cuentan con instalaciones de almacenamiento modernas en funcionamiento deben dar un paso al frente y aceptar el combustible gastado de otros para colocarlo en instalaciones de almacenamiento provisional.

Opción conjunta: arriendo del combustible/aceptación de la devolución del combustible

23. En este modelo, el Estado arrendador provee el combustible mediante un mecanismo establecido con sus propios “vendedores” de combustible nuclear. En el momento en que el gobierno del Estado arrendador expidiera una licencia de exportación a la empresa “vendedora” del combustible para enviar combustible sin irradiar a un reactor de un cliente, ese gobierno también anunciaría su plan para la gestión de ese combustible una vez que fuera descargado. Si el Estado arrendador no tuviera un sistema concreto de gestión del combustible gastado, el acuerdo de arrendamiento lógicamente no tendría lugar. El combustible arrendado, una vez extraído del reactor y enfriado, podría ser devuelto al país de origen que poseyera su título de propiedad o, mediante un trato facilitado por el OIEA, podría ser enviado a un tercer Estado o a un centro multinacional o regional del ciclo del combustible ubicado en otro lugar para su almacenamiento y disposición final.

24. El aspecto deficiente del mecanismo antes descrito es la disposición, de hecho la capacidad política, del Estado arrendador de aceptar la devolución del combustible gastado que hubiera provisto en virtud del contrato de arriendo. Quizás sería políticamente bastante difícil para un Estado aceptar el combustible gastado que no proviniera de sus propios reactores (es decir, reactores productores de electricidad para beneficio directo de sus propios ciudadanos). No obstante, para

que cualquier acuerdo de arriendo-aceptación de la devolución sea verosímil, es preciso que el país en que se utilizó el combustible gastado ofrezca una garantía rigurosa de que el combustible gastado será eliminado; de lo contrario, todo el mecanismo será discutible. A este respecto, los Estados con emplazamientos de disposición final adecuados, y con graves preocupaciones acerca de los riesgos de proliferación, deberían actuar con dinamismo y aportar soluciones. Por supuesto, el compromiso de los Estados clientes de abandonar las actividades de enriquecimiento y reprocesamiento haría esos esfuerzos políticamente más tolerables.

25. Una variante sería que el OIEA facilitara la creación de instalaciones multinacionales o regionales de almacenamiento del combustible gastado, a las que pudiera enviarse el combustible gastado propiedad de los Estados arrendadores que hubiera sido quemado en otro lugar. El OIEA podría ser así un participante activo en las instalaciones de almacenamiento del combustible gastado al nivel regional, o en los planes de disposición final del combustible gastado de terceras partes, lo que haría más verosímiles las propuestas relativas a los acuerdos de suministro del combustible relacionados con el arriendo y la aceptación de su devolución.

Cuestiones globales

26. Además de los factores intersectoriales relacionados con la aplicación de los ENM, como los técnicos, jurídicos y de salvaguardias, hay varias cuestiones globales, fundamentalmente de un amplio carácter político, que pueden repercutir en los criterios sobre la fiabilidad y conveniencia de los ENM. Estas cuestiones pueden ser decisivas en cualquier empeño futuro destinado a elaborar, evaluar y aplicar esos enfoques en el plano nacional e internacional.

Artículos pertinentes del TNP

27. El TNP incorpora un espíritu de negociación política con respecto a los usos pacíficos y el desarme nuclear sin el cual el Tratado no hubiera sido adoptado ni hubiera recibido la amplia adhesión que obtuvo después. La promesa de todos los Estados Partes de cooperar en el ulterior desarrollo de la energía nuclear y de los Estados poseedores de armas nucleares de trabajar en favor del desarme sirvió de base para que los ENPAN se abstuvieran de adquirir ese tipo de armas.

28. La cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear, que al inicio sirvió de base para la fundación del OIEA, se halla consagrada en el artículo IV, que estipula que nada de lo dispuesto se interpretará en sentido tal que pueda afectar al *“derecho inalienable de todas las Partes de desarrollar la investigación, la producción y la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos sin discriminación y de conformidad con los artículos I y II”* (que especifican los objetivos de no proliferación del Tratado). Por otro lado, en el mismo artículo se especifica que todas las Partes en el TNP se comprometen a *“facilitar el más amplio intercambio posible de equipo, materiales e información científica y tecnológica para los usos pacíficos de la energía nuclear”* y además, a *“cooperar para contribuir, por sí solas o junto con otros Estados u organizaciones internacionales, al mayor desarrollo de las aplicaciones de la energía nuclear con fines pacíficos...”*. El artículo IV se redactó

concretamente para impedir cualquier intento de reinterpretar el TNP de modo que inhibiera el derecho de un país a las tecnologías nucleares, mientras la tecnología se utilizara con fines pacíficos.

29. Los ENPAN han expresado insatisfacción por lo que cada vez consideran más un creciente desequilibrio en el TNP, es decir, el hecho de que mediante la imposición de restricciones al suministro de materiales y equipo del ciclo del combustible nuclear, los Estados poseedores de armas nucleares y los Estados industrializados avanzados no poseedores de armas nucleares han dejado de proporcionar su garantía inicial de facilitar el máximo intercambio posible que se menciona en el artículo IV y de ayudar a todos los ENPAN a desarrollar las aplicaciones de la energía nuclear. También hay preocupaciones en el sentido de que podrían imponerse otras restricciones con respecto al artículo IV.

30. El artículo VI del Tratado obliga a los Estados Partes poseedores de armas nucleares a “proseguir negociaciones de buena fe sobre medidas eficaces relativas a la cesación de la carrera de armamentos nucleares en fecha cercana y al desarme nuclear”. Muchos ENPAN consideran que la aplicación del artículo VI del TNP por parte de los Estados poseedores de armas nucleares resulta insatisfactoria, como también la no entrada en vigor del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (TPCE), y el estancamiento de las negociaciones sobre un tratado de cesación de la producción de material fisionable, verificable. Tales preocupaciones han aumentado la convicción entre muchos ENPAN de que el espíritu de negociación del TNP se está deteriorando.

Salvaguardias y controles de exportación

31. Algunos Estados han aducido que, si el objetivo de los ENM es simplemente fortalecer el régimen de no proliferación nuclear, entonces, en lugar de hacer hincapié en los ENM, quizás sería mejor centrarse en los elementos existentes del propio régimen, por ejemplo, procurando la universalidad del protocolo adicional a los acuerdos de salvaguardias del OIEA y la universalización de los acuerdos de salvaguardias y los controles multilaterales de exportación.

32. Los riesgos que supone la difusión de tecnologías nucleares estratégicas deben abordarse fundamentalmente con un sistema de salvaguardias eficiente y eficaz en función de los costos. El OIEA y los sistemas de salvaguardias regionales han realizado una destacada labor al respecto. Las salvaguardias, aplicadas de modo racional y adecuado, han sido el medio más eficiente para detectar y desalentar el aumento de la proliferación y para proporcionar a los Estados Partes una oportunidad para garantizar a los demás que cumplen con sus compromisos de salvaguardias. Como es lógico, los adelantos en la tecnología exigen el fortalecimiento de las salvaguardias y su actualización, y proteger al mismo tiempo los secretos comerciales, tecnológicos e industriales. La aprobación del protocolo adicional, y su juiciosa aplicación basada en el análisis al nivel del Estado, son medidas indispensables contra el aumento de la proliferación nuclear. El protocolo adicional ha demostrado que ofrece nuevos instrumentos de verificación necesarios y eficaces que a la vez protegen los intereses nacionales legítimos en la seguridad y la confidencialidad. La aplicación sostenida del protocolo adicional en un Estado puede proveer garantías fidedignas respecto de la ausencia de materiales y

actividades no declarados en ese Estado. Junto con el acuerdo de salvaguardias amplias, el protocolo adicional debe convertirse en la norma de salvaguardias de facto.

33. No obstante lo anterior, el OIEA debe tratar de fortalecer aún más la aplicación de las salvaguardias. Por ejemplo, debe analizar nuevamente tres facetas de sus sistemas de verificación:

- a. Los anexos técnicos del protocolo adicional, que deben actualizarse periódicamente para que reflejen el constante desarrollo de las técnicas y tecnologías nucleares.
- b. La puesta en práctica del protocolo adicional, que exige suficientes recursos y el firme compromiso de aplicarlo decisivamente. Hay que recordar que el modelo de protocolo adicional compromete al OIEA a no aplicar el protocolo adicional de manera mecánica o sistemática. Por lo tanto, el OIEA debe asignar sus recursos a los aspectos problemáticos y no a los Estados que utilicen las mayores cantidades de material nuclear.
- c. Los mecanismos de coerción en caso de violación fundamental del acuerdo de salvaguardias, o de incumplimiento del mismo. ¿Son estos mecanismos lo suficientemente avanzados para actuar como un elemento de disuasión eficaz? El OIEA debe examinar más a fondo las medidas apropiadas para tratar diversos grados de violaciones.

34. Las directrices relativas a la exportación y su aplicación son una importante línea de defensa para prevenir la proliferación. Los últimos acontecimientos han demostrado que las redes delictivas pueden hallar las formas para evadir los controles y suministrar lo necesario para las actividades clandestinas. No obstante, hay que recordar que todos los Estados Partes en el TNP están obligados, de conformidad con el párrafo 2 del artículo III, a aplicar controles de exportación. Esta obligación se reforzó por la resolución 1540 (2004) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas que exige a todos los Estados promulgar y aplicar controles de exportación para prevenir la difusión de las armas de destrucción en masa y los materiales conexos a agentes no estatales. La participación en el desarrollo y aplicación de los controles de exportación debe ampliarse, y se deben elaborar controles de exportación acordados multilateralmente en forma transparente para comprometer a todos los Estados.

35. En realidad, las barreras técnicas primordiales contra la proliferación siguen siendo la aplicación eficaz y universal de las salvaguardias del OIEA en virtud de los acuerdos de salvaguardias amplias y los protocolos adicionales, y los controles de exportación efectivos. Ambos elementos deben ser lo más sólidos posible, según sus circunstancias particulares. Los ENM serán mecanismos complementarios para fortalecer el actual régimen de no proliferación.

Participación voluntaria en los ENM frente a una norma vinculante

36. El marco jurídico vigente no obliga a los países a participar en los ENM, ya que el entorno político hace improbable que esa norma pueda ser establecida en un

futuro cercano. El establecimiento de los ENM basado en la participación **voluntaria** es, por tanto, la forma de actuación más prometedora. En un mecanismo voluntario que abarque las garantías de suministro, los países receptores renunciarían, al menos durante la vigencia del contrato de suministro respectivo, a la construcción y explotación de instalaciones estratégicas del ciclo del combustible y aceptarían las salvaguardias conformes a las más altas normas vigentes, incluidas las salvaguardias amplias y el protocolo adicional. Habrá que seguir examinando la cuestión de dónde trazar la línea de demarcación entre las actividades de I+D permitidas y las actividades de desarrollo y construcción a las que se ha renunciado. En los ENM de carácter voluntario relacionados con las instalaciones, los países participantes se comprometerían presumiblemente a realizar las actividades afines únicamente en el marco común del ENM.

37. En realidad, los países se incorporarán a este tipo de mecanismos multilaterales con arreglo a los estímulos y desincentivos económicos y políticos que ofrezcan estos mecanismos. Para la negociación, creación y funcionamiento atinados de un ENM será necesario un entorno político de confianza mutua y consenso entre los asociados, basado en el pleno cumplimiento de las obligaciones de no proliferación nuclear acordadas entre ellos.

38. Además de lo anterior, la creación de una norma internacional **vinculante**, que estipule la obligación de realizar las actividades estratégicas del ciclo del combustible exclusivamente en el contexto de los ENM y nunca más como una actividad nacional, equivaldría a un cambio en el ámbito de aplicación del artículo IV del TNP. El texto y el historial de la negociación de este artículo destacan el derecho de todas las partes bien acreditadas a escoger su ciclo nacional del combustible en función de su juicio soberano. Este derecho no es independiente del fiel respeto de los compromisos contraídos en los artículos I y II. Pero si se cumple este requisito, no habrá ninguna barrera jurídica que se oponga a que un Estado Parte prosiga todas las actividades del ciclo del combustible al nivel nacional. La renuncia de este derecho cambiaría así el espíritu de negociación del TNP.

39. Este tipo de cambio fundamental no es imposible si las partes lo acordaran en un marco de negociación más amplio. Para los ENPAN, este nuevo espíritu de negociación probablemente sólo podría lograrse mediante el cumplimiento de los principios universales aplicables a todos los Estados y después de que los Estados poseedores de armas nucleares tomaran medidas complementarias respecto del desarme nuclear. Además, un tratado de cesación de la producción de material fisionable podría ser también una de las condiciones indispensables para las obligaciones multilaterales vinculantes; ese tratado rescindiría el derecho de los Estados poseedores de armas nucleares y de los Estados no Partes en el TNP a explotar instalaciones de reprocesamiento y enriquecimiento para fines explosivos nucleares y los colocaría al mismo nivel, con respecto a esas actividades, que los Estados no poseedores de armas nucleares. Las nuevas restricciones se aplicarían a todos los Estados e instalaciones relacionados con las tecnologías del caso, sin excepción. En ese momento, los mecanismos multilaterales podrían convertirse en un principio vinculante y universal. También quizás se planteara la cuestión de cuáles podrían ser las condiciones que deberían cumplir los Estados poseedores de armas nucleares y los Estados no Partes en el TNP para adherirse a ENM vinculantes que se relacionaran con ellos.

Estados poseedores de armas nucleares y Estados no Partes en el TNP

40. Los materiales utilizables para armas (existencias y flujos) y las instalaciones estratégicas capaces de producir esos materiales se encuentran predominantemente en Estados poseedores de armas nucleares y en Estados que no son partes en el TNP. Las preocupaciones planteadas anteriormente sobre los ENM en los ENPAN no son todas aplicables si en un ENM participaran Estados poseedores de armas nucleares o Estados no Partes en el TNP. Con todo, una de las cuestiones que aquí se trata se relaciona con la posibilidad de que los materiales nucleares producidos en el marco de un ENM contribuyan al programa nuclear con fines no pacíficos de uno de esos Estados. Esto demuestra nuevamente la pertinencia de un tratado de cesación de la producción de material fisionable.

41. De hecho, la viabilidad de incluir en los ENM a Estados poseedores de armas nucleares y a Estados no Partes en el TNP debería examinarse en una etapa temprana. Mientras los ENM mantengan su carácter voluntario, nada impediría a esos Estados participar en un ENM. De hecho, Francia (en relación con el mecanismo de la empresa EURODIF) y el Reino Unido (en relación con la empresa Urenco) son ejemplos de esta participación. Al transformar las instalaciones civiles existentes en ENM sometidos a salvaguardias y requisitos de seguridad, esos Estados demostrarían su apoyo a la no proliferación y a la cooperación internacional con fines pacíficos en el ámbito nuclear.

Aplicación coercitiva

42. A la larga, el éxito de todos los esfuerzos por mejorar el régimen de no proliferación nuclear depende de la eficacia de los mecanismos de cumplimiento y aplicación coercitiva. Las medidas de coerción en caso de incumplimiento pueden mejorarse parcialmente mediante las disposiciones jurídicas de los ENM, que definirán cuidadosamente lo que constituye una violación, quién debe juzgar esas violaciones, y las medidas de coerción que podrían aplicar directamente los asociados además de instrumentos políticos más amplios.

43. Con todo, ni las salvaguardias mejoradas, ni los ENM, ni los nuevos compromisos de los Estados cumplirán todos sus fines si la comunidad internacional no responde con determinación a los casos graves de incumplimiento, ya sea desviación, ejecución de actividades clandestinas o evasión de responsabilidades. Se necesitan respuestas en cuatro niveles, según el caso concreto, es decir: los asociados del Estado incumplidor en el marco del ENM; el OIEA, los Estados Partes en el TNP y el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Si no existen esas respuestas en la actualidad, deberá disponerse de procedimientos y medidas apropiados, los que deberán utilizarse en los cuatro niveles para hacer frente a las violaciones y casos de incumplimiento con objeto de poner en claro inequívocamente que no se permitirá a los Estados que violen impunemente los tratados o mecanismos.

Enfoques nucleares multilaterales: el futuro

44. Las iniciativas anteriores de cooperación nuclear multilateral no produjeron resultados tangibles. Se consideró que las preocupaciones por la proliferación no eran suficientemente serias. Los incentivos económicos raras veces eran suficientemente bien fundados. Las preocupaciones por las garantías de suministro eran primordiales. El orgullo nacional también desempeñaba un papel importante, junto con las expectativas acerca de los beneficios tecnológicos y económicos que se obtendría de las actividades nucleares. Muchas de estas consideraciones todavía pueden ser pertinentes. Sin embargo, el resultado del análisis de estas consideraciones hoy día, frente a una multiplicación latente de las instalaciones nucleares en los próximos decenios y el posible aumento de los peligros de proliferación, produciría un entorno político más propicio para la creación de los ENM en el siglo XXI.

45. Los posibles beneficios de los ENM para el régimen de no proliferación son simbólicos y prácticos a la vez. Como medida de fomento de la confianza, los enfoques multilaterales pueden dar mayores garantías a los asociados y a la comunidad internacional de que las partes más estratégicas del ciclo del combustible nuclear del sector civil son menos vulnerables al uso indebido para la fabricación de armamentos. Las instalaciones conjuntas con personal multinacional someten a todos los participantes en los ENM a un mayor grado de escrutinio de los homólogos y asociados y quizás también constituyan un obstáculo contra la evasión de responsabilidades por parte del asociado anfitrión. También reducen el número de emplazamientos en que se exploten instalaciones estratégicas, frenando así los riesgos de proliferación y reduciendo el número de lugares sujetos a posibles robos de materiales estratégicos. Por otra parte, estos enfoques pueden incluso ayudar a fomentar la aceptación del uso continuo de la energía nucleoelectrica y las aplicaciones nucleares, y mejorar las perspectivas para el almacenamiento y disposición final seguros y ambientalmente inocuos del combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos.

46. En lo que concierne a las garantías de suministro, los enfoques multilaterales también podrían aportar los beneficios de la eficacia en función de los costos y las economías de escala para las regiones en su totalidad, para los países más pequeños o para los que disponen de escasos recursos. En el contexto de otros sectores de tecnología se han derivado beneficios similares, como en la aviación y la industria aeroespacial. Sin embargo, la justificación a favor de los ENM no es del todo sencilla. Los Estados con distintos niveles de tecnología, diversos grados de institucionalización, desarrollo económico y recursos y consideraciones políticas opuestas quizás no lleguen todos a las mismas conclusiones en cuanto a las ventajas, idoneidad y conveniencia de los ENM. Algunos podrían alegar que los enfoques multilaterales apuntan a la pérdida o limitación de la soberanía de los Estados y la propiedad independiente y el control de un sector tecnológico clave, dejando injustamente los beneficios comerciales de estas tecnologías a sólo unos cuantos países. Otros podrían aducir que los enfoques multilaterales quizás promovieran más la difusión de tecnologías nucleares estratégicas, o la pérdida de su control, y dar por resultado riesgos de proliferación más altos.

47. En resumen, el Grupo de Expertos independiente sobre enfoques multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear ha examinado los diversos aspectos del ciclo del combustible, identificado varias opciones para los ENM que merecen mayor consideración, y observado varios elementos a favor y en contra de cada una de las opciones. Cabe esperar que el informe del Grupo de Expertos sirva como base o como un hito. No se ha previsto que marque el final del camino. Los ENM ofrecen una contribución potencialmente útil para la solución de las preocupaciones imperantes acerca de las garantías de suministro y la no proliferación.

48. El Grupo recomienda que se adopten medidas para reforzar los controles generales sobre el ciclo del combustible nuclear y la transferencia de tecnología, inclusive las salvaguardias y los controles de exportación: lo primero se obtendrá promoviendo la adhesión universal a los protocolos adicionales y lo último, aplicando estrictamente las directrices y logrando la participación universal en su desarrollo.

49. Para mantener el impulso, el Grupo recomienda que los Estados Miembros del OIEA, el propio OIEA, la industria nuclear y las demás organizaciones nucleares presten atención a los enfoques nucleares multilaterales en general y a los **cinco enfoques** que se indican a continuación.

Cinco enfoques sugeridos

El objetivo de aumentar las garantías de no proliferación asociadas al ciclo del combustible nuclear del sector civil, y a la vez mantener las garantías de suministro y servicios en todo el mundo, podría lograrse mediante un conjunto de enfoques nucleares multilaterales (ENM) establecidos gradualmente:

1. Reforzamiento de los **mecanismos de mercado comercial existentes** caso por caso mediante contratos a largo plazo y acuerdos transparentes de los proveedores con respaldo de los gobiernos. Los ejemplos serían: arriendo del combustible y ofrecimientos de aceptar la devolución del combustible, ofrecimientos comerciales para almacenar y someter a disposición final el combustible gastado, así como bancos de combustible comercial.
2. Elaboración y aplicación de **garantías internacionales de suministro** con participación del OIEA. Se deberían investigar distintos modelos, sobre todo, con el **OIEA como garante** de los suministros de servicios, es decir, como administrador de un banco de combustible.
3. Promoción de la conversión voluntaria de las **instalaciones existentes en instalaciones ENM**, y considerar estas acciones como **medidas de fomento de la confianza**, con la participación de los Estados poseedores y los Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP, así como de los Estados no Partes en el TNP.
4. Creación, mediante acuerdos voluntarios y contratos, de **ENM multinacionales y en particular regionales, para las nuevas instalaciones**, basados en mecanismos de propiedad conjunta, derechos de giro o administración conjunta para las instalaciones nucleares de la parte inicial y la parte final, como el enriquecimiento de uranio, el reprocesamiento de combustible, la disposición final y el almacenamiento del combustible gastado (y combinaciones de estas medidas). Este objetivo se cumpliría también con la creación de parques nucleoelectrónicos integrados.
5. El escenario de una ulterior expansión de la energía nuclear en todo el mundo podría exigir el desarrollo de un **ciclo del combustible nuclear con acuerdos multilaterales más estrictos**, por región o por continente, **y una cooperación más amplia**, en la que participe el OIEA y la comunidad internacional.



Capítulo 1 - Prefacio

Antecedentes

1. En su declaración ante la Conferencia General del OIEA, en septiembre de 2003, el Director General señaló que la cooperación internacional en el contexto del diseño y funcionamiento del ciclo del combustible nuclear era una cuestión importante que, si bien se había examinado en el transcurso de los años, en su opinión ahora merecía ser analizada seriamente como parte de los esfuerzos mundiales por hacer frente a los crecientes desafíos relacionados con la no proliferación y la seguridad física nucleares. Indicó que ese análisis debía incluir una evaluación de las ventajas de limitar el empleo de materiales utilizables para armas (uranio muy enriquecido y plutonio) en los programas nucleares civiles y de permitirlo solamente en el marco de un control multilateral, y que cualquier evaluación de ese tipo debía ir acompañada de normas adecuadas en lo que respecta a la transparencia, el control y, ante todo, la garantía del suministro de servicios relacionados con el ciclo del combustible nuclear. También destacó que el fortalecimiento del control de los materiales utilizables para armas era de fundamental importancia en los esfuerzos por fortalecer la no proliferación nuclear y mejorar la seguridad física internacional. El Director General pulió y reiteró estas ideas en el artículo que publicó en *The Economist*¹ en octubre de 2003.

2. El Director General se refirió igualmente a la necesidad de estudiar las ventajas de los enfoques multinacionales de la gestión y disposición final del combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos. Como lo señalara, no todos los países tienen las condiciones adecuadas para la disposición final geológica y muchos países con pequeños programas nucleares destinados a la generación de electricidad o la investigación no disponen de los recursos financieros y humanos necesarios para la investigación, construcción y explotación de una instalación de disposición final geológica. Por lo tanto, de la cooperación internacional en la construcción y explotación de repositorios internacionales de combustible gastado y desechos nucleares podrían derivarse considerables ventajas desde el punto de vista económico, de seguridad tecnológica y física y de no proliferación. En su declaración de septiembre de 2003, el Director General también indicó que debían examinarse a fondo las ventajas y la viabilidad de estos y otros enfoques del diseño y la gestión del ciclo del combustible nuclear.

3. En la declaración que formuló en la reunión de marzo de 2004 de la Junta de Gobernadores del OIEA, el Director General indicó que la amplia difusión de las partes del ciclo del combustible nuclear más estratégicas desde el punto de vista de la proliferación, a saber, la producción de combustible nuevo, el procesamiento de material utilizable para armas y la disposición final de combustible gastado, podía ser el “talón de Aquiles” del régimen de no proliferación nuclear y señaló la importancia de reforzar el control sobre esas operaciones. Indicó que ello podría

¹ ELBARADEI, M., Towards a safer world, *The Economist*, 16 de octubre de 2003.

lograrse sometiendo esas partes del ciclo del combustible nuclear a algún tipo de control multilateral y aplicando frenos y equilibrios apropiados para mantener la competitividad comercial, controlar la proliferación de información estratégica y garantizar el suministro de servicios relacionados con el ciclo del combustible nuclear para aplicaciones pacíficas. El Director General informó a la Junta que designaría un grupo de expertos independientes para examinar la viabilidad de proceder a la aplicación de esas medidas.

4. En junio de 2004 el Director General informó a la Junta de Gobernadores que había designado un grupo internacional de expertos, presidido por el Sr. Bruno Pellaud, ex Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA, para que examinara opciones en relación con posibles enfoques multilaterales de la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear (enfoques nucleares multilaterales, ENM).

5. El OIEA desempeña la función de centro de coordinación mundial de la cooperación en el ámbito nuclear y se le ha encomendado la tarea de alcanzar dos objetivos, a saber: “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero” y “asegurar, en la medida que le sea posible, que la asistencia que preste, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares”².

Mandato

6. El mandato del Grupo de Expertos abarcaba tres aspectos:

- Determinar las cuestiones y opciones pertinentes a los enfoques multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear y realizar un análisis al respecto;
- Elaborar una reseña sobre los estímulos y desincentivos normativos, jurídicos, económicos, institucionales, tecnológicos y de seguridad física para la cooperación en el marco de acuerdos multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear; y
- Realizar un breve examen de las experiencias y análisis pasados y actuales en relación con los acuerdos multilaterales sobre el ciclo del combustible vinculados a la labor del Grupo de Expertos.

7. En la invitación que dirigió a los expertos para participar en el grupo, el Director General señaló que esperaba que esta labor redundara en propuestas prácticas que, de aplicarse, pudieran proporcionar mayores seguridades a la comunidad internacional en cuanto a que las partes estratégicas del ciclo del combustible nuclear son menos vulnerables al uso indebido con fines de proliferación y facilitar así los usos continuos de la energía nuclear con fines pacíficos.

8. En su declaración ante la primera reunión del Grupo de Expertos, el Director General, al explicar en detalle el mandado del grupo, le recomendó que abordara la cuestión en todas sus diversas facetas y, en particular, que determinara las

² Estatuto del OIEA, artículo II, OIEA, Viena (1989).

posibilidades de lograr un impacto positivo en la seguridad física internacional. Pidió al grupo que tuviera en cuenta las opiniones y expectativas de todos los interesados directos y subrayó que, para obtener buenos resultados, los nuevos enfoques debían ir más allá de la denegación explícita de la tecnología. El Director General subrayó la importancia de examinar opciones multilaterales con respecto a la parte tanto inicial como final del ciclo del combustible civil, señalando que cualquier solución debía ser inclusiva y no debía hacer referencia a la situación de determinados países en relación con el TNP. Pidió al grupo que no se limitara a encontrar “enfoques de talla única” y advirtió que lo que funcionaba en una región podía no ser lo ideal para otra. Asimismo, convino en que el concepto de enfoques nucleares multilaterales podía aplicarse en el contexto más amplio del régimen de no proliferación nuclear en su conjunto, incluidos el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP), un tratado de cesación de la producción de material fisiónable, verificable, y otros acuerdos pertinentes.

9. De agosto de 2004 a febrero de 2005 el Grupo de Expertos celebró cuatro reuniones, cada una de una semana de duración, en la Sede del OIEA en Viena. El grupo estuvo integrado por expertos que participaron a título personal y que fueron seleccionados por el Director General para representar un amplio espectro de experiencias y nacionalidades; todos ellos habían estado vinculados de una manera u otra a la esfera nuclear durante muchos años. La lista de los miembros del Grupo de Expertos figura en el anexo 2 del presente informe. Durante el desempeño de sus tareas, el Grupo de Expertos contó con la asistencia de los Sres. Lawrence Scheinman y Wilhelm Gmelin, que actuaron como asesores, así como de varios funcionarios y ex funcionarios del OIEA y de expertos externos, cuyos nombres también se mencionan en el anexo 2.

10. Aunque el Grupo de Expertos convino en transmitir su informe al Director General, es importante señalar que ese informe no refleja necesariamente el acuerdo de todos los expertos acerca de la conveniencia o viabilidad de los ENM, ni acerca de todas las opciones. Tampoco refleja una evaluación de consenso de la utilidad de cada uno de ellos. Su única finalidad es presentar posibles opciones respecto de los ENM y tratar una serie de factores que podrían influir en el examen de esas opciones.

Consideraciones preliminares

11. Al comienzo de sus deliberaciones, los miembros del Grupo de Expertos expresaron la esperanza colectiva de que la energía nuclear seguirá desempeñando un papel importante en el suministro de energía a escala mundial, y que dado el doble uso de la tecnología nuclear, se requieren nuevas disposiciones multilaterales fiables y eficaces para impedir una mayor proliferación de armas nucleares. Por lo tanto, el grupo consideró que, en cumplimiento de su mandato, su finalidad era evaluar los ENM en el marco de un doble objetivo: el fortalecimiento del régimen internacional de no proliferación nuclear, asegurando al mismo tiempo el empleo de la energía nuclear con fines pacíficos.

12. Además de las cuestiones de larga data, tales como la universalidad, el debate sobre la no proliferación nuclear ha estado motivado por los nuevos desafíos que afronta el actual régimen de no proliferación, entre ellos: el descubrimiento de

materiales y actividades nucleares no declarados en determinados Estados no poseedores de armas nucleares (ENPAN) partes en el TNP; la existencia de redes de suministro clandestinas para la adquisición de tecnología nuclear; y el riesgo de evasión de las responsabilidades contraídas por los Estados en virtud del TNP. Se han presentado varias propuestas con miras a garantizar que el régimen de no proliferación nuclear mantenga su autoridad, eficacia y credibilidad ante estos desafíos tan reales. En una de estas propuestas se pide la denegación de tecnología estratégica a los ENPAN que no posean ya tales instalaciones. Esto ha sido considerado por muchos como incompatible con la letra y el espíritu del artículo IV del TNP. Muchos ENPAN se oponen consecuentemente a aceptar que se impongan más restricciones a sus actividades de desarrollo de tecnología nuclear con fines pacíficos sin que se realicen progresos equivalentes en materia de desarme. Otras propuestas se han centrado en el fortalecimiento y la aplicación eficaz del sistema de salvaguardias del OIEA. En otra propuesta se pide el establecimiento de enfoques multilaterales respecto de la explotación de las partes del ciclo del combustible nuclear que se consideran más estratégicas desde el punto de vista de los riesgos de proliferación. Esta última propuesta es la que se pidió al Grupo de Expertos que examinara.

13. Cabe mencionar, en primer lugar, algunas cuestiones de terminología. A juicio del Grupo de Expertos, debe hacerse una distinción entre los términos “*multilateral*” (el término más amplio y más flexible, que se refiere simplemente a la participación de más de dos actores), “*multinacional*” (que supone la participación de varios actores de diferentes Estados), “*regional*” (varios actores de Estados vecinos) e “*internacional*” (actores de diferentes Estados y/o organizaciones internacionales, tales como el OIEA). Dado que se le ha pedido que examine las opciones más amplias posibles, el grupo ha investigado todas las opciones multilaterales existentes, ya sea al nivel multinacional, regional o internacional.

14. Además, era necesario definir las partes del ciclo del combustible nuclear que el Grupo de Expertos consideraba más estratégicas desde el punto de vista de los riesgos de proliferación. Como se desprende de la estructura del informe, el grupo decidió tratar las cuestiones relacionadas con *el enriquecimiento de uranio, el reprocesamiento y la disposición final y el almacenamiento del combustible gastado*.

15. En cumplimiento de su mandato, el Grupo de Expertos decidió analizar tres elementos interrelacionados:

- a. **Experiencias presentes y pasadas** con los ENM: *¿Qué se ha intentado hacer ya a ese respecto? ¿Con qué grado de éxito?* En los capítulos 2 y 3 se proporciona información básica sobre el mandato del Grupo de Expertos y sobre los aspectos políticos e históricos de la cuestión de los ENM. El grupo se benefició de la experiencia acumulada en relación con soluciones multilaterales ya aplicadas con éxito, particularmente en Europa. Asimismo, sacó provecho de la labor realizada anteriormente bajo los auspicios del OIEA, así como en otros foros. Además, existe un gran acervo de experiencia práctica en la aplicación de enfoques multilaterales, no sólo en la esfera nuclear sino también en otras esferas de la tecnología, tales como la aviación y el espacio, para no citar más que dos ejemplos.

- b. **Factores, opciones y estímulos y desincentivo:** En los capítulos 4 y 5 se tratan, de manera colectiva e individual, los siguientes aspectos: factores normativos, jurídicos, económicos, tecnológicos y de seguridad física importantes para los ENM en relación con los cuatro sectores del ciclo del combustible nuclear especificados anteriormente (párrafo 14). En el capítulo 4 se examinan los factores intersectoriales. En el capítulo 5 se da cuenta del análisis realizado por el Grupo de Expertos de los factores específicos de cada uno de esos sectores, así como de las posibles opciones relacionadas con ellos, y se determinan las correspondientes ventajas y desventajas (pros y contras) de las distintas opciones.
 - c. **Consideraciones y recomendaciones globales:** En el capítulo 6 se examinan cuestiones globales, fundamentalmente de un amplio carácter político, que pueden afectar a los criterios sobre la fiabilidad y conveniencia de los ENM. En el capítulo 7 se analizan las conclusiones del Grupo de Expertos y se formulan recomendaciones sobre posibles formas de proceder con respecto a los ENM.
- 16.** Basándose en las experiencias pasadas con los ENM, utilizando materiales y conceptos de ejemplos pasados y presentes y consciente del actual contexto político, el grupo espera haber arrojado alguna luz sobre la cooperación multilateral y haber determinado varias opciones y enfoques posibles que puedan ser de utilidad para la comunidad nuclear en los años venideros en sus esfuerzos por lograr un sólido ciclo del combustible nuclear.

Capítulo 2 - Contexto político actual

17. El régimen mundial de no proliferación nuclear ha logrado limitar, aunque no prevenir por completo, la mayor difusión de las armas nucleares. La amplia mayoría de los Estados se ha comprometido legalmente a abandonar la fabricación y adquisición de armas nucleares y se ha atenido a ese compromiso. Con todo, los últimos años han sido un período tumultuoso y difícil en el que se han planteado nuevos desafíos al sistema de no proliferación internacional.

18. El esfuerzo en pos de la no proliferación nuclear desplegado durante decenios se halla amenazado: por las carreras de armamentos regionales; por violaciones o incumplimientos fundamentales de los acuerdos de salvaguardias, sin que se adopten plenas medidas correctoras; por la forma incompleta en que se han aplicado los controles de exportación que exige el TNP; por las nacientes y alarmantes redes de suministro nuclear bien organizadas; y por el creciente riesgo de adquisición de materiales nucleares u otros materiales radiactivos por parte de terroristas y otros agentes no estatales.

19. Está surgiendo una nueva preocupación relacionada con la posible “evasión” de las responsabilidades previstas en el TNP, como lo ejemplifican las medidas adoptadas por la RPDC. Se postula un escenario en el que un ENPAN adquiere elementos estratégicos de un ciclo del combustible nuclear -enriquecimiento de uranio y/o separación de plutonio- aparentemente para utilizarlos con fines pacíficos según establece el TNP, pero después se retira del Tratado, tras presentar la notificación de retirada requerida con una antelación de tres meses, y queda entonces libre para utilizar su capacidad nuclear en el desarrollo de armas nucleares. El ejemplo más cercano de un suceso negativo de ese tipo es el caso de la República Popular Democrática de Corea (RPDC), país respecto del cual la Junta de Gobernadores declaró que “seguía incumpliendo” su acuerdo de salvaguardias en virtud del TNP y que, con posterioridad, anunció su retirada del Tratado. Hasta la fecha, este anuncio no ha provocado la adopción de medida alguna por parte del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Recientemente la RPDC ha afirmado una vez más que posee armas nucleares. Si bien la mayor parte de los materiales y de la infraestructura nucleares de la RPDC fueron adquiridos antes de su adhesión al TNP y de la entrada en vigor de su acuerdo de salvaguardias en virtud del Tratado, la comunidad internacional considera que la retirada es inaceptable, y que el hecho de que la RPDC haya anunciado su retirada del TNP, siga incumpliendo su acuerdo de salvaguardias en virtud del TNP, pueda haber participado en las redes clandestinas de suministro de artículos nucleares y pueda estar desarrollando armas nucleares, va en detrimento de la buena fe en el derecho de los tratados. La gran prioridad para la comunidad internacional sigue siendo superar esta “crisis nuclear de la RPDC” y excluir la posibilidad de que se presente otro escenario similar.

20. Por otra parte, muchos ENPAN han expresado durante mucho tiempo su preocupación por que los cinco Estados poseedores de armas nucleares (EPAN) reconocidos en el TNP no están avanzando lo suficiente en el cumplimiento de sus compromisos de desarme nuclear contraídos en virtud del Tratado. Si bien se ha alcanzado cierto progreso, la diferencia entre el resultado y lo previsto sigue suscitando críticas acerbadas de muchos ENPAN, que la mencionan como un

importante obstáculo para el apoyo a nuevas iniciativas de no proliferación que les afectan directamente. Lo mismo puede decirse de los constantes retrasos en el inicio de negociaciones sobre un tratado de cesación de la producción de material fisionable, y en la entrada en vigor del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (TPCEC), dos medidas que durante decenios han figurado en el programa mundial de desarme y no proliferación nucleares.

