

Colección de Energía Nuclear del OIEA

Nº NG-G-3.1 (Rev. 1)

**Principios
básicos**

Energía

Objetivos

**Informes
técnicos**

**Hitos en el desarrollo
de la infraestructura
nacional de energía
nucleoeléctrica**



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

PUBLICACIONES DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA

ESTRUCTURA DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA

Conforme a lo establecido en los artículos III.A.3 y VIII.C de su Estatuto, el OIEA está autorizado a “alentar el intercambio de información científica y técnica en materia de utilización de la energía atómica con fines pacíficos”. Las publicaciones de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* presentan buenas prácticas y avances en la tecnología, así como ejemplos prácticos y experiencias en las esferas de los reactores nucleares, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura, y sobre cuestiones de interés para la energía nuclear. La estructura de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* consta de cuatro niveles:

- 1) En la publicación *Principios básicos de la energía nuclear* se describen el fundamento y la visión de los usos pacíficos de la energía nuclear.
- 2) En las publicaciones de la categoría “**Objetivos**” de la *Colección de Energía Nuclear* se describe lo que es preciso tener en cuenta y los objetivos específicos que han de alcanzarse en los ámbitos temáticos en las diferentes etapas de la aplicación.
- 3) En la categoría “**Guías y Metodologías**” de la *Colección de Energía Nuclear* se ofrece orientación o métodos de alto nivel sobre las formas de lograr los objetivos relativos a los diferentes temas y ámbitos relacionados con los usos pacíficos de la energía nuclear.
- 4) En los “**Informes Técnicos**” de la *Colección de Energía Nuclear* se ofrece información adicional y más detallada sobre las actividades relacionadas con los temas analizados en la *Colección de Energía Nuclear del OIEA*.

Los códigos de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* son los siguientes: **NG** (energía nuclear en general); **NR** (reactores nucleares —antiguamente **NP** - energía nucleoelectrónica—); **NF** (ciclo del combustible nuclear); **NW** (gestión de desechos radiactivos y clausura). Además, las publicaciones pueden consultarse en el sitio web del OIEA:

<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

Para más información, póngase en contacto con el OIEA en la dirección Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria.

Se invita a todos los lectores de las publicaciones de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* a que transmitan al OIEA sus experiencias a fin de garantizar que las publicaciones sigan satisfaciendo sus necesidades. La información podrá proporcionarse a través del sitio web del OIEA, por correo postal o por correo electrónico a la dirección Official.Mail@iaea.org.

HITOS EN EL DESARROLLO DE
LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL
DE ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

Los siguientes Estados son Miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica:

AFGANISTÁN	FILIPINAS	PAKISTÁN
ALBANIA	FINLANDIA	PALAU
ALEMANIA	FRANCIA	PANAMÁ
ANGOLA	GABÓN	PAPUA NUEVA GUINEA
ANTIGUA Y BARBUDA	GEORGIA	PARAGUAY
ARABIA SAUDITA	GHANA	PERÚ
ARGELIA	GRANADA	POLONIA
ARGENTINA	GRECIA	PORTUGAL
ARMENIA	GUATEMALA	QATAR
AUSTRALIA	GUYANA	REINO UNIDO DE
AUSTRIA	HAITÍ	GRAN BRETAÑA E
AZERBAIYÁN	HONDURAS	IRLANDA DEL NORTE
BAHAMAS	HUNGRÍA	REPÚBLICA ÁRABE SIRIA
BAHREIN	INDIA	REPÚBLICA
BANGLADESH	INDONESIA	CENTROAFRICANA
BARBAÐOS	IRÁN, REPÚBLICA	REPÚBLICA CHECA
BELARÚS	ISLÁMICA DEL	REPÚBLICA DE MOLDOVA
BÉLGICA	IRAQ	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA
BELICE	IRLANDA	DEL CONGO
BENIN	ISLANDIA	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA
BOLIVIA, ESTADO	ISLAS MARSHALL	POPULAR LAO
PLURINACIONAL DE	ISRAEL	REPÚBLICA DOMINICANA
BOSNIA Y HERZEGOVINA	ITALIA	REPÚBLICA UNIDA
BOTSWANA	JAMAICA	DE TANZANÍA
BRASIL	JAPÓN	RUMANIA
BRUNEI DARUSSALAM	JORDANIA	RWANDA
BULGARIA	KAZAJSTÁN	SAMOA
BURKINA FASO	KENYA	SAN MARINO
BURUNDI	KIRGUISTÁN	SAN VICENTE Y
CAMBOYA	KUWAIT	LAS GRANADINAS
CAMERÚN	LESOTHO	SANTA LUCÍA
CANADÁ	LETONIA	SANTA SEDE
COLOMBIA	LÍBANO	SENEGAL
COMORAS	LIBERIA	SERBIA
CONGO	LIBIA	SEYCHELLES
COREA, REPÚBLICA DE	LIECHTENSTEIN	SIERRA LEONA
COSTA RICA	LITUANIA	SINGAPUR
CÔTE D'IVOIRE	LUXEMBURGO	SRI LANKA
CROACIA	MACEDONIA DEL NORTE	SUDÁFRICA
CUBA	MADAGASCAR	SUDÁN
CHAD	MALASIA	SUECIA
CHILE	MALAWI	SUIZA
CHINA	MALÍ	TAILANDIA
CHIPRE	MALTA	TAYIKISTÁN
DINAMARCA	MARRUECOS	TOGO
DJIBOUTI	MAURICIO	TRINIDAD Y TABAGO
DOMINICA	MAURITANIA	TÚNEZ
ECUADOR	MÉXICO	TURKMENISTÁN
EGIPTO	MÓNACO	TURQUÍA
EL SALVADOR	MONGOLIA	UCRANIA
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	MONTENEGRO	UGANDA
ERITREA	MOZAMBIQUE	URUGUAY
ESLOVAQUIA	MYANMAR	UZBEKISTÁN
ESLOVENIA	NAMIBIA	VANUATU
ESPAÑA	NEPAL	VENEZUELA, REPÚBLICA
ESTADOS UNIDOS	NĪCARAGUA	BOLIVARIANA DE
DE AMÉRICA	NÍGER	VIET NAM
ESTONIA	NIGERIA	YEMEN
ESWATINI	NORUEGA	ZAMBIA
ETIOPÍA	NUEVA ZELANDIA	ZIMBABWE
FEDERACIÓN DE RUSIA	OMÁN	
FIJI	PAÍSES BAJOS	

El Estatuto del Organismo fue aprobado el 23 de octubre de 1956 en la Conferencia sobre el Estatuto del OIEA celebrada en la Sede de las Naciones Unidas (Nueva York); entró en vigor el 29 de julio de 1957. El Organismo tiene la Sede en Viena. Su principal objetivo es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”.

COLECCIÓN DE
NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA N° NG-G-3.1 (REV. 1)

HITOS EN EL DESARROLLO DE
LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL
DE ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2021

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor para incluir la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Es preciso obtener autorización para utilizar textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, en formato impreso o electrónico, y, por lo general, esta estará sujeta a un acuerdo sobre regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y la traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena (Austria)
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/publications>

© OIEA, 2021

Impreso por el OIEA en Austria
Noviembre de 2021
STI/PUB/1704

HITOS EN EL DESARROLLO DE
LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL
DE ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA
OIEA, VIENA, 2021
STI/PUB/1704
ISBN 978-92-0-308820-6 (papel)
ISBN 978-92-0-308920-3 (pdf)
ISSN 2708-2016

PRÓLOGO

Uno de los objetivos estatutarios del OIEA es “procurar acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”. Una de las formas de lograr este objetivo se basa en la publicación de un conjunto de colecciones de carácter técnico. Dos de ellas son la Colección de Energía Nuclear del OIEA y la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

Según el artículo III.A.6 del Estatuto del OIEA, las normas de seguridad establecen “normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad”. Las normas de seguridad incluyen los Fundamentos de Seguridad, los Requisitos de Seguridad y las Guías de Seguridad. Estas normas están escritas principalmente en el estilo de instrumentos de reglamentación y son vinculantes para el OIEA en sus propios programas. Los principales usuarios son los órganos reguladores de los Estados Miembros y otras autoridades nacionales.

La Colección de Energía Nuclear del OIEA comprende documentos destinados a fomentar y apoyar las actividades de I+D relacionadas con la energía nuclear y su aplicación con fines pacíficos. En ellos se incluyen ejemplos prácticos para el uso de propietarios y explotadores de compañías eléctricas de los Estados Miembros, entidades de ejecución, académicos y funcionarios gubernamentales, entre otros. Esta información se presenta en guías, informes sobre la situación y los avances tecnológicos, y las mejores prácticas sobre los usos de la energía nucleoelectrónica con fines pacíficos en función de las aportaciones de expertos internacionales. La Colección de Energía Nuclear del OIEA complementa la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

La energía es esencial para el desarrollo. Casi todos los aspectos del desarrollo, desde reducir la pobreza y elevar el nivel de vida hasta mejorar la atención médica y la productividad industrial y agrícola, requieren acceso a fuentes de energía modernas. Los pronósticos actuales sugieren que el uso global de electricidad aumentará del 65 % al 100% hacia 2030, y que se registrará la mayor parte del crecimiento en los países en desarrollo. Muchos Estados Miembros del OIEA sin energía nucleoelectrónica han expresado interés en implantarla para satisfacer sus necesidades energéticas sin aumentar la dependencia de los combustibles fósiles.