21. Como señaló el Director General del OIEA en su discurso en la Conferencia de Carnegie de junio de 2004: cualquier nuevo ajuste del régimen [de no proliferación y desarme nucleares] deberá incluir a los Estados que no son partes en el TNP.

22. A pesar de estos problemas han tenido lugar acontecimientos positivos. Actualmente son partes en el TNP 189 países (incluida la RPDC). Los países proveedores están tratando de ejercer mayor vigilancia sobre sus controles de exportación. Entretanto, en respuesta al descubrimiento por el OIEA del programa de armas nucleares no declarado del Iraq a principios del decenio de 1990, la comunidad internacional actuó con firmeza para fortalecer el sistema de salvaguardias del OIEA y aprobar el modelo de Protocolo adicional (INFCIRC/540 (Corr.) como norma del sistema de salvaguardias del OIEA. El modelo de Protocolo adicional proporciona mayor información al Organismo sobre las actividades y los planes nucleares futuros de los Estados, y más instrumentos de verificación que incluyen, entre otras cosas, el acceso físico ampliado a todos los emplazamientos y lugares donde existan materiales nucleares, así como a las actividades nucleares en que no intervienen materiales nucleares, con el fin de dar garantías fiables de la inexistencia de materiales y actividades nucleares no declarados. El OIEA utiliza equipo más avanzado para la verificación de los materiales nucleares, por ejemplo equipo de transmisión automática de datos y, al evaluar las actividades nucleares de los Estados su enfoque es más complejo y su actuación más alerta y receptiva. Estos nuevos arreglos están teniendo ya un efecto positivo en el grado de confianza en las salvaguardias del OIEA, y han dado lugar a propuestas de que el Protocolo adicional sea considerado una norma en el marco del TNP. Otro indicio positivo son los esfuerzos por establecer nuevas zonas libres de armas nucleares en virtud del Tratado en las que se apliquen las salvaguardias del OIEA con fines de verificación.

23. Como resultado de la colaboración internacional entre la Federación de Rusia y los Estados Unidos en el marco del programa "*De Megatonas a Megavatios*"³ grandes cantidades de uranio muy enriquecido (UME) liberado de ojivas nucleares rusas desmanteladas han sido degradadas a uranio poco enriquecido (UPE) para uso civil. Además, como parte de los programas estadounidenses de devolución de combustible, ya se ha recuperado una cantidad importante de combustible de UME para reactores de investigación suministrado por los Estados Unidos. También se

³ El programa *De Megatonas a Megavatios* es un proyecto gubernamental industrial financiado con fines comerciales que permite degradar y reciclar uranio apto para la fabricación de bombas, proveniente de ojivas nucleares rusas desmanteladas, y convertirlo en combustible que se utiliza fundamentalmente en centrales nucleares estadounidenses. El programa, que se inició en 1994, está siendo ejecutado por la empresa USEC, como agente ejecutivo del Gobierno de los Estados Unidos, y por TENEX, en representación del Gobierno de Rusia. Se espera que en 2013, una vez concluido el programa, se habrán reciclado 500 toneladas de materiales nucleares aptos para la fabricación de armas (el equivalente de 20 000 ojivas) convirtiéndolas en una cantidad de combustible equivalente al 14% (5,5 millones de UTS) de la actual demanda mundial de enriquecimiento.

están adoptando medidas similares con respecto al combustible de UME suministrado por Rusia. La resolución 1540 (2004) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas se aprobó con el fin de prevenir el acceso de grupos terroristas y agentes no estatales a los materiales nucleares y otras armas de destrucción en masa, y en ella se establece como requisito obligatorio que todos los Estados apliquen un sistema nacional de control apropiado que garantice la seguridad de estos materiales.

24. Otro factor importante y distinto es el hecho de que la industria nuclear civil parece estar en condiciones de comenzar su expansión mundial. La demanda mundial de electricidad en rápido crecimiento, la incertidumbre del suministro y el precio del gas natural, los precios cada vez altos del petróleo, las preocupaciones acerca de la contaminación atmosférica y el inmenso desafío que plantea la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son elementos que obligan a analizar nuevamente las cuestiones asociadas a la energía nucleoelectrica. A medida que mejoran las bases técnicas y de organización de la seguridad nuclear, crece la confianza en la seguridad de las centrales nucleares. El interés actual y renovado que existe en muchas regiones del mundo hace realidad la perspectiva de contar con nuevas centrales nucleares en gran escala. Un número mayor de Estados considerará la posibilidad de desarrollar sus propias instalaciones del ciclo del combustible y sus conocimientos técnicos en el ámbito nuclear, y tratarán de obtener garantías respecto del suministro de materiales, servicios y tecnologías.

25. Los Estados han tratado de obtener estas capacidades por diversos motivos, entre otros, desarrollar programas nucleares con fines totalmente pacíficos y legítimos; disipar las dudas sobre la fiabilidad del suministro de combustible de fuentes extranjeras; conservar los recursos de combustible nuclear mediante el reprocesamiento; lograr prestigio como Estado poseedor de instalaciones del ciclo de combustible nuclear avanzadas y complejas; sacar provecho de las aplicaciones industriales, tecnológicas y científicas indirectas; vender los servicios de enriquecimiento o reprocesamiento en el mercado internacional; y porque el Estado lo considera justificable desde el punto de vista económico. También algunos Estados han tratado de obtener estas tecnologías -reactores de investigación y fabricación de combustible- con objeto de desarrollar armas nucleares o garantizar la opción de hacerlo.

26. Históricamente, los Estados que han deseado poseer armas nucleares han tratado de obtenerlas directamente⁴ poniendo en práctica programas de desarrollo de armas con ese fin. No obstante, sin controles adecuados, en algunos casos se ha utilizado el ciclo del combustible nuclear de uso civil para apoyar un programa de desarrollo de armas. A pesar del fortalecimiento de las salvaguardias del OIEA, está claro que desde el punto de vista de la no proliferación no conviene que cada Estado que posea programas de investigación nuclear y/o energía nuclear establezca necesariamente sus propias instalaciones de enriquecimiento y reprocesamiento

⁴ NEFF, T.L. "The Nuclear Fuel Cycle and the bush Non-Proliferation Initiative", World Nuclear Fuel Cycle 2004 (Actas de la Conferencia Internacional Madrid 2004)

(aun cuando esas actividades se realizaran dentro de los límites estipulados en el artículo IV del TNP)⁵

27. En el decenio de 1970, la búsqueda de métodos alternativos para completar los ciclos del combustible nacionales, alentada por las crecientes preocupaciones acerca de las posibles “economías del plutonio” y por la explosión nuclear de 1974 en la India, propiciaron, a su vez, el surgimiento de varias iniciativas internacionales que constituyen los principales elementos de la perspectiva histórica que se ofrece en el capítulo siguiente.

⁵ Entre las últimas propuestas que destacan la necesidad de hacer frente al posible riesgo de proliferación que plantea el ciclo del combustible nuclear se incluyen, entre otras: el discurso del Presidente George W. Bush en la National Defense University el 11 de febrero de 2004; la declaración ministerial presentada por escrito por el Secretario de Relaciones Exteriores del Reino Unido, Sr. Jack Straw, el 25 de febrero de 2004; la declaración del G-8 en su Cumbre de junio de 2004; las nuevas propuestas presentadas por el Director General del OIEA, Sr. Mohamed ElBaradei; y el informe del Grupo de alto nivel sobre las amenazas, los desafíos y el cambio establecido por el Secretario General de las Naciones Unidas, diciembre de 2004.

Capítulo 3 - Perspectiva histórica

28. Desde el comienzo mismo de la era nuclear se reconoció que el átomo tenía aplicaciones tanto pacíficas como militares. La internacionalización de la energía nuclear tiene su origen en el Plan Baruch, de 1946, en el que los Estados Unidos propusieron que los Estados transfirieran a un organismo internacional de desarrollo de la energía atómica la propiedad y el control de sus actividades y materiales nucleares de carácter civil. Casi diez años después, en 1953, el Presidente de los Estados Unidos Eisenhower dio a conocer su plan denominado Átomos para la Paz. Esto, a su vez, sentó las bases no sólo para el establecimiento del OIEA, sino además para una difusión generalizada de los conocimientos y la tecnología nucleares del sector civil. Todas estas circunstancias aumentaron la preocupación por la posibilidad de que, a causa del acceso ilimitado a las tecnologías de la fisión nuclear y al ciclo del combustible nuclear, en algún lugar alguien encendiera el detonador que aceleraría la proliferación de las armas nucleares.

29. La finalidad del TNP era detener esa proliferación al limitar la categoría de Estado poseedor de armas nucleares a aquellos Estados que habían fabricado y hecho explotar un dispositivo nuclear explosivo antes del 1º de enero de 1967, y disponer en su artículo VI que todas las partes se comprometían a “celebrar negociaciones de buena fe sobre medidas eficaces relativas a la cesación de la carrera de armamentos nucleares en fecha cercana y al desarme nuclear”; y, con respecto a los Estados no poseedores de armas nucleares, al estipular que sus actividades nucleares debían tener fines pacíficos exclusivamente y estar sometidas al sistema de salvaguardias del OIEA. Como se ha señalado, el TNP ha logrado un éxito notable en lo tocante a limitar la proliferación de las armas nucleares, pese a los desafíos de que ha sido objeto el régimen. Algunos de estos desafíos no son nuevos, cobraron especial magnitud en el decenio de 1970 y dieron lugar a una considerable actividad diplomática y otras iniciativas conexas, incluso a propuestas de acuerdos multilaterales.

30. Uno de los acontecimientos más importantes de esa época fue la “explosión nuclear pacífica” realizada en la India en mayo de 1974. Otro acontecimiento destacado fue la crisis del petróleo ocurrida de mediados a finales del decenio de 1970, que provocó planes y expectativas de un crecimiento exponencial del número de instalaciones nucleares para satisfacer la demanda mundial de energía. En esencia, el mundo se veía ante la perspectiva de transferencias en gran escala de equipo y materiales que guardaban relación con los aspectos más delicados del ciclo del combustible nuclear y se combinaban, además, con la diseminación de los conocimientos sobre fisión nuclear y sus diversos usos, así como con la consiguiente capacitación. A la sazón se expresó particular ansiedad por el aumento previsto de las instalaciones de reprocesamiento (la “economía del plutonio”) y el consiguiente aumento del riesgo de proliferación horizontal y robo a nivel subnacional.

31. Ello provocó inquietud acerca de cómo controlar este proceso y a la vez asegurar el respeto de las normas de no proliferación, lo que dio lugar a varias propuestas de acuerdos regionales, multilaterales e internacionales. La finalidad de las propuestas era, por una parte, fortalecer el objetivo del TNP de desalentar la proliferación horizontal y, por otra, no socavar el derecho de todos los Estados a explotar la energía nuclear para fines pacíficos. La Conferencia General del OIEA examinó brevemente la cuestión en 1974 y se ocupó concretamente de la posibilidad de establecer instalaciones internacionalmente aprobadas para que se hicieran cargo de todo el combustible gastado proveniente de los reactores de potencia. En la Declaración Final de la Conferencia de examen del TNP de 1975 se incluyó también la conclusión de que *“los centros regionales o multinacionales del ciclo del combustible nuclear pueden ser un medio ventajoso de satisfacer, en condiciones de seguridad y económicamente, las necesidades de muchos Estados cuando inicien o amplíen programas de energía nuclear, y de facilitar al propio tiempo la protección física y la aplicación de las salvaguardias del OIEA y contribuir a la consecución de los objetivos del Tratado”*.

32. Entre los esfuerzos más visibles por promover los enfoques nucleares multilaterales (ENM) en los decenios de 1970 y 1980 figuran los siguientes: el Estudio del OIEA sobre centros regionales del ciclo del combustible nuclear (1975-1977); el programa de evaluación internacional del ciclo del combustible nuclear (1977-1980); el Grupo de expertos sobre almacenamiento internacional del plutonio (1978-1982); y el Comité para Asegurar los Suministros, del OIEA (1980-1987). En sentido general, en estos estudios se concluyó que la mayoría de los acuerdos propuestos eran técnicamente viables y que, sobre la base de las proyecciones de la demanda de energía, las economías de escala los hacían atractivos desde el punto de vista económico.

- a. En el Estudio sobre centros regionales del ciclo del combustible nuclear (CRCC) (1975-1977), la primera de las iniciativas del decenio de 1970, se examinó la posibilidad de mancomunar los recursos de los Estados para crear centros regionales del ciclo del combustible⁶. Al igual que en la mayor parte de las iniciativas de esa época, se hacía hincapié en la parte final del ciclo del combustible, concretamente en el reprocesamiento y la contención del plutonio. La conclusión a que se llegó con este estudio fue que, en resumen, la propuesta era válida desde el punto de vista técnico, pero que podían surgir problemas relacionados con la transferencia de tecnología, la protección física y el posible riesgo de obstrucción por parte del país sede.
- b. En el Estudio sobre la evaluación internacional del ciclo del combustible nuclear (INFCE) (1977-1980), que se derivó de las preocupaciones por el uso generalizado del plutonio, también se examinó la posibilidad de establecer instalaciones regionales del ciclo del combustible y otros modelos de almacenamiento multilateral para el plutonio⁷. También en este caso las conclusiones fueron generalmente positivas, pero en ellas primaron otros

⁶ REGIONAL FUEL CYCLE CENTRES, 1977 Report of the IAEA Study Project (vols. I & II), OIEA, Viena (1977).

⁷ INTERNATIONAL NUCLEAR FUEL CYCLE EVALUATION “INFCE Summary Volume”, (INFCE/PC/2/9), OIEA, Viena (1980).

aspectos que tendían a concentrarse en la posibilidad de hallar un arreglo tecnológico para reducir los riesgos de proliferación. Al final de los tres años de la labor del INFCE se llegó a la conclusión general de que ningún enfoque del ciclo del combustible era de por sí inherentemente superior a otro desde el punto de vista de la no proliferación y que, si bien valía la pena buscar opciones para aumentar la resistencia a la proliferación, las medidas técnicas no podían compensar por sí solas las debilidades del régimen internacional de no proliferación nuclear.

- c. El Grupo de expertos sobre almacenamiento internacional del plutonio (AIP) (1978-1982) examinó el mandato del OIEA en virtud del apartado 5 del párrafo A del artículo XII de su Estatuto, en el que se prevé la supervisión por el Organismo de la gestión, el almacenamiento y la liberación del plutonio⁸. También se convocó por separado un Grupo de expertos sobre almacenamiento del combustible gastado. No se logró consenso sobre ninguna de estas iniciativas.
- d. Los estudios emprendidos por el Comité para Asegurar los Suministros (CAS), del OIEA⁹ (1980-87), que también examinó el concepto de los enfoques multilaterales como parte central de su programa, sufrieron un destino similar.
- e. Otro esfuerzo ulterior por lograr resultados concretos en materia de enfoques multilaterales fue la celebración en 1987 de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Fomento de la Cooperación Internacional en la Utilización de la Energía Nuclear con Fines Pacíficos, pero tampoco dio frutos. Básicamente, la preparación de la Conferencia duró siete años y fue imposible generar conclusiones concretas debido a la falta de consenso político sobre el asunto.

33. Todas estas iniciativas fracasaron por diversas razones políticas, técnicas y económicas, pero principalmente porque las partes no pudieron convenir compromisos y condiciones de no proliferación que dieran derecho a los Estados a participar en las actividades multilaterales. Además, primaron las diferencias de opinión entre aquellos países o regiones que no se proponían reprocesar ni reciclar el plutonio y los que estaban a favor de hacerlo (a este último grupo le preocupaba en particular la disponibilidad del suministro de combustible y la posibilidad de que los proveedores lo interrumpieran). Por añadidura, el impulso decayó mucho debido a la disminución del número de nuevos programas nucleares civiles en importantes zonas del mundo desarrollado, lo que limitó de facto la diseminación de las instalaciones de reprocesamiento y dispuso temporalmente los temores de que surgiera una economía mundial del plutonio. En consecuencia, al final del decenio de 1980 habían languidecido los esfuerzos por establecer mecanismos multilaterales.

34. La situación permaneció igual hasta 1997, al celebrarse el Simposio Internacional sobre el ciclo del combustible y los reactores nucleares, que a la sazón tuvo escaso relieve público pero al que, en retrospectiva, cabe reconocerle el mérito de haber ampliado el centro de interés de los enfoques multilaterales para que, además de la parte final del ciclo del combustible (el reprocesamiento), incluyeran la

⁸ Expert Group on International Plutonium Storage – Report to the Director General, IAEA-IPS/EG/140(Rev.2), IAEA, Viena (1982).

⁹ Documentos y monografías preparados por el CAS (CAS/INF/4), OIEA, 1985.

parte inicial (el enriquecimiento). Una de las conclusiones más importantes del simposio fue que las iniciativas anteriores no habían tenido éxito a causa de la diferencia entre las prioridades que motivaban a los gobiernos y las de la industria nuclear: para los primeros las prioridades eran la legitimidad política y el apoyo público, y para la segunda, la factibilidad técnica y la viabilidad comercial. Según se refleja en los resultados del simposio, el gran desafío futuro será reconciliar estas prioridades diferentes.

35. Posteriormente, en el marco de varias reuniones auspiciadas por el OIEA en 2001 y 2002, el centro de la atención sobre el enfoque multilateral del ciclo del combustible se amplió y rebasó el reprocesamiento y el enriquecimiento para incluir además los repositorios de combustible gastado y desechos nucleares. Una vez más se dedujo de las deliberaciones que las cuestiones políticas e institucionales eran los principales obstáculos para el establecimiento de tales instalaciones, pero que las consideraciones técnicas y económicas las favorecían. Esas reuniones dieron lugar a la preparación de un documento técnico del Organismo (TECDOC) sobre la creación de repositorios multinacionales para los desechos radiactivos¹⁰.

36. Hoy día estos conceptos han cobrado una nueva prominencia y ello dio pie a la propuesta formulada por el Director General en septiembre de 2003 de que se volvieran a considerar. El régimen de no proliferación nuclear enfrenta algunos antiguos retos (la explotación nacional de instalaciones delicadas frente a su explotación multinacional); un suministro de combustible seguro; preocupaciones en torno a las limitaciones percibidas del TNP), y, como se señaló anteriormente, encara desafíos nuevos, espectaculares e inmediatos. Según sugieren algunas tendencias, ahora podría haber mayores probabilidades de éxito en el desarrollo de ENM. Actualmente, tanto los Estados como las organizaciones internacionales tienen más experiencia en materia de salvaguardias, explotación comercial de instalaciones delicadas y de los mercados del combustible nuclear, vigilancia de la información y evaluación de los servicios de inteligencia, y determinación de las vías que conducen a las armas nucleares. Habida cuenta de los desafíos que enfrenta el régimen, tal vez estén más motivados para la búsqueda de soluciones. Como se indica en el párrafo 15 supra, el desafío general a que se enfrenta el Grupo es utilizar la experiencia anterior y los conocimientos actuales con miras a definir opciones prometedoras para los ENM que permitan el avance del régimen de no proliferación y, a la vez, el eficaz funcionamiento de los ciclos del combustible nuclear con fines pacíficos.

¹⁰ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Developing multinational radioactive waste repositories: Infrastructural framework and scenarios of cooperation, OIEA – TECDOC – 1413, OIEA, Viena 2004

Capítulo 4 - Factores intersectoriales

37. El examen de enfoques multilaterales del ciclo del combustible nuclear tiende a abarcar determinados factores comunes, ya se trate del enriquecimiento, el reprocesamiento, el almacenamiento o la disposición final. Como se prevé en el mandato que confirió el Director General al Grupo de expertos, estos factores intersectoriales comprenden todo el espectro de las cuestiones relativas a tecnología nuclear, economía, garantías del suministro, mecanismos jurídicos e institucionales y no proliferación y seguridad. En el presente capítulo se analizan dichos factores intersectoriales.

4.1 - Avances de las tecnologías nucleares

38. En esta sección se aborda un importante factor de la proliferación y sus consecuencias para las salvaguardias y la verificación, a saber, el grado en que las nuevas tecnologías y otros avances científicos interactúan para reducir el umbral de accesibilidad a las tecnologías nucleares delicadas y, a la vez, permitir que el OIEA realice una verificación más eficaz y eficiente.

39. Desde el decenio de 1970 se han producido importantes avances de la tecnología nuclear entre los que figuran los siguientes:

40. Tecnología de la información (TI): La TI ha cambiado drásticamente desde el decenio de 1970 gracias a la introducción de computadoras y sistemas operativos más rápidos, pequeños y versátiles, de bajo costo y más confiables. Por ejemplo, los complejos códigos de grupos múltiples y cálculos hidrodinámicos que antes requerían horas en las supercomputadoras más rápidas (Cray-1), se pueden realizar hoy en un tiempo similar o menor con una computadora personal de 2 000 euros, sobre todo si está conectada con otras computadoras personales en una red.

41. Sin embargo, el adelanto más sobresaliente de la TI ha sido la aparición, diseminación y utilización de la Internet, en la que, además de la amplia disponibilidad de información, lo cual fomenta el conocimiento, pueden obtenerse a nivel mundial y con escasa dificultad un caudal de diseños, métodos y técnicas de la tecnología nuclear de carácter delicado (por ejemplo, las primeras generaciones de centrifugadoras de producción para el enriquecimiento de uranio y diagramas de flujo del reprocesamiento, incluidas descripciones detalladas de los correspondientes aspectos radioquímicos).

42. Tecnología de sensores, ingeniería de procesos y miniaturización: Ahora pueden adquirirse a bajo costo sensores para parámetros físicos de todo tipo, por ejemplo, sensores ópticos (satélites), de radiación, de presión y de movimiento. Estos procesos se han optimizado y miniaturizado y ya son resistentes a las radiaciones y económicos. Los adelantos alcanzados en esta esfera facilitan la aplicación de las salvaguardias mediante la observación a distancia, los sistemas instalados y los sensores manuales.

43. Tecnología de materiales: Cabe citar como ejemplo la utilización de componentes no metálicos en los procesos de enriquecimiento y reprocesamiento. Los materiales de doble uso están muy difundidos en el ámbito nuclear.

44. Química: La investigación básica ha dado lugar a la creación de nuevas técnicas de reprocesamiento, por ejemplo, mediante procesos piroquímicos con los cuales se pueden lograr corrientemente factores de separación elevados en geometrías pequeñas. Se han mejorado notablemente los métodos analíticos, a tal punto que es posible determinar corrientemente concentraciones inferiores a la millonésima parte de una millonésima¹¹ Estos adelantos revisten una importancia especial para las actividades de verificación del Organismo.

45. Por ultimo, la **combinación** de todos estos avances ha generado poderosas sinergias¹² Los beneficios que reportan estos adelantos técnicos a las instalaciones nucleares son una mayor seguridad nuclear, la racionalización de los procesos y mejora de los aspectos económicos. También han contribuido a la creación de sistemas nucleares innovadores que, según se afirma, son resistentes a la proliferación, seguros y económicos. Por tanto, la labor conexas realizada en el marco del proyecto INPRO del OIEA y los proyectos multinacionales de la Generación IV puede tener repercusiones para la no proliferación, la seguridad y la economía de la energía nuclear en su conjunto.

46. Debido a los adelantos tecnológicos, desde el punto de vista técnico resulta menos difícil ocultar los usos no pacíficos en las instalaciones complejas. En cambio, las actividades de verificación del Organismo y otros sistemas de verificación también han sacado provecho de la mayor parte de estos adelantos, en particular respecto de la evaluación de la contabilidad de los materiales mediante la tecnología de la información (TI), el análisis de partículas, las mediciones destructivas y no destructivas (química) y la vigilancia (tecnología de sensores y TI). De hecho, ya es posible desde el punto de vista técnico verificar en tiempo real la mayoría de los procesos nucleares con fines pacíficos, y ciertamente ya se hace en aquellos casos en que el OIEA lo considera rentable y los gobiernos han cooperado en la aplicación.

47. La evaluación de la repercusión de estos adelantos sobre diversos aspectos de los usos de la energía nuclear con fines pacíficos, tales como los riesgos de proliferación, las salvaguardias, la garantía del suministro, la seguridad de la planificación energética y la economía demuestra lo siguiente:

- a. Mayor accesibilidad: los riesgos de proliferación han aumentado notablemente en los últimos decenios debido al mayor acceso a las tecnologías nucleares delicadas, que se ponen a disposición por conducto de redes de suministro clandestinas que abarcan el mundo entero, y debido a la difusión de información sobre el diseño.

¹¹ Los químicos afirman que estas concentraciones tan bajas equivalen a la concentración de un terrón de azúcar disuelto en una cantidad de agua del volumen del Mar Báltico.

¹² Por ejemplo, esas sinergias dieron lugar a la creación y puesta en funcionamiento de estaciones de medición automática avanzada para las verificaciones del OIEA, en las que sensores de movimiento ponen en marcha mediciones no destructivas y grabaciones en vídeo de objetos que se desplazan por el espacio de que se trate, junto con la transmisión automática y codificada de esos datos a la Sede del OIEA por la Internet.

- b. Salvaguardias: los adelantos tecnológicos han tenido una fuerte y positiva influencia en este campo y han aumentado la eficacia y eficiencia de las salvaguardias. Ahora bien, como se señaló supra, no se ha llegado a un acuerdo acerca de si este factor positivo compensa plenamente los riesgos de proliferación mayores que entrañan tales adelantos.
- c. La garantía del suministro y la seguridad de la planificación energética: puesto que las tecnologías avanzadas entrañan la promesa de instalaciones de pequeña escala y bajo costo, alientan la búsqueda de instalaciones nacionales, o los ENM pueden hacerlas más atractivas para el logro de la autosuficiencia nacional o regional en lo referente al ciclo del combustible. Para los países más pequeños, esas instalaciones aumentan la posibilidad de lograr la independencia nacional a un costo razonable.
- d. Así pues, en términos económicos, la tecnología ha posibilitado la construcción de instalaciones más pequeñas y es probable que esta tendencia continúe; es decir, que para un rendimiento y un tamaño dados, los costos se han reducido. Con todo, las economías de escala no han perdido vigencia y en casos de mayor rendimiento una asociación multinacional podría resultar mejor en lo económico que las instalaciones nacionales.

48. Por el lado de la producción, parece haberse facilitado el enriquecimiento de uranio para usarlo en la fabricación de armas utilizando ultracentrifugadoras de primera generación, puesto que es más fácil acceder a documentos sobre el diseño, los materiales y el control del proceso de estas primeras máquinas. Ahora bien, todavía no están disponibles los diseños avanzados que permiten lograr un resultado uniforme a costo razonable. Por otra parte, los conocimientos especializados y la experiencia de alrededor de 20 años de desarrollo no se pueden reconfigurar ni transformar en unos pocos años. Con respecto a la conversión de uranio, de óxidos de uranio en UF_6 o viceversa, ya se puede acceder fácilmente a los conocimientos prácticos.

49. Las actividades de verificación de salvaguardias relacionadas con el uso pacífico de las plantas de enriquecimiento y los procesos de conversión asociados se han hecho muy eficaces como consecuencia de los avances en química y tecnología de sensores mencionados supra. La verificación en tiempo real de una instalación de enriquecimiento puede efectuarse a un costo prorrateado inferior a la milésima parte de lo que cuesta producir una "unidad de trabajo de separación" (SWU).

50. Las instalaciones de reprocesamiento en gran escala que utilizan química húmeda serán objeto de inspecciones del OIEA. El Organismo ha definido los métodos y criterios de verificación que deberán aplicarse. La verificación de instalaciones de reprocesamiento modernas que realizan procesos químicos complejos exige una red muy compleja de sensores avanzados. Por consiguiente, es costosa y repercute en los recursos financieros y humanos del OIEA. La aplicación de salvaguardias a técnicas de reprocesamiento avanzadas, como las que se basan en procesos piroquímicos, constituirá un desafío. Se podrá llevar a cabo una

verificación más sencilla y menos costosa cuando las plantas se construyan sin incluir la separación explícita de U, Pu y actínidos menores.

51. Con respecto a las instalaciones del ciclo del combustible que se ocupan de la parte final de éste (combustible gastado e instalaciones conexas), no existen mayores problemas de verificación puesto que los adelantos tecnológicos permiten una eficiente aplicación de las salvaguardias del OIEA mediante la verificación en tiempo real del combustible de MOX y el combustible gastado e instalaciones conexas. La aplicación generalizada del protocolo adicional acelerará aún más esta evolución al permitir el acceso a lugares situados más allá de los “puntos estratégicos” usuales.

4.2 - Economía

52. En esta sección se ofrece un resumen de consideraciones genéricas pertinentes para todas las instalaciones multinacionales del ciclo del combustible nuclear. En las secciones correspondientes del capítulo siguiente se abordan otras consideraciones económicas que atañen concretamente a diferentes tecnologías (enriquecimiento, reprocesamiento, almacenamiento y disposición final).

53. La historia y la lógica sugieren que mientras más rentable sea una propuesta más fácil será obtener asociados para su ejecución. Existen economías de escala para la mayor parte de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear, y la probabilidad de que las instalaciones multinacionales sean de mayor tamaño que las nacionales plantea la posibilidad de que las economías de escala, simultáneamente, favorezcan la no proliferación y generen beneficios económicos. Este doble incentivo debería facilitar el establecimiento de una instalación multinacional. Además, ser el país donde se ejecuta un ENM entraña muchos beneficios, como grandes inversiones de capital y creación de empleos.

54. Las economías de escala y los beneficios económicos no son condiciones suficientes para crear una instalación multinacional. Incluso si existen, por las razones expuestas más adelante podría ser muy difícil estructurar incentivos que resulten atractivos para todos los asociados que se necesiten. Además, puede que resulte imposible disuadir a un país interesado en la proliferación aunque se le ofrezca una opción muy lucrativa de ENM.

55. Como ocurre con cualquier otra empresa comercial, el atractivo económico del ENM será vulnerable a los reveses o los grandes cambios económicos, ya se deban a los mercados, la política, accidentes o desastres naturales. En tales casos, tal vez se necesiten mecanismos de protección y seguro para aumentar su atractivo económico pese a dichas posibilidades. Asimismo, el atractivo de un ENM no debe depender en exceso del desarrollo futuro de la energía nucleoelectrónica, ya se encuentre ésta en fase de expansión o de contracción, sea en escala mundial o regional.

56. A veces las diferentes partes tienen motivaciones y expectativas diferentes. Para que el ENM prospere hay que ajustar esas diferencias de manera que se pueda atraer a los participantes necesarios para producir los beneficios deseados,

tanto económicos como en materia de no proliferación. Los costos de la puesta en marcha, las operaciones, las responsabilidades y la reserva necesaria (por ejemplo, en previsión de una posible clausura) deben asignarse de manera eficiente y equitativa para los participantes. Deben incluirse disposiciones aceptables de solución de controversias, y si se necesitara una participación universal o muy amplia, tal vez sea preciso tomar disposiciones de indemnización a fin de garantizar que cada una de las partes considere asegurada su ganancia neta.

4.3 - Garantías de suministro

57. En la actualidad, el mercado comercial satisface la demanda de servicios del ciclo del combustible con sujeción a la aprobación oficial de las exportaciones. Existe una diversidad de compañías comerciales de enriquecimiento, la capacidad supera a la demanda en esta esfera y, a juzgar por los planes en curso de sustitución de la difusión por la centrifugación, es probable que esa capacidad se mantenga fácilmente por encima de los aumentos de la demanda previstos a mediano plazo (por ejemplo, hasta que concluya el acuerdo entre los Estados Unidos y Rusia sobre la conversión de UME a UPE). La situación es similar con respecto a otros procesos de la parte inicial (tales como la conversión y la fabricación de combustible). Las únicas posibilidades de que se altere este equilibrio del mercado del uranio serían aumentos notables de la demanda de energía nucleoelectrónica o una interrupción súbita del suministro.

58. Sin embargo, existe el riesgo de que un Estado que cuente con capacidad de enriquecimiento de uranio suspenda los suministros a otros Estados para ganar influencia por motivos totalmente ajenos al interés por la no proliferación. Ante esa posibilidad, un país que necesite uranio poco enriquecido para centrales nucleares podría estar interesado en que existieran medidas alternativas no relacionadas con el mercado para dar garantías del suministro. Aparte de la producción de materiales nucleares utilizables para armas, las motivaciones para la construcción de una instalación nacional de enriquecimiento podrían incluir las siguientes:

- a. Reducción de la dependencia externa de proveedores extranjeros y logro de una mayor independencia económica, por ejemplo, para enfrentar la escasez de divisas o suministros energéticos;
- b. Experiencias negativas en el pasado y poca confianza en los proveedores existentes;
- c. Prestigio nacional y expectativas de beneficios para el desarrollo industrial y tecnológico; y
- d. Posible ventaja técnica que permitiría lograr costos de producción inferiores a los de las instalaciones existentes y un margen comercial.

59. Para cualquier país dado, puede que ninguna de estas motivaciones sea pertinente, o que lo sean algunas, o todas. El establecimiento de un acuerdo multinacional podría servir de incentivo para que algunos Estados se unieran al ENM y renunciaran a su capacidad nacional. No obstante, una garantía externa del suministro que tuviera carácter internacional satisfaría dos de las primeras motivaciones de esta lista y cualquier incentivo ulterior (no necesariamente nuclear)

satisfaría la tercera. Puede que un Estado deseoso de contar con capacidad nacional no se proponga necesariamente crear una opción para adquirir armas nucleares, sino obtener ganancias tecnológicas o de mercado.

60. Como se recordó en el capítulo anterior, el INFCE y el CAS examinaron exhaustivamente las cuestiones relacionadas con la garantía del suministro y no pudieron formular conclusiones ni mecanismos convenidos para proporcionar esa garantía. Entre las medidas que se determinaron para los *clientes* figuraban mecanismos de distribución de riesgos entre el proveedor y el cliente, diversificación de los proveedores y los clientes, contratos adaptados a condiciones específicas, pronta conclusión de contratos comerciales, mejora del intercambio de información y mantenimiento de un sólido mercado de transacciones al contado. Las medidas previstas para los *gobiernos* incluían una aplicación más uniforme, consecuente y predecible de controles de las exportaciones y las importaciones; mecanismos de gestión de cambios de la política de no proliferación que minimizaran el riesgo de interferencia en los suministros a causa de cualquier desacuerdo resultante; y el establecimiento de un enfoque común de la no proliferación (que podría adoptar la forma de prácticas comunes, declaraciones conjuntas, códigos de conducta u otros instrumentos) en lugar de derechos de consentimiento previo.

61. En general, y en particular con respecto a los ENM, todo derecho de consentimiento previo debería basarse *primordialmente* en consideraciones relativas a la no proliferación, sobre todo en el cumplimiento de los acuerdos de salvaguardias, a fin de proporcionar una garantía fiable del suministro. Además, la opinión del OIEA debería ser decisiva en este sentido. Desde luego, cabría invocar otras razones legítimas en defensa de los derechos de consentimiento previo, por ejemplo, historiales de seguridad deficientes, seguridad física deficiente e insolvencia. A juzgar por las evidencias de que se dispone, está muy claro que los Estados titulares de derechos de consentimiento previo no los cederán fácilmente, a menos que se atiendan debidamente las preocupaciones mediante acuerdos adecuados de ENM.

62. El INFCE examinó dos posibles mecanismos multilaterales para emergencias relacionadas con los suministros, e insistió a la vez en la importancia de un funcionamiento sin trabas de los mercados competitivos como mejor garantía de los suministros. Se determinaron dos mecanismos de apoyo: una “red de seguridad” y un banco internacional de combustible.

63. El CAS realizó el seguimiento de estas deliberaciones del INFCE y presentó pronósticos periódicos de la oferta y la demanda de uranio. Sin embargo, no pudo llegar a consenso sobre los “Principios de la cooperación internacional en las esferas de la energía nuclear y la no proliferación nuclear” ni sobre los “Mecanismos de emergencia y de apoyo”, y se suspendieron oficialmente sus trabajos. Un obstáculo fundamental fue la imposibilidad de convenir principios generales de cooperación internacional, así como el rechazo a todo acuerdo fragmentario por parte de muchos países que no poseían programas de energía nucleoelectrónica.

Garantías relativas al combustible: Bancos de combustible físicos y virtuales y papel del OIEA como garante

64. Teóricamente, un **banco de combustible físico** podría almacenar materiales en cualquiera de las diversas formas posteriores al enriquecimiento. Algunas de las principales posibilidades de almacenamiento incluyen: UF_6 enriquecido en estado sólido o gaseoso, UO_2 en polvo, pastillas de UO_2 o conjuntos combustibles acabados. Cada una de estas posibilidades presenta las siguientes ventajas y desventajas.

65. El hexafluoruro de uranio (UF_6) es la forma de almacenamiento más flexible y la más conveniente para los usuarios ya que se puede almacenar fácilmente durante períodos largos y transportarse sin dificultad cuando es necesario. El UF_6 es la forma de uranio enriquecido menos resistente a la proliferación, la forma química más adecuada para convertir el UF_6 utilizable en reactores a uranio apto para la fabricación de armas.

66. El UO_2 en polvo se degrada con más rapidez que el UF_6 o las pastillas, por lo que esta forma de almacenamiento es menos idónea para un banco de combustible. Sin embargo, es más resistente a la proliferación porque su enriquecimiento clandestino requeriría un proceso previo de conversión y reducción. Cabría considerar que el almacenamiento de material con diversos grados de enriquecimiento en un banco de combustible aumenta la seguridad del suministro.

67. Las pastillas de UO_2 son física y químicamente estables y, por tanto, una opción de almacenamiento más adecuada para un banco de combustible. Ahora bien, el diseño de la pastilla depende del tipo de reactor. Esto sería una desventaja para un banco de combustible que deba proporcionar eficientemente garantías de suministro para una gama de reactores diferentes.