Para implantar la energía nucleoelectrónica se debe considerar una amplia gama de cuestiones de infraestructura. El OIEA describió estas cuestiones en el documento informativo publicado en 2007 con el título *Consideraciones para iniciar un programa nucleoelectrónico*, dirigido principalmente a las autoridades normativas. Más adelante, ese mismo año, el OIEA complementó ese documento con la versión original de la presente publicación, que salió a la luz en inglés

con el título *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power*, que amplió las tres fases de desarrollo descritas en el documento informativo, presentó un proceso secuencial para desarrollar un programa nucleoelectrico y proporcionó una descripción más detallada, para un público más amplio, de la gama completa de las cuestiones de infraestructura que se deben abordar y el nivel de consecución esperado para cada cuestión al final de cada fase.

La publicación *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power* tuvo una favorable acogida. Se utiliza de manera generalizada y su marco y terminología han sido adoptados ampliamente.

Ahora se ha revisado para incorporar varios avances registrados desde 2007. En primer lugar, en 2009, el OIEA comenzó a ofrecer misiones de “Examen Integrado de la Infraestructura Nuclear”, basadas en la ‘estructura de hitos’, a países que implantan o expanden la energía nucleoelectrica, y esas misiones han generado lecciones prácticas que se incorporan en esta revisión. En segundo lugar, desde 2007 el OIEA ha venido publicando recomendaciones más detalladas sobre muchas de las 19 cuestiones de infraestructura que se resumen en esta publicación. Esas publicaciones incorporan las novedades habidas a partir de 2007, y en esta revisión se armonizan esas publicaciones más detalladas. En tercer lugar, esta revisión tiene en cuenta la experiencia adquirida del accidente de Fukushima Daiichi de 2011 y de la aplicación del Plan de Acción del OIEA sobre Seguridad Nuclear. En cuarto lugar, la publicación original se enmarcó en el contexto de un proceso de licitación competitiva, suponiendo que esto se aplicaría en la mayoría de los casos. Sin embargo, también se están utilizando otros métodos, como el recurso a socios estratégicos, suministradores únicos y negociaciones directas por la vía de acuerdos intergubernamentales.

El objetivo de esta publicación es ayudar a los Estados Miembros a entender los compromisos y obligaciones asociados con un programa nucleoelectrico; sobre todo el hecho de que, aunque se cuente con una amplia asistencia externa, la responsabilidad de aplicar el programa nucleoelectrico recae en el país y no puede subcontratarse.

Esta publicación también puede ser utilizada por países que ya utilizan la energía nucleoelectrica para ayudarles a evaluar su estado de preparación para ampliar su uso. Los suministradores, los organismos encargados de la energía nuclear y las compañías eléctricas también pueden encontrar útiles las evaluaciones basadas en esta publicación. Dichas evaluaciones pueden generar confianza en que los países correspondientes pueden regular, construir y explotar sus centrales nucleares en condiciones de seguridad.

Las orientaciones de esta edición titulada *Hitos en el Desarrollo de la Infraestructura Nacional de Energía Nucleoelectrica* se proporcionan en el contexto de otras orientaciones y publicaciones del OIEA relativas al

desarrollo de la energía nucleoelectrica, que incluyen las normas de seguridad del OIEA, como las publicadas en el volumen N° SSG-16 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, que establece la infraestructura de seguridad tecnologica para un programa nucleoelectrico y proporciona orientaciones sobre el establecimiento de una infraestructura nacional de seguridad tecnologica nuclear como un componente clave de los preparativos generales necesarios para los nuevos programas nucleoelectricos. El volumen N° SSG-16 está concebido para ser utilizado junto con esta edición de *Hitos en el Desarrollo de una Infraestructura Nacional de Energía Nucleoelectrica*.

Los funcionarios del OIEA encargados de la presente revisión fueron M. Aoki, M. Ferrari y A. Starz, de la División de Energía Nucleoelectrica.

NOTA EDITORIAL

Esta publicación ha sido editada por el personal de los servicios editoriales del OIEA en la medida en que se ha juzgado necesario para facilitar su lectura. En ella no se abordan cuestiones de responsabilidad, jurídica o de otra índole, por actos u omisiones por parte de persona alguna.

Las orientaciones que aquí se ofrecen, en las que se describen buenas prácticas, representan la opinión de los expertos y son reflejo del proceso de examen de las publicaciones, que comprende consultas con los Estados Miembros, pero no constituyen recomendaciones formuladas sobre la base de un consenso entre los Estados Miembros.

Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni el OIEA ni sus Estados Miembros asumen responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse de su uso.

El uso de determinadas denominaciones de países o territorios no implica juicio alguno por parte de la entidad editora, el OIEA, sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones o la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos específicos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.

El OIEA no es responsable de la continuidad o exactitud de las URL de los sitios web externos o de terceros en Internet a que se hace referencia en esta publicación y no garantiza que el contenido de dichos sitios web sea o siga siendo preciso o adecuado.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Objetivo	3
1.3.	Alcance.....	3
1.4.	Usuarios	4
1.5.	Estructura	4
1.6.	Utilización de esta publicación.....	4
2.	EL PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA.....	5
2.1.	Hitos en materia de infraestructura.....	5
2.2.	Hito 1: preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	8
2.3.	Hito 2: preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	8
2.4.	Hito 3: preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	10
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CUESTIONES DE INFRAESTRUCTURA.....	11
3.1.	Posición nacional	11
3.1.1.	Posición nacional: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	12
3.1.2.	Posición nacional: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear.....	14
3.1.3.	Posición nacional: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	14
3.2.	Seguridad tecnológica nuclear	15
3.2.1.	Seguridad tecnológica nuclear: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	16

3.2.2.	Seguridad tecnológica nuclear: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	17
3.2.3.	Seguridad tecnológica nuclear: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	18
3.3.	Gestión	18
3.3.1.	Gestión: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso respecto del programa nucleoeléctrico	19
3.3.2.	Gestión: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	19
3.3.3.	Gestión: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	21
3.4.	Fondos y financiación	22
3.4.1.	Fondos y financiación: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	24
3.4.2.	Fondos y financiación: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	25
3.4.3.	Fondos y financiación: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	26
3.5.	Marco jurídico	27
3.5.1.	Marco jurídico: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	29
3.5.2.	Marco jurídico: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	29
3.5.3.	Marco jurídico: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	30
3.6.	Salvaguardias	30
3.6.1.	Salvaguardias: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	31

3.6.2.	Salvaguardias: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	32
3.6.3.	Salvaguardias: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	32
3.7.	Marco reglamentario	33
3.7.1.	Marco reglamentario: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	34
3.7.2.	Marco reglamentario: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	35
3.7.3.	Marco reglamentario: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	37
3.8.	Protección radiológica	38
3.8.1.	Protección radiológica: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	38
3.8.2.	Protección radiológica: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	38
3.8.3.	Protección radiológica: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	39
3.9.	Red eléctrica	39
3.9.1.	Red eléctrica: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	40
3.9.2.	Red eléctrica: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	40
3.9.3.	Red eléctrica: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	41
3.10.	Desarrollo de recursos humanos	41
3.10.1.	Desarrollo de recursos humanos: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	42

3.10.2. Desarrollo de recursos humanos: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	43
3.10.3. Desarrollo de recursos humanos: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	44
3.11. Participación de las partes interesadas	46
3.11.1. Participación de las partes interesadas: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	46
3.11.2. Participación de las partes interesadas: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	47
3.11.3. Participación de las partes interesadas: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	48
3.12. Emplazamiento e instalaciones de apoyo	49
3.12.1. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	50
3.12.2. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	51
3.12.3. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	52
3.13. Protección ambiental	52
3.13.1. Protección ambiental: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	52
3.13.2. Protección ambiental: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	53
3.13.3. Protección ambiental: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	53

3.14. Planificación para emergencias	54
3.14.1. Planificación para emergencias: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	54
3.14.2. Planificación para emergencias: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	55
3.14.3. Planificación para emergencias: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	55
3.15. Seguridad física nuclear	56
3.15.1. Seguridad física nuclear: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	57
3.15.2. Seguridad física nuclear: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	57
3.15.3. Seguridad física nuclear: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	58
3.16. Ciclo del combustible nuclear	59
3.16.1. Ciclo del combustible nuclear: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	59
3.16.2. Ciclo del combustible nuclear: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	60
3.16.3. Ciclo del combustible nuclear: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	61
3.17. Gestión de desechos radiactivos	61
3.17.1. Gestión de desechos radiactivos: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoeléctrico	62
3.17.2. Gestión de desechos radiactivos: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear	63

3.17.3. Gestión de desechos radiactivos: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	63
3.18. Participación industrial.	64
3.18.1. Participación industrial: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	64
3.18.2. Participación industrial: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear.	65
3.18.3. Participación industrial: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	66
3.19. Compras	66
3.19.1. Compras: Hito 1 — Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico	66
3.19.2. Compras: Hito 2 — Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear.	67
3.19.3. Compras: Hito 3 — Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear	67
BIBLIOGRAFÍA.	69
ABREVIACIONES	75
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN	77
ESTRUCTURA DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA.	85

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El programa nucleoelectrico es una tarea importante que requiere una cuidadosa planificación, preparación e inversión de tiempo, recursos institucionales y recursos humanos. Si bien la energía nucleoelectrica no es la única en este contexto, es diferente debido a los requisitos de seguridad tecnológica, seguridad física y salvaguardias asociados al uso de materiales nucleares.

La decisión de iniciar un programa nucleoelectrico debe basarse en el compromiso de utilizar la energía nucleoelectrica con fines pacíficos en condiciones de seguridad tecnológica y física. Este compromiso requiere el establecimiento de una infraestructura nacional sostenible que disponga de apoyo gubernamental, jurídico, de reglamentación, de gestión, tecnológico, de recursos humanos, industrial y de las partes interesadas para el programa nucleoelectrico a lo largo de su ciclo de vida. La demostración del cumplimiento de los instrumentos jurídicos internacionales, las normas de seguridad nuclear internacionalmente aceptadas, las directrices de seguridad física nuclear y los requisitos de salvaguardias es fundamental para establecer un programa nucleoelectrico responsable.

La infraestructura requerida incluye no solo las instalaciones y el equipo, sino también los recursos humanos y financieros y el marco jurídico y reglamentario en el que se llevará a cabo el programa. Esencialmente se necesita la misma infraestructura si el programa está planificado para la producción de electricidad, para la desalación de agua de mar o para cualquier otro uso con fines pacíficos.

El país que decida implantar la energía nucleoelectrica es el responsable de establecer la infraestructura necesaria. Los suministradores de equipo del nuevo programa nucleoelectrico esperarán avances en el programa que garanticen que sus productos se usen de manera sostenible y en condiciones de seguridad.

El objetivo de esta publicación es proporcionar orientaciones en beneficio de los que inician dichos programas a base de los instrumentos jurídicos internacionales pertinentes, las normas de seguridad y las publicaciones y los documentos de orientación del OIEA, así como de la experiencia y las buenas prácticas de los países que tienen centrales nucleares en funcionamiento. La experiencia ha demostrado que la atención temprana a las 19 cuestiones de infraestructura que se presentan facilitará un programa nucleoelectrico satisfactorio. La atención insuficiente a cualquiera de ellas puede comprometer la seguridad o generar demoras costosas o incluso el fracaso de los proyectos.

En esta publicación se supone que el país que contempla implantar la energía nucleoelectrica tiene un entorno político, económico y social estable.

Los plazos que requiere la energía nucleoelectrica son largos. Cada central nuclear implica un compromiso del orden de 100 años, entre la construcción, la explotación, la clausura y la disposición final de los desechos. La experiencia sugiere que el tiempo que transcurre desde la consideración inicial de la opción nucleoelectrica por parte de un país hasta la explotación de su primera central nuclear es de aproximadamente 10 a 15 años. Esto puede variar según los recursos dedicados al programa. Según las circunstancias del país y los recursos disponibles, su aplicación podría llevar más tiempo.

El uso de material nuclear requiere una atención estricta y constante de la *seguridad tecnológica nuclear*, la *seguridad física nuclear* y las *salvaguardias*. Esta es una responsabilidad no solo hacia los ciudadanos del país sino también hacia la comunidad internacional. Está incorporada tanto en los instrumentos jurídicos nacionales como en los internacionales.

Con respecto a la *seguridad tecnológica nuclear*, el objetivo fundamental es proteger a las personas y el medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes. Es necesario crear un marco de seguridad exhaustivo que abarque las 19 cuestiones de infraestructura descritas en esta publicación. Las normas de seguridad tecnológica del OIEA proporcionan un sistema de fundamentos, requisitos y guías para garantizar la seguridad tecnológica, que reflejan un consenso internacional sobre lo que se considera un alto nivel de seguridad tecnológica. Las publicaciones de la *Colección de Normas de Seguridad Tecnológica* también incluyen una hoja de ruta para el desarrollo de la infraestructura de seguridad tecnológica que podrán utilizar los países que contemplan implantar la energía nucleoelectrica. Corresponderá al gobierno, al propietario/explotador¹ y al órgano regulador contribuir a que se tome conciencia de las cuestiones de seguridad tecnológica y mantener una cultura de seguridad tecnológica durante todo el programa.

Con respecto a la *seguridad física nuclear*, su objetivo fundamental es proteger a las personas, los bienes, la sociedad y el medio ambiente de los efectos nocivos de un suceso de seguridad física nuclear. Al igual que con la seguridad tecnológica, se debe desarrollar y mantener un régimen amplio de seguridad física nuclear para prevenir y detectar sucesos de esta índole, y dar respuesta a ellos.

Con respecto a las *salvaguardias*, el país debe asegurarse de que no exista riesgo de proliferación de armas nucleares y de que todo el material nuclear se

¹ El propietario y el explotador pueden ser dos entidades separadas. Esto se examina más a fondo en la sección 3.3 sobre la gestión. Esta publicación distinguirá entre el propietario y el explotador cuando sea importante hacerlo y utilizará el término combinado “propietario/explotador” cuando la distinción no sea importante.

contabilice y proteja adecuadamente. Esto también requiere el desarrollo de la cultura, los sistemas y las prácticas apropiadas para garantizar que todo el personal conozca sus responsabilidades y la importancia de sus acciones.

1.2. OBJETIVO

Esta publicación define los hitos en el desarrollo de la infraestructura necesaria para implantar la energía nucleoelectrica, y proporciona orientaciones sobre las actividades que deben llevarse a cabo antes de cada hito. El país puede usarla para garantizar que:

- 1) Ha reconocido los compromisos y obligaciones asociados a la implantación de la energía nucleoelectrica.
- 2) Ha preparado adecuadamente toda la infraestructura nacional para construir una central nuclear.
- 3) Ha creado toda la capacidad necesaria para regular y explotar una central nuclear de forma segura y rentable, y para gestionar los desechos radiactivos resultantes.

1.3. ALCANCE

Esta publicación abarca tanto la infraestructura material (es decir, la red eléctrica y el emplazamiento, etc.) como la infraestructura inmaterial (es decir, derecho nuclear, reglamentos, capacitación, etc.) que requiere el programa nucleoelectrico.

Las necesidades de infraestructura se abordan desde el momento en que el país considera por primera vez la opción nucleoelectrica, a través de la toma de decisiones, la planificación, las compras, la construcción y la preparación para la puesta en servicio. Las disposiciones posteriores —explotación, clausura, gestión del combustible gastado y de desechos radiactivos— se tratan solo en la medida necesaria para la planificación antes de la puesta en servicio. Se incluyen porque todas las etapas, incluidas la explotación y la clausura, así como la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, deben tenerse en cuenta para tomar la decisión de proseguir con el programa de energía nucleoelectrica y porque la planificación de estas etapas debe estar en marcha cuando se establezcan las especificaciones de la central nuclear. El país debe estar preparado para gestionar los compromisos a largo plazo asociados con la explotación, la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, y la clausura cuando se vaya a poner en servicio la central nuclear.

1.4. USUARIOS

Esta publicación va destinada principalmente a instancias decisorias, asesores y altos directivos de organismos gubernamentales, de la industria y reguladores del país interesado en iniciar un programa de energía nucleoelectrica.

También puede ayudar a las organizaciones internacionales a evaluar el progreso del país en la creación de la infraestructura necesaria para el programa nucleoelectrico y proporcionar asistencia útil y oportuna.

Otras entidades, como suministradores, organismos encargados de la energía nuclear y explotadores, pueden usar esta publicación para aumentar la confianza en que un país posee la infraestructura necesaria de energía nucleoelectrica o para identificar posibles esferas de asistencia.

Los países interesados en expandir sus programas nucleoelectricos existentes también pueden encontrar útil la publicación, particularmente si ha pasado mucho tiempo desde la última vez que construyeron una central nuclear.

1.5. ESTRUCTURA

La presente publicación tiene dos secciones además de esta introducción. La sección 2 presenta los tres principales hitos en materia de infraestructura para el desarrollo de un programa nucleoelectrico. La sección 3 presenta las 19 cuestiones de infraestructura y, para cada cuestión, las principales actividades que se deben llevar a cabo para alcanzar cada hito.

1.6. UTILIZACIÓN DE ESTA PUBLICACIÓN

El objetivo de esta publicación es ayudar al país a planificar las medidas necesarias para desarrollar una infraestructura nacional de energía nucleoelectrica y evaluar su progreso hacia ese objetivo. No es una guía exhaustiva sobre cómo crear toda la infraestructura necesaria para un programa nucleoelectrico, sino que presenta los elementos de infraestructura que deberían existir en momentos destacados del proceso de desarrollo. Se puede obtener información más detallada y orientaciones sobre cada una de las 19 cuestiones de infraestructura en las publicaciones del OIEA que figuran en la bibliografía que se actualiza regularmente en:

<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/Bibliography/index.html>

2. EL PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA

2.1. HITOS EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA

Las actividades necesarias para preparar la infraestructura de energía nucleoelectrónica se pueden dividir en tres fases, y la duración de cada una depende del grado de compromiso y los recursos dedicados por el país. El término “hito en materia de infraestructura” se utiliza para identificar el momento en el que las actividades requeridas en esa fase de desarrollo se han ultimado con éxito. Por lo tanto, cada “hito en materia de infraestructura” corresponde a la realización de un conjunto de actividades y no tendrá consecuencias en cuanto a la celeridad con que se alcance.

Las tres fases del desarrollo de la infraestructura necesaria para respaldar un programa nucleoelectrónico son:

- Fase 1: Consideraciones antes de tomar la decisión de iniciar el programa nucleoelectrónico;
- Fase 2: Trabajos preparatorios para la contratación y construcción de la central nuclear una vez tomada la decisión normativa;
- Fase 3: Actividades para poner en marcha la primera central nuclear.