68. En la práctica, el almacenamiento de diversos conjuntos combustibles acabados es incompatible con la manera en que se explotan actualmente las centrales nucleares, puesto que los conjuntos combustibles se fabrican a medida para que reflejen el diseño operativo y la historia propios del reactor al que se destinan, así como las sucesivas mejoras en la tecnología de fabricación, los grados de quemado y los aspectos económicos del combustible.

69. Una “red de seguridad” o **banco de combustible virtual** se basaría en el compromiso de los países y/o empresas de poner a disposición su material enriquecido según se acuerde, ya bien directamente o por conducto del OIEA. Los proveedores podrían contraer sus compromisos con el Organismo, y éste entregaría el material enriquecido al Estado receptor. Existen precedentes del desempeño de esta función por el Organismo. En el decenio de 1960, en algunos casos la propiedad legal del combustible de un reactor de investigación se transfirió de los Estados Unidos al Organismo y de éste al país receptor sin que mediara un control físico del combustible por el Organismo. El OIEA podría mantener mecanismos de ‘garantía del suministro’ con varios proveedores, así como fondos disponibles para facilitar que se efectuara prontamente el pago a estos últimos antes de recaudarlo del país receptor.

70. Un banco de combustible virtual estaría estrechamente vinculado con los asociados industriales existentes y no perturbaría el mercado. Sin embargo, el material del banco se encontraría precisamente en aquellos países en los que menos confían los interesados en recibir garantías del suministro. Por consiguiente, el banco virtual necesitaría contar con bases genuinas en varios lugares que inspiren confianza. También necesitará: un riguroso proceso de supervisión y examen a cargo de gestores y juntas internacionales en las que estarían representados los Estados proveedores, así como una verificación eficaz y moderna del Organismo para mantener en estrecha vigilancia a todos los materiales.

71. A primera vista, la evidencia sugiere que si un banco de combustible pudiera mejorar la eficiencia, y por tanto las ganancias, ya la industria lo habría creado. Desde el punto de vista económico, un banco de combustible multilateral tendría que ver más con la distribución de los costos que con las ganancias.

72. Recientemente el “Grupo de alto nivel de las Naciones Unidas” formuló una recomendación¹³ sobre la participación del OIEA. En su informe, el Grupo instó *“a que sin más demora, se inicien y concluyan rápidamente negociaciones sobre un mecanismo, basado en las disposiciones existentes de los artículos III y IX del Estatuto del OIEA, que permita al OIEA ser el garante del suministro de material fisiónable a los usuarios civiles de energía nuclear. Con arreglo a semejante mecanismo, el Organismo debería poder satisfacer, por conducto de proveedores por él autorizados y a precios de mercado, la demanda de uranio poco enriquecido para combustible nuclear y de servicios de reprocesamiento de combustible gastado, y garantizar la prestación ininterrumpida de esos servicios mientras no se produjeran infracciones de los procedimientos de salvaguardia o inspección en las instalaciones en cuestión”*.

73. Según el acuerdo específico que se negociara, el término “garante” podría abarcar diversas funciones que habría de desempeñar el Organismo: juzgar si se cumplen las condiciones del suministro, incluida la evaluación de la situación del receptor en materia de no proliferación; activar toda decisión de efectuar un suministro, incluso mediante la solicitud a los gobiernos/empresas de que cumplan sus obligaciones al respecto; actuar como intermediario entre el proveedor y el receptor; y encargarse de la gestión general del mecanismo. En el desempeño de todas estas funciones de “garante”, el Organismo necesitará contar con la cooperación de otros agentes, es decir, los gobiernos y las empresas.

74. Sin embargo, no tiene que intervenir en el caso de un banco de combustible multilateral, aunque si lo hiciera proporcionaría una garantía más firme. En cambio, el banco de combustible podría ser sencillamente un acuerdo entre proveedores con o sin respaldo del gobierno. Las dos posibilidades se examinan con más detalle en el capítulo siguiente.

75. Desde el decenio de 1960 han existido preocupaciones por la garantía del suministro, y, aun en 2005, éste es un elemento central de las políticas nucleares nacionales. La disponibilidad segura de energía nuclear depende de que se

¹³ Informe del Grupo de Alto Nivel sobre las amenazas, los desafíos y el cambio establecido por el Secretario General, titulado “Un mundo más seguro: la responsabilidad que compartimos”, Naciones Unidas, Nueva York, 2004.

garantice el suministro de material, equipo y servicios nucleares, y se preste apoyo a los poseedores de centrales nucleares. Las soluciones nacionales, que son un privilegio de algunos pocos Estados, no están al alcance de otros. En una era de interdependencia y globalización crecientes, es cada vez menor la aspiración a la autosuficiencia como elemento de las políticas económicas nacionales. En tales circunstancias, los ENM podrían representar una alternativa eficaz frente a las soluciones nacionales y dependerían de las condiciones de la garantía del suministro y/o de servicios creíbles que los posibles clientes consideraran estables, fiables y económicos.

76. Conviene reiterar las condiciones fundamentales que podrían exigir los posibles asociados de un ENM:

- a. Diversidad de los proveedores participantes en el ENM;
- b. Disposición de un número suficiente de proveedores de otorgar al ENM un consentimiento genérico para la transferencia de los bienes y servicios respectivos, partiendo, desde luego, del cumplimiento de las premisas básicas (credenciales de no proliferación, seguridad física, control de las exportaciones e historiales de seguridad);
- c. Posibilidad de recibir de esos proveedores cantidades importantes de material fisionable exento de “banderas nacionales” y del ejercicio de derechos de consentimiento previo por otras partes;
- d. Una capacidad de reserva del combustible y los servicios respectivos suficiente para responder a emergencias relacionadas con el suministro, de índole equivalente a las reservas de petróleo nacionales obligatorias que mantienen los miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) bajo los auspicios del programa internacional de energía del Organismo Internacional de Energía Atómica;
- e. Un mecanismo veraz, oportuno, no discriminatorio y fiable de adopción de decisiones sobre la liberación de suministros para reposición;
- f. Un mecanismo de fijación de precios para el suministro de combustible y servicios de reposición en caso de emergencia, que se considere justo y dé lugar a precios no muy superiores a los del mercado; y
- g. Un proceso neutral y justo para determinar si un receptor que haya perdido a su proveedor original cumple satisfactoriamente sus compromisos de no proliferación.

4.4 - Base jurídica e institucional

77. El establecimiento y la explotación de un ENM deben tener una base jurídica apropiada. Las instalaciones de ese género podrían tener como base jurídica:

- a. un acuerdo internacional solamente (como Eurochemic, por ejemplo);
- b. la legislación nacional (como EUROTIF, por ejemplo);
- c. cualquier combinación de los apartados a y b (como Urenco, por ejemplo).

78. En la práctica es escasa la diferencia entre una base jurídica consistente en un acuerdo internacional de forma exclusiva y otra consistente en un acuerdo internacional y la legislación nacional (si bien la diferencia entre ambas variará según el alcance con que se hayan expresado los requisitos del acuerdo en términos generales o específicos: mientras más generales sean los términos del acuerdo mayor será la diferencia). Ello obedece a que, normalmente, se requiere legislación nacional para la aplicación de un acuerdo internacional. Hay dos excepciones de esta regla general: el Estado cuya legislación vigente basta para permitir la aplicación del tratado; el Estado en el que un acuerdo internacional pasa a formar parte de su legislación nacional automáticamente cuando entra en vigor para ese Estado. No obstante, incluso en estos dos casos podrían necesitarse reglamentos (que son una modalidad de legislación) para la aplicación plena y eficaz.

79. Con respecto a la segunda posible base jurídica, es decir, sólo la legislación nacional, un Estado podría, naturalmente, promulgar una ley relativa al establecimiento y la explotación de un ENM. Ahora bien, aunque el Estado tiene jurisdicción para exigir que toda persona o entidad que utilice los servicios prestados por la instalación cumpla la ley, no la tiene para hacer cumplir tales requisitos fuera de su territorio (sin el consentimiento del Estado en cuyo territorio se encuentra la persona o entidad, o a menos que esa persona o entidad posea en el territorio del Estado legislador bienes contra los que se pueda incoar una acción legal). Además, de no existir un acuerdo internacional vinculante, todo Estado estaría en libertad de rechazar o modificar tal legislación.

80. Si la base jurídica del ENM consistiera en un acuerdo internacional o lo incluyera, habría que abordar las siguientes cuestiones de forma y procedimiento:

- a. si todos los Estados tendrían derecho a ser partes en el acuerdo (es decir, un acuerdo universal) o sólo los Estados de determinada región (o, para el caso, si el acuerdo podría ser bilateral), y, en tal contexto, si podrían concluirse y ponerse en vigor acuerdos regionales con más rapidez que un acuerdo universal;
- b. cómo entraría en vigor el acuerdo: en caso de que se tratara de un acuerdo multilateral, si debería entrar en vigor después de la adhesión del Estado sede y otro o más de otro Estado;
- c. si el acuerdo sólo debería referirse a las instalaciones existentes de una tecnología determinada (por ejemplo, todas las instalaciones de enriquecimiento existentes en los Estados partes en el ENM), o si sólo debería referirse a instalaciones futuras de ese tipo, o referirse a otras instalaciones del ciclo del combustible;
- d. si sería viable adoptar un enfoque basado en un acuerdo entre los Estados donde se encuentran las instalaciones pertinentes, junto con acuerdos

separados entre ese grupo de Estados y cada uno de los Estados en cuyo territorio se encuentran personas o entidades que recibirán los servicios de la instalación o instalaciones.

81. El (los) acuerdo (s) o la legislación nacional también tendrían que abordar, entre otras, las siguientes cuestiones sustantivas:

- a. qué entidades podrían participar en el ENM o recibir sus beneficios (por ejemplo, gobierno, entidades gubernamentales, entidades privadas);
- b. las condiciones para la participación en el ENM podrían incluir:
 - i) la aplicación de salvaguardias del OIEA apropiadas de conformidad con un acuerdo tipo INFCIRC/66 o un acuerdo tipo INFCIRC/153, y un protocolo adicional basado en el INFCIRC/540 (Corr.)¹⁴, en el territorio de todos los países receptores de productos (o sea, servicios, material) de la instalación. No obstante, la aceptación de salvaguardias en virtud de un acuerdo tipo INFCIRC/66 como condición suficiente para el suministro entrañaría un cambio fundamental en la política de todos los Estados partes en el TNP que participaran en el respectivo ENM;
 - ii) la aplicación de medidas de seguridad y protección física apropiadas en el territorio de todos los receptores de productos de la instalación;
 - iii) el compromiso de cada Estado de prohibir en su territorio toda actividad “paralela” a la de la instalación (es decir, cualquier otra actividad de enriquecimiento); y, si así lo acuerda un Estado o un grupo de Estados, limitación de las actividades de investigación y desarrollo de esa tecnología a la entidad del ENM;
- c. deben convenirse las condiciones aplicables tras una retirada del acuerdo por razones legítimas;
- d. las sanciones que han de aplicarse respecto de toda infracción de los apartados b) y c) supra;

¹⁴ Los acuerdos tipo INFCIRC/66 se aplican normalmente a determinadas instalaciones nucleares que reciben suministros, y a determinados materiales y equipo nucleares y/o materiales no nucleares. También pueden aplicarse a la información tecnológica transferida. La duración de estos acuerdos se relaciona con el período de utilización efectiva de los artículos salvaguardados. También contienen disposiciones en las que se estipula que, independientemente de la terminación del acuerdo, seguirán sometidos a salvaguardias el material nuclear suministrado y el material fisionable especial producido, procesado o utilizado en, o a propósito de, los artículos suministrados hasta que el OIEA dé por terminada la aplicación de salvaguardias a ese material. Se aplican disposiciones equivalentes con respecto a la continuidad de la salvaguardia de los artículos suministrados. En los casos de Estados que tienen en vigor un acuerdo tipo INFCIRC/66 antes de pasar a ser partes en el TNP (y de concluir un acuerdo tipo INFCIRC/153), el acuerdo tipo INFCIRC/66 permanece en vigor pero se estipula la suspensión de la aplicación de salvaguardias en virtud de éste mientras siga en vigor el acuerdo tipo INFCIRC/153. Si un Estado ha concluido solamente un acuerdo tipo INFCIRC/153 y un Estado proveedor requiere que también concluya un acuerdo tipo INFCIRC/66, no habría impedimento jurídico para ello. Ahora bien, en tales casos la Junta de Gobernadores del OIEA decidirá si el Organismo ha de concluir o no un acuerdo tipo INFCIRC/66.

- e. cómo se adoptarán las decisiones conjuntas sobre el suministro de materiales o servicios, y circunstancias convenidas que justifiquen la denegación del suministro (por ejemplo, por razones ajenas a la no proliferación, como el incumplimiento de las condiciones comerciales);
- f. cómo se solucionarán las controversias (comerciales o de otro tipo), incluidas las cuestiones relativas al foro y la jurisdicción);
- g. si el ENM debe tratarse como entidad jurídica internacional independiente y, en tal caso, la naturaleza y el alcance de los privilegios e inmunidades que se le han de otorgar en el país sede y en otros Estados participantes;
- h. cómo se tomarán las decisiones relacionadas con la explotación del ENM y quién las tomará;
- i. cómo se financiarán las actividades del ENM y quién las financiará; y
- j. qué disposiciones deberán tomarse en caso de insolvencia del ENM.

82. Si bien muchas de las cuestiones sustantivas antes mencionadas, si no todas, podrían también abordarse en contratos comerciales, tal vez no bastarían porque sólo serían obligatorias para las partes en esos contratos.

83. Teniendo presente lo anterior, y sobre la base de que para que un ENM resulte atractivo y se le tome en consideración debe diseñarse de modo tal que reduzca las preocupaciones por la proliferación y la seguridad tecnológica y física, proporcionando a la vez garantías del suministro de combustible nuclear a cambio de restricciones en la utilización de tecnología delicada, en el siguiente capítulo se examinan y evalúan tres categorías de opciones de enfoques multilaterales:

(a) Opciones que entrañan garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones:

- i: Garantías adicionales de suministro por parte de los proveedores: Estas garantías podrían asumir diferentes modalidades, tales como contratos a más largo plazo o con incentivos más favorables. Tal vez sería necesario a este efecto que todos los Estados proveedores acordaran modificar cualesquiera leyes nacionales y compromisos internacionales que impusieran condiciones de consentimiento previo.
- ii: Consorcio internacional de gobiernos: Esta opción podría adoptar la forma de un banco de combustible real o virtual al que los gobiernos asegurarían la disponibilidad de material. De lo contrario, los gobiernos proveedores podrían retener el material físicamente con sujeción a un acuerdo sobre la manera de distribuirlo.
- iii: Mecanismos relacionados con el OIEA: El OIEA podría asumir la propiedad de los materiales y distribuirlos. También podría concluir con uno más Estados un acuerdo sobre el suministro de los materiales o la prestación de los servicios con arreglo a instrucciones del Organismo. Es

probable que los países más interesados en las garantías de suministro prefieran que el OIEA desempeñe un papel. Para ello será necesario que los proveedores hagan dejación de todos los derechos de consentimiento previo al material proporcionado o recibido por el Organismo; para algunos de ellos ésta podría ser una decisión difícil y complicada. Además, el OIEA podría declinar la entrega de material en determinadas circunstancias (tales como incumplimiento de las salvaguardias, historiales de seguridad nuclear deficientes, seguridad física deficiente o insolvencia).

(b) Opciones que entrañan la conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales.

Esta opción supondría la conversión de una instalación nacional existente en otra sujeta a propiedad y gestión internacionales. Podría basarse en un mecanismo en el que todos los asociados compartieran la tecnología o uno en que el acceso a la tecnología estuviera limitado a sus poseedores.

(c) Opciones que entrañan la construcción de nuevas instalaciones

- i: El modelo Urenco: De conformidad con el modelo original se compartía la tecnología con todos los asociados participantes en la construcción de una nueva instalación. Más recientemente, el modelo se ha ampliado para incluir la construcción de una instalación en un tercer país, pero sin proporcionar a este país acceso a la tecnología delicada.
- ii: El modelo EUROTIF: Aunque el (los) asociado (s) tendrían una participación financiera en la propiedad y la producción de la instalación, el (los) poseedor (es) de la tecnología no darían a los otros asociados acceso a ésta ni les permitirían participar en la explotación de la instalación.

4.5 - Factores relacionados con la no proliferación y la seguridad

84. Puesto que las preocupaciones en torno a la no proliferación son la fuerza impulsora del interés actual en elaborar enfoques multilaterales, es necesario velar por que todo modelo concebido para tales enfoques refuerce, y no debilite, el régimen de no proliferación nuclear. La transferencia de tecnologías delicadas debería mantenerse en un nivel mínimo y sujeta a riguroso control. Las cuestiones conexas que deberían resolverse desde la perspectiva de la no proliferación y la seguridad podrían incluir las siguientes: selección del emplazamiento de las instalaciones u operaciones multilaterales; seguridad de los materiales, las instalaciones y el transporte; manipulación y almacenamiento de los desechos; recuperación del combustible nuclear gastado; suministro oportuno de combustible sin irradiar y retirada oportuna del combustible gastado; y compromisos de no proliferación comunes y jurídicamente vinculantes.

85. Se han sugerido otros enfoques como alternativa de los enfoques multilaterales a fin de evitar que nuevos Estados creen capacidades de enriquecimiento y/o reprocesamiento. Con arreglo a uno de ellos se ha propuesto que sólo se construyan instalaciones nucleares en los Estados que ya poseen otras

de ese tipo. Esta idea ha dado pie a un debate sobre los regímenes discriminatorios. En alguna literatura académica se ha sugerido la posibilidad de enmendar el artículo IV del TNP. Sin embargo, existe la opinión generalizada de que este enfoque es inaceptable. Según otros aducen, los factores económicos han indicado que no hay necesidad de ENM para el enriquecimiento y el reprocesamiento. Con todo, otros consideran que también se necesitarán garantías políticas.

Aplicación de las salvaguardias

86. No se pueden pasar por alto las preocupaciones provocadas por las redes de suministro clandestino, la disponibilidad de tecnología nuclear y el acceso cada vez mayor a ella y la posibilidad de que algunos países se vean tentados a utilizarla para fines no pacíficos, sobre todo ante la evidencia de que algunos países han cometido violaciones fundamentales o han incumplido sus obligaciones de salvaguardias relacionadas con el TNP. De ahí la importancia del fortalecimiento del sistema de salvaguardias del OIEA y del protocolo adicional. Las salvaguardias del Organismo abordan en primer lugar dos riesgos: la desviación de materiales fisionables de instalaciones declaradas y la construcción de instalaciones no declaradas del ciclo del combustible con tecnología transferida del programa declarado. En el segundo caso, el protocolo adicional ayuda a dar garantías fiables de la ausencia de materiales y actividades nucleares no declarados.

87. Con respecto a los ENM, en el marco de la aplicación de salvaguardias del OIEA se debería tener en cuenta el carácter positivo especial de una instalación nuclear multinacional. Los participantes, tanto del sector privado como del gubernamental, se verían comprometidos con la transparencia y la apertura en virtud de la continua presencia de un personal multinacional. Los flujos de materiales tendrían lugar principalmente entre los asociados del ENM. El acuerdo relativo al ENM podría ser más estricto aún en este sentido. Este nivel adicional de vigilancia internacional sería reconocido por el OIEA, lo que posiblemente permitiría reducir las actividades de verificación de las salvaguardias.

88. Esta situación fue prevista por los redactores del modelo de acuerdo de salvaguardias aprobado por la Junta de Gobernadores en 1971, el cual se ha adoptado para casi todos los acuerdos de salvaguardias concluidos desde entonces. En el párrafo 81 del modelo de acuerdo de salvaguardias (INFCIRC/153) se enuncian los criterios utilizados por el OIEA para determinar en la realidad el número, rigor, duración, cronología y modalidad de las inspecciones ordinarias de cualquier instalación. En su párrafo d) se expone el siguiente criterio: *“el grado de interdependencia internacional, en especial la medida en que los materiales nucleares se reciban de otros Estados o se envíen a otros Estados para su empleo o tratamiento; cualquier actividad de verificación realizada por el Organismo en relación con los mismos; y la medida en que las actividades nucleares de un Estado se relacionen recíprocamente con las de otros Estados...”*.

89. En su informe al Director General, de mayo de 2004, el Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias (SAGSI) se refirió al párrafo 81 del INFCIRC/153 y señaló que un gran número de instalaciones recibían materiales de otros Estados y enviaban materiales nucleares a otros Estados, y también que muchas instalaciones empleaban a personal multinacional cuyas actividades

estaban interrelacionadas con las de otros Estados. El SAGSI confirmó que el OIEA debía reconocer debidamente la interdependencia internacional en el marco del llamado “enfoque a nivel de los Estados”, el cual incluiría el examen de factores específicos de un Estado, tales como el nivel de cooperación con la aplicación de salvaguardias del OIEA en su territorio, incluida la consideración de la apertura y la transparencia, y la presencia de un sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares (SNCC) que prestara apoyo y funcionara con eficacia. Este contexto es pertinente para las instalaciones conjuntas de ENM.

Seguridad y protección física

90. Además de los factores de la no proliferación y las salvaguardias propiamente dichas, la protección física de los materiales nucleares y las instalaciones conexas ha sido siempre una cuestión de suma importancia. Esta importancia se ha hecho mayor debido al evidente aumento del interés de agentes no estatales en la adquisición de estos materiales. Sin embargo, ningún tratado internacional dispone que los Estados que poseen materiales nucleares apliquen medidas de protección física y seguridad. El TNP estipula la aplicación de salvaguardias a los materiales nucleares en los Estados Partes no poseedores de armas nucleares y ello requiere el establecimiento de un sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares (SNCC), pero no lleva asociado el requisito de la protección física. En la práctica, los controles del SNCC, las inspecciones del Organismo y el examen por el Organismo de los sistemas nacionales de contabilidad contribuyen en alguna medida a la seguridad física de los materiales nucleares salvaguardados. Ahora bien, los inspectores del Organismo no están obligados explícitamente a verificar la protección física. En 1971-1972, cuando se estableció el sistema de salvaguardias del OIEA para los Estados no poseedores de armas nucleares, las normas de protección física fueron “recomendadas” solamente y los Estados no pudieron llegar a un acuerdo que les diera carácter obligatorio.

91. Las normas convenidas y recomendadas se publicaron en 1975 como documento INFCIRC/225 y desde entonces se han venido mejorando periódicamente bajo los auspicios del OIEA. En el documento INFCIRC/225 más reciente se recomienda que cada Estado establezca y reevalúe periódicamente las “amenazas a la base de diseño” en sus instalaciones, y que realicen ejercicios para comprobar si el personal de guarda, los sensores y demás medidas de protección son adecuados. Se incluyen en el documento disposiciones detalladas sobre la protección de los reactores nucleares y los materiales nucleares almacenados contra actos de sabotaje.

92. En la Convención sobre la protección física de los materiales nucleares (CPFMN), aprobada en 1980, se establecen normas de protección física, pero aplicables solamente a los materiales nucleares para fines pacíficos que se encuentran en tránsito internacional o en almacenamiento provisional como parte de un transporte internacional. Por tanto, la CPFMN es aplicable solamente a los materiales nucleares civiles y no contiene disposiciones de verificación. Esto da por resultado que las normas de protección física difieran mucho de un Estado a otro. Se ha puesto en marcha un proceso de fortalecimiento de la CPFMN para que incluya la utilización, el almacenamiento o el transporte de los materiales nucleares

civiles a nivel nacional así como la protección de las instalaciones nucleares contra sabotajes. Las enmiendas propuestas no abarcan los materiales nucleares para uso militar ni las instalaciones militares conexas.

93. Desde la perspectiva de la seguridad, todos los enfoques multilaterales del ciclo del combustible nuclear enfrentarán el requisito de integrarse con los mecanismos internacionales de no proliferación y seguridad nucleares existentes para merecer la confianza de los Estados participantes y otros Estados. El desafío consistirá en garantizar que es posible el establecimiento de un mecanismo nuclear multilateral con elevadas normas de seguridad física y de protección física, control y contabilidad de los materiales nucleares. Sin embargo, los ENM pueden proporcionar beneficios en este contexto al alentar el examen por homólogos de las cuestiones relativas a la seguridad.

Capítulo 5 – Opciones tecnológicas multilaterales

94. Como se señala en el Prefacio, en el presente informe se seguirá un orden en relación con la tarea asignada. En el capítulo anterior se trataron los amplios **factores intersectoriales** relacionados con los mecanismos nucleares multilaterales e independientes de cualquier fase concreta del ciclo del combustible. En este capítulo se examinan las distintas fases (enriquecimiento, reprocesamiento, disposición final y almacenamiento del combustible gastado), con el fin de analizar primero sus **factores específicos** para abordar luego la principal tarea del mandato, a saber, definir las **opciones específicas** relacionadas con una determinada tecnología del ciclo del combustible.

95. Tanto para el enriquecimiento de uranio como para el reprocesamiento del combustible gastado o la disposición final y el almacenamiento del combustible gastado, en la búsqueda de las **opciones** de ENM se encontró una manera lógica de catalogarlas, analizarlas y evaluarlas. En esencia, un ENM puede aplicarse a toda la esfera y abarcar desde los mecanismos de mercado existentes hasta la copropiedad total de las instalaciones del ciclo del combustible. En consecuencia, se ha adoptado el siguiente procedimiento:

Tipo I: Garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones:

- a) Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales
- b) Consorcio internacional de gobiernos
- c) Mecanismos relacionados con el OIEA

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

96. Una vez escogido el procedimiento para catalogar y analizar las diversas opciones de ENM, debe seleccionarse un método de evaluación. El grupo ha decidido simplemente analizar y enumerar los **elementos a favor** y en **contra** de cada opción. Estos elementos se han definido en relación con una instalación nacional sometida a las salvaguardias actuales. El paso siguiente, consistente en formular criterios que permitieran alguna forma de clasificación (bueno, regular, malo) en función de factores acordados tales como la no proliferación, los aspectos económicos y la garantía de suministro, no se ejecutó de manera sistemática debido al gran número de parámetros que debían tenerse en cuenta, incluidas la naturaleza del ciclo del combustible y la importancia relativa de la energía nucleoelectrónica para los distintos países.

97. Ahora bien, al enunciarse los elementos a favor y en contra se hizo evidente que lo que podía considerarse un elemento a favor en el contexto de un factor, como por ejemplo, el de la no proliferación, podía verse como un elemento en contra en el contexto de otro factor, como por ejemplo el de las garantías de suministro. Por lo tanto, se decidió hacer una referencia abreviada, en los cuadros de los elementos a favor y en contra, a varios elementos centrales descritos en la sección 5.1, empleando para ello los códigos A a G.

5.1 – Elementos de evaluación

98. La evaluación de las opciones y sus pros y contras entraña la elección subyacente de los elementos pertinentes, lo que servirá de orientación para el análisis y la comparación de las opciones. Entre los factores intersectoriales examinados en el capítulo anterior, hay dos que se destacan como factores decisivos y fundamentales en el análisis de los enfoques multilaterales, a saber, la “**garantía de no proliferación**” y la “**garantía de suministro y de servicios**”. Ambos factores se reconocen como objetivos generales de los gobiernos y de las partes en el TNP. Rara vez en la práctica puede alcanzarse plenamente cada uno de estos objetivos por separado. La historia ha demostrado que resulta aún más difícil hallar un mecanismo óptimo que satisfaga ambos objetivos al mismo tiempo. A decir verdad, los enfoques multilaterales podrían contribuir al logro de ambos objetivos.

Elementos clave

99. El **valor para la no proliferación** (*código A*) de un mecanismo multilateral se mide por los diversos riesgos de proliferación asociados a las instalaciones nucleares, a escala nacional o multilateral. Entre esos riesgos figuran:

- a) La **desviación de materiales** previstos en un ENM está relacionada principalmente con el grado de participación multilateral. Dada la diversidad de nacionalidades e intereses representados en un grupo multinacional, es razonable suponer que una participación más activa de ese grupo permitiría disminuir el riesgo de desviación, siempre que no haya confabulación.
- b) Los **escenarios de evasión de responsabilidades y los programas paralelos clandestinos** guardan relación con el emplazamiento de una instalación ENM de un país no poseedor de tecnología. El nivel de riesgos correspondiente al escenario de evasión de responsabilidades depende de la eficacia de las disposiciones de coerción contractuales. El riesgo de un programa clandestino aumenta con las actividades de encubrimiento de la instalación declarada (es decir, métodos de fabricación, compras, actividades de I+D y encubrimiento de las trazas de uranio enriquecido). Ahora bien, estos riesgos podrían mitigarse mediante la aplicación de salvaguardias eficaces y la concertación de un protocolo adicional.
- c) La **difusión** de tecnologías proscritas o tecnologías estratégicas previstas en un ENM a entidades no autorizadas está relacionada fundamentalmente con el grado de acceso de los participantes a estas tecnologías. El acceso más amplio a las tecnologías estratégicas aumenta el riesgo de su difusión.
- d) Los **riesgos relacionados con la seguridad**, como el riesgo de robo de materiales nucleares, y especialmente de materiales fisionables, guardan relación con la eficacia del sistema de protección física de la instalación. Una instalación ENM bien protegida que sustituya a una gama más amplia de instalaciones estratégicas del ciclo del combustible es una solución que ofrece claras ventajas a ese respecto.

100. El **valor para la “garantía de suministro”** (*código B*) de un mecanismo multilateral se mide por los estímulos conexos. Entre ellos figuran:

- a) **Garantías** - La credibilidad política, comercial, jurídica y técnica de las garantías que ofrecen los proveedores, los gobiernos y las organizaciones internacionales.
- b) **Aspectos económicos** - Los beneficios económicos que obtendrían los países de su participación en mecanismos multilaterales. Cabe citar como ejemplos los costos competitivos de los servicios del ciclo del combustible que se derivarían de las ventajas básicas de los ENM, tales como las economías de escala, los ahorros en los costos indirectos de la puesta en marcha u otros incentivos económicos inducidos por consideraciones políticas.
- c) **Aceptación política y pública** – En algunos casos, los ENM podrían redundar en una aceptación más amplia de un proyecto nuclear en el país sede. En otros, por ejemplo en el caso de la disposición final, el impacto podría ser negativo para el país sede, pero beneficioso para otros países.
- d) **Seguridad física y tecnológica** – Para lograr una mayor aceptación, todo proyecto nuclear, ya sea nacional o internacional, debe cumplir normas adecuadas con respecto a la seguridad física de los materiales (es decir, la contabilidad y protección física) y a la seguridad tecnológica nuclear en lo que atañe al diseño y la explotación de las instalaciones. También en este caso la dimensión multilateral proporciona un mayor grado de confianza, mejorando así de manera indirecta la garantía de suministro relacionada con esas instalaciones.

Otros elementos

101. Mientras que la “**garantía de no proliferación**” o la “**garantía de suministro y de servicios**” son elementos de evaluación clave, hay otros elementos, o cuestiones de interés, que también son importantes, principalmente en la medida en que contribuyen a los dos elementos clave. Entre ellos figuran:

102. Selección del emplazamiento – Elección del país sede (código C). En el marco de los mecanismos multilaterales hay tres opciones básicas en relación con el emplazamiento de instalaciones del ciclo del combustible:

- a) Disposiciones especiales – estructuras jurídicas que restringen la jurisdicción nacional dentro del emplazamiento de la instalación del ciclo del combustible ENM (*situación “extraterritorial”*);
- b) Estados ya poseedores de tecnología;
- c) Estados no poseedores de tecnología.

La naturaleza de los acuerdos de salvaguardias aplicables a un lugar también sería un factor importante. Además, el país sede tendrá que ser aceptable para los países asociados.

103. Acceso a la tecnología (código D). Las opciones multilaterales también podrían variar en función del grado de acceso a la tecnología que propician:

- a) Pleno acceso;
- b) Técnicas de montaje y mantenimiento;
- c) Técnicas operacionales;
- d) Ninguno.

104. Participación multilateral (código E). Las opciones multilaterales también podrían prever distintos grados de participación de los Estados:

- a) Participación mínima: acuerdo de suministro únicamente;
- b) Propiedad: propiedad compartida de la instalación;
- c) Gestión: participación en la gestión de la instalación;
- d) Explotación: participación en la explotación de la instalación;
- e) Participación máxima: Actividades conjuntas de investigación y desarrollo, diseño y construcción de instalaciones.

105. Disposiciones especiales de salvaguardias (código F). Cada opción multilateral debe prever disposiciones de salvaguardias que definan las medidas que se deberán adoptar para garantizar la no proliferación. Entre ellas figuran:

- a) Acuerdo de salvaguardias amplias específico para instalaciones, que abarque no sólo los materiales nucleares, sino también los componentes esenciales para el funcionamiento de una instalación ENM;
- b) Protocolo adicional;
- c) Disposiciones especiales de salvaguardias;
- d) "Continuidad de las salvaguardias" aplicadas a la instalación y los materiales y componentes nucleares en relación con el escenario de evasión de responsabilidades, el incumplimiento del contrato o una disolución voluntaria del acuerdo.

106. Incentivos no nucleares (código G). Estos incentivos pueden resultar ser esenciales para lograr que determinados Estados acepten limitar la construcción de instalaciones autóctonas del ciclo del combustible nuclear o renunciar a ellas. Esos incentivos podrían incluir:

- a) Beneficios comerciales
- b) Disposiciones de seguridad física (regionales/internacionales)
- c) Garantías de seguridad física
- d) Asistencia en el desarrollo del sector energético (no nuclear)

Tales incentivos se ofrecerían según las circunstancias de cada país. Es necesario llegar a un acuerdo sobre los factores aplicables al Estado asociado y los aplicables al Estado sede, ya que éstos serán distintos en cada caso.

107. Por último, cabe señalar que esos elementos permiten la comparación de las opciones multilaterales entre sí, así como con las disposiciones puramente nacionales.

5.2 - Enriquecimiento de uranio

108. El término “enriquecimiento se emplea en relación con un procedimiento de separación de isótopos por el que se eleva la abundancia de un isótopo específico en un elemento, como por ejemplo, la producción de uranio enriquecido a partir de uranio natural o de agua pesada a partir de agua corriente¹⁵. Una instalación de enriquecimiento separa isótopos de uranio para elevar la abundancia relativa, o concentración, del ^{235}U en relación con el ^{238}U . La capacidad de esa instalación se mide en unidades de trabajo de separación (SWU).

Tecnologías

109. Para poder utilizar el uranio en determinados tipos de reactores y en la fabricación de armas es preciso enriquecerlo. Esto significa que antes de poderlo utilizar para la fabricación de combustible debe aumentarse la concentración del ^{235}U fisionable. La concentración natural de este isótopo es del 0,7%, pero para poder mantener una reacción en cadena en las centrales nucleares comerciales más comunes se requiere normalmente una concentración del 3,5%, aproximadamente. Cuando se emplea para la fabricación de armas y la propulsión de buques, el grado de enriquecimiento habitual es de cerca del 93%. Ahora bien, la propulsión de buques es posible con un grado de enriquecimiento de sólo el 20%, o incluso inferior. El procedimiento de enriquecimiento no es lineal, ya que del 0,7% al 2% se requiere el mismo trabajo de separación que del 2% al 93%. Esto significa que el trabajo de enriquecimiento hasta el grado requerido para la fabricación de armas se reduce a menos de la mitad, y la cantidad de uranio utilizada como material de alimentación, a menos del 20%, cuando el uranio enriquecido para fines comerciales se puede obtener fácilmente.

110. Siete de las técnicas existentes para aumentar la concentración del ^{235}U revisten particular importancia.

111. Difusión gaseosa – Fue el primer método de enriquecimiento desarrollado a escala comercial. El procedimiento se basa en la distinta movilidad de los diferentes isótopos del uranio cuando se convierten a forma gaseosa. En cada etapa de la difusión gaseosa se bombea por presión el gas de hexafluoruro de uranio (UF_6) a través de una membrana de níquel porosa (instalada de manera consecutiva en una cascada), lo que hace que las moléculas de gas más ligeras que contienen ^{235}U atraviesen las paredes porosas del tubo más rápidamente que las que contienen ^{238}U . El consumo de energía en este procedimiento de bombeo es muy elevado. El gas que ha atravesado el tubo se bombea a la etapa siguiente, mientras que el que permanece en él se devuelve a las etapas inferiores para su reciclado. En cada etapa, la concentración de $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ se incrementa sólo ligeramente. A fin de lograr el enriquecimiento necesario para poder utilizar el uranio en reactores se requieren más de mil etapas de separación.

112. Centrifugación por gas – En este tipo de procedimiento, el gas de hexafluoruro de uranio se introduce a la fuerza por una serie de cilindros que giran rápidamente, o centrifugadoras. Los isótopos más pesados del ^{238}U tienden

¹⁵ Véase el Glosario de Salvaguardias del OIEA.

mayormente a desplazarse hacia la pared del cilindro que las moléculas más ligeras que contienen ^{235}U . El gas que se encuentra más cerca del centro se retira y transfiere a otra centrifugadora para continuar el proceso de separación. A medida que el gas se desplaza por una serie de centrifugadoras, su enriquecimiento en el isótopo ^{235}U va aumentando progresivamente. Dado que el consumo de electricidad en este caso es relativamente reducido en comparación con la difusión gaseosa, este procedimiento se ha adoptado para la mayoría de las nuevas plantas de enriquecimiento.

113. Separación aerodinámica – La denominada técnica Becker consiste en introducir a la fuerza una mezcla de gas de hexafluoruro e hidrógeno o helio por una tobera a gran velocidad y, seguidamente, por una superficie curva. Esto genera fuerzas centrífugas que permiten separar los isótopos ^{235}U del ^{238}U . Aunque la separación aerodinámica no requiere tantas etapas como la difusión gaseosa para lograr grados de enriquecimiento comparativos, el consumo de electricidad en este procedimiento también es muy alto, por lo que generalmente no se considera económicamente competitivo. En un procedimiento aerodinámico muy diferente del Becker, se hace rotar centrífugamente una mezcla de hexafluoruro de uranio e hidrógeno en un tubo vorticial dentro de una centrifugadora de paredes estacionarias. Las corrientes enriquecidas y empobrecidas se extraen por ambos extremos de la centrifugadora tubular en un procedimiento algo similar al de la centrifugadora giratoria. Una planta a escala industrial con una capacidad anual de 250 000 SWU para un enriquecimiento máximo del 5% en ^{235}U estuvo en funcionamiento durante casi 10 años en Sudáfrica, pero debido a que su consumo de energía también era excesivamente elevado fue cerrada en 1995.