La conclusión de cada fase está marcada por un hito específico en el que se puede evaluar el progreso del trabajo desarrollado y se puede tomar la decisión de pasar a la siguiente fase. Estos hitos son:

- Hito 1: Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrónico;
- Hito 2: Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear;
- Hito 3: Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear.

La figura 1 es una representación esquemática de las fases y los hitos.

Las tres fases y los tres hitos hacen referencia al desarrollo de la infraestructura nacional para respaldar el programa nucleoelectrónico. El programa incluye una o más centrales nucleares, posibles proyectos conexos, como la exploración de uranio y la fabricación de combustible, y la infraestructura de apoyo. A medida que avance el programa, se llevarán a cabo muchas actividades específicas para ejecutar el primer *proyecto* de central nuclear, y es importante

DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA NUCLEOELÉCTRICA

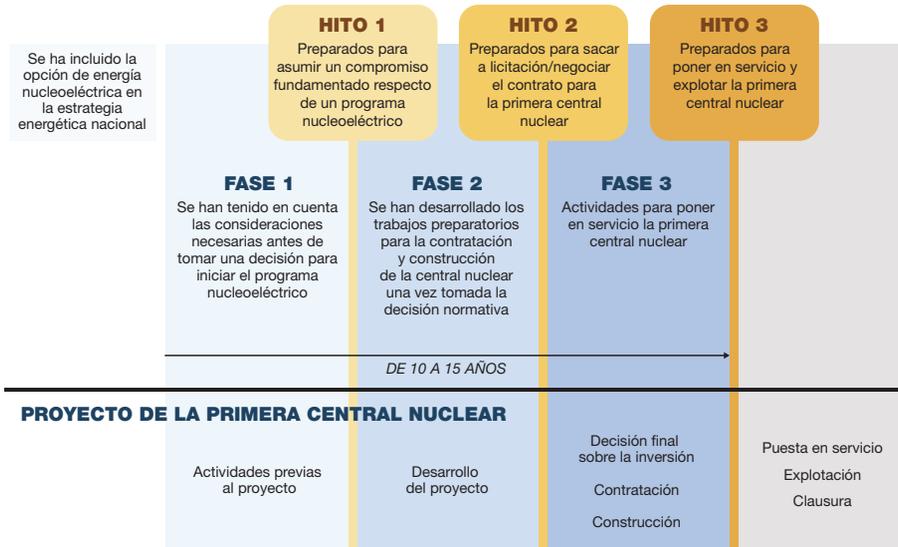


Fig. 1. Desarrollo de la infraestructura para el programa nacional nucleoelectrico.

que estas se diferencien claramente. Los proyectos consisten en planes temporales para preparar y construir las centrales nucleares. La infraestructura establece los procesos y recursos para que las actividades del proyecto y la explotación posterior de la central nuclear puedan realizarse de manera sostenible y en condiciones de seguridad tecnológica y física.

En el desarrollo de la infraestructura nucleoelectrica participan tres entidades clave: el gobierno, el propietario/explotador de la central nuclear y el órgano regulador². Cada una tiene un papel específico que desempeñar, con responsabilidades que cambian a medida que avanza el programa. El propietario/explotador puede ser el Estado o una entidad privada, formar parte de una compañía eléctrica nacional o internacional o ser otra entidad comercial. En su desarrollo el órgano regulador debe asegurar su independencia cada vez mayor

² Puede haber más de un órgano regulador. Por ejemplo, puede haber uno para la seguridad tecnológica nuclear y otro para la seguridad física nuclear. Por lo tanto, las menciones de esta publicación sobre “el órgano regulador” generalmente deben interpretarse en relación con “el órgano o los órganos reguladores”.

para que en la fase 2 sea efectivamente independiente en la toma de decisiones reglamentarias. Puede no estar completamente separado de otros organismos gubernamentales, pero debe tener suficiente autoridad, personal y recursos financieros para poder tomar decisiones reglamentarias independientes, libres de influencias indebidas, como presiones asociadas a circunstancias políticas o condiciones económicas cambiantes, o presiones de departamentos del gobierno u otras entidades.

En esta publicación se supone que el gobierno creará un mecanismo (que puede incorporar a comités de alto nivel y de trabajo) para coordinar las actividades de esas y otras entidades participantes en la creación de la infraestructura. En esta publicación ese mecanismo recibe el nombre de “organización para la ejecución de programas de energía nuclear” (NEPIO). Cabe señalar que esta designación se utiliza solo con fines ilustrativos. El país puede organizar la actividad de la manera más adecuada a sus propias costumbres y necesidades.

El cuadro 1 muestra las 19 cuestiones de infraestructura que deben considerarse para cada hito. El orden no indica su importancia relativa. Cada cuestión es importante y requiere una cuidadosa consideración. Las diferentes entidades deberán tener en cuenta las cuestiones con las que están más relacionadas y planificar su trabajo y sus recursos en consecuencia. Las tres entidades clave, es decir, el gobierno, el propietario/explotador y el órgano regulador, deben garantizar el conocimiento de todas las cuestiones.

CUADRO 1. CUESTIONES DE INFRAESTRUCTURA

Las 19 cuestiones de infraestructura	
Posición nacional	Participación de las partes interesadas
Seguridad tecnológica nuclear	Emplazamiento e instalaciones de apoyo
Gestión	Protección ambiental
Fondos y financiación	Planificación para emergencias
Marco jurídico	Seguridad física nuclear
Salvaguardias	Ciclo del combustible nuclear
Marco reglamentario	Gestión de desechos radiactivos
Protección radiológica	Participación industrial
Red eléctrica	Compras
Desarrollo de recursos humanos	

2.2. HITO 1: PREPARADOS PARA ASUMIR UN COMPROMISO FUNDAMENTADO RESPECTO DE UN PROGRAMA NUCLEOELÉCTRICO

Al inicio de la fase 1 se supone que el país ha decidido que necesita energía adicional y ha considerado la energía nucleoelectrica como una opción posible para satisfacer parte de esta necesidad. Durante la fase 1 el país analizará todas las cuestiones relacionadas con la implantación de la energía nucleoelectrica de modo que al final de esta fase esté en condiciones de tomar una decisión bien fundamentada sobre si inicia o no un programa de energía nucleoelectrica.

En la fase 1 es indispensable que el país adquiera un conocimiento exhaustivo de las obligaciones y compromisos y los requisitos para cumplirlos, antes de tomar cualquier decisión sobre su aplicación. Es importante que el país conozca perfectamente sus necesidades energéticas y el papel potencial de la energía nucleoelectrica dentro de sus planes de desarrollo económico y energético a largo plazo.

El país que esté considerando la posibilidad de utilizar la energía nucleoelectrica probablemente ya tenga una infraestructura de seguridad física nuclear y seguridad radiológica y de preparación para emergencias que abarque sus instalaciones y actividades actuales. Aprovechar la infraestructura existente y la experiencia correspondiente debe ayudar enormemente al país a establecer la infraestructura necesaria para el programa nucleoelectrico.

En la fase 1 la NEPIO debe garantizar la coordinación general, asegurar la participación de todas las partes principales, recopilar la información y los estudios necesarios para poder tomar una decisión normativa bien informada acerca de la posibilidad de proseguir el programa de energía nucleoelectrica y, al final de la fase 1, proporcionar un informe exhaustivo, si se recomienda una decisión nacional positiva, que defina y justifique una estrategia nacional de energía nucleoelectrica. Cualquier estudio de previabilidad realizado durante la fase 1 puede constituir un aporte significativo al informe exhaustivo, aunque es importante que en el informe se tengan plenamente en cuenta las 19 cuestiones de infraestructura expuestas en la sección 3.

2.3. HITO 2: PREPARADOS PARA SACAR A LICITACIÓN/NEGOCIAR EL CONTRATO PARA LA PRIMERA CENTRAL NUCLEAR

Tras la decisión normativa de proseguir el desarrollo del programa nucleoelectrico, se debe emprender un trabajo sustantivo para lograr el nivel necesario de competencia técnica e institucional. Esta fase requiere un

compromiso significativo y continuo del gobierno, y la responsabilidad debe asignarse claramente a un ministerio apropiado del gobierno. También es importante que el trabajo de todas las entidades se mantenga bien coordinado y siga siendo impulsado por conducto de la NEPIO. Las funciones clave de la NEPIO son, entre otras, las siguientes:

- Mantener la dinámica y proporcionar un foro continuo de comunicación y cooperación entre las entidades mencionadas en la sección 3 (por ejemplo, el propietario/explotador, el explotador de la red, el órgano regulador, los organismos gubernamentales pertinentes, los legisladores y otras instancias decisorias);
- Asegurar que las funciones de las entidades clave (es decir, el gobierno, el órgano regulador y el propietario/explotador) estén bien definidas y conocidas por todas las partes interesadas;
- Asegurar que las entidades clave desarrollen sus actividades conforme al calendario del proyecto;
- Asegurar que todas las partes interesadas entiendan bien el fundamento de la decisión nacional de implantar la energía nucleoelectrica;
- Asegurar que el enfoque de contratación y las especificaciones técnicas sean compatibles con la estrategia de desarrollo nucleoelectrico del país.

Durante la fase 2 el país llevará a cabo las tareas necesarias para prepararse para la contratación, financiación y construcción de la central nuclear. Debe desarrollar la infraestructura necesaria (que incluya las 19 cuestiones de infraestructura) hasta el punto en que llegue a estar completamente preparado para sacar a licitación/negociar el contrato comercial entre el propietario y el suministrador. Se debe establecer un órgano regulador efectivamente independiente a un nivel en el que pueda cumplir todas sus funciones de autorización e inspección.