114. Enriquecimiento por láser – La técnica del enriquecimiento por láser abarca las siguientes tres etapas: excitación, ionización y separación. Hay dos métodos para lograr estos efectos, a saber, el atómico y el molecular. El método atómico sirve para vaporizar el uranio metálico y someterlo a un haz de láser a una longitud de onda que excita e ioniza los átomos del ^{235}U , pero no los del ^{238}U . A continuación, un campo eléctrico arrastra los átomos del ^{235}U a una placa colectora. El método molecular también se basa en las diferencias de las frecuencias de absorción luminosa de los isótopos del uranio y el proceso se inicia al exponer las moléculas del gas de hexafluoruro de uranio a luz láser infrarroja. Los átomos del ^{235}U absorben esta luz, produciendo así un aumento en su estado energético. Luego se puede utilizar un láser ultravioleta para desintegrar estas moléculas y separar el ^{235}U . Aunque este procedimiento parece tener el potencial para producir ^{235}U y ^{238}U de gran pureza, aún no se ha demostrado su grado de eficacia y recombinación en general. Cabe señalar aquí que el método molecular sólo puede utilizarse para enriquecer hexafluoruro de uranio y no es adecuado para “limpiar” Pu metálico de alto grado de quemado, lo que sí es posible, en principio, con el método atómico, mediante el cual se puede enriquecer tanto U metálico como Pu metálico. Por lo tanto, el procedimiento molecular es un poco más favorable desde el punto de vista de la no proliferación que el procedimiento atómico por láser.

115. Separación electromagnética de isótopos (SEMI) – El procedimiento de enriquecimiento por SEMI se basa en el hecho de que un átomo con carga eléctrica, que atraviesa un campo magnético, se desplaza en un círculo cuyo radio está determinado por la masa de iones. La SEMI se logra generando un haz de corriente

alta y de iones de baja energía y permitiendo que éstos atraviesen un campo magnético creado por electroimanes gigantes. Los isótopos más ligeros se separan de los más pesados aprovechando sus diferentes movimientos circulares. Se trata de una técnica antigua, que se utilizaba a principios del decenio de 1940. Junto con las técnicas electrónicas modernas, puede servir para la producción de materiales aptos para la fabricación de armas, como lo intentó hacer el Iraq en el decenio de 1980.

116. Separación química – Esta forma de enriquecimiento se basa en el hecho de que, debido a sus diferentes masas, los iones de estos isótopos pueden atravesar las “barreras” químicas a diferentes velocidades. Para ello, se pueden utilizar dos métodos: el de extracción de solventes, desarrollado en Francia, y el de intercambio iónico, utilizado en el Japón. El procedimiento francés supone la mezcla de dos líquidos inmiscibles en una columna, lo que tiene un efecto similar al que se observa cuando se agita una botella que contiene aceite y agua. El procedimiento japonés de intercambio iónico requiere un líquido acuoso, y una resina en polvo fino que filtra lentamente el líquido.

117. Separación en un plasma – En este procedimiento, el principio de la resonancia de los iones de un ciclotrón se utiliza para excitar de manera selectiva el isótopo ^{235}U en un plasma que contiene iones de ^{235}U y ^{238}U . El plasma fluye por un colector de láminas paralelas entre las que hay muy poco espacio. Es muy probable que los iones del ^{235}U de mayor órbita se depositen en las láminas, mientras que el plasma restante, empobrecido en ^{235}U , se acumula en una placa del fondo del colector. Los únicos países que se sabe que han tenido importantes programas experimentales relacionados con el plasma son los Estados Unidos y Francia. En los Estados Unidos, las actividades de desarrollo cesaron en 1982. El proyecto francés se suspendió hacia 1990, aunque todavía se utiliza para la separación de isótopos estables.

118. Hasta ahora, sólo las tecnologías de difusión y centrifugación gaseosas han alcanzado una madurez comercial. En distintos grados, las siete técnicas tienen un carácter más o menos estratégico desde el punto de vista de la proliferación, ya que pueden utilizarse en un programa clandestino para producir uranio muy enriquecido a partir de uranio natural o de uranio poco enriquecido, independientemente de los costos. Ahora bien, las firmas serán diferentes, lo que influirá en la probabilidad de detección.

Antecedentes históricos

119. La aplicación de mecanismos multinacionales ha resultado ser en cierta medida más eficaz en el caso del enriquecimiento de uranio que en el de actividades similares en la esfera del reprocesamiento de combustible gastado. Ello se debe en parte a que la tecnología del reprocesamiento es mucho más conocida y requiere procedimientos industriales más convencionales que la del enriquecimiento, que en un principio se basaba exclusivamente en la difusión gaseosa, una tecnología sumamente avanzada, industrialmente compleja y de carácter muy reservado. La tecnología de enriquecimiento por centrifugación más moderna aún está sujeta a todo tipo de incertidumbres que hacen que las empresas conjuntas que entrañan la participación en los costos y los riesgos sean más atractivas.

120. Los dos consorcios de enriquecimiento de uranio, a saber, Urenco y EURODIF, son expresiones institucionales de la tendencia hacia la creación de una capacidad de enriquecimiento autóctona en Europa. A pesar de sus dificultades iniciales, estos consorcios llegaron a representar dos modelos económicos e industriales diferentes de mecanismos multinacionales de propiedad y explotación; aunque ninguno de ellos se estableció con fines explícitamente de no proliferación, ambos contribuyeron a ese objetivo¹⁶.

121. Urenco es la más compleja de las dos entidades, ya que comprende instalaciones de enriquecimiento en tres países: el Reino Unido, Alemania y los Países Bajos. Sobre la base del Tratado de Almelo, Urenco posee y explota instalaciones de enriquecimiento por centrifugación gaseosa en los tres Estados participantes, ayuda a coordinar las actividades de investigación y desarrollo (primero en forma conjunta, luego de manera individual y luego otra vez de manera colectiva), garantiza el acceso equitativo de todos los miembros a los adelantos en la tecnología de la centrifugación y ejecuta contratos para la venta de servicios a terceros con el acuerdo unánime de los participantes.

122. Urenco se creó a comienzos del decenio de 1970 principalmente con fines comerciales; los accionistas del Reino Unido, los Países Bajos y Alemania eran conscientes de que el desarrollo de la tecnología de centrifugación y su utilización únicamente en los programas energéticos nacionales de sus respectivos países redundaría en la garantía de suministro, pero no a un costo competitivo. Era evidente que lo más apropiado era cooperar y compartir los costos de desarrollo y explotación, primero con el fin de atender a sus necesidades nacionales conjuntas y, posteriormente, si se lograba una posición más competitiva, con el fin de poder vender servicios de enriquecimiento a escala comercial fuera de sus mercados nacionales.

123. No obstante, como se trataba de una cuestión y una tecnología de carácter tan estratégico como el enriquecimiento de uranio, se tuvieron en cuenta otras consideraciones políticas que ayudaron a fomentar la decisión de establecer un programa internacional de ese tipo. Los tres Gobiernos consideraron que el tipo de entidad internacional que podía establecerse, con una estructura multinacional en materia de organización y gestión, junto con una estructura trinacional en materia de derechos de supervisión y control de cuestiones políticas, impediría la proliferación de tecnología y materiales. Cabe recordar igualmente que en esa época había importantes sensibilidades políticas en cuanto a la construcción de una planta de enriquecimiento de uranio en Alemania, problema que se eludió mediante la creación de la primera capacidad de propiedad alemana en Holanda, como una instalación conjunta de propiedad holandesa/alemana cuya explotación estaba a cargo de un grupo internacional.

124. Desde un principio, EURODIF contó con cinco países participantes, a saber, Francia, Italia, España, Bélgica e Irán, pero sólo tuvo una instalación de enriquecimiento, ubicada en Francia. A diferencia de Urenco, orientada a un mercado externo, EURODIF estaba destinada a satisfacer las necesidades de

¹⁶ SCHEINMAN, L. "The Nuclear Fuel Cycle: A Challenge for Non-proliferation"; Disarmament Diplomacy; marzo/abril de 2004.

combustible nacionales de sus miembros. El grado de inversión de cada miembro correspondía a su participación porcentual en la producción, y la tecnología estratégica relacionada con la barrera de difusión estaba en poder de un solo miembro, a saber, Francia. Así pues, aunque excluía la transferencia o el intercambio de tecnología estratégica, EURODIF proporcionaba a los participantes europeos una garantía de suministro y una participación equitativa en una empresa de producción que utilizaba tecnología avanzada de validez comprobada. A diferencia de Urenco, EURODIF nunca ha fabricado equipo de enriquecimiento.

125. Ambos consorcios han enfrentado dificultades. Urenco ha tenido problemas en materia tanto de tecnología como de inversiones. Inicialmente se tenía previsto que Urenco desarrollara una tecnología de centrifugadora única que se utilizaría de manera centralizada. Sin embargo, cuando se estableció Urenco los participantes ya habían efectuado considerables inversiones en materia de desarrollo de tecnología y no estaban dispuestos a renunciar a esas inversiones en aras de un enfoque tecnológico común. Por consiguiente, en 1974 decidieron permitir a cada uno de los accionistas seguir desarrollando su propia tecnología a fin de determinar cuál se aplicaría mejor a las nuevas instalaciones comunes. En cuanto a las inversiones, las plantas de Urenco debían construirse con derechos de propiedad e inversión equitativos para los tres asociados, independientemente de la ubicación de esas plantas. En respuesta a las diferencias entre los accionistas con respecto al calendario de construcción de las nuevas instalaciones y la estrategia de comercialización apropiada, a mediados del decenio de 1970 se revisó esa fórmula a favor de un mecanismo por el que se preveía que dos tercios de las inversiones debían ser nacionales y un tercio debía provenir de los asociados. Posteriormente la fórmula se revisó de nuevo para determinar que el 90% de la propiedad de las instalaciones de Urenco debía ser de carácter nacional. Más adelante, todas las instalaciones pasaron nuevamente a tener un solo propietario y una estructura de gestión y explotación de carácter plenamente multinacional.

126. Los problemas de EURODIF han sido de otra índole. La evolución de los programas nucleoelectrónicos nacionales ha influido en las necesidades de uranio enriquecido, particularmente de Italia, país que tenía una participación del 23% en la producción de EURODIF en el momento de la creación de esta entidad. Incapaz de absorber su parte de la producción, pero obligado a adquirirla y pagarla, Italia decidió modificar su relación con el consorcio. El Irán enfrentó el mismo problema y se le devolvió la mayor parte de su inversión inicial. Estos cambios redundaron en un aumento marcado de la participación de Francia, lo que minó aún más el carácter multinacional de la empresa.

127. Esta experiencia y la de Urenco ponen de relieve las vulnerabilidades económicas de los mecanismos multinacionales y constituyen una enseñanza para otros países que están considerando la posibilidad de crear empresas similares. Para que tenga éxito, una estrategia multinacional del ciclo del combustible debe tener, al igual que una nacional, una sólida base económica.

Situación actual

128. Actualmente hay instalaciones de enriquecimiento sometidas a las salvaguardias del OIEA en los siguientes países: Alemania, Argentina, Brasil, China, Irán, Japón, Países Bajos y Reino Unido. En los Estados Unidos de América, Francia, la Federación de Rusia, la India y el Pakistán también hay instalaciones de ese tipo, pero no están sometidas a salvaguardias.

129. En el próximo decenio se observará algo muy inusual en relación con el ciclo del combustible nuclear: todas las empresas comerciales de enriquecimiento del mundo se esforzarán al mismo tiempo por restablecer y, en menor medida, ampliar sus capacidades industriales. Las plantas antiguas se clausurarán y, a medida que surjan nuevas Partes, se añadirán nuevas¹⁷. En 2004 se esperaba que la demanda mundial anual, que en ese momento era de unos 38 millones de SWU, aumentara a unos 43 millones de SWU en 2020¹⁸ y, según las proyecciones más altas, hasta 52 millones de SWU¹⁹. La capacidad de producción actual asciende a 50 millones de SWU anuales.

► EURODIF

La planta de difusión gaseosa (GDP) Georges Besse, de cuya explotación se encarga ahora Areva, ha venido funcionando en los últimos años a una capacidad de unos ocho millones de SWU/año, de una capacidad nominal de 10,8 millones de SWU/año. Ahora bien, la inversión en nuevas GDP no será competitiva con respecto a la última generación de centrifugadoras, por lo que en los años venideros la planta Georges Besse se sustituirá por una instalación de centrifugación. La sustitución se basará en la tecnología de Urenco. Mediante un nuevo acuerdo cuatripartito, centrado en la protección de la tecnología, se asegurará que las disposiciones básicas de Urenco (el Tratado de Almelo entre los Gobiernos de Gran Bretaña, Alemania y los Países Bajos) también se respeten en el proyecto conjunto con Areva en Francia. A partir de 2015, la capacidad instalada de la nueva planta de enriquecimiento francesa será de unos 7,5 millones de SWU/año. A pesar de esta empresa conjunta, Areva y Urenco seguirán siendo competidores en el mercado del uranio enriquecido, como lo ha pedido explícitamente la Comisión Europea.

Urenco

Las tres plantas de enriquecimiento de Urenco (Gronau en Alemania, Almelo en los Países Bajos y Capenhurst en el Reino Unido) tienen una capacidad total de 6 millones de SWU/año. Esta capacidad aumentará lentamente hasta alcanzar los 8 millones de SWU/año a finales de 2007.

Uno de los proyectos en la esfera del enriquecimiento que se sigue más de cerca es el actual proyecto de Urenco y sus asociados de una compañía eléctrica estadounidense (Louisiana Enrichment Services, LES), de construir una instalación de enriquecimiento en los Estados Unidos para diversificar las fuentes de suministro

¹⁷ RWE NUKEM, Market Report, noviembre de 2004.

¹⁸ AREVA, France; comunicación al Grupo de Expertos.

¹⁹ The Global Nuclear Fuel Market: Supply and Demand 2003 – 2025, World Nuclear Association, Londres (2003).

nacionales de SWU. Urenco ha calculado (sobre la base de su propia experiencia) que una planta puede ponerse en funcionamiento unos dos años después de haberse iniciado su construcción. Por lo tanto, se prevé que la nueva instalación estadounidense habrá producido sus primeras unidades de uranio enriquecido ya en el último trimestre de 2008. La plena capacidad se alcanzará en el año 2013 y será de 3 millones de SWU/año.

► **United States Enrichment Corporation (USEC)**

La USEC está encargada de la comercialización de las 500 toneladas de uranio muy enriquecido procedentes de los arsenales de armas de Rusia y convertidas a uranio poco enriquecido antes de su envío a los Estados Unidos. Para el futuro, a diferencia de Areva y LES, USEC tiene puesta sus esperanzas en una nueva tecnología que nunca se ha utilizado a escala comercial. Las centrifugadoras de USEC incorporarán varias mejoras ya posibles gracias a las técnicas industriales y la tecnología informática modernas. Al parecer, cada una tiene unos 12 metros de altura y al rededor de 50 centímetros de diámetro, lo que quiere decir que son mucho más grandes que el último modelo de Urenco. Esto plantea importantes desafíos técnicos y hace que este proyecto nuclear sea bastante arriesgado desde el punto de vista técnico. El incentivo, según USEC, es que esas centrifugadoras serán las más económicas jamás construidas. Los planes actuales prevén una capacidad de un millón de SWU/año en 2010 y de 3,5 millones de SWU/año a “plena capacidad de producción” en 2011.

► **Rosatom**

La producción de uranio enriquecido en Rusia es excelente y se basa en el empleo de pequeñas máquinas “subcríticas” relativamente elementales que funcionan de manera fiable y no requieren mucho mantenimiento. La capacidad de enriquecimiento de Rusia es actualmente de unos 20 millones de SWU/año. La cantidad de uranio extraída en Rusia no es suficiente para satisfacer las necesidades anuales de combustible de los reactores de diseño ruso existentes tanto a nivel nacional como en el extranjero. Este déficit se compensa de varias maneras, entre ellas, el empleo de uranio reprocesado, la devolución del combustible con arreglo a lo previsto en el acuerdo entre Rusia y los Estados Unidos relativo al uranio muy enriquecido, y las actividades de extracción de colas con recursos externos, y posiblemente domésticos, de uranio empobrecido. Se espera que unos años después de 2010 la capacidad de separación total ascienda a 26 millones de SWU/año.

► **Japan Nuclear Fuel Limited (JNFL)**

La planta de enriquecimiento de uranio funciona a una capacidad de 1,05 millones de SWU/año. Se está desarrollando una centrifugadora con un rendimiento de 2,5 a 3 veces más elevado que el de las convencionales. En el futuro se tiene previsto aumentar la capacidad en 1,5 millones de SWU/año, lo que permitiría satisfacer al rededor de un tercio de las necesidades de enriquecimiento de las centrales nucleoelectricas del Japón.

Aspectos económicos

130. No se dispone de mucha información sobre los aspectos económicos del enriquecimiento. La mayoría de las transacciones de los servicios de enriquecimientos se efectúan en el marco de contratos a largo plazo. El precio en el mercado al contado/secundario de una SWU ha oscilado entre los 60 y 80 dólares a finales del decenio de 1980 y los 90 y 110 dólares en la actualidad. En lo que respecta a la difusión gaseosa, el componente del costo de la electricidad puede situarse cerca de los 60 dólares, ya que se requieren unos 3 000 MWe para producir 10 millones de SWU, suponiendo un costo de 3 centavos/kWh. La técnica de centrifugación debería ofrecer un margen amplio, incluso cuando se tienen en cuenta los costos de capital más elevados.

131. Las instalaciones de enriquecimiento de uranio requieren una muy alta inversión de capital (la centrifugación aún más que la difusión). Por lo tanto, desde una perspectiva estrictamente económica a corto plazo, para poder tener un sentido económico esas instalaciones deben alimentar grandes cantidades de reactores o ser comercialmente competitivas en el mercado mundial.

Garantía de servicios

132. Se prevé que la capacidad de trabajo de separación en el mundo superará la demanda durante los próximos 10 años, y que después se mantendrá a la par de la demanda. Dado que los proveedores están muy interesados en hacer negocio, prácticamente no hay ninguna razón para dudar de la capacidad del mercado para proporcionar suficiente garantía respecto de los servicios de enriquecimiento. Pero entre los propios proveedores, los que tienen grandes programas nucleoelectrónicos, tales como Francia y los Estados Unidos, quieren mantener una capacidad de suministro autosuficiente. Para los países con programas nucleoelectrónicos más pequeños, los ENM podrían ofrecer ventajas económicas y estratégicas en cuanto al fortalecimiento de las garantías de suministro regionales.

Aspectos jurídicos e institucionales

133. Los casos de Urenco y EURODIF también podrían servir de ejemplo a este respecto para ilustrar las disposiciones jurídicas e institucionales que deben tenerse en cuenta.

134. En Urenco, las responsabilidades políticas se mantienen separadas de las operaciones industriales y comerciales. Los aspectos políticos de las actividades del grupo Urenco están a cargo del comité mixto intergubernamental, establecido en el marco del Tratado de Almelo (firmado y ratificado en 1971 por los tres Gobiernos participantes). Este comité mixto es competente en las cuestiones de interés internacional, incluidas las salvaguardias, la clasificación y seguridad, la idoneidad de los clientes de los servicios de enriquecimiento, la transferencia de información técnica y de tecnología a terceros, y el emplazamiento de instalaciones importantes. Asimismo se ocupa de la gestión de los aspectos políticos y de seguridad relacionados con los proyectos de tecnología conjuntos. Por ejemplo, en el caso del proyecto LES destinado a la construcción de una planta de enriquecimiento por

centrifugación en los Estados Unidos de América, los tres Gobiernos que conforman el comité mixto llegaron a un acuerdo con el Gobierno de los Estados Unidos sobre el acuerdo cuatripartito. Este acuerdo establece las disposiciones para la transferencia a los Estados Unidos de la información y/o tecnología de carácter reservado de Urenco, a fin de que la planta pueda autorizarse, construirse y explotarse (y el control de cualquier información que Urenco reciba, a su vez, de la planta construida en los Estados Unidos). La viabilidad comercial de ese tipo de proyectos no está abarcada en el acuerdo; esta cuestión incumbe plenamente a la dirección de Urenco y sus accionistas.

135. A finales del decenio de 1970 y durante el decenio de 1980 Urenco funcionó como tres empresas nacionales distintas que trabajaban juntas en una asociación; cada país tenía la capacidad para diseñar, desarrollar y fabricar centrifugadoras, así como para construir, poner en servicio y explotar la planta. Desde la reestructuración del grupo Urenco en 1993, la entidad ha estado dirigida al nivel internacional desde la sede del grupo en el Reino Unido, donde también se han concentrado las actividades de diseño, mientras que las de fabricación de centrifugadoras se han centrado en los Países Bajos y, las de I+D relacionadas con la centrifugación, en Alemania.

136. En virtud del Tratado de Almelo, los países participantes pueden retirarse oficialmente del mismo tras un preaviso de un año y después de transcurridos los primeros diez años de su aplicación, aunque también están sujetos a algunas negociaciones comerciales difíciles. En caso de que eso sucediera, se podría considerar una nueva entidad nacional que se pudiera hacer cargo de la planta. Ahora bien, aunque el funcionamiento continuo de las plantas de enriquecimiento existentes no se vería comprometido, la actual división internacional de responsabilidades dentro del grupo Urenco haría que esa medida fuera más difícil/costosa de adoptar. Lo más difícil sería poder fabricar y ensamblar componentes de centrifugadoras para crear nuevas capacidades, y restablecer la capacidad de I+D para el desarrollo futuro.

137. Por lo tanto, Urenco representa un modelo de gestión eficaz de los mecanismos multinacionales y demuestra la viabilidad y utilidad de separar las responsabilidades en materia de adopción de decisiones políticas y comerciales, división que nunca ha alterado las responsabilidades industriales y operacionales de la entidad.

138. En comparación con Urenco, el funcionamiento de EURODIF es sencillo: la gestión, las operaciones y la tecnología están bajo el control nacional del país sede. Su consiguiente utilidad potencial como modelo de no proliferación es mayor. Por otra parte, debido precisamente a las limitaciones administrativas, operacionales y tecnológicas que este enfoque impone a todos los países, menos al país sede, su atractivo podría reducirse a los Estados que no están muy interesados en participar en la gestión o en tener acceso a la tecnología avanzada, pero que se contentan con tener acceso al suministro de combustible de manera oportuna, previsible y económica.

139. Sin el elemento de la transferencia o el intercambio de tecnología estratégica, EURODIF pudo proporcionar una garantía de suministro permanente a sus

asociados europeos. El modelo EUODIF tiene, no obstante, una clara desventaja cuando se requiere una reorientación estratégica de la tecnología, como es precisamente ahora el caso de EUODIF, que está sustituyendo la difusión por la centrifugación. Aunque los accionistas de los otros países pueden participar en la decisión de adoptar una tecnología totalmente nueva o de modificar marginalmente la tecnología existente mediante mejoras, no tienen acceso a una evaluación técnica detallada de los riesgos de la nueva tecnología o de la mejorada y tienen que depender totalmente de la evaluación interna y confidencial que haga el país sede. Los asociados que han efectuado una gran inversión podrían considerar inaceptable ese riesgo, y el modelo Urenco tiene claras ventajas en ese sentido.

No proliferación y seguridad

140. La mayoría de los países industrializados están hoy en día en condiciones de construir pequeñas instalaciones de centrifugación, siempre y cuando no tengan problemas para financiarlas. Para poder producir una cantidad significativa (CS) de uranio muy enriquecido (es decir, la cantidad aproximada requerida para fabricar un dispositivo explosivo nuclear teniendo en cuenta las pérdidas inevitables) no se necesitan instalaciones tan grandes como las instalaciones comerciales examinadas anteriormente en este capítulo: una amplia sala de conferencias bastaría para acomodar las centrifugadoras requeridas. La tarea es aún más sencilla si se dispone fácilmente del uranio enriquecido: como se indicó anteriormente, al nivel de enriquecimiento del 3,5%, o sea el que requieren las centrales nucleares, ya se han llevado a cabo seis décimas partes del trabajo de separación necesario para obtener uranio apto para la fabricación de armas. Al nivel de enriquecimiento del 20%, o sea el que requieren los reactores de investigación, ya se han llevado a cabo nueve décimas partes del trabajo de separación necesario para obtener uranio apto para la fabricación de armas. Se calcula que, una vez establecida una instalación de enriquecimiento, en sólo pocos meses se podría producir suficiente UME para obtener una CS, si los explotadores así lo desean y de no haber ninguna restricción externa.

141. Las instalaciones de enriquecimiento constituyen un problema particular para la verificación internacional, debido al secreto entorno a esas instalaciones. Por una parte, el propietario de la instalación no suele estar dispuesto a permitir que terceros se acerquen a sus centrifugadoras, protegiendo así sus secretos comerciales legítimos. Por otra, los órganos de inspección internacionales prefieren mantener a sus propios inspectores alejados de los métodos de fabricación que propician la proliferación. La verificación debe seguir a veces vías indirectas, y como el nivel de enriquecimiento en las tuberías y el medio ambiente puede ser un indicador apropiado del uso indebido de una instalación, la tecnología moderna – particularmente los análisis fisicoquímicos de oligoelementos – ofrece, junto con las inspecciones in situ, varios instrumentos poderosos para detectar anomalías en emplazamientos nucleares conocidos.

142. El enfoque de salvaguardias elaborado para las plantas de enriquecimiento de uranio por centrifugación gaseosa sometidas a salvaguardias y que funcionan a un nivel de enriquecimiento de uranio declarado del 5%, o menos, prevé actividades de inspección fuera y dentro de las zonas de proceso en cascada. Las inspecciones fuera del pabellón de proceso en cascada se centran en la verificación de los flujos e

inventarios declarados de materiales nucleares a fin de detectar la desviación de uranio declarado. Las inspecciones de las zonas de proceso en cascada, conocidas como acceso no anunciado de frecuencia limitada (LFUA)²⁰, están diseñadas para detectar la producción de uranio a un nivel de enriquecimiento más alto que el declarado, protegiendo al mismo tiempo la información técnica de carácter estratégico relacionada con el procedimiento de enriquecimiento. El sistema LFUA asegura, entre otras cosas, el acceso, con breve preaviso, de los inspectores del OIEA a la zona de proceso en cascada de la instalación en cuestión. Las actividades de inspección que se realizan dentro de la zona de proceso en cascada incluyen la observación ocular, el monitoreo radiológico y las mediciones no destructivas, el muestreo ambiental y la aplicación y verificación de precintos. Las actividades que se llevan a cabo y la frecuencia del acceso a la zona de proceso en cascada dependen de las características de diseño y explotación específicas de la planta.

143. Con respecto a las instalaciones de enriquecimiento multinacionales, los estudios realizados en el pasado no han llegado a ninguna conclusión específica en cuanto a las posibles repercusiones de esas instalaciones desde el punto de vista de la no proliferación, ya que en el momento en que se llevaron a cabo esa tecnología no era causa de gran inquietud. En primer lugar, y en lo que concierne a las salvaguardias, el concepto de ENM supone un número más reducido de instalaciones de mayor tamaño. El tener que supervisar un menor número de emplazamientos significa, a su vez, que con una cantidad determinada de recursos, y un presupuesto de salvaguardias dado, el OIEA estaría en condiciones de efectuar un monitoreo más minucioso. En segundo lugar, desde el punto de vista de los riesgos de proliferación, una instalación conjunta con personal multinacional somete a todos los participantes a un mayor grado de escrutinio de los homólogos y asociados, lo que también contribuye a fortalecer la no proliferación y la seguridad. Por su naturaleza misma, esos ENM podrían disuadir al país sede asociado de una “evasión de sus responsabilidades”. Obviamente, un factor compensatorio es la posibilidad de que la cooperación internacional aumente los riesgos de proliferación (uso indebido de las técnicas de fabricación y de las actividades de compra y de I+D). En este contexto, el modelo Urenco es al parecer bastante apropiado para los asociados que ya han desarrollado sus propias técnicas de fabricación particulares, mientras que el modelo EURODIF es el más adecuado cuando la mayoría de los participantes/asociados aún no lo han hecho.

Opciones de enfoques multilaterales del enriquecimiento

144. En esta sección se presentan los elementos a favor y en contra de los diferentes enfoques para garantizar el suministro de servicios de enriquecimiento, utilizando la tipología estándar definida anteriormente.

²⁰ Véase el Glosario de Salvaguardias del OIEA.

Tipo I: Garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones

a. Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales

145. Ello correspondería a los explotadores de plantas de enriquecimiento, por separado o en grupo, que hubieran dado garantías de proporcionar capacidad de enriquecimiento a un Estado cuyo gobierno a su vez hubiera acordado renunciar al fomento de su propia capacidad, pero al que seguidamente su proveedor previsto para el enriquecimiento le hubiera negado el servicio por motivos no especificados.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. Cese de la diseminación de las técnicas de fabricación y, por tanto, reducción de los riesgos de proliferación (A)	1. El costo de mantenimiento de la capacidad ociosa de reserva (o un banco de combustible) debe distribuirse, si es necesario, entre los proveedores (B)
2. Facilidad de aplicación, pocos participantes, no se requieren nuevos acuerdos de propiedad (B)	2. Algunos podrían considerar que los Estados poseedores de instalaciones de enriquecimiento no tienen políticas suficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)
3. Dependencia de un mercado que funcione satisfactoriamente (B)	3. Credibilidad poco clara de los compromisos de "garantía" en el caso de las empresas privadas (B)
4. Ninguna carga financiera adicional para el OIEA en materia de salvaguardias (B)	4. Dependencia máxima de los "derechos de consentimiento previo" de los países proveedores (B)

Por la propia índole del negocio nuclear en todo el mundo, las garantías que diera un proveedor contarían con el acuerdo implícito o explícito del gobierno de ese proveedor. Ahora bien, el acuerdo gubernamental se aplicaría únicamente al proveedor bajo su jurisdicción. Este modelo puede entenderse como un "banco de combustible privado" (véase también la sección 5.3).

b. Consorcio internacional de gobiernos

146. En este caso, sería un consorcio de gobiernos el que garantizaría el acceso a los servicios de enriquecimiento; los proveedores actuarían simplemente como agentes ejecutivos. Se trataría de una especie de "banco de combustible intergubernamental". Este mecanismo podría entrañar el establecimiento de una legislación por la que un gobierno reivindicaría esa condición en circunstancias específicas. También podría tratarse de un contratado en virtud del cual un gobierno compraría recursos garantizados en circunstancias específicas. Los diversos Estados podrían utilizar mecanismos distintos. La mayoría de los elementos a favor y en contra se comparten con el caso anterior:

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor	Elementos en contra
<i>1. Cese de la diseminación de las técnicas de fabricación y, por tanto, reducción de los riesgos de proliferación (A)</i>	<i>1. Negociaciones difíciles entre muchos gobiernos y proveedores (B)</i>
<i>2. El costo del mantenimiento de reservas puede ser sufragado por los gobiernos, en lugar de los proveedores (B)</i>	<i>2. Algunos podrían considerar que los Estados poseedores de instalaciones de enriquecimiento no tienen políticas suficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)</i>
<i>3. Dependencia de un mercado que funciona satisfactoriamente (B)</i>	<i>3. Continuación de la dependencia de "derechos de consentimiento previo" otorgados por los Estados proveedores (B)</i>
<i>4. Ninguna carga financiera adicional para el OIEA por concepto de salvaguardias (A)</i>	<i>4. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>
<i>5. Las garantías del consorcio inspiran más confianza (B)</i>	

c. Mecanismos relacionados con el OIEA

147. Esta es una variación de la opción anterior, en la que el OIEA actuaría como base del mecanismo. En lo fundamental, el Organismo funcionaría como "garante" del suministro a los Estados bien acreditados en relación con el TNP y dispuestos a aceptar las condiciones requeridas (que tendrían que definirse, pero que probablemente deberían incluir la renuncia a emprender actividades paralelas de enriquecimiento o reprocesamiento y la aceptación del protocolo adicional). El OIEA podría asumir la propiedad de los materiales que se suministraran o, lo que es más probable, actuar como garante, concertando acuerdos de apoyo con los países proveedores con el fin de cumplir los compromisos que contrajera efectivamente en nombre de estos últimos. Estas garantías, a su vez, quizás deberían complementarse con mecanismos de reserva por los cuales un proveedor nuclear podría ocupar el lugar de otro que no cumpliera su compromiso. En efecto, el OIEA establecería un mecanismo por defecto que sólo se activaría en casos en que un contrato normal se malograra por razones no comerciales, y en tal situación el suministro debería efectuarse de conformidad con los criterios previamente convenidos.

148. Por consiguiente, los elementos que se sugieren a favor y en contra son similares. Hay otro elemento a favor que refleja la composición del OIEA: sus miembros son más numerosos que los de un consorcio comercial. Además, están presentes el historial, la reputación, la credibilidad y la experiencia pertinente del OIEA. Con todo, para que el mecanismo fuera viable podría requerir un número suficiente de proveedores que dieran su consentimiento previo genérico para la transferencia de los respectivos materiales y servicios.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. Cese de la diseminación de las técnicas de fabricación y, por tanto, reducción de los riesgos de proliferación (A)	1. Intereses y prioridades del OIEA diversos y posiblemente contradictorios. Negociaciones difíciles entre muchos gobiernos, condición de miembro de los proveedores. Incertidumbre en cuanto a riesgos del OIEA por responsabilidad (B)
2. El costo del mantenimiento de reservas puede ser sufragado por el OIEA, en lugar de los proveedores (B)	2. Algunos podrían considerar que los países poseedores de instalaciones de enriquecimiento no tienen políticas suficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)
3. Dependencia de un mercado que funciona satisfactoriamente (B)	3. Continuación de la dependencia de "derechos de consentimiento previo" otorgados por los Estados proveedores, salvo si éstos reconocen al OIEA como un genuino usuario final (B)
4. Ninguna carga financiera adicional para el OIEA por concepto de salvaguardias (A)	
5. Las garantías del OIEA inspiran más confianza (B)	

149. Se podrían plantear varias cuestiones con respecto al OIEA y su condición especial como organización internacional sometida al control de sus Estados Miembros. Toda garantía que suministrara el OIEA requeriría la aprobación de su Junta de Gobernadores. Para los países receptores ello significa tratar con 35 gobiernos en lugar de con uno o con algunos. Por tanto, aparte de las salvaguardias y la seguridad tecnológica y física, ¿qué razones legítimas habría para una negativa del OIEA? Para los Estados que tratan de obtener garantías del suministro, ¿cuál sería el valor real añadido de una garantía del OIEA? Entre las cuestiones que requieren más aclaración figura también la de si luego de una decisión de la Junta podría recurrirse al arbitraje o a una solución jurídica, y si el OIEA correría un riesgo de responsabilidad comercial.

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

150. La conversión de una instalación nacional en una instalación de propiedad y administración internacional entraña la creación de una nueva entidad internacional que funcionaría como nuevo competidor en el mercado mundial del enriquecimiento. Varias de las sugerencias contenidas en el cuadro que aparece a continuación reflejan los elementos a favor y en contra de una entidad internacional que se encuentre en esa situación, cualquiera que sea la tecnología conexas. Otras reflejan

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

que la mayor parte de las instalaciones existentes se encuentran en Estados no poseedores de armas nucleares o Estados que no son partes en el TNP.

151. El modelo EUODIF sería el que muy posiblemente se utilizaría para la conversión de una instalación nacional existente en un mecanismo multilateral. Con respecto a ese modelo, los elementos a favor y en contra son los siguientes:

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. No se requerirían nuevas obras de construcción. Cesaría la diseminación de las técnicas de fabricación y, por tanto, disminuirían los riesgos de proliferación (A, D)</i>	<i>1. Probablemente se necesitarían varias instalaciones de este tipo en países con políticas suficientemente diversas para proporcionar las garantías necesarias (B)</i>
<i>2. La introducción de nuevas medidas de salvaguardia en instalaciones en las que ahora no existen fortalece el régimen de no proliferación (A, F)</i>	<i>2. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>
<i>3. Posible fortalecimiento de la resistencia a la proliferación mediante la gestión internacional (A, E)</i>	<i>3. Dificultades de gestión internacional, sobre todo con la obligación muy especial de ofrecer garantías de suministro (B)</i>
<i>4. Posible mancomunación de conocimientos técnicos y recursos internacionales (B, D, E)</i>	<i>4. Posibles riesgos de proliferación debidos a la difusión internacional de las técnicas de fabricación (A)</i>

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

152. Los dos precedentes históricos de la construcción de una nueva instalación de enriquecimiento multinacional son Urenco y EUODIF. La construcción de nuevas instalaciones conjuntas fue abordada también en 1975-1977 en el Estudio del OIEA sobre centros regionales del ciclo del combustible nuclear (CRCC), aunque en el contexto del reprocesamiento, y por tanto tiene especial importancia a estos efectos. La mayoría de los elementos a favor y en contra indicados más adelante se derivan de este contexto.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. Fortalecimiento de la resistencia a la proliferación mediante la vigilancia, la gestión y el personal internacional, y menos oportunidades para la desviación, el robo y la pérdida de materiales y la evasión de responsabilidades.</i>	<i>1. Mayores riesgos de proliferación debido al mayor acceso a las técnicas de fabricación (a menos que se aplique el modelo EURODIF) (A, C, D, E)</i>
<i>2. Mancomunación de conocimientos técnicos y recursos internacionales (B, D)</i>	<i>2. Competitividad comercial incierta en un mercado en el que no escasea el combustible ni hay posibles alteraciones a causa de instalaciones subsidiadas (B)</i>
<i>3. Economías de escala (B)</i>	<i>3. Dificultades con la gestión internacional, como las experimentadas por Urenco (E)</i>
<i>4. Menor número de plantas de enriquecimiento de gran tamaño, lo que significa menos emplazamientos para salvaguardar (A, C)</i>	<i>4. Dificultades con la participación en los costos a largo plazo, como las experimentadas por EURODIF (E, F)</i>

153. Planificar una nueva instalación de enriquecimiento de uranio sería una empresa difícil que requeriría cuantiosos recursos humanos y financieros y entrañaría numerosas consideraciones interrelacionadas. Por el lado de la no proliferación, esas consideraciones abarcan: los riesgos de desviación; los programas paralelos clandestinos; la evasión de responsabilidades dimanadas de acuerdos y del TNP; y mecanismos de salvaguardias. Por el lado comercial, abarcan: la selección del emplazamiento; los factores económicos; la aceptación política y pública; el acceso a la tecnología; la participación de los asociados en la explotación; y los acuerdos comerciales y mercantiles no nucleares. Sin embargo, en el caso del enriquecimiento puede recurrirse a los actuales ejemplos de Urenco y EURODIF.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

5.3 – Reprocesamiento de combustible gastado

154. Las instalaciones de reprocesamiento disuelven y procesan el combustible nuclear gastado para separar químicamente el uranio y el plutonio de los productos de fisión. En las centrales nucleares, el uranio y el plutonio recuperados se pueden reciclar en combustible de mezcla de óxidos (MOX) para generar más energía, con lo cual se utilizan de manera más completa los recursos de uranio y se reducen las necesidades de enriquecimiento. El reprocesamiento facilita también la disposición final de los desechos al reducir el volumen de desechos de actividad alta y retirar el plutonio. El reprocesamiento es un negocio internacional, y las instalaciones de este tipo de Francia, la Federación de Rusia y el Reino Unido aceptan combustible gastado del extranjero para su reprocesamiento. Con excepción del reprocesamiento en Rusia del combustible gastado de origen ruso, las leyes vigentes en estos tres países disponen que todos los desechos destinados a la evacuación final sean devueltos a sus países de origen.

155. Las razones que se aducen para el reprocesamiento en instalaciones civiles son el reciclado de los componentes de materiales fisionables – plutonio (en forma de MOX, por ejemplo) y uranio – y la gestión de los desechos radiactivos. Por tanto, hay una estrecha relación entre el reprocesamiento y la fabricación de combustible de MOX: es importante coordinar estas actividades para evitar la acumulación de plutonio separado. Así pues, en el presente capítulo se trata sobre la instalación de reprocesamiento en sí y también en relación con sus instalaciones de fabricación de MOX complementarias.

Tecnologías

156. Todas las plantas de reprocesamiento comerciales, y la que está en construcción en Rokkashomura, utilizan el proceso PUREX y la técnica de troceado y lixiviación. Después del almacenamiento de los conjuntos combustibles para enfriarlos, se cortan las piezas de ajuste de los extremos, las varillas de combustible se trocean en pedazos y se disuelven en ácido nítrico, y se retiran las vainas y otros residuos. Generalmente se emplea un proceso de extracción con disolvente en varias etapas que utiliza como disolvente el fosfato de tributilo (TBP), primeramente para separar el uranio y el plutonio de los productos de fisión y los actínidos menores, y, después, para separar al uranio y el plutonio uno de otro. Los productos finales del proceso son una solución de nitrato de uranilo, una solución de nitrato de plutonio y una solución de refinado que contiene productos de fisión y actínidos menores.

157. En las plantas de Tokai y Rokkashomura, en el Japón, los siguientes pasos inmediatos son la desnitrificación para producir polvo de óxido de uranio (UO_3) y la desnitrificación conjunta para producir una mezcla de polvos de óxido de uranio y plutonio ($\text{UO}_2\text{-PuO}_2$). Seguidamente se mezcla la solución de nitrato de plutonio con la solución de nitrato de uranilo sin separación. Estas son las formas en que se almacenan el uranio y el plutonio. En las plantas de Thorp, en el Reino Unido, y La Haya, en Francia, el uranio y el plutonio separados se almacenan como UO_3 y PuO_2 . A la larga, el óxido de plutonio o el polvo de mezcla de óxidos se envían al lugar de

fabricación de combustible y después se devuelven al propietario en forma de conjuntos combustibles de MOX. Actualmente una gran parte del óxido de uranio se almacena, aunque Urenco solía reciclar el uranio y aún se envían algunas cantidades a Rusia para su enriquecimiento.

158. La planta RT1 de Rusia acepta combustible gastado de WWER-440 y combustible gastado de UME proveniente de reactores rápidos, reactores de investigación y reactores submarinos. El producto principal es el óxido de uranio, que se recicla en combustible para reactores RBMK. El óxido de plutonio se almacena.

159. Las investigaciones para mejorar las actuales tecnologías de reprocesamiento abarcan los procesos PUREX avanzados y otros procesos acuosos, el proceso THOREX para la separación de ^{233}U en ciclos del combustible basados en el torio, procesos no acuosos que incluyen los de volatilidad y extracción reductiva y los procesos piroquímicos.

160. La separación piroquímica se basa en técnicas de refinado electrolítico, en las que el combustible gastado se disuelve en un electrolito de sal fundida y después el material utilizable se precipita en electrodos. Aunque las técnicas piroquímicas sólo se han desarrollado a escala de laboratorio o de planta experimental, tienen una aplicación potencial para la mayor parte de las formas de combustible. Además, dado que los procesos piroquímicos dificultan más la separación completa del uranio, el plutonio y los actínidos menores de los productos de fisión, se consideran más resistentes a la proliferación que el proceso PUREX. La separación incompleta mantiene elevados niveles de radiación que tienen efecto disuasorio. Sin embargo, también hace que el resultado de los procesos piroquímicos sea menos idóneo para reciclarlo en combustible de MOX en reactores térmicos, lo que limita su utilización mayormente al combustible de reactor rápido.

161. Algunos Estados están realizando también importantes investigaciones sobre fraccionamiento y transmutación (F y T) como parte del procesamiento del combustible nuclear gastado. Sin embargo la técnica de F y T no tiene repercusiones inmediatas relacionadas con la no proliferación.

Antecedentes históricos

162. Las primeras actividades de reprocesamiento estuvieron dedicadas a la recuperación del plutonio proveniente de combustible irradiado para uso militar. Ahora bien, la rápida expansión que experimentó en sus inicios la energía nucleoelectrónica civil y las elevadas proyecciones de su desarrollo futuro, unidas a una perspectiva muy conservadora de la disponibilidad de recursos de uranio a largo plazo, conformaron un argumento de peso a favor del reprocesamiento del combustible gastado para reciclar el plutonio y el uranio fisionables. El argumento resultó especialmente sólido en países que poseían recursos limitados de uranio, como Francia, la India, el Japón, el Reino Unido y, en menor medida, la URSS.

163. La manera más eficiente de utilizar el combustible reprocesado es emplearlo en reactores rápidos. Estos reactores tienen una larga historia puesto que la primera

electricidad nuclear se produjo en un reactor rápido, el EBR-1, en 1951. Posteriormente se pusieron en servicio nuevos reactores rápidos, entre ellos reactores reproductores rápidos, en la URSS, el Reino Unido, los Estados Unidos, Francia, Alemania, la India y el Japón. Se prevé construir nuevas plantas de reprocesamiento (y ya hay algunas terminadas) en Europa occidental y América del Norte. Sin embargo, los incentivos económicos iniciales del reprocesamiento y el reciclado disminuyeron, debido en parte a la desaceleración del crecimiento de la capacidad nuclear a partir del decenio de 1970, en parte a que las estimaciones de los recursos de uranio ascendían continuamente y en parte a fuentes secundarias en virtud de la liberación de algunas cantidades del uranio de uso militar y del enriquecimiento del uranio empobrecido. El cambio de los incentivos económicos limitó la introducción de reactores rápidos y del reprocesamiento.

164. El único reactor rápido que se explota actualmente es el BN-600 de la Federación de Rusia, en calidad de reactor de potencia, y no utiliza combustible de plutonio reprocesado, sino combustible de uranio muy enriquecido (UME) sin irradiar. Sin embargo, la India acaba de iniciar la construcción (en octubre de 2004) de un prototipo de reactor reproductor rápido de 500 MWE(e) en Kalpakkam y hay investigaciones en curso en varios países.

165. El principal ejemplo histórico de mecanismo multinacional es la Sociedad Europea para el Procesamiento Químico de Combustibles Irradiados (Eurochemic), creada en 1959 por 13 países europeos. Al inicio, los países miembros de Eurochemic consideraban que la Sociedad era un medio para mancomunar recursos financieros e intelectuales y obtener conocimientos especializados nacionales sobre una industria costosa pero prometedora. Su instalación situada en Mol (Bélgica), reprocesó combustible para reactores de potencia civiles de 1966 a 1975. Cuando se dio por terminado el proyecto había una desaceleración del crecimiento nuclear y exceso de capacidad de reprocesamiento, se había apagado el entusiasmo europeo por organizaciones internacionales como Eurochemic, las industrias químicas nacionales de los países miembros preferían llevar a cabo sus propios experimentos con ayuda del respectivo gobierno, y el hecho de que Eurochemic dependiera de muchos gobiernos para la financiación y la adopción de decisiones le hacía particularmente difícil competir en un negocio que ya era de por sí difícil y competitivo.

166. Una segunda iniciativa internacional concerniente al reprocesamiento (que contribuyó a la extinción de Eurochemic) fue la United Reprocessors Gesellschaft (UNIREP), creada en octubre de 1971 por reprocesadores británicos, franceses y alemanes. Esta iniciativa siguió una recomendación del Foro Atómico Europeo (FORATOM) de que se racionalizaran las inversiones a fin de establecer una "industria viable" en Europa, habida cuenta del exceso de capacidad existente a la sazón. Wolf (1996)²¹ describe a la UNIREP como una "cooperación comercial trilateral en forma de cártel oligárquico. Su objetivo inmediato era repartir el mercado europeo de reprocesamiento entre las plantas británica y francesa hasta saturar su capacidad. Llegado ese momento, una gran planta alemana asumiría las operaciones." Con todo, UNIREP nunca llegó a construir una planta.

²¹ WOLFF, J.-M., "EUROCHEMIC (1956-1990) Thirty-five years of international co-operation in the field of nuclear engineering: The chemical processing of irradiated fuels and the management of radioactive wastes", OCDE, París (1996).

Situación actual

167. El crecimiento de la capacidad de reprocesamiento ha sido limitado. En lo que respecta a centrales nucleares civiles, Francia tiene dos grandes instalaciones de reprocesamiento en La Haya pertenecientes a Cogema y explotadas por ésta; el Reino Unido (BNFL) tiene dos y la Federación de Rusia (Rosatom) tiene una. Hay tres instalaciones más pequeñas que se explotan en la India (BARC), al igual que una instalación de separación del torio, y una que se explota en el Japón (JNC). Salvo la instalación japonesa (Tokai), todas las plantas en explotación se encuentran en Estados poseedores de armas nucleares o Estados que no son partes en el TNP. Todas pertenecen directamente a los gobiernos o a compañías controladas por éstos. La capacidad nominal total disponible para el reprocesamiento del combustible gastado del sector civil es de aproximadamente 5 000 toneladas de metales pesados por año (t HM/a)

168. Hasta la fecha se ha reprocesado alrededor de la tercera parte del combustible gastado descargado de reactores de potencia, y una fracción importante se utiliza para combustible de MOX destinado a LWR. El resto permanece en almacenamiento provisional. A fines de 2003 se habían reprocesado 78 000 t de combustible gastado. El combustible de MOX contiene generalmente de 4% a 40% de plutonio, según la capacidad y el tipo del reactor. En los últimos años los reactores de potencia civiles generaron a nivel mundial aproximadamente 89 toneladas de Pu por año en combustible nuclear gastado; se separaron del combustible nuclear gastado alrededor de 19 toneladas de Pu; y cada año se utilizaron alrededor de 13 toneladas de Pu para la fabricación de MOX. En el cuadro 1 se indica la cantidad aproximada de plutonio que estaba sometida a las salvaguardias del Organismo al término de 2003, así como otros materiales sometidos a salvaguardias del OIEA.

Cuadro I:**Cantidades aproximadas de material sometido a las salvaguardias del Organismo al término de 2003**

Tipo de material	Cantidad de material (t)		
	Acuerdos de salvaguardias amplias ^a	INFCIRC/66 ^b	Estados poseedores de armas nucleares
Plutonio ^c contenido en combustibles irradiados	626,54	33,4	95,9
Plutonio separado fuera de núcleos de reactores	12,7	0,1	72,8
Plutonio separado en elementos combustibles en núcleos de reactores	14,2	0,3	0
UME (20 % de U-235 o más)	21,7	0,1	10
UPE (menos de 20 % de U-235)	45 480	3 069	4 422
Material básico ^d (uranio natural o empobrecido y torio)	88 130	2 124	11 998

- a Las cifras comprenden los acuerdos de salvaguardias concertados en relación con el TNP y/o el Tratado de Tlatelolco y otros acuerdos de salvaguardias amplias.
- b Excluidas las instalaciones de los Estados poseedores de armas nucleares; incluidas las instalaciones de Taiwan (China).
- c Esta cantidad incluye una suma estimada de 90t de plutonio contenido en combustible irradiado que todavía no se ha comunicado al Organismo con arreglo a los procedimientos de notificación convenidos (este plutonio no objeto de comunicación está contenido en conjuntos combustibles irradiados a los que se aplican medidas de contabilidad de partidas y de C/V).
- d Este cuadro no incluye el material al que se refieren las disposiciones de los apartados a) y b) del párrafo 34 del documento INFCIRC/153.

169. La capacidad nominal operacional de fabricación de combustible de MOX a nivel mundial es de aproximadamente 300 t HM/a. En 2001-2002, las necesidades de combustible de MOX para LWR eran de unas 190 t HM/a. Con carácter comercial, se cargó combustible de MOX en 36 LWR de Europa, y las centrales TAPS-1 y TAPS-2 de la India funcionaron con algunos conjuntos combustibles de MOX de forma experimental. Si bien es posible utilizarlo en cualquier LWR, actualmente es más caro que el combustible de óxido de uranio sin irradiar, por lo que no se esperan aumentos sustanciales de las necesidades de combustible de MOX a corto plazo. Sólo Francia prevé otorgar licencias a más PWR para el uso de combustible de MOX. Se han aplazado los planes del Japón de cargar combustible de este tipo en LWR. Además de utilizarse en reactores comerciales, el combustible de MOX se empleó en el reactor térmico avanzado FUGEN antes de su parada en 2003, y en el reactor reactor rápido Joyo. También se utiliza en el reactor Phenix de Francia y en el reactor reactor rápido BOR-60 de Rusia, y se han empleado con carácter experimental algunos conjuntos combustibles de MOX en el BN-600.

170. En 1993 se inició la construcción de la nueva instalación comercial de reprocesamiento de Rokkashomura en el Japón. La puesta en servicio del proceso del uranio comenzó en 2004, la puesta en servicio del proceso radiactivo con combustible gastado real comenzará en el curso de 2005 y se prevé comenzar la explotación comercial en 2006. La planta de Rokkashomura es única en el sentido de que el OIEA ha podido supervisar y verificar todas las etapas de construcción,

factor que hoy se considera indispensable para la eficaz aplicación de salvaguardias en cualquier nueva planta de reprocesamiento²².

171. Con respecto al futuro cabe considerar que los precios del uranio han comenzado a subir en los últimos años y las proyecciones de la capacidad nuclear a mediano plazo se revisan al alza periódicamente. Los escenarios fiables de la energía nucleoelectrica a largo plazo todavía abarcan desde la supresión progresiva a nivel mundial en el presente siglo hasta una vasta expansión. De hecho, varios países experimentan hoy una notable expansión de la energía nucleoelectrica y la consiguiente necesidad de reprocesamiento y utilización de MOX; en el caso de los países partidarios de un alto grado de independencia respecto del ciclo del combustible nuclear, se añade la necesidad de reactores reproductores rápidos.

Aspectos económicos

172. La información sobre los aspectos económicos del reprocesamiento multinacional basado en el proceso PUREX proviene tanto de la experiencia de Eurochemic y UNREF como de varios estudios pertinentes. El principal estudio del OIEA, el Estudio sobre centros regionales del ciclo del combustible nuclear²³, se concentró en la parte final del ciclo del combustible y, más concretamente, en el reprocesamiento. Su principal motivación consistió en las economías de escala previstas en las instalaciones de reprocesamiento, pero abordó también cuestiones relativas a la salud, la seguridad, el medio ambiente y la no proliferación.

173. El resultado básico fue el que se esperaba. Sobre la base de las estimaciones de gastos, los tipos de interés y otros elementos desarrollados en el estudio, un centro regional del ciclo del combustible que utilizara el proceso PUREX sería rentable. Los cálculos demostraron economías de escala sustanciales en la construcción y explotación de instalaciones de reprocesamiento. En el caso de países cuyos programas de energía nucleoelectrica son de relativa magnitud, la inversión en un centro regional podría ser de 40% a 60% inferior que la dedicada a instalaciones nacionales. Para los Estados con programas de energía nucleoelectrica de poca magnitud, el costo regional podría ser la tercera parte o menos del costo de una instalación nacional. El tiempo necesario para recuperar los costos de capital y empezar a obtener ganancias podría acortarse en diez años. Otra conclusión del estudio fue que era posible desarrollar esta operación rentable construyendo el sistema a partir del núcleo de las instalaciones nacionales existentes o previstas a la sazón. Se consideró que existía una ruta práctica y gradual para pasar de la situación prevaleciente al objetivo de un centro regional.

174. También se concluyó en el estudio que los centros regionales ofrecerían ventajas relacionadas con la seguridad, la salud y el medio ambiente. Ello obedecía a que los centros regionales requerirían menos emplazamientos. Un menor número de emplazamientos significaría menos repercusiones ambientales y menos riesgos para la seguridad, y la conjunción de estos dos factores significaría menos repercusiones y riesgos para la salud además de un costo más bajo. Se reconoció

²² Informe del Foro LASCAR: Large Scale Reprocessing Plant Safeguards, STI/PUB/922, OIEA, Viena, 1992

²³ REGIONAL FUEL CYCLE CENTRES, Vol. 1, Summary, 1977 Report of the IAEA Study Project, OIEA, Viena (1977).

que la existencia de menos emplazamientos de mayor tamaño probablemente daría lugar a un mayor volumen de expedición y transporte de materiales radiactivos, y que, excluyendo otros imprevistos, más transporte equivaldría a más oportunidades de accidentes. Sin embargo, se consideró que estos riesgos quedaban compensados con creces por la reducción de los riesgos asociada al menor número de emplazamientos.

175. Pese a que en el estudio se formuló de manera concluyente una evaluación positiva, nunca se ha construido un centro regional del ciclo del combustible. La razón principal es que la economía ha cambiado. En el estudio se utilizó un precio del uranio de 40 dólares por libra de U_3O_8 (en dólares de 1975), que parecía razonable a la sazón, pero también se hicieron varios análisis de sensibilidad. Entre otras cosas, se llegó a la conclusión de que, dados los otros parámetros económicos supuestos, incluso el centro regional de reprocesamiento sería antieconómico si los precios del uranio cayeran al bajo nivel de 30 dólares por libra de U_3O_8 . En efecto, tres años después de la conclusión del estudio cayeron a un nivel inferior a 30 dólares por libra de U_3O_8 (en dólares de 1975) y durante casi 25 años han permanecido por debajo de la mitad de ese valor. Al 10 de enero de 2005, el precio al contado del U_3O_8 subió a 20,70 dólares por libra (o 7,40 dólares en dólares de 1975).

176. Las economías de reprocesamiento, o, en términos más generales, el ciclo del combustible de Pu-MOX, han sido a menudo objeto de debates. Hoy día Francia y el Reino Unido poseen una importante experiencia industrial en reprocesamiento y reciclado. Han demostrado que el ciclo puede ser más o menos competitivo, lo cual depende del precio del uranio. A largo plazo, el reprocesamiento permite recuperar valiosos materiales. A corto plazo reduce las necesidades de almacenamiento provisional, y a mediano plazo reduce considerablemente la cantidad y la radiotoxicidad de los desechos que han de someterse a disposición final. Los Estados que cuentan con un programa nuclear importante y una política de independencia energética tienen incentivos para mantener abierta la opción de la estrategia de reprocesamiento y reciclado.

Garantía de servicios

177. Se espera que la capacidad mundial para reprocesar combustible de reactores de agua ligera supere a la demanda durante muchos decenios, hasta que el reciclado de plutonio se haga necesario y más económico. Entretanto, puesto que hay varios proveedores dispuestos a hacer negocio, el mercado se mantiene en condiciones de garantizar apropiadamente los servicios de reprocesamiento.

178. Todo Estado que acepte renunciar a la fabricación de su propia capacidad de reprocesamiento, pero que desee mandar a reprocesar su combustible gastado y utilizar el plutonio y/o el uranio separado en combustible de MOX, querrá recibir alguna garantía de que dispondrá de servicios de reprocesamiento cuando los necesite. O bien, ese Estado querrá recibir garantías de que podrá disponer de una combinación de servicios de reprocesamiento y de fabricación de MOX cuando la necesite. Estos son los escenarios previstos en la lista de elementos a favor y en contra que figura más adelante.

179. Deben cumplirse varias condiciones de garantía de los futuros servicios de reprocesamiento para que una instalación multilateral satisfaga las premisas de la no proliferación y pueda garantizar sus servicios. Entre ellas deben incluirse las siguientes condiciones para la liberación:

- a. Sólo se debe entregar o devolver combustible de MOX, pero no Pu separado;
- b. La planta de reprocesamiento debe tener una instalación aledaña de fabricación de combustible de MOX;
- c. El reprocesamiento debe ser oportuno, es decir, el reprocesamiento y la fabricación de combustible de MOX deben sincronizarse a fin de evitar el almacenamiento excesivo de plutonio separado;
- d. La entrega debe ser oportuna, es decir, la entrega de combustible de MOX sin irradiar debe sincronizarse con el ciclo de recarga de combustible para evitar que el país receptor almacene este combustible durante períodos largos.

Aspectos jurídicos e institucionales

180. En 1978, el Director General invitó a los Estados a designar representantes para que integraran un grupo de expertos encargado de preparar "propuestas para el establecimiento de mecanismos de gestión y almacenamiento internacionales del plutonio en aplicación del apartado 5 del párrafo A del artículo XII del Estatuto del Organismo". El grupo de expertos completó su informe en noviembre de 1982. Se consideraron tres alternativas para la liberación de Pu, pero en última instancia no se logró consenso y nunca se ha establecido un mecanismo de almacenamiento internacional del plutonio (AIP). Mediante un nuevo estudio se deberían evaluar los criterios de liberación e incorporar y revisar las condiciones mencionadas en el párrafo 179.

181. Eurochemic es el primer proyecto nuclear multinacional y fue creada en el decenio de 1950 bajo los auspicios de la Agencia para la Energía Nuclear (AEN) de la OCDE. Su terminación en 1974, provocada por la competencia con instalaciones mayores de los países miembros, se ha citado frecuentemente como prueba de la debilidad de los mecanismos multinacionales y la improbabilidad de su eficacia. Ahora bien, tal evaluación pasa por alto algunos otros factores objetivos. Eurochemic se estableció para que sirviera de centro de capacitación en el que se pudieran obtener tecnologías de reprocesamiento, explorar varios tipos de combustible y técnicas conexas y desarrollar la experiencia industrial. No se diseñó como medio de evitar la diseminación de la tecnología de reprocesamiento ni como alternativa del desarrollo nacional, aunque puede que algunos de sus miembros (sobre todo los Estados más pequeños) esperaran el posible surgimiento de un consorcio europeo de reprocesamiento único, que ofreciera una asociación de alcance mayor que sus capacidades nacionales. En lo tocante a su mandato, Eurochemic fue un éxito. Facilitó y estableció bases para la capacidad industrial en un ámbito tecnológico nuevo²⁴.

²⁴ SCHEINMAN, L. "The Nuclear Fuel Cycle: A Challenge for Non-proliferation"; Disarmament Diplomacy; marzo/abril de 2004.

182. Habida cuenta de su propósito declarado de transferir tecnología y de que no prohibiera el desarrollo tecnológico nacional paralelo, Eurochemic no sería un modelo particularmente adecuado para el multilateralismo orientado hacia la no proliferación. Por otra parte, diez años de tales actividades multinacionales de capacitación y desarrollo en una esfera de alta tecnología representan una experiencia y una dinámica institucional que pueden aportar importantes lecciones para proyectos futuros, sobre todo con respecto al alcance de la misión, las disposiciones de organización, la determinación de la participación en la propiedad y los intereses, la obligación financiera y el grado de limitación impuesto a los participantes en relación con actividades paralelas. Por cierto que, posteriormente, en varios proyectos multinacionales de la industria nuclear se ha tenido en cuenta el establecimiento por Eurochemic de un órgano de control externo integrado por los gobiernos de los Estados participantes y encargado de enfrentar problemas de interés común procurando quedar al margen de las actividades operacionales.

No proliferación y seguridad

183. La principal inquietud en materia de proliferación que suscitan las plantas de reprocesamiento es que proporcionan a un posible agente de la proliferación capacidad para separar el plutonio del combustible gastado y destinarlo a un programa de armas. La preocupación con respecto a la seguridad dimana de la posible presencia en las plantas de reprocesamiento (en determinados ciclos de reprocesamiento) de plutonio separado que se pueda desviar o utilizar indebidamente.

184. El proceso de verificación o no desviación en las plantas de reprocesamiento se apoya en seis grupos principales de actividades de inspección: verificación de la información sobre el diseño (VID), verificación de los cambios en el inventario, verificación de los flujos internos de materiales, verificación de inventarios provisionales para la detección oportuna, examen de los registros e informes del explotador y verificación anual del inventario físico. La aplicación de salvaguardias en las plantas de reprocesamiento exige mediciones periódicas y una vigilancia constante durante la explotación ordinaria.

185. La aplicación eficaz y eficiente de salvaguardias en una planta de reprocesamiento es indispensable para garantizar que no hay desviación de materiales fisionables y detectar cualquier utilización indebida de la instalación. La aplicación de salvaguardias en una planta de reprocesamiento es un empeño costoso y exige muchos recursos. Con miras a garantizar el mayor grado de certidumbre en cuanto a no desviación, el OIEA debería participar en la planificación de la planta, como lo hizo en el Japón.

186. El establecimiento de nuevos mecanismos regionales podría reducir el riesgo del transporte de materiales fisionables separados y hacerlo más seguro en comparación con los envíos intercontinentales, pero podría aumentarlo en comparación con las instalaciones nacionales.

187. En el futuro, las nuevas plantas de reprocesamiento podrían ayudar a fortalecer la resistencia a la proliferación y a la vez mantener el potencial de Pu para combustible de reactores rápidos, efectuando una separación menos completa del uranio, el plutonio y los actínidos menores de los productos de fisión, lo que da por resultado mayores niveles de radiación de efecto disuasorio. La introducción de nuevas mejoras en los procedimientos de vigilancia y salvaguardia, tecnológicas y de otra índole, podría fortalecer también la resistencia a la proliferación de las futuras instalaciones. Asimismo, la ubicación conjunta con plantas de fabricación, y tal vez con reactores que quemaran el combustible reciclado, podría servir de ayuda.

188. Con respecto a las posibles instalaciones de reprocesamiento multinacionales, en el estudio del OIEA sobre centros regionales del ciclo del combustible nuclear se llegó a la conclusión de que un centro regional tendría importantes ventajas en materia de no proliferación y seguridad. En primer lugar, dadas las economías de escala del proceso PUREX, el concepto de centros regionales suponía que el número de instalaciones grandes sería menor que si el reprocesamiento se efectuara en centros nacionales. El tener que supervisar un menor número de emplazamientos significaría que con una cantidad determinada de recursos, y un presupuesto de salvaguardias dado, el OIEA estaría en condiciones de efectuar un monitoreo más minucioso. Además, habría menos oportunidades para la desviación, el robo y la pérdida de materiales. Obsérvese que, respecto de posibles tecnologías futuras de costos fijos menores, las instalaciones multinacionales no tendrían necesariamente estos beneficios. En segundo lugar, la explotación conjunta somete a todos los participantes a un mayor grado de escrutinio de los homólogos y asociados, un entorno en el que las personas tienden a ser más cuidadosas, atentas y rigurosas, lo cual fortalece la no proliferación y la seguridad.

189. Un posible factor compensatorio que no se menciona en el estudio del OIEA es la posibilidad de que la cooperación internacional facilite la difusión de conocimientos especializados sobre reprocesamiento. Ello podría debilitar la resistencia a la proliferación, puesto que mientras más se difundan los conocimientos especializados necesarios para separar y manipular los materiales utilizables para armas, más se facilitará la proliferación.

Opciones de enfoques multilaterales del reprocesamiento

190. En esta sección se presentan los pros y contras de los diferentes enfoques para asegurar el suministro de servicios de reprocesamiento y de los servicios subsiguientes relacionados con el combustible, utilizando una tipología similar a la de otras secciones.

Tipo I: Garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones

a. Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales

191. Ello corresponde a los explotadores de plantas de procesamiento, por separado o en grupo, que dan garantías de proporcionar capacidad de reprocesamiento y/o de combustible de MOX a un país que haya acordado renunciar al fomento de su propia capacidad, pero al que seguidamente su reprocesador previsto le haya negado el servicio por razones políticas.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. No se requieren nuevas plantas (A)	1. Costo poco claro del mantenimiento de la capacidad ociosa de reserva (B)
2. Facilidad de aplicación, pocos participantes, no se requieren nuevos acuerdos de propiedad (B, E)	2. Algunos podrían considerar que los Estados poseedores de instalaciones de reprocesamiento no tienen políticas suficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)
	3. Cuestiones relacionadas con la devolución del Pu y/o los desechos radiactivos al país cliente (A, B)
	4. Credibilidad dudosa de los compromisos de "garantía" en el caso de las empresas privadas (B)

192. En la actualidad todas las plantas de reprocesamiento son de propiedad estatal. Por la propia índole del negocio nuclear en todo el mundo, las garantías que diera un proveedor contarían con el acuerdo implícito o explícito del gobierno correspondiente. Sin embargo, este tipo de acuerdo sólo sería obligatorio para la parte proveedora.

b. Consortio internacional de gobiernos

193. En este caso un consorcio de gobiernos garantizaría el acceso a la capacidad de reprocesamiento y a la devolución del combustible de MOX. Los proveedores solo actuarían como agentes ejecutivos. Este mecanismo podría consistir en el establecimiento de una legislación por la que un gobierno reivindicaría esa función en circunstancias específicas. También podría tratarse de un contrato en virtud del cual un gobierno comprara recursos garantizados en circunstancias específicas. Los diversos países podrían utilizar mecanismos distintos.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor	Elementos en contra
<i>1. No se requieren nuevas plantas (A)</i>	<i>1. Costo poco claro del mantenimiento de la capacidad ociosa de reserva (B)</i>
<i>2. Las garantías del consorcio podrían inspirar más confianza (B)</i>	<i>2. La capacidad “garantizada” se encontraría en las instalaciones existentes, y los países de las instalaciones podrían tener políticas insuficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)</i>
<i>3. Los costos pueden ser sufragados por los gobiernos, en lugar de la industria (A)</i>	<i>3. Cuestión de la devolución del Pu y/o de los desechos radiactivos al país cliente (A, B)</i>
	<i>4. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>

c. Mecanismos relacionados con el OIEA

194. Esta es una variación de la opción anterior en la que el OIEA actuaría como principal órgano administrativo y de adopción de decisiones de un consorcio. Por consiguiente, los elementos que se sugieren a favor y en contra son similares. No obstante, en este caso hay otro elemento a favor que refleja la composición del OIEA: sus miembros son más numerosos que los de un consorcio comercial. Parece lógico y necesario que, para que el OIEA desempeñe esta función, se le exima de todo derecho de consentimiento ulterior, partiendo del supuesto de que los derechos de consentimiento se podrían subsumir en mecanismos comunes.

195. Este mecanismo podría consistir en el establecimiento de una legislación por la que el OIEA reivindicaría esa función en circunstancias específicas. También podría tratarse de un contrato en virtud del cual el OIEA comprara recursos garantizados en circunstancias específicas.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. No se requieren nuevas plantas (A)	1. Costo poco claro del mantenimiento de la capacidad ociosa de reserva (B)
2. Los compromisos del OIEA podrían inspirar más confianza (B)	2. La capacidad "garantizada" se encontraría en las instalaciones existentes, y los países de las instalaciones podrían tener políticas insuficientemente diversas para dar las garantías necesarias (B)
3. El costo del mantenimiento de reservas puede ser sufragado por el OIEA, en lugar de los proveedores (B)	3. Los intereses y prioridades de los miembros del OIEA son diversos (B)
	4. Cuestión de la devolución del Pu y/o de los desechos radiactivos al país cliente (A, B)

Las observaciones formuladas anteriormente para este tipo en el caso del enriquecimiento son válidas también en este caso.

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

196. La conversión de una instalación nacional en una instalación de propiedad y administración internacional entrañaría la creación de una nueva entidad internacional que funcionaría como nuevo competidor en el mercado de reprocesamiento. Por ello, varias de las sugerencias contenidas en el cuadro que aparece a continuación se limitan a abordar los elementos a favor y en contra de una entidad internacional que se encuentre en esa situación, y son en gran medida independientes del reprocesamiento. Otros puntos tienen que ver con el hecho de que, de las instalaciones actuales, todas salvo dos instalaciones japonesas se encuentran en Estados poseedores de armas nucleares o en Estados que no son partes en el TNP. En muchos de estos casos, se tendrían que establecer salvaguardias si no se hubieran aplicado antes.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. No se requieren nuevas plantas (A)</i>	<i>Habría que adecuar nuevas prácticas de salvaguardias para las instalaciones que se encuentran en Estados que no son partes en el TNP o en Estados poseedores de armas nucleares (A, B, C, E, F)</i>
<i>2. Fortalecimiento de la resistencia a la proliferación mediante grupos internacionales de gestión y explotación (A, E)</i>	<i>2. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>
<i>3. Mancomunación de conocimientos técnicos y recursos internacionales (B, D, E)</i>	<i>3. Dificultades de gestión internacional como las experimentadas por Eurochemic, sobre todo con la obligación muy especial de ofrecer garantías de suministro (B)</i>
	<i>4. Posibles riesgos de proliferación debidos a la difusión internacional de conocimientos especializados sobre el reprocesamiento (A, C, D, E)</i>
	<i>5. Probablemente se necesitarían varias conversiones en países con políticas suficientemente diversas para proporcionar las garantías necesarias (B)</i>
	<i>6. Cuestión de la devolución del Pu y/o de los desechos radiactivos al país cliente (A, B)</i>
	<i>7. Posible aumento de requisitos de transporte (A)</i>

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

197. El único precedente histórico para la construcción de una nueva instalación de reprocesamiento multinacional es Eurochemic. La nueva construcción conjunta también fue objeto de atención prioritaria del estudio sobre los centros regionales del ciclo del combustible nuclear (1975-1977) del OIEA. La mayoría de los elementos a favor y en contra sugeridos a continuación son fruto de la experiencia de Eurochemic y del estudio sobre los CRCC. La nueva instalación que se examina en este caso tendría que cumplir la tarea adicional de proveer las garantías de suministro necesarias y a la vez competir con las instalaciones de reprocesamiento que no tuvieran que afrontar esa responsabilidad. En consecuencia, un requisito indispensable para la construcción de nuevas instalaciones es la demanda de más servicios de reprocesamiento y de fabricación de combustible de MOX.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

198. Se presupone que en el futuro se construya una planta de reprocesamiento contigua a una planta de fabricación de combustible de MOX. En tal caso, sólo el combustible de MOX y no el Pu separado será objeto de transporte.

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. Un número menor de centros de reprocesamiento se traducirá en menos emplazamientos que salvaguardar y en menos oportunidades de desviación, robo y pérdida (A, B, F)</i>	<i>1. Probablemente se necesitarían varias instalaciones de este tipo en países lo suficiente diversos políticamente para proporcionar las garantías necesarias (B)</i>
<i>2. Fortalecimiento de la resistencia a la proliferación mediante grupos internacionales de gestión y explotación (A, E, F)</i>	<i>2. Dificultades de gestión internacional como las experimentadas por Eurochemic, sobre todo con la obligación muy especial de ofrecer garantías de suministro (B, E)</i>
<i>3. Mancomunación de conocimientos técnicos y recursos internacionales (B, E)</i>	<i>3. Posibles riesgos de proliferación debidos a la difusión internacional de métodos de fabricación relacionados con el reprocesamiento (A, C, D)</i>
<i>4. Economías de escala (B)</i>	<i>4. Cuestión de la devolución del Pu y/o de los desechos radiactivos al país cliente (A, B)</i>
<i>5. Un menor número de centros de reprocesamiento de gran tamaño se traduciría en menos impactos ambientales, riesgos de seguridad y riesgos de salud (A, B, E)</i>	<i>5. Escenario de evasión de responsabilidades y acumulación de materiales fisionables (A, C, D)</i>
	<i>6. Posible aumento de requisitos de transporte (A)</i>

199. Las observaciones formuladas anteriormente para este tipo – en el caso del enriquecimiento – son válidas también en este caso.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Selección del emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares.