El propietario/explotador tiene un papel clave que desempeñar en este momento para garantizar que al final de la fase 2 se haya desarrollado la competencia necesaria para gestionar el proyecto nucleoelectrico, cumplir los requisitos reglamentarios y ser un cliente bien informado en la fase 3. Al final de la fase 2 el propietario/explotador también debe tener planes claros para desarrollar o adquirir durante la fase 3 la capacidad para explotar la central en condiciones de seguridad.

2.4. HITO 3: PREPARADOS PARA PONER EN SERVICIO Y EXPLOTAR LA PRIMERA CENTRAL NUCLEAR

En los países que recurren a licitaciones competitivas, la fase 3 comienza con la licitación y la posterior negociación del contrato para el diseño, construcción y puesta en servicio de la central nuclear. En otros países la fase 3 comienza directamente con la negociación del contrato. Aunque gran parte del trabajo de desarrollo de la infraestructura estará bien avanzado al comienzo de la fase 3, la mayor inversión de capital en la central nuclear se producirá en el curso de esta fase. Según los acuerdos específicos que concierten el propietario/explotador y el contratista o los contratistas, el contrato puede entrañar diferentes fases de trabajo (por ejemplo, diseño detallado y construcción) con diferentes acuerdos de precios (por ejemplo, precio fijo o costo incrementado). Después del acuerdo sobre el contrato, la decisión final de los inversores de invertir puede esperar a la concertación de los acuerdos sobre los costos finales del proyecto y su calendario, y otras disposiciones financieras. Cualesquiera que sean las disposiciones detalladas del contrato, la decisión final de inversión es un paso fundamental.

El trabajo inicial consistirá en elaborar el diseño específico del emplazamiento, redactar el informe preliminar del análisis de seguridad y lograr la aprobación de todas las licencias y planes requeridos. En esta etapa pueden finalizarse los costos y el calendario del proyecto. El trabajo posterior abarcará todas las actividades de compras y construcción conformes a las disposiciones de gestión apropiadas, y comportará durante toda la fase el control reglamentario y las aprobaciones correspondientes.

El hito 3 se alcanza cuando toda la infraestructura está lista para comenzar las etapas de la puesta en servicio de la central nuclear relacionadas con la realización de pruebas nucleares. Algunas verificaciones y pruebas no nucleares de equipo y sistemas comenzarán durante la fase 3.

Al finalizar satisfactoriamente la fase 3, el país habrá establecido el programa nucleoelectrico con el que podrá aprovechar los beneficios de seguridad energética y desarrollo económico previstos en la decisión normativa inicial. Al final de la fase 3 el propietario/explotador debe gozar de plena capacidad y tener licencia para la puesta en servicio y explotación de la central nuclear. Si el propietario/explotador ha sido creado recientemente, o es nuevo en el sector de la energía nucleoelectrica, habrá tenido que procurar el desarrollo y capacitación rigurosos de todo el personal y demostrar que podrá gestionar el proyecto durante toda la vida útil de la central nuclear.

El órgano regulador deberá haber estado funcionando durante algún tiempo y haber elaborado reglamentos de seguridad, revisado las especificaciones del contrato, recibido la autorización de construcción de la central y llevado a cabo inspecciones durante la construcción. Llegado ese momento debe ser considerado

un órgano regulador competente, efectivamente independiente para realizar un control continuo de todas las instalaciones y actividades, y para garantizar el cumplimiento continuo de todos los requisitos reglamentarios.

La competencia tanto del propietario/explotador como del órgano regulador puede asegurarse aprovechando los conocimientos especializados y el apoyo de entidades extranjeras experimentadas, incluido el suministrador de la central nuclear. Debe tenerse en cuenta la necesidad de garantizar la competencia durante toda la vida útil de la central nuclear.

Si bien alcanzar el hito 3 es un logro importante, debe recordarse que es solo el comienzo de un compromiso duradero con la aplicación sostenible con fines pacíficos en condiciones de seguridad tecnológica y física de la energía nucleoelectrónica.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS CUESTIONES DE INFRAESTRUCTURA

Cada una de las 19 cuestiones de infraestructura presentadas en esta sección requiere acciones específicas durante cada una de las tres fases. La finalización de las acciones de una fase representa el logro del hito correspondiente. Esas acciones se describen aquí a un nivel relativamente elevado. Se puede obtener información más detallada en las publicaciones del OIEA que figuran en la bibliografía del sitio:

<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/Bibliography/index.html>

Nuevamente, el orden en que se presentan las 19 cuestiones de infraestructura no implica su importancia relativa. Todas son importantes y requieren una atención adecuada.

3.1. POSICIÓN NACIONAL

El gobierno debe aprobar una declaración clara, que refleje un amplio apoyo político, de su intención de desarrollar un programa nucleoelectrónico, y debe comunicar esa intención a nivel local, nacional, regional e internacional. La lógica y la estrategia para llevar a cabo un programa de este tipo deben basarse en una política energética nacional que respalde los objetivos de desarrollo económico deseados por el país y deben reconocer la contribución de la energía nucleoelectrónica a esa política. Si bien la energía nucleoelectrónica se utiliza

normalmente para generar electricidad, la declaración también debe especificar si existe la intención de desarrollar la desalación o la producción de calor industrial con energía nuclear.

El apoyo firme del gobierno en cada etapa es vital para el éxito de un programa nucleoelectrico, y la intención de desarrollar dicho programa debe anunciarse al más alto nivel del gobierno. El liderazgo y la financiación del gobierno son necesarios para el desarrollo inicial del programa, y se requerirá su apoyo continuo durante todo el período de vigencia del programa nucleoelectrico. El gobierno también tendrá que considerar la posibilidad de asumir ciertos riesgos financieros asociados con el programa mediante, por ejemplo, garantías de préstamos o un acuerdo de compra de energía. Deben considerarse cuidadosamente los medios para mantener la estabilidad política, económica y social a largo plazo que se requerirá para la consecución satisfactoria de un programa.

3.1.1. Posición nacional: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La implantación de la energía nucleoelectrica requiere compromisos a largo plazo, tanto a nivel nacional como internacional. Para una central nuclear se debe considerar un lapso de tiempo del orden de 100 años que, con la obligación de la disposición final de los desechos, se extiende mucho más. La ejecución inicial abarcará un período de al menos 10 a 15 años. Es de suma importancia comprender completamente estos compromisos programáticos a largo plazo, incluso antes de tomar en consideración un proyecto concreto de una central nuclear.

La creación de una NEPIO es la mejor forma de lograr la total comprensión de los compromisos. Su objetivo principal en la fase 1 es recopilar la información y finalizar los estudios necesarios para tomar una decisión normativa bien informada sobre si procede o no en ese momento desarrollar un programa nucleoelectrico. A ese efecto debe tener un mandato claro. Su papel debe ser reconocido por todos los ministerios y las entidades gubernamentales correspondientes. La NEPIO debe estar subordinada a un ministro principal o directamente al jefe de gobierno, y recibir los recursos y el personal necesarios para realizar sus funciones y tareas. Puede utilizar muchos consultores especializados, pero es fundamental que mantenga su liderazgo. La NEPIO debe garantizar el compromiso, la comunicación y la cooperación de todas las partes importantes, incluidas las principales compañías eléctricas del país, el órgano regulador de seguridad física y seguridad radiológica, otros organismos gubernamentales interesados, representantes legislativos e instancias decisorias. El personal clave de algunas de estas entidades debe formar parte de la propia NEPIO, la que debe

establecer una política y orientaciones para informar a las partes interesadas sobre los beneficios, costos y riesgos de la energía nucleoelectrica con el fin de facilitar su participación en la toma de decisiones.

Al final de la fase 1 la NEPIO debe elaborar un informe exhaustivo que, en caso de recomendar una decisión nacional positiva, defina y justifique la estrategia nacional nucleoelectrica. Cualquier estudio de previabilidad realizado durante la fase 1 puede ser una aportación significativa al informe, aunque es importante que este aborde por completo las 19 cuestiones de infraestructura. El informe debe incluir lo siguiente:

- Un análisis de la demanda de energía y las alternativas energéticas;
- Una evaluación de las repercusiones de la energía nucleoelectrica en la economía nacional, por ejemplo, en el producto interior bruto y el empleo;
- Una evaluación tecnológica preliminar para identificar las tecnologías que sean compatibles con los requisitos nacionales;
- Un examen de los posibles emplazamientos y la capacidad de la red;
- Un examen de opciones de financiación, opciones sobre la propiedad y responsabilidades del explotador;
- Un examen de los costos y obligaciones a largo plazo relacionados con el combustible gastado, los desechos radiactivos y la clausura;
- Un examen de las posibles necesidades de recursos humanos y de apoyo externo del órgano regulador y del propietario/explotador;
- El reconocimiento de que no existe una probabilidad nula de un accidente severo, y que el país deberá ser capaz de hacer frente a las consecuencias de dicho accidente;
- Un examen de las necesidades de cada una de las cuestiones de infraestructura y un plan sobre cómo se abordarán en la fase 2.

El informe también debe tener en cuenta:

- La necesidad de garantizar la seguridad tecnológica, la seguridad física y el uso con fines pacíficos del material radiactivo y las instalaciones nucleares;
- La adhesión a los instrumentos jurídicos internacionales apropiados;
- La creación de un marco jurídico amplio;
- El establecimiento de un órgano regulador efectivamente independiente;
- La planificación para emergencias;
- El desarrollo de instrumentos de gestión de proyectos y recursos humanos;
- La obtención de recursos financieros a largo plazo;
- La financiación de la clausura y la gestión de desechos radiactivos;
- El logro de la confianza nacional e internacional manteniendo una comunicación abierta, transparente y oportuna.