5.4 – Repositorios de combustible gastado (disposición final)

200. Una vez que el combustible nuclear ha sido utilizado en una central nuclear para producir electricidad, ese combustible ha sido “gastado” y queda en espera de un ulterior tratamiento, ya sea en una instalación de reprocesamiento para recuperar el uranio y el plutonio que contienen los desechos o en un edificio de almacenamiento intermedio o en un “repositorio final” para una solución terminal. La mayor parte del combustible gastado que hay actualmente en el mundo se conserva en las propias centrales, de donde proviene. Según la vía seleccionada, un repositorio final puede recibir así conjuntos combustibles no procesados (combustible gastado) o simplemente desechos, o ambos. ¿Son estas instalaciones aptas para ser incluidas en los enfoques multilaterales? Además de los beneficios económicos que se prevé obtener de los repositorios multinacionales, hay motivos para tenerlos en cuenta desde el punto de vista de la no proliferación en el caso del combustible gastado por el posible riesgo asociado al plutonio que contienen, plutonio cuya accesibilidad aumenta con el tiempo a causa de la desintegración radiológica de los productos de fisión conexos.

Tecnologías

201. Un repositorio es una instalación subterránea destinada a la disposición final de materiales nucleares, como por ejemplo, el combustible gastado, que por lo general se encuentra a varios cientos de metros de la superficie en una formación geológica estable que garantiza el aislamiento a largo plazo de los radionucleidos de la biosfera. En la fase de explotación, el repositorio incluirá una zona de recepción, que podrá encontrarse encima o debajo de la superficie, así como zonas de manipulación y colocación de contenedores bajo tierra. Después del cierre definitivo, finalizará el terraplenado de todas las zonas de colocación de desechos en el repositorio y cesarán todas las actividades de superficie.

202. La tecnología de la disposición final del combustible gastado se ha desarrollado satisfactoriamente a lo largo de los años, sobre todo en Escandinavia, donde los conjuntos combustibles se introducen en un contenedor sólido (como cobre) antes del enterramiento. Por lo tanto, la disposición final a escala multinacional no plantea preocupación en el sentido de que pueda ser menos segura o menos aceptable desde el punto de vista ambiental que las soluciones nacionales.

Antecedentes históricos

203. Aunque los centros internacionales que concentran todas sus actividades en el ciclo del combustible nuclear en un número limitado de países se propusieron muy al principio del desarrollo de la energía nuclear, el primer estudio sobre los “repositorios multinacionales” para los desechos radiactivos y el combustible gastado se llevó a cabo por la AEN-OCDE en 1987. Hasta ahora no se ha creado ningún repositorio de este tipo, con la posible “excepción” de los emplazamientos en aguas profundas para la disposición final de desechos de actividad baja cuyos trabajos dirigió la AEN en los años setenta. Con todo, se han trasladado materiales nucleares a otros países para su disposición final y existen precedentes de disposición final al

nivel internacional en la esfera conexas de los desechos químicos tóxicos, en la que se ha acordado un intercambio mutuo de los desechos a través de las fronteras con miras a su reciclado óptimo y disposición final.

204. Los movimientos transfronterizos de esos desechos son regulados por el Convenio de Basilea. El *“Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”* entró en vigor en 1992. El Convenio es la respuesta de 162 países a los problemas causados por la producción mundial anual de 400 millones de toneladas de desechos peligrosos para las personas o el medio ambiente por ser tóxicos, venenosos, explosivos, corrosivos, inflamables, ecotóxicos o infecciosos. El objetivo común es la reducción de los desechos especiales mediante la evitación y el reciclado, así como la disposición final de los desechos conforme a las normas ambientales y en un número limitado de lugares. Este tratado mundial sobre el medio ambiente regula estrictamente los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos e impone obligaciones a sus Partes con el fin de garantizar que esos desechos sean gestionados y sometidos a disposición final en una forma inocua para el medio ambiente. Para cumplir estos principios, el Convenio controla, en cierta medida, el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos, lo supervisa, presta asistencia para la gestión ambientalmente inocua de los desechos peligrosos, promueve la cooperación entre las Partes al respecto, y desarrolla las directrices técnicas para la gestión de los desechos peligrosos.

205. El artículo 11 del Convenio de Basilea se titula **“Acuerdos bilaterales, multilaterales y regionales”**. 1. *... las Partes podrán concertar acuerdos o arreglos bilaterales, multilaterales o regionales sobre el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos y otros desechos, con Partes o con Estados que no sean Partes siempre que dichos acuerdos o arreglos no menoscaben el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos que estipula el presente Convenio...*

206. En realidad, muchos países siguen dependiendo de las instalaciones allende sus propias fronteras para el reciclado de determinados desechos especiales (por ejemplo, los desechos metálicos) y para la disposición final de diversos tipos de desechos tóxicos. La exportación sólo se permite si se cumplen los reglamentos nacionales e internacionales y si se garantiza el tratamiento ambientalmente tolerable de los desechos.

207. Los países miembros de la OCDE y la Unión Europea han trascendido el marco del Convenio al acordar la prohibición de la exportación a países no miembros de la OCDE de desechos peligrosos destinados a su disposición final. Este compromiso ha ayudado a obtener el apoyo de organizaciones no gubernamentales interesadas en frenar el vertimiento incontrolado de desechos en las costas de países en desarrollo.

208. En el marco del Convenio, los movimientos transfronterizos son una práctica aceptada: interviene el 5% al 10% de la totalidad de los desechos, y se somete a disposición final cerca del 50%. Los cinco principales exportadores son Alemania, Canadá, los Estados Unidos, los Países Bajos y Suiza. El último de éstos ha firmado, pero no ratificado el Convenio. Todos estos Estados, y otros, importan

igualmente desechos. Ello contribuye a la mayor optimización de la disposición final de los diversos tipos de desechos tóxicos.

209. El Convenio sobre los desechos tóxicos y su aplicación constituye en efecto un modelo para los mecanismos multilaterales, un modelo que aporta máximo beneficio desde el punto de vista económico y de la protección ambiental.

210. Por el contrario, la “Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos” de 1997 es más cautelosa en lo que concierne a los intercambios multilaterales, aunque aun así alentadora en este respecto, como demuestra una de las cláusulas del Preámbulo: *“xi) Convencidas de que los desechos radiactivos deberían disponerse finalmente en el Estado en que se generen en la medida en que ello sea compatible con la seguridad en la gestión de dichos materiales, y reconociendo a la vez que, en algunas circunstancias, la gestión segura y eficaz de combustible gastado y de desechos radiactivos podría fomentarse mediante acuerdos entre las Partes Contratantes para el uso de las instalaciones en una de ellas en beneficio de las demás Partes, en particular, cuando los desechos proceden de proyectos conjuntos;”*

Situación actual

211. En la actualidad no hay ningún repositorio nacional compartido. Con todo, varias iniciativas se orientan en este sentido²⁵.

- a) La Asociación Arius agrupa organizaciones de varios países (Bélgica, Bulgaria, Eslovenia, Hungría, Italia, Letonia y Países Bajos), cuyo principal objetivo es estudiar las formas de disponer lo necesario para compartir las instalaciones de almacenamiento y disposición final para usuarios menos importantes, quienes quizás no deseen desarrollar instalaciones propias, o no tengan los recursos necesarios para ello. El proyecto SAPIERR es un estudio de viabilidad regional apoyado por la Comisión Europea; SAPIERR es la sigla de *“Support Action: Pilot Initiative on European Regional Repositories”* (Acción de apoyo: iniciativa piloto sobre los repositorios regionales europeos). La Iniciativa de Ljubljana es un grupo de siete países contiguos de Europa central: Austria, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría y la República Checa. Los participantes desean evaluar las posibles ventajas de seguridad tecnológica y física y económicas de las soluciones compartidas.
- b) La Federación de Rusia cada vez ha tomado con más seriedad la idea de importar el combustible gastado y es el único país que la apoya públicamente al nivel gubernamental. El Gobierno está preparando mecanismos internacionales para la importación y el almacenamiento del combustible gastado. Por el momento, el ofrecimiento no incluye la disposición final del combustible gastado. En julio de 2005, la Federación de Rusia celebrará una conferencia internacional en Moscú sobre los enfoques técnicos y normativos

²⁵ MCCOMBIE, C. y otros; “Nuclear Fuel Cycle Centres - an Old and New Idea”, Asociación Nuclear Mundial, Simposio anual de 2004.

multilaterales respecto del ciclo del combustible nuclear con el fin de potenciar el régimen de no proliferación nuclear.

- c) El OIEA ha seguido trabajando en relación con este tema con grupos de trabajo dedicados a él y publicó un documento importante sobre la cuestión en octubre de 2004 (TECDOC-1413; *“Developing multinational radioactive waste repositories: Infrastructural framework and scenarios of cooperation”*).

212. A escala nacional, varios países han avanzado en la creación de repositorios definitivos para los desechos de actividad alta, sobre todo, los Estados Unidos, Finlandia y Suecia. En muchos países hay sensibilidades políticas y barreras, en algunos casos incluso constitucionales, asociadas a la posible importación de los desechos, preocupación que complicaría este aspecto de los ENM.

213. No obstante, las experiencias adquiridas con respecto a los desechos tóxicos en los países miembros de la OCDE/UE inspiran confianza. Estas iniciativas responden a varias de las preocupaciones que algunos dentro y fuera de la comunidad nuclear han planteado contra los repositorios nucleares compartidos. Concretamente, ningún Estado Parte en el Convenio de Basilea está obligado a aceptar los desechos de otros. Todos los intercambios, incluso para la disposición final, son voluntarios y basados en acuerdos bilaterales o multilaterales de libre adhesión sujetos a supervisión internacional. Como ya se señaló, incluso se ha contraído un compromiso conjunto entre los países miembros de la OCDE/UE para mantener todos los desechos en su propio territorio.

Aspectos económicos

214. Los repositorios multinacionales ofrecen numerosos beneficios económicos tanto para los países sede como para los países asociados que tienen programas nucleares de poca envergadura. La posibilidad de compartir una instalación con unos cuantos asociados puede reducir considerablemente los gastos de un país sede. Por supuesto, dado que el país sede soportará la carga de dar acogida permanente al repositorio (y puesto que algunos asociados podrán ahorrar los costos de establecimiento de su propia instalación centralizada) el país sede deberá negociar una contribución equitativa de sus asociados para sufragar los costos totales de desarrollo del proyecto. Los países asociados deberían convenir en pagar al país sede no sólo algunos o todos los costos de desarrollo, sino también una cuota por la explotación del emplazamiento. Por lo tanto, el acuerdo multinacional difundirá la carga total de los costos de desarrollo entre los varios asociados, reduciendo así notablemente estos costos para los distintos miembros. En la mayoría de los países, se exige una cuota por cada kilovatio-hora (kWh) producido con energía nuclear previamente a la construcción de las instalaciones de disposición final.

215. Los aspectos económicos de la disposición final del combustible gastado son muy difíciles de comprender. Muchas cifras reflejan los decenios que ha demorado lograr soluciones técnicas y políticas. Las estimaciones de costos que figuran a continuación se basan en cálculos de la compañía de gestión de desechos finlandesa Posiva como base para determinar la responsabilidad financiera respecto

de la gestión del combustible gastado en Finlandia. Las estimaciones se basan en un marco socioeconómico favorable y con un número importante de actividades de I+D ya realizadas en el país u otros lugares.

Costos de investigación, desarrollo y diseño específicos del emplazamiento y la instalación

aproximadamente 200 M€

Costos fijos: (construcción de la instalación de encapsulamiento y de la instalación de disposición final, excluidos los túneles para la disposición final, la clausura y el cierre de las instalaciones)

aproximadamente 250 M€

Costos variables (bidones de desechos, explotación de la instalación de encapsulamiento, construcción de túneles para la disposición final, explotación de la instalación de disposición final), por tonelada de uranio (tU)

aproximadamente 0,24 M€/tU

216. Si las actividades de I+D específicas del emplazamiento y la instalación se incluyen en los costos fijos, la siguiente fórmula de costos da una aproximación de primer orden:

$$\text{Costo} = 450 \text{ M€} + 0,24 \text{ M€} \times \text{cantidad de combustible gastado}$$

217. Los costos unitarios para las diversas cantidades de combustible gastado que se someterían a disposición final serían las siguientes:

<i>Cantidad de combustible gastado (tU)</i>	<i>1 000</i>	<i>2 000</i>	<i>4 000</i>	<i>6 000</i>	<i>8 000</i>
<i>Costos unitarios (M€/tU)</i>	<i>0,69</i>	<i>0,47</i>	<i>0,35</i>	<i>0,32</i>	<i>0,30</i>

218. Cuando las cantidades totales de combustible gastado se aproximen a 10 000 tU, probablemente se requieran nuevas inversiones, por ejemplo, unidades de procesos paralelos de encapsulamiento, nuevas rutas de acceso fuera y dentro del repositorio; así, el costo unitario probablemente no sea inferior a 0,30 M€/tU. Para fines de comparación, el volumen de combustible que se sometería a disposición final asciende a unas 2 500 tU en Finlandia, a 10 000 en Suecia y a 100 000 en los Estados Unidos.

219. Como ya se indicó, las cifras de costos anteriores reflejan condiciones favorables y, por tanto, escenarios algo optimistas. En países como Alemania, Estados Unidos, Suecia y Suiza, los costos reales son muy superiores a causa de las dificultades técnicas, controversias políticas y demoras programáticas que han tenido lugar durante varios decenios.

220. Se requerirán pagos en efectivo por anticipado, o arreglos de participación en los gastos, durante un largo periodo, que comprenderán desde las actividades de selección del emplazamiento hasta las asociadas a la construcción, explotación, y vigilancia y mantenimiento posteriores a la clausura. En consecuencia, los

mecanismos financieros de larga duración son inevitables y pueden concertarse en varias formas, entre las cuales podrían incluirse las garantías respecto de la cantidad y el tiempo en que se dispondría de determinadas corrientes de desechos, o acuerdos en relación con las cuotas que se cobrarían por esos desechos. Estas cuotas podrían pagarlas en última instancia los generadores de los desechos que utilizaran el repositorio multinacional.

221. La responsabilidad está estrechamente relacionada con el costo. Varios factores pueden provocar aumentos de los costos que rebasen las estimaciones, por lo que se tendrán que determinar y evaluar (por ejemplo, incidentes habituales, nuevos requisitos de seguridad, experiencia real, tecnología avanzada, sucesos imprevistos, etc.). Para tratar las cuestiones relacionadas con la responsabilidad se pueden utilizar dos ejemplos típicos. En el primer caso, en el momento de recibir los desechos, el país anfitrión podría asumir todas las responsabilidades en relación con cualquier posible rehabilitación en el futuro. En el segundo, el país anfitrión y los países asociados podrían concertar un acuerdo en virtud del cual los asociados aceptaran una situación indefinida y asumieran la responsabilidad por sucesos improbables pero no imposibles en el futuro que quizás requiriesen medidas de rehabilitación. La elección entre los dos enfoques (o cualquier enfoque intermedio) podría depender de los factores institucionales, los períodos de desintegración de los radionucleidos predominantes, la experiencia práctica de otras empresas conjuntas internacionales, etc.

Garantía de servicios

222. “Garantía de servicios” en este contexto se refiere a la “garantía de la disposición final” del combustible de un usuario. Un Estado (por motivos políticos) y sus explotadores de centrales nucleares (por motivos operacionales) deben recibir garantías de que el combustible gastado (o los desechos de actividad alta provenientes del reprocesamiento) en realidad serán sometidos a disposición final a escala nacional o internacional, a su debido tiempo. Para un acuerdo sobre un repositorio multinacional o sobre la aceptación de la devolución ello implica una relación duradera y sólida entre las partes y un marco jurídico eficiente en el país donde se llevará a cabo la disposición final.

223. Los asociados en este caso deberían acordar la fecha del traspaso de propiedad de los desechos al país destinatario y el alcance de ese tipo de traspaso de propiedad. El traspaso podría efectuarse en el momento en que los desechos fuesen inspeccionados en las instalaciones de acondicionamiento del país asociado, antes del transporte, o cuando los desechos acondicionados entraran en el país sede, en la frontera nacional, o a su recibo en el repositorio del país sede. Es concebible que el traspaso pueda efectuarse en una etapa ulterior después de la cual fuese sumamente improbable que se produjeran costos nuevos y suplementarios.

224. El traspaso de propiedad del combustible gastado podría complicarse, ya que el combustible gastado puede considerarse también un recurso más que un desecho. Si el combustible gastado se conserva para un período de enfriamiento provisional de 30 a 50 años, la fecha del traspaso de propiedad podría demorarse.

Aspectos jurídicos e institucionales

225. Será preciso realizar inventarios en la actualidad y el futuro de todos los tipos de desechos que serán sometidos a disposición final antes de tener en cuenta seriamente el establecimiento de un repositorio multinacional. También deberá concertarse un acuerdo entre el país sede y sus asociados en relación con los criterios de aceptación de los desechos, la ubicación de las instalaciones de acondicionamiento de los desechos y almacenamiento provisional (es decir, en cada país asociado o en instalaciones centralizadas situadas en el emplazamiento del repositorio multinacional), y la garantía y el control de calidad de los bultos de desechos que se someterán a disposición final. Los problemas jurídicos e institucionales que se tendrán que resolver no son sencillos.

226. Los Estados con pocas centrales nucleares serían los más interesados en utilizar los instrumentos internacionales. Los mecanismos multilaterales de disposición final entrañan la voluntad de abrir las fronteras. Esa legislación tendrá que ser enmendada para los Estados con leyes que restrinjan la exportación e importación de los desechos radiactivos si desean integrarse a un proyecto multinacional relacionado con un repositorio. El caso de Suiza reviste interés en este sentido: la nueva ley nuclear que entró en vigor en febrero de 2005 deja abiertas las puertas para la exportación y la importación del combustible gastado y los desechos nucleares con miras a su disposición final, a pesar de que *ambas* estén sujetas a un derecho de devolución al remitente “en caso de necesidad”.

227. Todos los elementos asociados a la repartición de los gastos, la responsabilidad, los reglamentos de seguridad, etc., están estrechamente vinculados al carácter institucional del proyecto, el que entraña relaciones nacionales y multinacionales entre los órganos reguladores y los órganos que conceden las licencias, así como con los copartícipes en los contratos. La gestión de los repositorios compartidos podría confiarse a firmas comerciales, al Estado anfitrión o a un consorcio de Estados. En cualquier caso, debe haber un claro marco internacional con directrices y normas acordadas para satisfacer los requisitos establecidos por los asociados que envíen el combustible y las normas de seguridad del OIEA.

228. Un repositorio es un proyecto de gestión a largo plazo. Tiene un período de duración de 20 años o más, un período operacional de varios decenios y un período de supervisión y vigilancia posterior al cierre que podrá prolongarse varios siglos. Por tanto, su explotación debe estar regida por un convenio o acuerdo internacional. Ello destaca una vez más la importancia de la continuidad, no sólo desde una perspectiva política y contractual, sino también desde el punto de vista técnico y de participación en los gastos. Dada la imposibilidad de prever cómo estos aspectos evolucionarán en períodos muy largos, será fundamental la flexibilidad.

229. En lo que concierne a los reglamentos de seguridad para un repositorio internacional, los países involucrados deben llegar a un entendimiento común sobre la concesión de licencias y los mecanismos de control que se habrán de aplicar. También se podrían utilizar instrumentos jurídicos internacionales como las

convenciones internacionales vigentes, es decir, la “*Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos*”, con arreglo a la cual podrían regular su asociación.

No proliferación y seguridad

230. Hoy más que nunca la seguridad de los materiales nucleares debe seguirse considerando una alta prioridad en todos los niveles - nacional, regional o internacional - en la parte inicial y en la parte final del ciclo del combustible. El plutonio contenido en el combustible gastado es en efecto un material de interés para la fabricación de dispositivos nucleares explosivos, aunque en distintos grados, según el tiempo que permanezca el combustible en un reactor.

231. Los materiales deben ser objeto de salvaguardias durante todo el ciclo del combustible nuclear hasta la etapa en que puedan ser considerados *prácticamente irre recuperables* (es decir, actualmente menos de 2,5 kilogramos de plutonio por metro cúbico de desechos de actividad alta vitrificados). De lo contrario, en particular con respecto al combustible gastado, en que el contenido es mayor que el umbral señalado antes, se deberán aplicar las salvaguardias incluso después del cierre de un repositorio.

232. Durante el último decenio, el Departamento de Salvaguardias del OIEA trabajó para definir una política de salvaguardias aplicable a los desechos nucleares y el combustible gastado. Se celebraron varias reuniones de grupos asesores y de consultores, y en 1994 comenzó un ambicioso “Programa de Salvaguardias para la Evacuación Definitiva de Combustible Gastado en Repositorios Geológicos (SAGOR)”, que fue finalizado en 1998.

233. Con respecto a los desechos nucleares, según el SAGOR, los criterios para determinar si son “prácticamente irre recuperables” deben incluir el tipo de material de desecho, la composición del material nuclear, la forma química y física y la calidad de los desechos (es decir, la presencia o ausencia de productos de fisión). También se deben tener en cuenta la cantidad total, los parámetros técnicos específicos de la instalación y el método previsto de disposición final. La preocupación principal desde el punto de vista de la gestión de los desechos es tratar de que ninguna medida de salvaguardias prevista ponga en peligro la seguridad del sistema de gestión de desechos. Otro elemento está relacionado con los costos suplementarios asociados a la necesidad de aplicar medidas de salvaguardias. Los grupos de asesores y consultores llegaron a la conclusión de que el combustible gastado no puede considerarse como prácticamente irre recuperable en ningún momento antes o después de su colocación en una formación geológica calificada normalmente como “repositorio permanente”, y que no se debe cesar la aplicación de las salvaguardias al combustible gastado.

234. En lo que se refiere al combustible gastado, se han propuesto varios métodos y técnicas de salvaguardias para aplicarlos en una instalación de acondicionamiento de combustible gastado. Ninguna de las técnicas propuestas probablemente cause problemas importantes desde el punto de vista de la seguridad. No se prevén técnicas de verificación destructivas.

235. Para los repositorios geológicos cerrados, el enfoque de salvaguardias debe proporcionar garantías fidedignas de que se podrá detectar la violación no declarada de la integridad de un repositorio. El repositorio debe ser salvaguardado con un mecanismo de vigilancia no intrusivo que permita verificar periódicamente el emplazamiento del repositorio, por ejemplo, mediante inspecciones no anunciadas, posiblemente con equipo geofísico, vigilancia por satélite o aérea y vigilancia sísmica con transmisión de datos a distancia.

236. Según el Departamento de Salvaguardias del OIEA, los enfoques de salvaguardias para la disposición final aplicables a los repositorios de combustible gastado se harán conocer con suficiente tiempo para que sean incluidos en el diseño de los futuros repositorios relacionados con los ENM.

Opciones para repositorios finales de combustible gastado

237. La definición de opciones para posibles enfoques multilaterales relacionados con la parte final del ciclo del combustible es relativamente compleja por la línea discontinua que separa el almacenamiento de la disposición final. Como primera prioridad, los propietarios de las centrales nucleares desean deshacerse del combustible nuclear lo antes posible para no congestionar sus piscinas de almacenamiento de combustible gastado. Por “garantía de servicio” en este contexto se entiende “deshacerse” del combustible gastado. La posibilidad de los países que no cuentan con suficientes recursos nacionales de energía (como Francia, la India, el Japón, el Pakistán y Suiza), de acceder en el futuro al combustible gastado y el plutonio reprocesado es importante, ya que este material se considera un recurso energético recuperable de inmediato o posiblemente después de muchos años de almacenamiento provisional. Para los demás Estados no interesados en la recuperación de plutonio, el almacenamiento es sólo un paso intermedio en el camino hacia la disposición final en repositorios geológicos. Por lo tanto, hay cierta ambigüedad para el almacenamiento con respecto a su duración, su carácter y si se trata de un precursor del reprocesamiento o de la disposición final. Esta ambigüedad incluso abarca la disposición final en repositorios geológicos, como indican las referencias técnicas de especialistas al oxímoron: “disposición final reversible e irrecuperable”.

238. Así, según el Estado de que se trate, el período y las condiciones del mercado de uranio (que afecta al valor comercial del plutonio), la garantía de servicio para el combustible gastado puede adoptar distintas formas: a) disponibilidad de almacenamiento provisional, b) disponibilidad de servicios de reprocesamiento a plazo medio o largo y c) perspectiva de repositorios recuperables o no. Las dos primeras formas se examinan por separado en dos secciones de este informe. En la presente sección, el interés primordial se centra en los repositorios finales multilaterales y compartidos para el combustible gastado, y en la garantía de servicios para que los explotadores de las centrales nucleares sometan a disposición final el combustible gastado producido en sus instalaciones. Tres tipos de enfoques multilaterales merecen consideración.

Tipo I: Garantías de servicios no relacionadas con la propiedad de las instalaciones

a. Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales

239. Esta opción corresponde más o menos a la práctica anterior de la Unión Soviética en la que el combustible sin irradiar se suministraba a los propietarios-explotadores de las centrales de diseño soviético con un compromiso total de aceptar el combustible gastado que de ese modo volvía a ser propiedad soviética, con una situación indefinida para el propio combustible. La Federación de Rusia está dispuesta a cumplir este compromiso en lo que concierne al reprocesamiento y el almacenamiento. En la actualidad se está negociando un mecanismo similar entre el Irán y la Federación de Rusia. Dicho sea de paso, nada podría impedir que otras empresas de combustible nuclear ofrecieran a escala comercial mecanismos para el “arriendo del combustible y la aceptación de su devolución”. Además de la aceptación de la devolución del combustible, se podría prever asimismo la posibilidad de su *recibo*, es decir, el país sede del repositorio no tiene que ser el que suministró el combustible original. En la actualidad, si bien el arriendo de combustible es un método relativamente sencillo, la aceptación de la devolución del combustible, aunque más controvertida, reviste mayor interés desde el punto de vista de la no proliferación.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. No subsiste ningún riesgo de seguridad en el Estado cliente (A)	1. Preocupación de que el Estado destinatario adquiera plutonio valioso apto para fabricar armas (A)
2. Facilidad de aplicación, pocos participantes (B)	2. La garantía de servicio depende de uno de los asociados (B)
3. Solución segura y definitiva para la disposición final de los desechos (B)	3. Cuestiones en torno a la propiedad a largo plazo del Pu (B)
	4. Barreras jurídicas en muchos Estados contra la aceptación del combustible gastado de origen extranjero (B)

240. También es concebible una forma de “arriendo de combustible-aceptación de la devolución del combustible”, en la que el Estado donante aceptara la devolución de una cantidad de desechos de actividad alta vitrificados (o de otro modo acondicionados) que correspondiera a la cantidad y la toxicidad de los productos de fisión contenidos en el combustible gastado.

b. Consortios internacionales de gobiernos

241. Este modelo sería un mecanismo colectivo de “**arriendo del combustible-aceptación de la devolución del combustible**” en el que participaran varias empresas de combustible nuclear junto con sus gobiernos (la aceptación de la devolución del combustible tendría una dimensión política). Almacenarían el material

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Selección del emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares.

recibido, asumirían su propiedad, lo almacenarían provisional o definitivamente o incluso lo reprocesarían. En las disposiciones contractuales se especificaría, caso por caso, si el arrendador tendría derecho a comprar de nuevo la cantidad equivalente de **combustible de mezcla de óxidos**

242. El “arriendo del combustible-aceptación de la devolución del combustible” de manera parcial también podría funcionar en este caso.

Elementos a favor	Elementos en contra
<i>1. No subsiste ningún riesgo de seguridad en el Estado arrendador después de la devolución del combustible (A)</i>	<i>1. Aplicación más difícil, en que intervienen varios participantes (A, B)</i>
<i>2. De rápida aplicación después de adoptarse la decisión política (B)</i>	<i>2. Necesaria la voluntad política de varios destinatarios (B)</i>
	<i>El cambio de las condiciones políticas a largo plazo podría alterar los compromisos (E)</i>
	<i>4. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>
	<i>5. Barreras jurídicas en muchos Estados contra la aceptación del combustible gastado de origen extranjero (B)</i>
	<i>6. Cuestiones en torno a la propiedad a largo plazo del Pu (B)</i>

c. Mecanismos relacionados con el OIEA

243. Se ha confiado al OIEA las obligaciones de salvaguardias relacionadas con el TNP y de este modo mantener bajo vigilancia el combustible gastado almacenado en los repositorios finales. No es probable que haya otra función para el Organismo en los mecanismos bilaterales o multilaterales. Aunque el OIEA posiblemente pueda estar en condiciones de “dar” (por ejemplo, gestionando un banco de combustible sin irradiar), quizás sus Estados Miembros no estarían dispuestos a permitirle “recibir” combustible gastado en instalaciones concretas de disposición final, con todos los costos y riesgos que esto acarrearía, salvo quizás en una función de supervisión que propiciara así una mayor aceptación.

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

244. En este caso, el país sede añadiría los desechos importados de los países asociados a su inventario nacional y su capacidad para la disposición final. Esto podría hacerlo después que se considerase que su instalación nacional estuviera funcionando en condiciones de seguridad. Los ingresos previstos permitirían la construcción de repositorios modernos con buenas características de seguridad y ambientales. Además, incluso se podrían prever mecanismos regionales que no sólo

abarcaran el combustible gastado y los desechos radiactivos, sino también los desechos químicos tóxicos.

245. En relación con la importación de materiales nucleares a un repositorio establecido surgirán muchas cuestiones políticas y asociadas a la aceptación del público. La aplicación atinada de los programas de disposición final en el plano nacional y la buena transparencia de la dimensión internacional del proyecto —amplia adhesión a instrumentos internacionales como el TNP y la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos— podrían contribuir sobremedida a la aceptación de este tipo de proyecto de repositorio internacional. Los países que envíen sus materiales nucleares ciertamente exigirán garantías de un buen nivel de seguridad y gestión ambiental mediante algún tipo de supervisión internacional, es decir, por conducto del OIEA.

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. Reducción de riesgos de proliferación (A)</i>	<i>1. Aceptación política y del público (B)</i>
<i>2. Garantía y disponibilidad de recursos energéticos (Pu) (B)</i>	<i>2. Incertidumbre acerca de los derechos de consentimiento previo en cuanto a la posibilidad de recuperación y la transferencia (B)</i>
<i>3. Mayores economías para todos los asociados (B)</i>	<i>3. La garantía de servicio depende de un solo asociado (B)</i>
<i>4. Existencia de instalación segura desde el punto de vista físico y tecnológico en el país anfitrión (A)</i>	<i>4. Posibilidad de recuperación (A)</i>
	<i>5. El cambio de las condiciones políticas a largo plazo podría alterar los compromisos (B, E)</i>
	<i>6. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)</i>
	<i>7. Barreras jurídicas en muchos Estados contra la aceptación del combustible gastado extranjero (B)</i>
	<i>8. Mayores requisitos de transporte (A)</i>

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

246. El establecimiento de un proyecto de repositorio multinacional comenzaría con evaluaciones técnicas sólidas de la caracterización, el acondicionamiento y el transporte de los desechos. Se tendrían que realizar análisis relacionados con los inventarios, los costos/beneficios, la seguridad y las cuestiones jurídicas. La identificación de emplazamientos de repositorios adecuados reviste importancia primordial, ya que los aspectos concretos de seguridad, ambientales y políticos asociados a los emplazamientos propuestos determinarán efectivamente el destino

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Selección del emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares.

de un proyecto internacional de esta índole. No se debe escatimar ningún esfuerzo por establecer una base técnica y científica sólida para escoger el lugar más conveniente desde el punto de vista de la seguridad y las repercusiones ambientales. Entre los factores que desempeñarán un papel importante en la selección del Estado anfitrión se cuentan los siguientes: voluntad política; estabilidad geológica; infraestructura reglamentaria satisfactoria; estabilidad política; credenciales de no proliferación; y el acuerdo sobre los derechos de consentimiento previo y su aceptación por los Estados de trasbordo.

247. La aceptación del público ya es un factor de crucial importancia para el establecimiento de los repositorios nacionales; incluso revestirá mayor importancia para los proyectos de repositorios multinacionales con desechos nucleares y combustible gastado procedentes de varios países. Consignas como “vertedero del mundo...”, “no en mi traspatio...” probablemente se harán escuchar tan pronto se mencione un proyecto internacional de este tipo. Por consiguiente, será indispensable garantizar altas normas de seguridad y transparencia financiera para obtener la aceptación del público para un proyecto de repositorio multinacional.

248. Para superar el denominado síndrome NIMBY a escala internacional, debe haber más de un repositorio internacional, quizás aun más que uno por continente. Los países sede ciertamente preferirían no ser el único emplazamiento. Varios repositorios regionales minimizarían el transporte, y los países clientes tendrían cierto grado de flexibilidad. Se podrían imaginar, en todo el mundo, dos repositorios en América del Norte, uno en América del Sur, dos en Europa occidental/central, uno en Rusia, y otro en cada una de las regiones de África, Asia meridional, China y Asia sudoriental

249. La carga recaería ante todo sobre los hombros del país sede y su gobierno. Hay varias medidas que el gobierno anfitrión, los países participantes y la comunidad internacional podrían adoptar para ayudar a ganar la aceptación necesaria del público:

- a) El número y el carácter de los países participantes contribuiría a ganar la aceptación del público en el país anfitrión: no debería haber demasiados países ni muy pocos. El firme apoyo político de los países asociados es un requisito indispensable absoluto para lograr la aceptación del público;
- b) Aunque se requeriría la participación de sólidos asociados industriales para asegurar la viabilidad técnica y el buen estado de la economía, con una garantía de continuidad a largo plazo, se precisa la participación de los gobiernos y otras entidades públicas para fomentar la aceptación del público;
- c) En la justificación y presentación de un repositorio internacional para la disposición final del combustible gastado se podrá destacar la dimensión del repositorio desde el punto de vista de la no proliferación. El país anfitrión de ese modo brindaría una instalación centralizada segura para el plutonio contenido en el combustible gastado en lugar de dejarlo diseminado en numerosas instalaciones de la región;

- d) En lo que respecta a la “disposición final del combustible gastado recuperable”, el país anfitrión proporcionaría así un lugar de almacenamiento provisional para un recurso valioso, el plutonio, que es una posible fuente de energía importante para su uso en el futuro, si los participantes lo necesitaran en el futuro. Según el acuerdo de propiedad concertado entre los países participantes, el país anfitrión podría adquirir así un producto básico potencialmente exportable.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. Economías de escala (B)	1. Aplicación difícil, con varios participantes (A, B, E)
2. Solución para países con geología inadecuada (B)	2. Dificultad para obtener la aceptación del público al nivel nacional (B, C)
3. Combinación de esfuerzos y no superposición de tareas (A, B, E)	3. Mayores requisitos de transporte (A, B)
4. Solución para países con geología inadecuada (B)	4. “No en mi traspatio” a escala internacional (B)
5. Mayor seguridad en un lugar (A)	5. El cambio de las condiciones políticas a largo plazo podría alterar los compromisos (B, E)
6. Posibilidad de recuperación para atender a las necesidades energéticas en el futuro (B)	6. Riesgos de proliferación con la posibilidad de recuperación (A)
7. Garantía y disponibilidad de recursos energéticos (Pu) (B)	7. Barreras jurídicas en muchos Estados contra la aceptación del combustible gastado de origen extranjero (B)

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Selección del emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares.

5.5 Almacenamiento del combustible gastado (intermedio)

250. En la siguiente sección se examina la cuestión del almacenamiento del combustible gastado y si esta parte del ciclo del combustible puede ser incluida en los mecanismos multilaterales. Sin hacer referencia específica a la parte inicial del ciclo del combustible, la mayoría de las conclusiones son aplicables a ésta *mutatis mutandis*.

Tecnologías

251. En la parte final del ciclo del combustible, el combustible gastado que contiene plutonio se almacena con frecuencia por períodos prolongados en espera de su reprocesamiento o disposición final. En la parte inicial, antes de que el combustible sin irradiar se utilice en las centrales nucleares, éste se almacena en el emplazamiento, sea como combustible de óxido de uranio simplemente (UO_2), sea como combustible de mezcla de óxidos (UO_2 y PuO_2); este tipo de combustibles representa riesgos de proliferación limitados en pequeñas cantidades dentro de las centrales nucleares, y más cuando se almacenan provisionalmente por un período más prolongado como reservas reguladoras en otros lugares.

252. La tecnología de almacenamiento de los materiales nucleares se ha desarrollado plenamente en los últimos decenios, y esta experiencia será directamente aplicable a los mecanismos multinacionales. Las cuestiones técnicas pertinentes son: seguridad; protección física; salvaguardias; criterios de aceptación del combustible; estabilidad a largo plazo; emplazamiento; tecnología de almacenamiento (en húmedo o en seco); concesión de licencias; explotación de la instalación; transporte; y clausura.

Antecedentes históricos

253. El concepto de un fideicomiso extranacional de materiales nucleares especiales está consagrado en el Estatuto del OIEA. El concepto de “almacenamiento internacional del combustible gastado” fue evaluado minuciosamente por un grupo de expertos internacional en algún momento de 1980 (paralelamente a la evaluación del almacenamiento internacional de plutonio mencionado en la reseña histórica), pero nunca se hizo realidad. En 1997 el OIEA inició un estudio de las instalaciones multinacionales de almacenamiento para el combustible gastado.

Situación actual

254. Hoy se almacenan en el mundo unas 165 000 toneladas de metal pesado equivalente (tHM) de combustible irradiado (combustible gastado) procedente de reactores nucleares de potencia. Hacia el año 2015 la masa de combustible gastado almacenado aumentará a unas 280 000 tHM. En el mundo hay almacenados más de 62 000 conjuntos de combustible provenientes de reactores de investigación.

255. En la actualidad no existen instalaciones nacionales de almacenamiento compartidas. El almacenamiento del combustible gastado abarcará períodos más prolongados que lo que se esperaba al inicio, y ahora se examina el almacenamiento hasta 100 años.

256. El OIEA sigue trabajando en el concepto del almacenamiento regional del combustible gastado. El objetivo y alcance se asemeja al de los repositorios de disposición final. Se está elaborando un importante documento técnico (*“Technical, economical and institutional aspects of regional spent fuel storage facilities”*). Funcionarios del OIEA han presentado al Grupo de Expertos sobre los ENM las conclusiones preliminares del estudio, que resultará muy valioso para la evaluación de esos mecanismos multinacionales.