3.1.2. Posición nacional: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/ negociar el contrato para la primera central nuclear

La fase 2 comienza con la decisión normativa de proseguir el desarrollo de un programa nucleoelectrico. El gobierno debe aprobar oficialmente el programa nucleoelectrico especifico propuesto, basándose en el informe exhaustivo de la fase 1, y debe decidir sobre la estrategia a efectos de elaborar disposiciones contractuales para la central nuclear (por ejemplo, licitación competitiva, asociaciones estratégicas, ‘construir-obtener la propiedad-explotar’ u otra alternativa).

Durante la fase 2 la NEPIO debe garantizar que las políticas y estrategias aprobadas en el programa se traduzcan en planes de acción consistentes para cada una de las 19 cuestiones de infraestructura y que las responsabilidades correspondientes se asignen a las entidades que formarán parte permanente del conjunto de la infraestructura. Las subsecciones restantes de la sección 3 dan más detalles acerca de cada una de las cuestiones.

Como se señaló anteriormente, lo importante es que la NEPIO lleve a cabo las funciones de coordinación y que las responsabilidades sean claras. Ello se puede lograr mediante diversas disposiciones de organización.

En la fase 2 un paso fundamental es la creación de un órgano regulador efectivamente independiente con toda la experiencia, los recursos y la responsabilidad requeridos respecto de todas las obligaciones en materia de reglamentación necesarias para el programa nucleoelectrico. Esto se trata más adelante en la sección 3.7.2. Un segundo paso fundamental es la designación del propietario que negociará el contrato específico con el suministrador de la central nuclear al comienzo de la fase 3. Esto se trata más adelante en la sección 3.3.2.

3.1.3. Posición nacional: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Para poner en servicio y explotar una central nuclear, el país debe haber establecido al final de la fase 3 la infraestructura para regular y explotar de manera segura la central de conformidad con las leyes nacionales, los reglamentos nacionales y los compromisos internacionales. Debe haber implantado un órgano regulador competente y un propietario/explotador competente para la puesta en servicio y explotación de la central nuclear. También debe haber asignado a un organismo específico la responsabilidad permanente de la participación del gobierno en el programa nucleoelectrico.

Durante la fase 3 la NEPIO, con representantes del propietario/explotador, el órgano regulador y el organismo específico responsable de la participación del gobierno en el programa nucleoelectrico debe garantizar todo el desarrollo

de la infraestructura para cumplir la estrategia nacional. Entre los aspectos que requieren una coordinación particular entre las entidades cabe mencionar las tareas que garanticen que:

- Se preserve y modifique, según corresponda, la legislación pertinente;
- El propietario/explotador y el órgano regulador cuenten con financiación completa, personal competente y los recursos necesarios, y hayan asumido sus responsabilidades con plena autoridad;
- Todas las entidades presten la atención adecuada a la seguridad tecnológica, la seguridad física y las salvaguardias;
- Se aseguren los fondos y la ejecución de la ampliación de la red;
- Se establezcan y se prueben los planes de respuesta a emergencias;
- La participación de las partes interesadas siga siendo una prioridad;
- La financiación sea suficiente para mantener las operaciones en condiciones de seguridad tecnológica y física, y que estén disponibles los mecanismos de indemnización por daños nucleares;
- Los programas de desarrollo de recursos humanos sean suficientes para respaldar de manera continua la explotación en condiciones de seguridad;
- Se hayan asignado las responsabilidades y se haya aplicado un plan de financiación apropiado para los desechos, la gestión a largo plazo del combustible gastado y la clausura;
- Existan mecanismos para intercambiar información con otros países con energía nucleoelectrónica y proporcionar apoyo mutuo.

3.2. SEGURIDAD TECNOLÓGICA NUCLEAR

La seguridad tecnológica nuclear requiere que todos los componentes del gobierno, el propietario/explotador, el órgano regulador, los suministradores de equipo y tecnología nuclear y otras entidades se comprometan a garantizar la seguridad tecnológica en todos los aspectos del programa nucleoelectrónico. La mayoría de las acciones descritas en esta publicación tienen algún impacto en la seguridad tecnológica.

La experiencia del pasado ha demostrado que la dependencia de los sistemas de seguridad tecnológica diseñados es, por sí sola, insuficiente para garantizar la seguridad tecnológica nuclear. Esta también requiere una infraestructura que garantice la vigilancia, fomente una cultura de seguridad e incluya la preparación y respuesta para casos de emergencia.

3.2.1. Seguridad tecnológica nuclear: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La disposición para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico lleva consigo la obligación de reconocer la importancia de la seguridad tecnológica. La seguridad tecnológica es un componente necesario de todas las actividades asociadas con el diseño, fabricación, construcción, puesta en servicio, explotación y clausura de una central nuclear.

Con respecto a la seguridad tecnológica, los estudios y el informe preparados en la fase 1 por la NEPIO deben centrarse en la necesidad de tener en cuenta:

- Las normas de seguridad del OIEA;
- La responsabilidad principal del titular de la licencia en relación con la seguridad tecnológica;
- Un marco jurídico y reglamentario eficaz de seguridad tecnológica, incluido un órgano regulador independiente;
- La creación de capacidad eficaz de liderazgo y gestión en materia de seguridad tecnológica;
- La clausura y la gestión a largo plazo del combustible gastado y los desechos radiactivos;
- Las actividades destinadas a prevenir y mitigar accidentes;
- Las disposiciones de preparación y respuesta para casos de emergencia (véase la sección 3.14.1);
- El emplazamiento (véase la sección 3.12.1).

Además de la importancia de los marcos jurídico y reglamentario para lograr un programa nucleoelectrico satisfactorio, el informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe enfatizar que es indispensable desarrollar una cultura de seguridad tecnológica en todas las entidades participantes en el programa nucleoelectrico. Una cultura de seguridad tecnológica requiere que todas las personas que participen en el programa reconozcan que la seguridad tecnológica es parte intrínseca de todos los aspectos del programa, acepten su responsabilidad personal sobre la seguridad tecnológica y realicen todas sus actividades teniendo presente esa responsabilidad.

La construcción de una central nuclear implica el compromiso a largo plazo de participar en el marco internacional de seguridad tecnológica nuclear. El país debe prever su adhesión a los instrumentos internacionales sobre seguridad tecnológica (véase la sección 3.5) y compartir conocimientos y experiencias a

través de las redes de información y mediante su participación en organizaciones regionales e internacionales. Su pronta adhesión en calidad de Parte Contratante en la Convención sobre Seguridad Nuclear, y la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (Convención Conjunta) (véase la sección 3.5), y su participación activa en los exámenes por homólogos correspondientes demostrarán su compromiso con el marco internacional de seguridad tecnológica nuclear.

3.2.2. Seguridad tecnológica nuclear: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Tras la decisión normativa de proseguir el desarrollo de un programa nucleoelectrónico, en la fase 2 todas las entidades que participen en el programa deben desarrollar una cultura de seguridad tecnológica. Esto incluye a los representantes gubernamentales, los suministradores, el propietario/explotador y el órgano regulador.

Es probable que el país tenga una política y una estrategia de seguridad tecnológica nuclear aplicables a sus instalaciones y actividades actuales. El gobierno debe expandir la política y la estrategia para que abarquen el programa nucleoelectrónico.

Los altos cargos del órgano regulador deben contratarse en la fase 2 y los del propietario/explotador, lo antes posible. Las cualificaciones del director del órgano regulador deben definirse en las leyes o los reglamentos nacionales. El órgano regulador debe especificar los requisitos sobre la forma de garantizar la competencia del personal del propietario/explotador en los puestos relacionados con la seguridad tecnológica y la seguridad física.

El órgano regulador y el propietario/explotador deben asegurar la comprensión integral de las normas de seguridad del OIEA. La estrategia prevista para elaborar los reglamentos de seguridad tecnológica debe establecerse pronto en la fase 2, ya que puede repercutir en la elección de la tecnología. El uso de una tecnología probada y autorizada ofrece la posibilidad de que el órgano regulador del país, al establecer sus propios reglamentos, haga uso de la experiencia de los órganos reguladores de los países que han utilizado la tecnología.

El órgano regulador, el propietario/explotador y los suministradores deben establecer un protocolo para las comunicaciones sobre licencias y cuestiones de seguridad tecnológica que, cuando proceda, apliquen el órgano regulador y el propietario/explotador (véase la sección 3.7.2).

3.2.3. Seguridad tecnológica nuclear: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

La primera central nuclear de un país puede ser provista por un suministrador extranjero. El suministrador probablemente propondrá un conjunto de códigos y normas y el órgano regulador y el propietario/explotador habrán de evaluar la aplicabilidad de esos códigos y normas y su coherencia con los requisitos nacionales de seguridad tecnológica.

El propietario/explotador, así como el órgano regulador, deben continuar desarrollando una cultura de seguridad tecnológica en sus entidades respectivas.

Al principio de la fase 3 el propietario/explotador, con el apoyo del suministrador, debe preparar, según corresponda, toda la documentación requerida para obtener las licencias necesarias de conformidad con los requisitos reglamentarios y debe mantener una buena comunicación con el órgano regulador. La documentación debe incluir un informe del análisis de seguridad definido por el proceso nacional de concesión de licencias establecido por el órgano regulador y los análisis de seguridad tecnológica y seguridad física del diseño de la central.

El propietario/explotador también debe establecer mecanismos para mantener los conocimientos sobre el diseño de seguridad tecnológica y la gestión de su configuración durante la vida útil de la central. Además, se sugiere que el propietario/explotador mantenga una relación a largo plazo con el suministrador de la central nuclear para dar apoyo a la explotación segura tanto en situaciones normales como de emergencia.

El órgano regulador será responsable de realizar una revisión exhaustiva y una verificación independiente del informe del análisis de seguridad tecnológica del propietario/explotador para verificar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios. Otras responsabilidades del órgano regulador en la fase 3 se resumen en la sección 3.7.3.

3.3. GESTIÓN

Las funciones y responsabilidades de la gestión cambiarán a medida que el proceso de desarrollo de un programa nacional nucleoelectrico avance del estudio a la aplicación y la explotación. La gestión de un programa nucleoelectrico es exigente, y es indispensable contar con gestores altamente competentes para lograr resultados satisfactorios en todas las etapas. La gestión eficaz requiere un fuerte liderazgo, la aplicación de sistemas de gestión, la gestión de proyectos, la estrategia y la planificación, la organización y el desarrollo de competencias.

3.3.1. Gestión: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso respecto del programa nucleoelectrico

En la fase 1 los requisitos de gestión asociados tanto al programa nucleoelectrico del país como al primer proyecto de una central nuclear incluido en ese programa serán uno de los temas tratados en el informe exhaustivo que prepare la NEPIO, la que aprovechará la experiencia necesaria para abordar todos los asuntos de interés. Si bien los consultores pueden colmar los vacíos existentes en conocimientos especializados, el liderazgo y la responsabilidad deben corresponder a las instituciones nacionales.

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe enfatizar la necesidad de un compromiso con los sistemas de liderazgo y gestión que promoverán una cultura de seguridad tecnológica y de seguridad física. El órgano regulador nacional de seguridad física y seguridad tecnológica estará representado en la NEPIO. En su informe la NEPIO debe recoger las necesidades de gestión necesarias en el futuro para regular el programa nucleoelectrico. Esto se trata más adelante en la sección 3.7.1. Del mismo modo, las principales compañías eléctricas del país deben estar representadas en la NEPIO y pueden ayudar a definir la evolución de la gestión requerida para planificar, comprar, construir y explotar una central nuclear.

Es importante que se comparta el conocimiento adquirido sobre las cuestiones de gestión durante el estudio exhaustivo de la fase 1. Los funcionarios de la NEPIO o su personal contratado en la fase 1 deben garantizar la transferencia de este conocimiento al futuro órgano regulador y al futuro propietario/explotador.

3.3.2. Gestión: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En la fase 2 se debe designar el propietario/explotador, que debe comenzar a aplicar la estrategia definida para la primera central nuclear y prepararse para negociar un contrato comercial. Esta publicación utiliza la expresión “especificaciones de la licitación”, aplicable a un país que utiliza un proceso de licitación competitiva. Por lo tanto, un país que utiliza un acuerdo intergubernamental, un socio estratégico o un suministrador único, en vez de un proceso competitivo, debe interpretar las “especificaciones de la licitación” como “especificaciones para negociar con un único suministrador”.

Durante esta fase, el propietario/explotador debe:

- Definir la estructura orgánica y contratar al personal apropiado;
- Establecer un sistema integrado de gestión;

- Elaborar, junto con la NEPIO, una estrategia de financiación, una estrategia de contratación, una estrategia de suministro de combustible y una estrategia de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos (véanse las secciones 3.4.2 y 3.16.2);
- Comenzar a capacitar al personal para crear una cultura de seguridad tecnológica y seguridad física;
- Establecer un programa de seguridad física nuclear (véase la sección 3.15.2);
- Evaluar tecnologías alternativas para determinar cuáles son las más apropiadas o preferidas;
- Ultime la selección del emplazamiento, la evaluación del emplazamiento y los estudios de evaluación del impacto ambiental (véanse las secciones 3.12.2 y 3.13.2);
- Aplicar un programa de participación de las partes interesadas (véase la sección 3.11.2), especialmente con respecto a los emplazamientos propuestos;
- Establecer las especificaciones de la licitación y los criterios de evaluación;
- Crear la capacidad de gestión de proyectos y un equipo de compras competente, teniendo en cuenta que las diferentes estrategias de contratación (llave en mano, fraccionamiento de compras u otros) requerirán distintos niveles de competencia;
- Establecer relaciones profesionales con el órgano regulador;
- Capacitar al personal y establecer una entidad de gestión de proyectos que haga hincapié en la gestión de calidad y pueda garantizar que se cumplan todos los requisitos del contrato;
- Establecer procedimientos para asegurar que se preserve siempre el conocimiento indispensable para la explotación en condiciones de seguridad tecnológica y física.

Es posible que la estrategia nacional ya haya definido las decisiones de alto nivel sobre muchas de estas actividades. La NEPIO debe confirmar que la aplicación detallada de esas decisiones está en consonancia con la estrategia nacional. También debe garantizar que todas las partes interesadas comprendan bien los fundamentos de la decisión nacional de implantar la energía nucleoelectrónica.

Actualmente existen disposiciones, y también propuestas, en que el propietario y el explotador se consideran entidades separadas. Las disposiciones en tales casos dependerán del régimen jurídico y reglamentario, de la asignación de responsabilidades y de la necesidad de cumplir de manera demostrable los requisitos reglamentarios inherentes a los titulares de licencias.

Durante la fase 2 el gobierno debe garantizar que los organismos gubernamentales correspondientes amplíen su capacidad para estar preparados

para cumplir mayores requisitos, por ejemplo, para gestionar la protección del medio ambiente, la inmigración, los controles de importación y exportación, y la preparación y respuesta para casos de emergencia.

El órgano regulador debe establecer un sistema de gestión integrado y adoptar las demás medidas conexas señaladas en la sección 3.7.2.

3.3.3. Gestión: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En un país que utilice la licitación competitiva el propietario/explotador designado durante la fase 2 debe comenzar la fase 3 solicitando ofertas, evaluando las ofertas recibidas y seleccionando las ofertas admitidas de acuerdo con los criterios de evaluación de la oferta. Las actividades posteriores que se enumeran a continuación se aplican tanto a los países que utilizan la licitación competitiva como a los países que adoptan enfoques alternativos. Específicamente, el propietario/explotador debe:

- Negociar el(los) contrato(s) de acuerdo con la estrategia de contratación desarrollada en la fase 2;
- Obtener la financiación que sea coherente con la estrategia de financiación y el contrato;
- Preparar una solicitud de licencia de conformidad con los requisitos reglamentarios;
- Iniciar y gestionar el contrato de construcción, incluida la auditoría adecuada para verificar su cumplimiento;
- Finalizar la construcción y solicitar una licencia/autorización para explotar la central;
- Desarrollar la capacidad para la explotación en condiciones de seguridad tecnológica y física, con inclusión de la contratación y la capacitación del personal, la obtención de licencias, y de certificaciones, cuando sea preciso, para las entidades externas de mantenimiento y apoyo que sean necesarias;
- Establecer relaciones profesionales con organizaciones internacionales y profesionales relacionadas con la energía nucleoelectrica, por ejemplo, la Asociación Mundial de Operadores Nucleares;
- Desarrollar procedimientos para la notificación de sucesos;
- Suscribir contrato para el suministro continuo de combustible;
- Establecer mecanismos para la transmisión de la responsabilidad del suministrador principal al propietario/explotador;
- Mantener el apoyo del público para la explotación de la central.

Al final de la fase 3, el propietario/explotador debe ser capaz de asumir la responsabilidad total de la seguridad tecnológica y física en la explotación de conformidad con las leyes y los reglamentos nacionales que tengan en cuenta las normas y reglas internacionalmente aceptadas.

Las medidas que debe adoptar el órgano regulador en la fase 3 se abordan en la sección 3.7.3.

Hay una serie de responsabilidades gubernamentales en la fase 3, por ejemplo, la gestión de las cuestiones financieras y fiscales, la vigilancia del medio ambiente y la gestión de mercados y de la inmigración, que se distribuirán entre los ministerios correspondientes.

Es importante que la NEPIO continúe:

- Manteniendo el impulso y proporcionando un foro permanente para la comunicación y la cooperación entre las entidades correspondientes;
- Garantizando que las funciones de las entidades clave (es decir, el gobierno, el órgano regulador y el propietario/explotador) estén bien definidas y conocidas por todas las partes interesadas;
- Asegurando que las entidades clave se desarrollen conforme al calendario del proyecto;
- Garantizando que los fundamentos de la decisión nacional de implantar la energía nucleoelectrica también sean bien comprendidos por todas las partes interesadas;
- Asegurando que las decisiones tomadas a lo largo de la fase 3 sean consistentes con la estrategia de desarrollo económico del país y los intereses conjuntos de las partes principales.

3.4. FONDOS Y FINANCIACIÓN

Las necesidades de fondos y de financiación para un programa nucleoelectrico en general, y específicamente para una central nuclear, son considerables. En esta publicación por “fondos” se entiende las partidas que son responsabilidad del gobierno (por ejemplo, asegurar recursos para la reglamentación). Por “financiación” se entiende las partidas que son responsabilidad del propietario/explotador (sea propiedad del gobierno o de una empresa privada), cuyos costos se recuperarán vendiendo la electricidad (por ejemplo, los costos de construcción, combustible y sustitución de equipo).