257. La figura contigua – del documento técnico del OIEA – muestra las posibles trayectorias de los materiales nucleares en torno a un lugar de almacenamiento regional, y las interrelaciones con la disposición final y el reprocesamiento.

258. La mayoría de los países que tienen reactores de potencia están creando su propia estrategia nacional para la gestión del combustible gastado, incluso el almacenamiento provisional. Sin embargo, varios países con programas nucleoelectrónicos pequeños, o con sólo reactores de investigación, se enfrentan a las cuestiones de almacenamiento provisional prolongado de su combustible nuclear gastado. El alto costo de las instalaciones de almacenamiento provisional para pequeñas cantidades de combustible gastado acumulado en esos países obviamente no es razonable y, por tanto, desde un punto de vista económico, el acceso a una instalación regional de almacenamiento provisional provista por un tercer país para su combustible sería una solución interesante.

259. Los beneficios y problemas del almacenamiento multinacional son bastante comparables a los de la disposición final a escala multinacional. Las condiciones a largo plazo y las cuestiones jurídicas aplicables a los repositorios finales tal vez no sean válidas en este caso o tengan menos repercusiones. El aumento de los beneficios en el caso del almacenamiento puede repercutir favorablemente en la aceptabilidad de los proyectos regionales de almacenamiento, es decir, cientos de instalaciones de almacenamiento funcionan en todo el mundo, el plazo establecido para el almacenamiento es más corto y el almacenamiento es por definición plenamente reversible. Por consiguiente, la aceptación política y del público es más probable.

Aspectos económicos

260. Tal vez en el futuro haya atascos regionales y nacionales, y se prevén escaseces en varios países. Los costos y los obstáculos asociados al transporte del combustible impedirían un fácil ajuste de la demanda y la capacidad al nivel mundial.

261. Los lugares de almacenamiento multinacionales podrían ofrecer importantes beneficios económicos tanto a los Estados sede como a los Estados asociados. La posibilidad de compartir una instalación con varios asociados puede reducir

considerablemente los costos en el caso del almacenamiento en húmedo, pero menos en el del almacenamiento en seco, que es de carácter más modular.

262. Los posibles proveedores de servicios serían, entre otros:

- a) Los Estados dispuestos a aprovechar una oportunidad comercial o por otros intereses (es decir, la no proliferación);
- b) Los Estados con programas avanzados de gestión de desechos nucleares dispuestos a aceptar mayores cantidades de combustible gastado para su almacenamiento;
- c) Los Estados que tienen instalaciones de reprocesamiento con capacidad de almacenamiento de reserva fácilmente ampliable; y
- d) Los Estados con programas nucleares pequeños o amplios que tienen emplazamientos favorables que podrían desarrollarse para que los utilizaran otros países.

263. Los posibles clientes serían, entre otros:

- a) Los Estados con programas nucleares pequeños que no pueden desarrollar objetivamente instalaciones de la parte final del ciclo del combustible que sean económicamente eficaces;
- b) Los Estados con programas nucleares grandes o pequeños que pueden considerar una ventaja económica o política atractiva el uso de una solución de almacenamiento regional.

264. La repartición de los gastos se prolongará en el tiempo. Por consiguiente, los mecanismos financieros duraderos son inevitables y éstos pueden adoptar varias formas, entre las cuales cabría incluir las garantías en cuanto a la duración del almacenamiento.

Garantía de servicios

265. “Garantía de servicios” en este contexto se refiere a la “garantía del almacenamiento” del combustible de un usuario. Por razones operacionales, los explotadores de las centrales nucleares deben obtener garantías de que el combustible gastado descargado de sus reactores tendrá un lugar adonde ir, una vez que se hayan llenado los lugares de almacenamiento en el emplazamiento. El almacenamiento intermedio – en espera de la disposición final para el reprocesamiento o el envío a un repositorio – debe prepararse, por tanto, al nivel nacional o internacional.

Aspectos jurídicos e institucionales

266. Un enfoque regional para el almacenamiento del combustible gastado exigiría la participación de una diversidad de instituciones competentes, incluso entidades nacionales, multilaterales, supranacionales (es decir, UE) e internacionales. En el plano internacional podrían participar instituciones como el OIEA, la AEN/OCDE, la EURATOM, y otras. A escala nacional participarán en el proceso los organismos estatales y los órganos reguladores, las autoridades locales, los órganos de

supervisión, así como los productores de combustible gastado y los explotadores de instalaciones.

267. Los mecanismos multilaterales de almacenamiento entrañan la disposición de trabajar de consuno. Dado que el almacenamiento puede prolongarse durante decenios, la instalación debe funcionar con arreglo a una convención o acuerdo internacional. La estabilidad política del país sede y los países asociados es también un elemento vital. Esto destaca una vez más la importancia del factor de la continuidad, no sólo desde una perspectiva política y contractual, sino también desde el punto de vista técnico y de participación en los gastos. La gestión de un lugar de almacenamiento compartido podría confiarse a firmas comerciales, al Estado sede o a un consorcio de Estados. En cualquier caso, debe haber un claro marco internacional, con directrices y normas acordadas.

268. Otra cuestión problemática para las instalaciones nacionales tiene que ver con la propiedad del combustible gastado y el traspaso del título. Como este tipo de proyectos son a largo plazo y el destino final del combustible gastado puede no haberse decidido, hay que considerar tres opciones con respecto a la propiedad del combustible gastado almacenado en estas instalaciones:

- a) La propiedad del combustible sigue recayendo en el cliente proveedor; después que venza el período de almacenamiento, el combustible (o los productos del reprocesamiento, si procede) se devuelve al propietario);
- b) El traspaso de propiedad al país sede se demora y puede tener lugar en algún momento después, según las disposiciones contractuales; y
- c) La propiedad del combustible se traspasa inmediatamente al país sede; no se prevé la devolución del combustible (o de los productos del reprocesamiento, si procede).

269. En la primera opción, el acuerdo de aceptar la devolución del combustible gastado en un futuro distante puede ser un riesgo para ambas partes; por el lado del Estado cliente, las políticas estatales inciertas pueden prevenir la entrega y los pagos del combustible gastado, mientras que por el lado del Estado sede, la demora en aceptar el combustible puede causar reacciones económicas y políticas negativas y con ello poner en peligro todo el proyecto. Dada la necesidad de concertar un acuerdo para recibir el combustible gastado, el contrato entre el Estado sede y el Estado cliente exige firmes compromisos de ambos lados. Quizás se requiera una garantía internacional de que los acuerdos serán respetados, con una posible participación del OIEA.

270. La segunda opción incluye la posibilidad del traspaso de título en algún momento en el futuro, según las posibilidades de los países sede y de los países clientes. Los riesgos asociados con esta opción son similares como en el caso de la primera y quizás se requiera también alguna garantía internacional.

271. La tercera opción evita los problemas de la aceptación de la devolución del combustible. Esta opción puede ser la más atractiva para los países clientes. El país sede asume la responsabilidad del almacenamiento y la disposición final del

combustible gastado. Con todo, pueden surgir algunas cuestiones cuando no se disponga aún de las rutas de disposición final (después del almacenamiento), en cuanto al posible valor comercial del combustible gastado como “recurso energético”. Estas cuestiones deberían negociarse con mucho detenimiento entre las partes.

272. Las responsabilidades están asociadas con la obligación del propietario del combustible gastado de garantizar que el combustible gastado se gestione adecuadamente y se someta a disposición final en una forma segura desde el punto de vista físico y tecnológico. Varios factores pueden provocar el aumento de los costos y éstos tendrán que definirse y evaluarse debidamente, es decir, incidentes habituales; requisitos de seguridad cambiantes; experiencia real; tecnología avanzada; sucesos imprevistos, etc. Estas responsabilidades son un costo inherente a la gestión de las operaciones normales de una instalación multinacional de almacenamiento. Por otra parte, las operaciones anormales deben afrontarse mediante contratos concertados en el contexto de las leyes nacionales y los tratados internacionales aplicables. Las futuras responsabilidades del país sede de la instalación regional de almacenamiento de combustible gastado están estrechamente relacionadas con la cuestión de la propiedad del combustible gastado.

No proliferación y seguridad

273. La aplicación de salvaguardias a los materiales nucleares especiales es una práctica bien establecida con criterios definidos. El combustible gastado almacenado en una instalación de almacenamiento multinacional o nacional de un ENPAN se someterá a las salvaguardias del OIEA. Los Estados clientes también podrán exigir que se apliquen las salvaguardias en una instalación de almacenamiento multinacional ubicada en un Estado poseedor de armas nucleares.

274. Si se centra la atención en la seguridad física, resulta interesante señalar que las instalaciones de almacenamiento ubicadas en la superficie son más vulnerables a los riesgos externos que las instalaciones de disposición final subterráneas.

Opciones para el almacenamiento multilateral del combustible nuclear

275. La situación resulta compleja en la parte final del ciclo del combustible por la línea discontinua que separa el almacenamiento de la disposición final, como ya se señaló en el mismo lugar en el capítulo relativo a los repositorios. Por lo tanto, también hay una ambigüedad para el almacenamiento con respecto a su duración, su carácter y si es un precursor del reprocesamiento o de la disposición final.

276. Según el Estado, el período y el mercado de reprocesamiento (si resulta atractivo o no desde el punto de vista comercial), la garantía de servicio para el almacenamiento del combustible gastado puede adoptar distintas formas. En este caso también se toman en consideración tres tipos de enfoques multilaterales:

Tipo I: Garantías de servicio no relacionadas con la propiedad de las instalaciones

a. Los proveedores ofrecen garantías de suministro adicionales

277. Este caso es comparable con la parte inicial del ciclo del combustible, cuando el combustible sin irradiar es almacenado por el proveedor del combustible antes de expedirlo a sus clientes: los propietarios-explotadores de las centrales nucleares. El volumen de este tipo de reserva reguladora del combustible sin irradiar puede ampliarse para que desempeñe una función de estabilización. Este mecanismo podría replicarse en la parte final; una entidad comercial se comprometería a aceptar la devolución y almacenar el combustible gastado hasta que se decidiera su último destino: el reprocesamiento o la disposición final. Ello podría considerarse igualmente como un factor de estabilización asociado con el plutonio reciclable. La Federación de Rusia se ha comprometido a recibir y almacenar el combustible gastado de los reactores que ha suministrado. En la actualidad se examina la posibilidad de ampliar esta propuesta para que abarque también el combustible suministrado por otros países.

Elementos a favor*	Elementos en contra
<i>1. Menos riesgo de seguridad en el Estado cliente (A, B)</i>	<i>1. Preocupación de que el Estado destinatario adquiera plutonio valioso apto para fabricar armas (A)</i>
<i>2. Facilidad de aplicación, pocos participantes (B)</i>	<i>2. La garantía depende de un asociado solamente (B)</i>
	<i>3. Preocupación de que no sea aceptada la devolución del combustible (B)</i>

b. Consortio internacional de gobiernos

278. En este modelo – una forma de banco de combustible gastado – participarían nuevos proveedores y posiblemente sus gobiernos. Los proveedores conservarían el material recibido sin conservar o asumir la propiedad, y lo almacenarían provisionalmente por un período indefinido, creando así una reserva colectiva de combustible estratégico con cierto tipo de garantías estatales.

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor	Elementos en contra
1. Menos riesgo de seguridad en el Estado cliente (A, B)	1. Aplicación con varios participantes (E)
2. La garantía de servicio depende de varios asociados (B)	2. Se requieren decisiones multinacionales y, por ende, de carácter político (A, B, E)
	3. Preocupación de que no sea aceptada la devolución del combustible (A, B)
	4. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)

c. Mecanismos relacionados con el OIEA

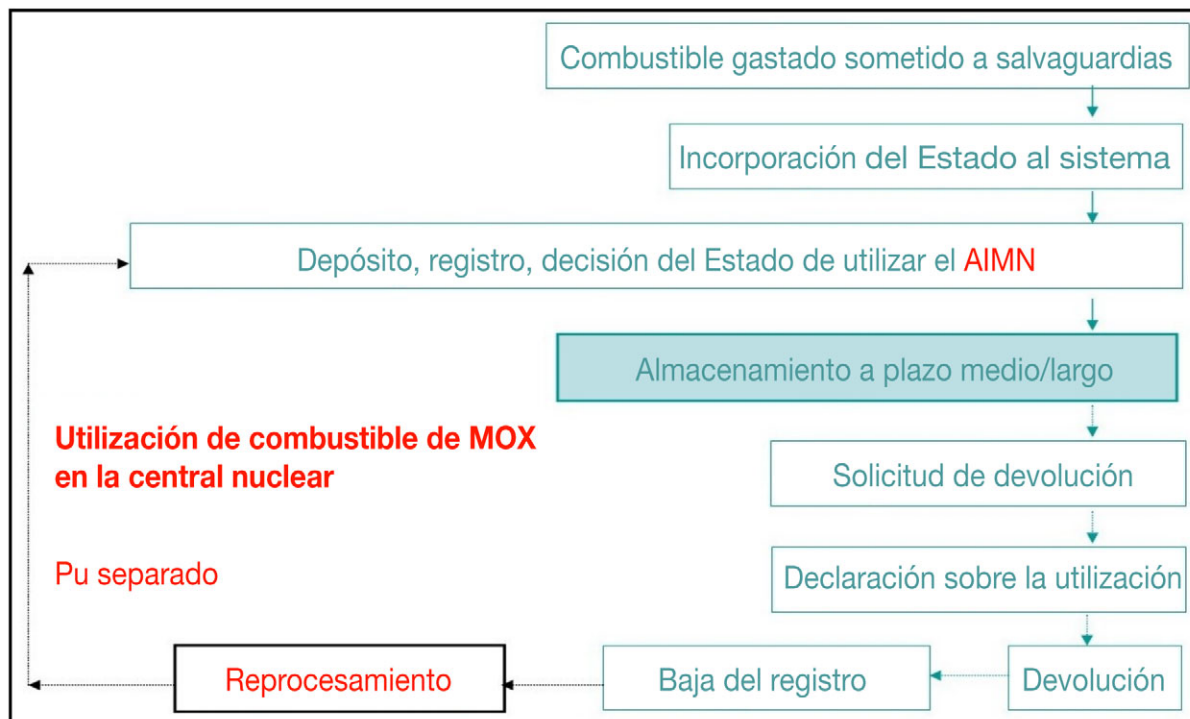
279. Los intentos por internacionalizar la gestión y el almacenamiento de los materiales nucleares se pueden ya constatar en el apartado 5 del párrafo A del artículo XII del Estatuto del OIEA. De este párrafo surgió el concepto del “almacenamiento internacional de plutonio” previsto por el Organismo para la gestión de los materiales fisionables especiales:

“...exigir que se deposite en poder del Organismo todo excedente de cualesquier materiales fisionables especiales recuperados o producidos como productos secundarios por encima de las cantidades necesarias para los usos arriba indicados, con el objeto de impedir la acumulación de existencias de dichos materiales, con la salvedad de que posteriormente, y a solicitud del miembro o los miembros interesados, los materiales fisionables especiales así depositados en poder del Organismo les serán devueltos sin tardanza para su utilización en las condiciones arriba especificadas.”

280. Aunque la idea fue evaluada a fondo por dos grupos de expertos internacionales independientes por separado entre 1978 y 1982, nunca cristalizó ni para el plutonio separado ni para el combustible gastado. Los Estados no estaban dispuestos a renunciar al control de materiales nucleares valiosos. Además, las preocupaciones iniciales por la no proliferación en ese tiempo habían perdido su impulso en comparación con 1957, como consecuencia del avance de las salvaguardias previstas en el TNP desde 1970.

281. Esta idea podría reavivarse bajo el nombre de “almacenamiento internacional de materiales nucleares (AIMN)”. En el caso del plutonio separado, el concepto se aplicaría fundamentalmente al combustible de mezcla de óxidos (MOX) que se devuelve y almacena con anterioridad a su uso en las centrales nucleares. En contraste con la negativa a renunciar a la soberanía nacional sobre el plutonio *separado*, el almacenamiento internacional de plutonio *no separado* (es decir, de combustible gastado) podría suscitar más interés. Hoy existe la posibilidad de lograr mayor flexibilidad política en el caso del combustible gastado, recurso que será valioso con menos inmediatez, que será más difícil de almacenar y que también será menos estratégico que el plutonio separado desde el punto de vista de la proliferación.

282. Utilizando un modelo propuesto en 1982, en el diagrama contiguo se ilustra el flujo de materiales dentro y fuera del fideicomiso del OIEA.



283. Las siguientes disposiciones se aplicarían a un país participante, fuese un ENPAN o no:

- Cobertura:** todo el combustible gastado y el Pu separado – provenientes de usos pacíficos;
- Devolución:** se concederá la autorización, previa solicitud, para el reprocesamiento y luego para usos pacíficos; todos los materiales se someterán a salvaguardias y no se permitirá su almacenamiento;
- Verificación del uso:** se facilitará información sobre los flujos de materiales, que se verificarán (más allá del marco de los requisitos de salvaguardias); y
- Baja del registro del AIMN:** cuando se modifique la situación con respecto a las salvaguardias, traslado del AIMN a las instalaciones del propietario.

284. Dado el número importante y creciente de existencias de plutonio excedente, algunos han propugnado la idea de que ya es momento para que los países sometan esos materiales a la custodia internacional del OIEA en espera de su uso ulterior con fines pacíficos o su disposición final²⁶. La colocación del combustible bajo la custodia del OIEA podría facilitar el uso de los ciclos del combustible basados en el plutonio, ayudar a lograr los objetivos de la no proliferación, evitar la discriminación entre los Estados y la injerencia en los programas energéticos nacionales. El plutonio separado y el combustible gastado se almacenarían en forma

²⁶ BENIGLSDORF, H.D., MCGOLDRICK, F., "International Custody of Excess Plutonium", Bulletin of the Atomic Scientists, marzo/abril de 2002.

descentralizada en varios lugares, mecanismo que minimizaría el transporte del combustible.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. <i>Posible ventaja económica (B)</i>	1. <i>Falta de voluntad política para incorporar al OIEA (A, B, E)</i>
2. <i>Marco eficiente de seguridad y no proliferación, bajo el fideicomiso del OIEA (A)</i>	2. <i>Organización jurídica e institucional compleja (B, E)</i>
3. <i>Firmes garantías de servicio (aceptación de la devolución, devolución del Pu) (B)</i>	3. <i>Ingente tarea de gestión para el OIEA con repercusiones financieras (B, E)</i>
4. <i>Las opciones de reprocesamiento y disposición final siguen siendo posibles (B)</i>	4. <i>Se mantiene el riesgo de evasión de responsabilidades (A)</i>
	5. <i>Mayores requisitos de transporte (A)</i>

Tipo II: Conversión de instalaciones nacionales existentes en instalaciones multinacionales

285. En este caso, el país sede añade a su inventario nacional y capacidad de almacenamiento los materiales nucleares especiales importados de los países asociados. También en este caso existe ya una opción semejante (en grado limitado) con respecto a la práctica comercial actual de almacenar el combustible sin irradiar (uranio y mezcla de óxidos) antes de su envío a los propietarios-explotadores de las centrales nucleares. El volumen de este tipo de reserva reguladora del combustible podría ampliarse para que desempeñara una función de reserva estratégica. Se podrían prever disposiciones regionales para crear reservas estratégicas de combustible sin irradiar, e instalaciones conjuntas de almacenamiento de reservas reguladoras de combustible gastado antes de adoptar decisiones respecto del aumento de la capacidad de reprocesamiento o de la capacidad de disposición final a escala regional.

286. Los incentivos económicos, la existencia de programas nacionales de almacenamiento mínimos y una buena transparencia de la dimensión internacional del proyecto contribuirían notablemente a la aceptación de este tipo de proyectos internacionales de almacenamiento. Probablemente se necesitaría algún tipo de supervisión internacional (es decir, del OIEA).

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

Elementos a favor	Elementos en contra
1. Existencia de una instalación segura desde el punto de vista físico y tecnológico en el país anfitrión (A, E)	1. Dificultad de aceptación política en el país sede (B, E)
2. Disponibilidad de recursos energéticos asegurada (Pu) (B)	2. Incertidumbre respecto de los derechos de consentimiento (B)
3. Mayores economías para todos los asociados (B)	3. La garantía de servicio depende de un solo asociado (B)
4. Organización: fácil y rápida (B)	4. Mayores requisitos de transporte (A)
	5. Necesidad de tener en cuenta los derechos de propiedad vigentes (B, E)

Tipo III: Construcción de nuevas instalaciones conjuntas

287. Se podrá crear una nueva instalación de almacenamiento compartida en un contexto regional o multinacional. Entre los factores que desempeñarán un papel importante en la selección del Estado sede se cuentan los siguientes: voluntad política; emplazamiento; buena infraestructura reglamentaria; estabilidad política; credenciales de no proliferación; acuerdo sobre derechos de consentimiento previo y Estados de trasbordo.

288. La voluntad política dependería de la comprensión al nivel nacional de las ventajas de las reservas reguladoras regionales conjuntas. Una mayor unidad entre todos denotaría un criterio más firme respecto de las garantías de suministro y propiciaría aún más la aceptación de la energía nuclear entre el público. Para obtener el apoyo político a un proyecto de almacenamiento multinacional también sería indispensable lograr altas normas de seguridad, garantías fiables de calidad y un sistema de repartición de los gastos justo y transparente. Aunque se requeriría la participación de sólidos asociados industriales para asegurar la viabilidad técnica y el buen estado de la economía, se precisa la participación de los gobiernos y otras entidades públicas para fomentar la aceptación del público con una garantía de continuidad a largo plazo. También deberían ponerse de relieve las ventajas para la no proliferación del almacenamiento regional del combustible gastado. El país sede de ese modo brindaría una instalación centralizada segura para almacenar el plutonio contenido en el combustible gastado en lugar de dejarlo diseminado en numerosas instalaciones de la región. En lo que respecta al almacenamiento también cabe mencionar que el país sede proporcionaría así un lugar de almacenamiento provisional para un recurso valioso, el plutonio, que es una fuente de energía importante de posible uso futuro, si los participantes lo necesitaran más adelante dentro de 30 años o más. Según el acuerdo de propiedad concertado entre los países participantes, el país sede podría adquirir de este modo un producto básico potencialmente exportable.

Elementos a favor*	Elementos en contra
1. Economías de escala (B)	1. Aplicación difícil, con varios participantes (A, B, E)
2. Solución para países con geología inadecuada (B)	2. Aceptación del público al nivel nacional (B)
3. Combinación de esfuerzos y no superposición de tareas (E)	3. Mayores requisitos de transporte (A, B)
4. Solución para países con obstáculos políticos (B)	4. “No en mi traspatio” a escala internacional (B)
5. Mayor seguridad en un lugar (A)	5. Posibilidad de recuperación de los materiales fisionables en caso de una evasión de responsabilidades (A)
6. Mejores garantías de servicio (aceptación de la devolución, devolución del Pu) (B)	6. Posible aumento de requisitos de transporte (A)

* A: No proliferación – B: Garantía de suministro – C: Emplazamiento – D: Acceso a la tecnología – E: Participación multilateral – F: Disposiciones especiales de salvaguardias – G: Incentivos no nucleares

5.6 - Conjunto de opciones

289. Un ENM podría ser una alternativa de las instalaciones nacionales del ciclo del combustible, que reduciría el número de esas instalaciones. Además de los posibles aspectos económicos atractivos examinados, los acuerdos intergubernamentales previstos para un ENM podrían mejorar los controles de la transferencia y la utilización de los materiales nucleares y las tecnologías de uso restringido, permitiría una mejor protección física en las instalaciones y también su óptimo emplazamiento.

290. En la medida en que un ENM ofrece mayores garantías de un control adecuado de los materiales y las instalaciones nucleares que las instalaciones totalmente nacionales, contribuye a disipar las preocupaciones acerca de la proliferación nuclear. Una instalación conjunta con personal multinacional somete a todos los participantes a un mayor grado de escrutinio de los homólogos y asociados, hecho que potencia la no proliferación y la seguridad. Este es el beneficio fundamental de los ENM en lo tocante a la no proliferación. Un ENM puede asimismo constituir un obstáculo para el país asociado sede que pretenda evadir sus responsabilidades. La dimensión multinacional de un ENM no proporciona una garantía infalible contra una evasión de responsabilidades, pero en este sentido es mejor que una simple instalación nacional. Naturalmente, el ENM que se estableciera se sometería totalmente a las salvaguardias del OIEA.

291. Un factor de contrapreso es la posibilidad de que la cooperación internacional facilite la difusión de conocimientos técnicos en relación con el enriquecimiento y el reprocesamiento y aumenten los riesgos de proliferación señalados en el capítulo 5.1. Desde este punto de vista, en lo referente a los ENM en general, parece ser que el modelo de Urenco sólo es aplicable cuando los asociados ya han desarrollado sus propios métodos de fabricación, mientras que el modelo de EURODIF resulta mejor cuando la mayoría todavía no lo ha hecho.

Enriquecimiento de uranio

292. Existe un sólido mercado para todas las etapas de la parte inicial del ciclo del combustible nuclear. En el curso de sólo dos años, una central nuclear que funciona en Finlandia ha comprado uranio de minas de siete países. En tres países diferentes se ha efectuado la conversión. Se han adquirido servicios de enriquecimiento de tres empresas distintas. Para la fabricación de combustible había tres fábricas cualificadas, cada una con distinto diseño de combustible. Por tanto, el objetivo legítimo de las garantías de suministro puede ser cumplido en gran medida con los mecanismos del mercado, y posiblemente mejorado con algunas garantías gubernamentales. Con todo, esta evaluación quizás no sea válida para todos los países que manifiesten inquietudes acerca de las garantías de suministro. En tales casos pueden ser apropiados los mecanismos o las medidas en que proporcionen garantías los proveedores o consorcios internacionales de gobiernos o los mecanismos relacionados con el OIEA.

293. En los nuevos mecanismos de suministro se podría incorporar al OIEA con arreglo a modalidades que merecen ser estudiadas. Este tipo de modelos dirigidos por el OIEA no necesitan ser muy detallados. En efecto, de las opciones

examinadas, una de las más viables, y que con menos probabilidad se vea entorpecida por complicaciones financieras, jurídicas y técnicas, que requiera una nueva institucionalización mínima y que probablemente sea la más fácil de aplicar, podría ser aquella en que el OIEA se mantuviera dispuesto a ser el garante de mecanismos de suministro de combustible sustitutivos establecidos de conformidad con criterios acordados en caso de que fuera suspendido el suministro de combustible a un Estado por motivos que no fueran comerciales.

294. Ya hay dos precedentes de empresas que han utilizado un ENM al crear una instalación conjunta: Urenco y EURODIF. La experiencia de Urenco, con su doble administración bajo el control de su Comité Conjunto estatal, ha demostrado que el concepto multinacional puede funcionar con éxito. Una supervisión estricta de la tecnología y el personal, así como la aplicación de salvaguardias eficaces y una división internacional adecuada de los conocimientos técnicos, pueden reducir el riesgo de la proliferación e incluso dificultar sobremanera una evasión de responsabilidades unilateral. EURODIF tiene un historial multinacional satisfactorio, al enriquecer uranio sólo en un país para restringir así todos los riesgos de proliferación, la desviación, los programas paralelos clandestinos, la evasión de responsabilidades y la difusión de tecnología.

Reprocesamiento

295. En función de los pronósticos actuales existentes en relación con la energía nuclear, y teniendo en cuenta las capacidades actuales para reprocesar el combustible gastado de los reactores de agua ligera y de los reactores que se hallan en construcción, se puede afirmar que habrá suficiente capacidad de reprocesamiento al nivel mundial para todas las demandas previstas al menos de dos decenios. Por lo tanto, los objetivos de las garantías de suministro de combustible de MOX pueden satisfacerse en gran medida sin ENM que entrañen el requisito de la propiedad.

296. El caso del reprocesamiento es semejante al del enriquecimiento desde el punto de vista de los riesgos de proliferación conexos. Sin embargo, hay diferencias entre las instalaciones de enriquecimiento y de reprocesamiento:

- a. Menor sentido de urgencia para reprocesar el combustible gastado, lo que afectará a la viabilidad económica y el calendario de construcción de nuevas plantas de reprocesamiento.
- b. Mientras que la práctica común de devolver al cliente los productos de reprocesamiento plantea un riesgo de proliferación, los ENM no entrañarán mayores riesgos que los que se corren en la actualidad. No obstante, si el país sede conserva los productos reprocesados, los riesgos de proliferación serán más altos, según el emplazamiento previsto en el ENM.
- c. La tecnología de reprocesamiento se puede obtener más fácilmente que la tecnología de enriquecimiento y, por tanto, los riesgos de proliferación también deben tenerse en cuenta en la etapa previa del ciclo del combustible: la salvaguardia del combustible gastado extraído de los núcleos de los reactores. A

este respecto, cabe señalar que un ENM, en virtud del cual se arrienda combustible nuclear y se acepta la devolución del combustible gastado, evita la mayoría de los riesgos de proliferación, aunque exige al vendedor del combustible que se ocupe de la disposición final del combustible gastado.

297. En el contexto del reprocesamiento, el OIEA posiblemente podría ejercer las facultades otorgadas en su Estatuto para exigir el depósito de materiales fisionables especiales que excedieran de las necesidades nacionales actuales. Para los ENM relacionados con una nueva instalación conjunta se deberían incorporar elementos de diseño que aumentasen la posibilidad de aplicar las salvaguardias, como la ubicación conjunta de las instalaciones, incluido el almacenamiento, elementos destinados a mejorar el inventario y contabilidad de los materiales, elementos para mejorar la contención y vigilancia; y opciones de selección de procesos y almacenamiento para que los materiales nucleares sean menos vulnerables a la desviación. Las instalaciones regionales entrañarían el transporte del combustible gastado a largas distancias con sus obstáculos conexos. Por lo tanto, en opinión de algunos Estados, es conveniente ubicar conjuntamente las centrales nucleares, las plantas de reprocesamiento, las plantas de fabricación de combustible de MOX (o mezcla de combustible metálico) y los reactores rápidos para utilizar el combustible de MOX. El transporte del combustible gastado, de haberlo, debe cubrir distancias cortas.

298. Lo que aísla el reprocesamiento de otras etapas del ciclo del combustible es la separación de los materiales fisionables y su reintegración en el combustible sin irradiar. Es posible argumentar que los ENM, por el mayor número de proveedores y clientes y su mejor coordinación en una única organización, podrían lograr una mayor correspondencia entre la separación del plutonio y su consumo en forma de combustible sin irradiar.

Disposición final del combustible gastado

299. Muchas organizaciones desean que la disposición final del combustible nuclear y los desechos se realice sólo internamente. En el marco del Convenio de Basilea, la OCDE ha abierto nuevas perspectivas al decidir que los desechos tóxicos pueden y deben disponerse finalmente dentro de la región geográfica más amplia de esa organización. Este enfoque sumamente razonable no viola en ningún modo las reglas de la buena conducta de carácter ambiental y ético. En cuanto a los desechos nucleares, seguramente tendría sentido establecer mecanismos regionales similares en la región de la “OCDE/UE”, así como en otros lugares del mundo.

300. En la actualidad no hay mercado para los servicios de disposición final del combustible gastado, ya que no hay una necesidad apremiante, ni técnica ni económica, para tener repositorios incluso al nivel nacional en muchos países. Desde una perspectiva más amplia, se puede observar que varias entidades prestan servicios nucleares a escala internacional, que abarcan desde el mineral de uranio hasta el reprocesamiento. ¿Por qué no también la disposición final para aumentar la seguridad física y tecnológica y lograr mayores economías?

301. La disposición final del combustible gastado es, por tanto, una actividad propuesta para los enfoques multilaterales. No obstante, aunque ofrece importantes beneficios económicos y numerosas ventajas desde el punto de vista de la no proliferación, en muchos países plantea problemas legales, políticos y de aceptación del público. El Organismo debería proseguir sus esfuerzos en este sentido trabajando en relación con todos los factores subyacentes y asumiendo el liderazgo político para promover este tipo de empeños. Por ejemplo, el OIEA podría establecer un “proyecto piloto de repositorio de combustible gastado sin emplazamiento definido” que examine en detalle todos los aspectos técnicos, económicos, jurídicos e institucionales conexos. Además del OIEA, pese a las restricciones jurídicas actuales sobre las exportaciones y las importaciones, otras organizaciones regionales podrían participar activamente, como la OCDE, la Unión Europea y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

302. Para obtener buenos resultados, la disposición final del combustible gastado (y también de los desechos radiactivos) en repositorios compartidos debe considerarse sólo un elemento de una estrategia más amplia de opciones paralelas. Las soluciones nacionales seguirán siendo una primera prioridad en muchos países. Esta es la única solución para los Estados con programas nucleares importantes en funcionamiento actualmente o que lo estuvieron con anterioridad. Para los demás que poseen programas nucleares más pequeños, se necesita un enfoque de doble finalidad, en que se traten de obtener soluciones tanto en el plano nacional como internacional. Los países pequeños deben mantener abiertas las opciones (nacionales, regionales, internacionales), aunque sólo sea para mantener la competencia técnica nacional mínima necesaria para actuar en un contexto internacional.

303. Además de los países participantes, la comunidad internacional en su conjunto debería también contribuir a lograr una mayor aceptación del público con respecto a los repositorios internacionales. El OIEA debería formular propuestas que le permitieran desempeñar un papel más activo, como por ejemplo, declaraciones de principios y resoluciones en las que expresara un amplio apoyo para los repositorios internacionales, y posiblemente también un papel más activo como organización coordinadora o patrocinadora de esos proyectos.

Almacenamiento del combustible

304. En varios países funcionan o se están construyendo instalaciones de almacenamiento. No existe un mercado internacional para los servicios de este tipo, con excepción de la disposición de la Federación de Rusia de recibir el combustible que ha suministrado, y de un posible ofrecimiento de hacerlo con respecto a otras cantidades de combustible gastado. A este respecto, el almacenamiento del combustible gastado también es una actividad propuesta para los enfoques multilaterales, sobre todo a escala regional. El almacenamiento de materiales nucleares especiales en unas cuantas instalaciones seguras desde el punto de vista tecnológico y físico fomentará las salvaguardias y la protección física. El OIEA debería proseguir sus esfuerzos conexos y fomentar tales actividades. Los varios países que tienen instalaciones de almacenamiento modernas ya establecidas podrían dar un paso de avance y aceptar el combustible gastado de otros para

colocarlo en instalaciones de almacenamiento provisional. El OIEA podría facilitar este mecanismo actuando como “organismo de inspección técnica”, asegurando la idoneidad de la instalación y aplicando controles e inspecciones de salvaguardias con técnicas actuales.

Opción conjunta: arriendo del combustible/aceptación de la devolución del combustible

305. En este modelo, el Estado arrendador proveerá el combustible que prometió mediante un mecanismo que concertará con su propio “vendedor” de combustible nuclear. En el momento en que el gobierno del Estado arrendador expida una licencia de exportación a la empresa “vendedora” del combustible para enviar combustible sin irradiar a un reactor de un cliente, ese gobierno también anunciará su plan para la gestión de ese combustible una vez que sea descargado. Si el Estado arrendador no tiene un sistema concreto de gestión del combustible gastado, el acuerdo de arrendamiento lógicamente no tendrá lugar. El combustible arrendado, una vez extraído del reactor y enfriado, podría ser devuelto al país de origen que poseyera su título de propiedad o, mediante un trato facilitado por el OIEA, podría ser enviado a un tercer Estado o a un centro multinacional o regional del ciclo del combustible ubicado en otro lugar para su almacenamiento y disposición final.

306. El Estado que obtenga el combustible sin irradiar arrendado quizás desee garantizar la posesión de suficientes suministros de combustible concertando un contrato con más de un gobierno y una empresa vendedora internacional para satisfacer parte de sus necesidades de recarga de combustible, en virtud de acuerdos de arriendo múltiples que abarquen, cada uno, una parte de sus necesidades de suministro de combustible. En esta forma obtiene mayores garantías aun cuando un Estado arrendador y su empresa “vendedora” conexas, por alguna razón, no puedan cumplir todas sus obligaciones oportunamente. En tal caso, sólo una parte de las necesidades de recarga se vería afectada, y esa parte incluso podría suministrarla cualquiera de sus otros “vendedores” de combustible sin irradiar que tuviera alguna capacidad excedente. Si el Estado que obtuviera el combustible arrendado tuviera buenos antecedentes en el cumplimiento de sus obligaciones de salvaguardias (incluido el protocolo adicional), podría utilizar los buenos oficios del OIEA para convencer a varios países arrendadores que permitieran a sus empresas “vendedoras” de combustible suministrarle el combustible con arreglo a mecanismos de arriendo-aceptación de la devolución.

307. Un aspecto deficiente del mecanismo antes descrito es la disposición, de hecho la capacidad política, del Estado arrendador de aceptar la devolución del combustible gastado que hubiera provisto en virtud del contrato de arriendo. Quizás sería políticamente bastante difícil para un Estado aceptar el combustible gastado que no proviniera de sus propios reactores (es decir, reactores productores de electricidad para beneficio directo de sus propios ciudadanos). No obstante, para que cualquier acuerdo de arriendo-aceptación de la devolución sea verosímil, es preciso que se ofrezca una garantía rigurosa de que el combustible gastado será retirado del país en que fue utilizado; de lo contrario, todo el mecanismo será discutible. A este respecto, los Estados con emplazamientos de disposición final

adecuados, y con graves preocupaciones acerca de los riesgos de proliferación, deberían actuar con más dinamismo al presentar las soluciones y determinar los problemas, y este esfuerzo debería fomentarse con un compromiso de renunciar al enriquecimiento y el reprocesamiento en el Estado comprador.

308. Una variante sería que el OIEA facilitara la creación de instalaciones multinacionales o regionales de almacenamiento del combustible gastado o de centros del ciclo del combustible completos, a los que pudiera enviarse el combustible gastado propiedad de los Estados arrendadores que hubiera sido quemado en otro lugar. El OIEA podría ser así un participante activo en las instalaciones de almacenamiento del combustible gastado al nivel regional, o en los planes de disposición final del combustible gastado de terceras partes, lo que haría más verosímiles las propuestas relativas a los acuerdos de suministro del combustible relacionados con el arriendo y la aceptación de su devolución.

Otras opciones

309. El concepto de los “centros del ciclo del combustible” también merece consideración. Tales centros agruparían, en un lugar, varios segmentos del ciclo del combustible, por ejemplo, procesamiento y enriquecimiento de uranio, fabricación de combustible (incluso combustible de MOX), almacenamiento del combustible y reprocesamiento de combustible gastado. Los centros regionales del ciclo del combustible ofrecen la mayor parte de los beneficios que brindan otros previstos en los ENM, en particular, con respecto a la seguridad de los materiales y el transporte. La próxima etapa – la nueva ubicación conjunta de las centrales nucleares – crearía un verdadero “parque nucleoelectrico”, concepto interesante y más a largo plazo que merece un estudio ulterior.

310. En el modelo de cooperación se podría prever también la opción de empresas de distintas partes del ciclo del combustible que cooperasen y de tal modo, prestasen a un cliente varios servicios, o incluso, todos los necesarios para utilizar la energía nuclear.

Capítulo 6 – Cuestiones globales

311. Además de los factores intersectoriales relacionados con la aplicación de los ENM, como los técnicos, jurídicos y de salvaguardias examinados en el Capítulo 4 del presente documento, hay varias cuestiones globales, fundamentalmente de un amplio carácter político, que pueden repercutir en los criterios sobre la fiabilidad y conveniencia de los ENM. Estas cuestiones pueden ser decisivas en cualquier empeño futuro destinado a elaborar, evaluar y aplicar esos enfoques en el plano nacional e internacional.

Artículos pertinentes del TNP

312. La cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear, que al inicio sirvió de base para la fundación del OIEA, es un elemento esencial del TNP.

313. En el párrafo 1 del artículo IV del Tratado se establece que nada de lo dispuesto en el Tratado se interpretará en el sentido de afectar el *“derecho inalienable de todas las Partes de desarrollar la investigación, la producción y la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos sin discriminación y de conformidad con los artículos I y II” del TNP*. De conformidad con el párrafo 2 del artículo IV, todas las Partes en el TNP se comprometerán a *“facilitar el más amplio intercambio posible de equipo, materiales e información científica y tecnológica para los usos pacíficos de la energía nuclear y tienen el derecho de participar en ese intercambio”*. En ese mismo párrafo se estipula que todas las Partes en el Tratado que estén en situación de hacerlo deberán asimismo *“cooperar para contribuir, por sí solas o junto con otros Estados u organizaciones internacionales, al mayor desarrollo de las aplicaciones de la energía nuclear con fines pacíficos, especialmente en los territorios de [los Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el Tratado], teniendo debidamente en cuenta las necesidades de las regiones en desarrollo del mundo”*.

314. El Tratado confirma así explícitamente el derecho inherente de los Estados a utilizar la energía nuclear con fines pacíficos. El compromiso de todos los Estados Partes de cooperar en el ulterior desarrollo de la energía nuclear, y el de los Estados poseedores de armas nucleares de trabajar en favor del desarme nuclear, expresaron el espíritu de negociación política que sirvió de base para que los Estados no poseedores de armas nucleares se abstuvieran de adquirir ese tipo de armas. Sin la inclusión de los artículos IV y VI, el Tratado no habría sido aprobado ni habría recibido la amplia adhesión que logró después. El artículo IV se redactó con el objetivo de impedir cualquier intento de reinterpretación del TNP que inhibiera el derecho de un país a las tecnologías nucleares, siempre y cuando no se hiciera uso de éstos para producir armas nucleares.

315. Los ENPAN han expresado insatisfacción por lo que perciben cada vez más como un creciente desequilibrio en el TNP: es decir, el hecho de que mediante la imposición de restricciones al suministro de materiales y equipo del ciclo del combustible nuclear, los Estados poseedores de armas nucleares y los Estados

industrializados avanzados no poseedores de armas nucleares han dejado de proporcionar su garantía inicial de facilitar el máximo intercambio posible que se menciona en el párrafo 2 del artículo IV y de ayudar a los ENPAN a desarrollar las aplicaciones de la energía nuclear. También hay preocupaciones en el sentido de que podrían imponerse otras restricciones con respecto al artículo IV.

316. El artículo VI del Tratado obliga a los Estados Partes poseedores de armas nucleares a “celebrar negociaciones de buena fe sobre medidas eficaces relativas a la cesación de la carrera de armamentos nucleares en fecha cercana y al desarme nuclear”. Muchos ENPAN consideran también que la aplicación del artículo VI del TNP por los Estados poseedores de armas nucleares es insatisfactoria, y citan como ejemplo la no entrada en vigor del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (TPCEN) y el estancamiento de las negociaciones sobre un tratado verificable de cesación de la producción de material fisionable. Preocupaciones de esta índole han aumentado la convicción entre muchos ENPAN de que el espíritu de negociación del TNP se está deteriorando.

Salvaguardias y controles de exportación

317. Algunos Estados han sostenido que, si el objetivo de los ENM es simplemente fortalecer el régimen de no proliferación, en lugar de centrar la atención en los ENM quizás convendría ocuparse más de los elementos actuales del propio régimen, por ejemplo, procurando la universalidad del protocolo adicional a los acuerdos de salvaguardias del OIEA y la universalización de los controles multilaterales de exportación, como se prevé en la resolución 1540 (2004) del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, en la que se decide que los Estados deben fortalecer sus controles de exportación para prevenir la proliferación de las armas de destrucción en masa y los materiales conexos y su posesión por agentes no estatales.

318. Los riesgos que entraña la difusión de tecnologías nucleares estratégicas deben abordarse fundamentalmente con un sistema de salvaguardias eficiente y eficaz en función de los costos. El OIEA y los sistemas de salvaguardias regionales han realizado una destacada labor al respecto. Las salvaguardias, aplicadas de manera adecuada y racional, han sido el medio más eficiente para detectar y desalentar el aumento de la proliferación y para proporcionar a los Estados Partes la oportunidad de garantizar a los demás que cumplen con sus compromisos de salvaguardias. En cierto sentido, el sistema de salvaguardias del OIEA representa por sí mismo un enfoque multilateral de no proliferación. Como es lógico, los adelantos tecnológicos exigen el fortalecimiento y la actualización de las salvaguardias, junto con la prestación de los secretos comerciales, tecnológicos e industriales. Por lo tanto, el acuerdo de salvaguardias amplias en primer lugar, además de la aprobación del protocolo adicional y su juiciosa aplicación sobre la base de el análisis de riesgos al nivel del Estado, son medidas esenciales contra el aumento de la proliferación nuclear²⁷. El protocolo adicional ha demostrado que

²⁷ Al aprobar el modelo de Protocolo adicional, la Junta de Gobernadores del OIEA pidió al Director General que:

proporciona nuevos instrumentos de verificación necesarios y eficaces que a la vez protegen los intereses nacionales legítimos en la seguridad y la confidencialidad. La aplicación sostenida del protocolo adicional en un Estado puede proveer garantías fidedignas respecto de la ausencia de materiales y actividades no declarados en ese Estado. Junto con el acuerdo de salvaguardias amplias, el protocolo adicional debe convertirse en la norma de salvaguardias de facto.

319. No obstante lo anterior, el OIEA debe tratar de fortalecer aún más la aplicación de las salvaguardias. Por ejemplo, debe analizar nuevamente tres facetas de su sistema de verificación:

- a. Los anexos técnicos del protocolo adicional deben actualizarse periódicamente para que reflejen el constante desarrollo de las técnicas y tecnologías nucleares.
- b. La puesta en práctica del protocolo adicional exige recursos suficientes y el firme compromiso de aplicarlo resueltamente. Hay que recordar que el modelo de protocolo adicional compromete al OIEA a no aplicarlo de manera mecánica o sistemática. Por tanto, el OIEA debe asignar sus recursos a esferas problemáticas y no a los Estados que utilicen las mayores cantidades de material nuclear.
- c. Los mecanismos de coerción en caso de violación fundamental o incumplimiento del acuerdo de salvaguardias. ¿Son estos mecanismos suficientemente avanzados para que actúen como un elemento de disuasión eficaz? El OIEA debe examinar más a fondo las medidas apropiadas para tratar diversos grados de violaciones.

320. Las directrices relativas a la exportación y su aplicación son una importante línea de defensa para prevenir la proliferación. Los últimos acontecimientos han demostrado que las redes delictivas pueden hallar formas de evadir los controles y suministrar lo necesario para las actividades clandestinas. No obstante, hay que recordar que, de conformidad con el párrafo 2 del artículo III, todos los Estados Partes en el TNP están obligados, a aplicar controles de exportación. En la resolución 1540 del Consejo de Seguridad se reiteró esta obligación para todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas. Por esta razón, la participación en el desarrollo y la aplicación de los controles de exportación debe ampliarse, y se deben elaborar de manera transparente controles de exportación acordados multilateralmente en los que participen todos los Estados.

a. utilizara el modelo de protocolo adicional como patrón de los protocolos adicionales que fueran a concertar los Estados y otras Partes en acuerdos de salvaguardias amplias con el OIEA (en esos protocolos deben figurar todas las medidas que contiene el modelo de protocolo);

b. negociara protocolos adicionales u otros acuerdos jurídicamente vinculantes con los EPAN, que incluyeran las medidas previstas en el modelo de protocolo adicional que cada Estado poseedor de armas nucleares ha determinado que son capaces de contribuir a los objetivos de no proliferación y eficiencia del Protocolo, al ser aplicadas con respecto a ese Estado, y que están en conformidad con las obligaciones del Estado previstas en el artículo 1 del TNP;

c. negociara protocolos adicionales con otros Estados que estén dispuestos a aceptar las medidas estipuladas en el modelo de protocolo adicional como medio de alcanzar los objetivos de eficacia y eficiencia de las salvaguardias.

321. En verdad, las principales barreras técnicas contra la proliferación siguen siendo la aplicación eficaz y universal de las salvaguardias del OIEA en virtud de acuerdos de salvaguardias amplias y protocolos adicionales, y los controles de exportación. Ambos elementos deben ser lo más sólidos posible, según sus circunstancias particulares. Los ENM serán mecanismos complementarios para fortalecer el actual régimen de no proliferación.

Participación voluntaria en los ENM frente a una norma vinculante

322. El marco jurídico vigente no obliga a los países a participar en los ENM, ya que el entorno político hace improbable que esa norma pueda ser establecida en un futuro cercano. El establecimiento de los ENM basado en la participación **voluntaria** es, por tanto, la forma de actuación más prometedora. En un mecanismo voluntario que abarque las garantías de suministro, los países receptores renunciarían, durante la vigencia del contrato de suministro respectivo, a la construcción y explotación de instalaciones estratégicas del ciclo del combustible y aceptarían las salvaguardias conforme a las más altas normas vigentes, incluidas las salvaguardias amplias y el protocolo adicional. Habrá que seguir examinando la cuestión de dónde trazar la línea de demarcación entre las actividades de I+D permitidas y las actividades de desarrollo y construcción a las que se ha renunciado. En los ENM voluntarios relacionados con instalaciones, los países participantes se comprometerían presumiblemente a realizar las actividades afines únicamente con arreglo al marco común del ENM.

323. En realidad, los países se incorporarán a estos mecanismos multilaterales con arreglo a los estímulos y desincentivos económicos y políticos que éstos ofrezcan. Para el buen resultado de la negociación, la creación y el funcionamiento de un ENM será necesario contar con un entorno político de confianza mutua y consenso entre los asociados, basado en el pleno cumplimiento de las obligaciones de no proliferación nuclear acordadas entre ellos.

324. Además de lo anterior, la creación de una norma internacional **vinculante**, que estipule la obligación de realizar las actividades estratégicas del ciclo del combustible exclusivamente en el contexto de los ENM y nunca más como una actividad nacional, entrañaría un cambio en el ámbito de aplicación del artículo IV del TNP. El texto y el historial de la negociación de este artículo destacan el derecho de todas las partes bien acreditadas a escoger su ciclo nacional del combustible en función de su juicio soberano. Este derecho no es independiente del fiel respeto de los compromisos contraídos en los artículos I y II. Pero si se cumple este requisito, no habrá ninguna barrera jurídica que se oponga a que un Estado Parte prosiga todas las actividades del ciclo del combustible al nivel nacional. Así pues, la renuncia a este derecho cambiaría el espíritu de negociación del TNP.

325. Este tipo de cambio fundamental no es imposible si las partes lo acordaran en un marco de negociación más amplio. Para los ENPAN, este nuevo espíritu de negociación probablemente sólo pueda lograrse mediante el cumplimiento de los principios universales aplicables a todos los Estados y la adopción de medidas complementarias respecto del desarme nuclear por parte de los Estados poseedores de armas nucleares. Además, un tratado verificable de cesación de la producción de

material fisionable podría ser también una de las condiciones indispensables para las obligaciones multilaterales vinculantes. Como tal, ese tratado pondría fin al derecho de los Estados poseedores de armas nucleares y de los Estados que no son partes en el TNP a explotar instalaciones de procesamiento y enriquecimiento con el fin de producir explosivos nucleares y los colocaría al mismo nivel, respecto de esas actividades, que los Estados no poseedores de armas nucleares. Las nuevas restricciones se aplicarían a todos los Estados e instalaciones relacionados con las tecnologías del caso, sin excepción. En ese momento, los mecanismos multilaterales podrían convertirse en un principio vinculante y universal. También acaso se plantee la cuestión de cuáles condiciones podrían exigir los Estados poseedores de armas nucleares y los Estados que no son partes en el TNP para comprometerse con un ENM vinculante en el que fueran participantes.

Estados poseedores de armas nucleares y Estados que no son partes en el TNP

Los materiales utilizables para armas (existencias y flujos) y las instalaciones estratégicas capaces de producir esos materiales se encuentran predominantemente en Estados poseedores de armas nucleares y Estados que no son partes en el TNP. Si bien es cierto que la cuestión examinada en capítulos anteriores suscitó preocupación respecto de la construcción de este tipo de instalaciones en los ENPAN en el marco de un ENM, de lo que se trata en este caso es de cómo incluir a Estados poseedores de armas nucleares y a Estados que no son partes en el TNP en los ENM aplicados a instalaciones existentes o futuras de carácter estratégico, en vista de que los materiales nucleares producidos en ellas podrían contribuir al programa de armas nucleares de uno de esos Estados. Esto demuestra una vez más la pertinencia de un tratado de cesación de la producción de material fisionable.

326. De hecho, la viabilidad de incluir en los ENM a Estados poseedores de armas nucleares y a Estados que no son partes en el TNP debería examinarse en una etapa temprana. Mientras que los ENM mantengan su carácter voluntario, nada impediría la participación de esos Estados. De hecho, Francia (en relación con el arreglo con la empresa EURODIF) y el Reino Unido (en relación con la empresa Urenco) son ejemplos de este tipo de participación. Al transformar instalaciones civiles existentes en ENM sometidos a salvaguardias y requisitos de seguridad, esos Estados estarían demostrando su apoyo a la no proliferación y a la cooperación internacional en el ámbito nuclear con fines pacíficos. Para que tanto los Estados que son Partes en el TNP como los que no lo son puedan participar en el mismo ENM, será preciso que los Estados partes en el TNP participantes modifiquen su política.

Evasión de responsabilidades y otros riesgos

327. Ya sean de índole voluntaria u obligatorias, las instalaciones multilaterales comparten con sus contrapartes nacionales un posible punto débil, el riesgo de “evasión de responsabilidades” por parte del país sede; que puede manifestarse por ejemplo, en la creación de una situación de emergencia política, la expulsión del personal multinacional, la retirada del TNP (con la consiguiente terminación de su acuerdo de salvaguardias), y la explotación de la instalación multilateral sin control internacional. Para que las instalaciones multilaterales sean aceptables, será preciso abordar este riesgo. Con todo, los ENM ofrecen mejor protección que las

instalaciones nacionales si son explotados por personal multinacional y desarrollan actividades interrelacionadas. Como mínimo, tal evasión de responsabilidades provocaría el distanciamiento del resto de los asociados en el ENM, podría dar lugar a algunas medidas de represalia, caldear el ambiente político y dar a la comunidad internacional (y al OIEA) un aviso anticipado de que algo podría estar fallando, con suerte dentro de los tres meses necesarios para hacer algo al respecto. Como un desincentivo adicional a la evasión de responsabilidades, los Estados partes en el TNP que deseen servir de sede o participar en el ENM podrían optar por renunciar a sus derechos con arreglo al párrafo 1 del artículo X del Tratado, o por permitir que continuaran aplicándose las salvaguardias y/o por comprometerse a devolver el equipo y los materiales obtenidos mediante su participación en el ENM.

328. El Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, como órgano internacional al que corresponde la responsabilidad primordial de mantener la paz y la seguridad internacionales, debe estar dispuesto a responder a un acto de esa índole por cuanto la retirada del TNP podría considerarse una amenaza para la paz y la seguridad internacionales.

329. La evasión de las responsabilidades previstas en el TNP constituiría un flagrante desafío al régimen de no proliferación y a la seguridad de la comunidad internacional. Sin embargo, en cualquier acuerdo por el que se establezca un ENM se deberían incluir algunos otros escenarios de proliferación que se relacionen más específicamente con el concepto de ENM. Uno de ellos es la posibilidad de una retirada del ENM (es decir, optar por el carácter nacional) sin abandonar el TNP. Un segundo escenario supondría el uso indebido de tecnología en su propio territorio por Estados Partes que no son sede del ENM utilizando los conocimientos especializados adquiridos mediante su participación en el ENM.

Aplicación coercitiva

330. A la larga, el éxito de todos los esfuerzos por mejorar el régimen de no proliferación nuclear depende de la eficacia de los mecanismos de cumplimiento y aplicación coercitiva. Las medidas de coerción en caso de incumplimiento pueden mejorarse parcialmente mediante las disposiciones jurídicas de los ENM, que definirán cuidadosamente qué constituye una violación, quién debe juzgar esas violaciones, y las medidas que podrían aplicar directamente los asociados además de instrumentos políticos más amplios.

331. No obstante, ni las salvaguardias mejoradas ni los ENM ni los nuevos compromisos de los Estados cumplirán cabalmente su propósito si la comunidad internacional no responde con determinación a los casos graves de incumplimiento, ya se trate de desviación, ejecución de actividades clandestinas o evasión de responsabilidades. De acuerdo con cada caso concreto, se necesitan respuestas a cuatro niveles: los asociados del Estado incumplidor en el marco del ENM; el OIEA, los Estados Partes en el TNP y el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. En aquellos casos en que no existan actualmente tales respuestas, se deberá disponer de procedimientos y medidas apropiados que han de utilizarse en los cuatro niveles para hacer frente a los casos de incumplimiento, haciendo especial hincapié en que no debe permitirse que Estado alguno viole impunemente tratados y mecanismos importantes.

Capítulo 7 –Enfoques nucleares multilaterales: el futuro

332. Como se señaló en el Capítulo 3, las iniciativas anteriores de cooperación nuclear multilateral no se tradujeron en resultados tangibles. Se consideró que las preocupaciones por la proliferación no eran suficientemente serias. Los objetivos económicos raras veces eran suficientemente bien fundados y las preocupaciones por las garantías de suministro eran primordiales. El orgullo nacional también desempeñaba un papel importante, junto con las expectativas acerca de los beneficios tecnológicos y económicos que se obtendrían de las actividades nucleares. Muchas de esas consideraciones todavía pueden ser pertinentes hoy día. Sin embargo, el resultado del análisis de esas consideraciones en la actualidad, frente a una posible ampliación de las instalaciones nucleares en los próximos decenios y el posible aumento de los peligros de proliferación, bien podrían crear un entorno político más propicio para los ENM en el siglo XXI.

333. Los posibles beneficios de los ENM para el régimen de no proliferación son simbólicos y prácticos a la vez. Como medida de fomento de la confianza, los enfoques multilaterales pueden dar mayores garantías a los asociados y a la comunidad internacional de que las partes más estratégicas del ciclo del combustible nuclear del sector civil son menos vulnerables al uso indebido para la fabricación de armamentos. Las instalaciones conjuntas con personal multinacional someten a todos los participantes en los ENM a un mayor grado de escrutinio de los homólogos y asociados y quizás también constituyan un obstáculo contra la evasión de responsabilidades por parte del asociado anfitrión. Los ENM también reducirán el número de emplazamientos en que se exploten instalaciones estratégicas, frenando así los riesgos de proliferación, y harán disminuir el número de posibles puntos de acceso de agentes no estatales a los materiales de carácter estratégico. Por otra parte, estos enfoques pueden también facilitar el uso sostenido de la energía nuclear con fines pacíficos y mejorar las perspectivas para el almacenamiento y la disposición final seguros y ambientalmente inocuos del combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos.

334. Los enfoques multilaterales podrían asimismo aportar los beneficios de la eficacia en función de los costos y las economías de escala para los países más pequeños o con escasos recursos, y a la vez garantizar los beneficios del uso de la tecnología nuclear. En el contexto de otro sector de alta tecnología, como la aviación y la industria aeroespacial, se han derivado beneficios similares.

335. Sin embargo, la justificación en favor de los ENM no es del todo sencilla. Los Estados con distintos niveles de tecnología, diversos grados de institucionalización, desarrollo económico y recursos y consideraciones políticas opuestas quizás no lleguen todos a las mismas conclusiones en cuanto a las ventajas, la idoneidad y la conveniencia de los ENM. Algunos podrían alegar que los enfoques multilaterales apuntan a la pérdida o limitación de la soberanía de los Estados y la propiedad independiente y el control de un sector tecnológico clave, lo que limitaría injustamente los beneficios comerciales de estas tecnologías a sólo unos cuantos países. Otros podrían aducir que los enfoques multilaterales podrían inducir a una

mayor difusión de tecnologías nucleares estratégicas, o a la pérdida de su control, y dar por resultado riesgos de proliferación más altos.

336. Una de las medidas más críticas es idear mecanismos eficaces para ofrecer garantías de suministro de materiales y servicios que sean comercialmente competitivos, libres de monopolios y de restricciones políticas. Para ofrecer garantías de suministro eficaces se tendrán que incluir fuentes de suministro de reserva para los casos en que un proveedor del ENM no pudiera suministrar los materiales o servicios requeridos. En este contexto, el OIEA podría desempeñar un papel fundamental como un tipo de garante de un mecanismo internacional de suministro de emergencia.

337. Será preciso elaborar, disposiciones institucionales y de organización adecuadas, así como los instrumentos jurídicos pertinentes, tanto al nivel estatal como comercial. En las disposiciones al nivel del Estado o de gobierno se deberían especificar, por ejemplo, las obligaciones de salvaguardias y el grado de limitación de actividades nacionales paralelas del ciclo del combustible nuclear en los Estados participantes. Al nivel comercial, se deberían exponer claramente cuestiones tales como la definición de propiedad, las obligaciones financieras y la explotación de las instalaciones.

338. Es importante también que se disponga lo necesario para la supervisión internacional de un ENM, cuando sea preciso, con el fin de lograr la confianza de los asociados en que la instalación propuesta posee niveles de seguridad tecnológica y física suficientes.

339. En resumen, el Grupo de Expertos sobre enfoques multilaterales relacionados con el ciclo del combustible nuclear ha examinado los diversos aspectos del ciclo del combustible, identificado varias opciones para los ENM que merecen mayor consideración, y observado varios elementos en favor y en contra de cada una de las opciones. Cabe esperar que el informe del Grupo de Expertos sirva como base o como hito. No se ha previsto que marque el final del camino. Los ENM ofrecen una contribución potencialmente útil para la solución de las preocupaciones imperantes acerca de las garantías de suministro y la no proliferación.

340. Por el momento, el Grupo recomienda que se adopten medidas para reforzar los controles generales sobre el ciclo del combustible nuclear y sobre la transferencia de tecnología, inclusive las salvaguardias y los controles de exportación: lo primero se obtendrá promoviendo la adhesión a los protocolos adicionales y lo último, aplicando más estrictamente las directrices y logrando una participación universal en su elaboración.

341. Para mantener el impulso, el Grupo recomienda que los Estados Miembros del OIEA, el propio OIEA, la industria nuclear y otras organizaciones nucleares presten atención a los enfoques nucleares multilaterales en general y a los **cinco enfoques** que se indican a continuación, en particular.

Cinco enfoques sugeridos

El objetivo de aumentar las garantías de no proliferación asociadas a los ciclos del combustible nuclear del sector civil, y a la vez mantener las garantías de suministro y servicios en todo el mundo, podría lograrse mediante un conjunto de enfoques nucleares multilaterales (ENM) establecidos gradualmente:

1. Reforzamiento de los **mecanismos de mercado comercial existentes** caso por caso mediante contratos a largo plazo y acuerdos transparentes de los proveedores con respaldo de los gobiernos. Los ejemplos serían: arriendo y devolución del combustible, ofrecimientos comerciales para almacenar y someter a disposición final el combustible gastado, y bancos de combustible comercial.
2. Elaboración y aplicación de **garantías internacionales de suministro** con participación del OIEA. Se deberían investigar distintos modelos, sobre todo con el **OIEA como garante** de los suministros de servicios, es decir, como administrador de un banco de combustible.
3. Promoción de la conversión voluntaria de las **instalaciones existentes en instalaciones ENM**, y considerar estas acciones como **medidas de fomento de la confianza**, con la participación de los Estados poseedores y los Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el TNP, así como de los Estados no Partes en el TNP.
4. Creación, mediante acuerdos voluntarios y contratos, de **ENM multinacionales, y en particular regionales, para las nuevas instalaciones** basados en mecanismos de propiedad conjunta, derechos de giro o administración conjunta para las instalaciones nucleares de la parte inicial y la parte final, como el enriquecimiento de uranio, el reprocesamiento de combustible, la disposición final y el almacenamiento del combustible gastado (y combinaciones de estas medidas). Este objetivo se cumpliría también con la creación de parques nucleoelectrónicos integrados.
5. El escenario de una ulterior expansión de la energía nuclear en todo el mundo podría exigir el desarrollo de un **ciclo del combustible nuclear con acuerdos multilaterales más estrictos**, por región o por continente, **y una cooperación más amplia**, en la que participen el OIEA y la comunidad internacional.

Anexo 1 – Carta del Director General

11 de junio de 2004

Estimado Sr. ... :

En su calidad de experto en asuntos del ciclo del combustible nuclear y la no proliferación, usted habrá seguido los últimos debates internacionales sobre la necesidad de fortalecer aún más el régimen de no proliferación nuclear. Algunas de las propuestas e iniciativas a este respecto se centran en los beneficios que reporta para la no proliferación la aplicación de controles más eficaces sobre las tecnologías más estratégicas desde el punto de vista de la proliferación que intervienen en el ciclo del combustible nuclear, como el enriquecimiento y el reprocesamiento.

Durante la reunión de marzo de 2004 de la Junta de Gobernadores del Organismo, señalé mi intención de convocar un grupo de expertos para estudiar opciones y elaborar propuestas con el fin de mejorar los controles, incluidas posibles disposiciones multilaterales de supervisión, para la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear. A mi juicio, la labor de este grupo será una importante contribución al debate en curso sobre este particular. Además, espero que esta labor redunde en propuestas prácticas que, de aplicarse, pudieran proporcionar mayores seguridades a la comunidad internacional de que las partes estratégicas del ciclo del combustible nuclear son menos vulnerables al uso indebido para fines de proliferación, y facilitar así los usos continuos de la energía nuclear con fines pacíficos.

Después de las consultas celebradas, y reconociendo sus conocimientos y experiencia, me complace invitarle a participar a título personal en los trabajos del Grupo Internacional de Expertos que estableceré hacia la primavera de 2005 con la tarea de elaborar un estudio inicial sobre las cuestiones antedichas. Confío en que podrá aceptar esta invitación y que podrá asimismo gestionar la obtención de los fondos necesarios para su participación.

He invitado al Sr. Bruno Pellaud, ex Director General Adjunto del Organismo para las salvaguardias y la verificación, que presida el grupo de expertos. Atendiendo a las conversaciones que he sostenido con el Sr. Pellaud, sugiero que la primera reunión del grupo se celebre del 30 de agosto al 3 de septiembre de 2004 en Viena, en la Sede del Organismo. Está previsto que el grupo celebre hasta cuatro sesiones en Viena para finalizar su labor.

Se adjunta el mandato del grupo. He pedido al Sr. Pellaud que establezca contacto con usted para facilitarle más detalles e información con respecto a las disposiciones adoptadas para la reunión del grupo.

Quedo de usted atentamente,

(Firmado) Mohamed ElBaradei

Mandato

- a. Determinar las cuestiones y opciones asociadas a los enfoques multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear y realizar un análisis al respecto;
- b. Elaborar una reseña sobre los estímulos y desincentivos normativos, jurídicos, de seguridad física, económicos, y tecnológicos para la cooperación en el marco de mecanismos multilaterales relacionados con la parte inicial y la parte final del ciclo del combustible nuclear; y
- c. Realizar un breve examen de las experiencias y análisis anteriores y actuales en relación con los acuerdos multilaterales sobre el ciclo del combustible vinculados a la labor del Grupo de Expertos.

Anexo 2 – Participantes y contribuyentes

Miembros del Grupo de Expertos

Sr. Bruno Pellaud (<i>Presidente</i>)	<i>Ex Director General Adjunto Jefe del Departamento de Salvaguardias del OIEA Presidente, Foro Nuclear de Suiza Suiza</i>
Sr. Sergey Andropenkov	<i>Director Adjunto Departamento del Trabajo y el Medio Ambiente Kazatomprom Empresa Atómica Nacional Kazajstán</i>
Sr. Javier Arnáiz de Guezala	<i>Director de Aprovisionamiento de Uranio ENUSA Industria Avanzadas, SA España</i>
Sr. Patrice Bernard	<i>Director de Desarrollo Nuclear e Innovación, DEN/DDIN Francia</i>
Sr. Raffaele Di Sapia	<i>Director Adjunto Relaciones Exteriores - ENEA Italia</i>
Sr. Mel Draper	<i>Director, No Proliferación Departamento de Comercio e Industria Reino Unido</i>
Sr. Tetsuya Endo	<i>Asistente Especial del Ministro de Relaciones Exteriores Japón</i>
Sr. Gideon Frank	<i>Director General Comisión de Energía Atómica de Israel Israel</i>

Sr. Ravi B. Grover	<i>Director, Grupo de Planificación Estratégica Departamento de Energía Atómica India</i>
Sr. Hwang Yong Soo	<i>Investigador Principal Instituto de Investigaciones de Energía Atómica de Corea (KAERI) República de Corea</i>
Sr. Tariq Osman Hyder	<i>Embajador Subsecretario de Relaciones Exteriores Naciones Unidas y Coordinación Económica Ministerio de Relaciones Exteriores Pakistán</i>
Sr. Jamal Khaer Ibrahim	<i>Oficial Especial para Política Nuclear Internacional Despacho del Director General Instituto de Tecnología e Investigaciones Nucleares Malasia</i>
Sr. Lance Joseph	<i>Ex Representante Permanente ante el OIEA Australia</i>
Sr. Mahmoud Karem	<i>Viceministro de Relaciones Exteriores para Asuntos Multilaterales, Embajador ante Bélgica, Luxemburgo, Representante Permanente ante la UE Ministerio de Relaciones Exteriores Egipto</i>
Sr. Jukka Laaksonen	<i>Director General, STUK (Autoridad Reguladora Nuclear) Finlandia</i>
Sr. Liu Zunqi	<i>Ingeniero Superior China Nuclear Energy Industry Corporation (CNEIC) China</i>

Sr. Arend Meerburg	<i>Ex Embajador Asesor del Departamento de Políticas de Seguridad Ministerio de Relaciones Exteriores Países Bajos</i>
Sr. Robert Morrison	<i>Ex Director General Natural Resources Canada Canadá</i>
Sr. Harald Müller	<i>Director PRIF, Instituto de Investigaciones sobre la Paz de Frankfurt Alemania</i>
Sr. Cyrus Nasseri	<i>Ex Embajador ante las Naciones Unidas y la Conferencia de Desarme Irán</i>
Sr. Pavel P. Poluektov	<i>Director Departamento para la Gestión de Desechos Radiactivos, Instituto Ruso de Investigaciones Bochvar Federación de Rusia</i>
Sr. Richard J.K. Stratford	<i>Director de la Oficina de Asuntos de Energía Nuclear Oficina de No Proliferación Departamento de Estado Estados Unidos de América</i>
Sr. Lars Göran Strömberg	<i>Consultor del Ministerio de Relaciones Exteriores Suecia Ex Oficial Superior de Investigaciones Organismo Sueco de Investigaciones sobre la Defensa</i>
Sr. Waldo E. Stumpf	<i>Profesor de Metalurgia Física Ex Jefe de la South African Atomic Energy Corporation Sudáfrica</i>

Sr. Antônio J. **Vallim Guerreiro**

*Director
Departamento de Organismos
Internacionales
Brasil*

Sr. Pedro Raul **Villagra Delgado**

*Embajador, Coordinador
Oficina de Proyectos Estratégicos
Ministerio de Relaciones Exteriores
Argentina*

Sr. Hans **Riotte** (Observador)

*Jefe
División de Protección Radiológica
y Gestión de los Desechos
Agencia para la Energía Nuclear de
la OCDE*

Los miembros del Grupo de Expertos participaron en los trabajos del grupo a título personal.

Asesores

Sr. Wilhelm **Gmelin**

*Ex Director
Cuerpo de Inspectores de Euratom
Alemania*

Sr. Lawrence **Scheinman**

*Profesor Distinguido
Instituto de Estudios Internacionales
de Monterey
Estados Unidos de América*

Apoyo del OIEA

Los siguientes funcionarios del OIEA aportaron contribuciones a los trabajos del Grupo: Sra. Fiona Simpson (“guardiana del texto”) y Sr. Tariq Rauf (Secretario Científico); Sres. Alan McDonald, Vladimir Kagramanian (ex funcionario) y Jan-Marie Potier; Sr. John Rames (ex funcionario) y Sra. Laura Rockwood; Sra. Jill Cooley, Sres. Mazhar Saied, Eckhard Haas y Matthias Gohl (pasante) y Sra. Elena Bergo (apoyo administrativo).

Apoyo externo

El Grupo aprovechó los conocimientos especializados y las presentaciones hechas por los siguientes funcionarios externos: Sr. Pat Upson (Urenco), Sres. Philip Sewell y Charles Yulish (US Enrichment Corporation), Sr. Jean-Louis Lemarchand y Sra. Caroline Jorant (AREVA), Sr. Charles McCombie (Arius Association) y Sres. Alexy Grigoriev (TVEL) y Sergey Ruchkin (TENEX).

Anexo 3- Siglas

^{235}U	uranio 235
^{238}U	uranio 238
AEN	Agencia para la Energía Nuclear (organismo especializado en el marco de la OCDE)
AIP	(Grupo de expertos sobre) almacenamiento internacional del plutonio (1978-1982)
BNFL	British Nuclear Fuels Limited
CAS	Comité para Asegurar los Suministros (1980-1987)
CE	Comisión Europea
CPFMN	Convención sobre la protección física de los materiales nucleares (1980)
CS	cantidad significativa
ENM	enfoques nucleares multilaterales
ENPAN	Estado no poseedor de armas nucleares
EPAN	Estado poseedor de armas nucleares en el marco del TNP
EURATOM	Comunidad Europea de Energía Atómica
EURODIF	Usine EUROpéenne d'enrichissement par DIFFusion gazeuse (Consortio europeo para el enriquecimiento de uranio por difusión gaseosa)
FORATOM	Foro Atómico Europeo
GSN	Grupo de Suministradores Nucleares
HLW	desecho de actividad alta
I+D	Investigación y desarrollo
INFCE	Evaluación internacional del ciclo del combustible nuclear (1977-1980)
INFCIRC	Circular Informativa
INPRO	Proyecto Internacional sobre ciclos del combustible y reactores nucleares innovadores (2000-...)
JNC	Instituto Japonés de Desarrollo del Ciclo Nuclear
kW-h	kilovatio-hora
LES	Louisiana Enrichment Services
LFUA	acceso no anunciado de frecuencia limitada
LWR	reactor de agua ligera
MOX	mezcla de óxidos (mezcla de óxidos de uranio y plutonio empleada como combustible de los reactores)
MW(e)	megavatio (eléctrico)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
Pu	plutonio
PuO_2	dióxido de plutonio
PUREX	recuperación del plutonio y el uranio por extracción

PWR	reactor de agua a presión
RFCC	Centros regionales del ciclo del combustible nuclear (1975-1977)
RPDC	República Popular Democrática de Corea
SAGOR	Programa destinado al desarrollo de las salvaguardias para la disposición final en repositorios geológicos (1994-1998)
SAGSI	Grupo Asesor Permanente sobre Aplicación de Salvaguardias
SAPIERR	Acción de apoyo: iniciativa piloto sobre los repositorios regionales europeos (5.4)
SEMI	separación electromagnética de isótopos
SNCC	Sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares
TECDOC	Documento técnico del OIEA
TENEX	Techsnabexport
tHM/a	toneladas de metal pesado por año
THOREX	recuperación del torio por extracción
TI	tecnología de la información
TNP	Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares
TPCE	Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares
U	uranio
U ₃ O ₈	octóxido de triuranio
UE	Unión Europea
UF ₆	hexafluoruro de uranio
UME	uranio muy enriquecido ($^{235}\text{U} \geq 20\%$)
UNIREP	United Reprocessors Gesellschaft
UO ₂	dióxido de uranio
UO ₃	trióxido de uranio
UPE	uranio poco enriquecido ($^{235}\text{U} < 20\%$)
Urenco	Uranium Enrichment Company
USEC	United States Enrichment Corporation
UTS	unidad de trabajo de separación (Medida de la capacidad de una planta de enriquecimiento)
VID	verificación de la información sobre el diseño
WWER	reactor de potencia refrigerado y moderado por agua

Para más información consúltese el [“Glosario de salvaguardias del OIEA”](#)