Los *fondos* iniciales para el desarrollo de la infraestructura probablemente provendrán de fuentes gubernamentales. Las partidas específicas que requerirán fondos gubernamentales se enumeran en la sección 3.4.1, por ejemplo: el desarrollo de recursos humanos y el establecimiento del marco jurídico,

el órgano regulador y las disposiciones de salvaguardias. El compromiso gubernamental manifiesto y constante con respecto a los fondos necesarios para todas las cuestiones descritas en esta subsección será importante para fomentar la confianza de la comunidad financiera en invertir en la central.

La *financiación* de la primera central nuclear puede llevarse a cabo de varias maneras y una estructura de financiación típica para un proyecto incluirá la financiación de varias fuentes tanto en forma de deuda como de capital. Una fuente potencial es el propio gobierno anfitrión. Sin embargo, la viabilidad y el alcance de dicha financiación dependerán de la situación económica general del país, y para algunos países el potencial de dicha financiación puede verse sumamente limitado.

La financiación de las exportaciones suele ser una fuente importante de financiación de la deuda de una central nuclear. Sin embargo, la financiación de las exportaciones seguirá cubriendo solo una parte de la inversión general, aunque esa parte pueda ser sustancial.

También puede ser necesaria la financiación de deuda comercial local o extranjera, posiblemente incentivada con garantías gubernamentales específicas. Dichas garantías pueden ser directas (por ejemplo, una garantía para los prestamistas de que sus préstamos serán reembolsados) o indirectas (por ejemplo, acuerdos de compra de energía o regulación del mercado de electricidad para garantizar ingresos suficientes de las ventas de electricidad). La capacidad crediticia percibida será muy importante para que la garantía directa o indirecta del gobierno beneficie al proyecto. La política económica del país, la gestión de la deuda y los mecanismos jurídicos de participación en los riesgos son importantes para asegurar la capacidad crediticia.

Un país puede tratar de reducir el grado de financiación que debe proporcionar recurriendo a socios de capital locales o extranjeros que inviertan directamente en el proyecto a cambio de una participación en las ganancias del propietario/explotador o la electricidad suministrada a un precio acordado. Un socio de capital extranjero también puede proporcionar conocimientos especializados al propietario/explotador de propiedad conjunta (por ejemplo, en el diseño, fabricación, construcción o explotación); dicho socio a menudo se denomina socio estratégico. Un tipo particular de acuerdo de asociación es aquel por el que el país procura la participación de una empresa o consorcio extranjero para construir y adquirir la propiedad de la central, y explotarla.

Sea cual fuere el tipo de asociación, el país aún tendría que cumplir importantes responsabilidades en lo referente a la aportación de fondos (por ejemplo, para su órgano regulador y la preparación para emergencias), y se le podría exigir que asumiera algunos riesgos financieros mediante, por ejemplo, un acuerdo de compra de energía o garantías de préstamos. La fórmula de asociación estratégica tiene más probabilidades de comportar negociaciones directas con

suministradores seleccionados que la solicitud de ofertas competitivas, y podría requerir la concertación de acuerdos entre los respectivos gobiernos de los asociados.

3.4.1. Fondos y financiación: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

El informe exhaustivo de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe examinar todas las necesidades de fondos y las opciones de financiación correspondientes.

Con respecto a los *fondos*, el informe debe recomendar cómo se financiarán las siguientes actividades:

- El establecimiento del marco jurídico;
- El órgano regulador de la seguridad tecnológica, la seguridad física y las salvaguardias;
- El programa del gobierno de participación de las partes interesadas;
- Las actividades relativas al emplazamiento y la protección ambiental que sean responsabilidad del gobierno (véanse las secciones 3.12 y 3.13);
- La preparación y respuesta para casos de emergencia;
- La enseñanza, capacitación e investigación;
- Cualesquiera mejoras requeridas en la red eléctrica si tales mejoras son responsabilidad del gobierno;
- Todo incentivo propuesto y apoyo directo del gobierno para promover la localización;
- El almacenamiento y disposición final de los desechos radiactivos, incluido el combustible gastado;
- La clausura.

Con respecto a la *financiación*, la recomendación de la NEPIO debe identificar las opciones posibles junto con las estrategias financieras y de gestión de riesgos que conjuntamente: a) creen suficiente confianza para que prestamistas e inversores apoyen el proyecto de la central nuclear y b) aseguren la viabilidad a largo plazo del propietario/explotador para cumplir todas sus responsabilidades. Incluso si la recomendación no incluye al gobierno como patrocinador directo del proyecto, debe abordar el papel del gobierno en la reducción de los riesgos financieros.

3.4.2. Fondos y financiación: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Durante la fase 2 los planes de *fondos* a largo plazo para las partidas enumeradas en la sección 3.4.1 deben ser elaborados por el gobierno y los organismos a los que se les haya dado la responsabilidad de las partidas en la lista, con la coordinación adecuada de la NEPIO. Los planes de fondos para enseñanza, capacitación, investigación, reglamentación, combustible gastado, preparación y respuesta para casos de emergencia, desechos y clausura pueden suponer contribuciones importantes del propietario/explotador que, por lo tanto, debe intervenir directamente en la preparación de dichos planes de fondos durante la fase 2.

Con respecto a la *financiación*, la complejidad de obtener financiación para una primera central nuclear requerirá gran experiencia. Durante la fase 2 debe establecerse el plan de financiación del proyecto de la central nuclear junto con una estrategia para gestionar los riesgos financieros conexos. La responsabilidad principal debe recaer probablemente en el propietario/explotador, pero el gobierno también tiene un papel clave que desempeñar. Es probable que se trate de un proceso iterativo a medida que las entidades (propietario/explotador, gobierno e inversores potenciales) procuren desarrollar una estrategia de financiación viable.

El control del costo de la financiación requerirá prestar atención a muchas cuestiones. Las fuentes de financiación tratan de obtener un rendimiento de sus préstamos o inversiones y confianza en la recuperación de su capital en un período razonable. Esto es válido tanto para la financiación pública como para la privada, aunque la financiación pública puede tener mayor tolerancia al riesgo que la financiación privada. Sin embargo, el control del riesgo es común a ambos enfoques.

La energía nucleoelectrónica conlleva algunos riesgos financieros singulares y significativos. Existe el riesgo de un accidente nuclear o un suceso de seguridad nuclear que cause daños sustanciales y la pérdida o el cierre permanente de la instalación. Existen riesgos de que aumenten considerablemente los costos y la incertidumbre a consecuencia de retrasos en la construcción, retrasos de índole reglamentaria, dificultades operacionales y retrasos por la intervención pública. Los posibles cambios en el precio de la electricidad —si no está garantizado en un acuerdo de compra de energía o por la regulación del mercado— durante el largo período requerido para recuperar los costos de inversión podrían generar rendimientos bajos o negativos de la inversión original.

Un plan financiero satisfactorio debe considerar la susceptibilidad del país a estos riesgos, asignar la gestión de cada riesgo a la entidad más apropiada, considerar cómo minimizarlos y, en caso de que surjan retrasos, determinar cómo se financiarán los sobrecostos. Los factores importantes para

las instituciones financieras son, entre otros, la estabilidad política y económica del país, el grado de participación de las partes interesadas, las perspectivas de continuidad del desarrollo económico, la protección de la inversión extranjera, la promulgación de una legislación propicia para la energía nucleoelectrica, la existencia de un explotador y un órgano regulador competentes, y la capacidad de gestionar grandes proyectos de creación de capital fijo. Entre los aspectos que considera particularmente importantes el gobierno para hacer que el entorno financiero del país sea atractivo para los prestamistas e inversores potenciales se incluyen:

- Una política firme de apoyo a la energía nucleoelectrica;
- Una capacidad crediticia establecida;
- La participación adecuada de las partes interesadas para fomentar el respaldo suficiente del público;
- Un marco jurídico y reglamentario completo para apoyar el uso con fines pacíficos en condiciones de seguridad tecnológica y física de la energía nucleoelectrica y las garantías financieras necesarias para el enfoque financiero elegido;
- Un órgano regulador competente, efectivamente independiente con fondos asegurados y permanentes;
- Programas eficaces de seguridad física nuclear y salvaguardias con fondos asegurados y permanentes;
- Un compromiso para desarrollar los conocimientos especializados y los recursos humanos a escala nacional para apoyar un compromiso a largo plazo;
- Planes establecidos para sufragar completamente los costos de clausura y los costos de la gestión a largo plazo y la disposición final del combustible gastado y los desechos radiactivos;
- Una estructura para las tarifas de electricidad que sea suficiente para garantizar el rendimiento de la inversión de capital.

3.4.3. Fondos y financiación: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Con respecto a los *fondos*, es importante que se adopten mecanismos para proporcionar los fondos para la clausura y la gestión a largo plazo del combustible gastado y los desechos radiactivos, incluida su disposición final. Deben garantizarse fondos fiables para apoyar las responsabilidades del órgano regulador y el gobierno con respecto a la participación de las partes interesadas, las salvaguardias, la protección ambiental, el desarrollo de los recursos humanos, las mejoras en la red eléctrica y los incentivos para la localización. También es

importante que el explotador tenga una cobertura de seguro contra accidentes nucleares antes de que el combustible nuclear sea transportado al reactor.

Con respecto a la *financiación*, lo más importante en esta fase será el acuerdo sobre las disposiciones de financiación basadas en el contrato y las negociaciones sobre financiación. También será importante que exista un alto grado de confianza en que las tarifas de electricidad serán suficientes para garantizar tanto el rendimiento de la inversión de capital como la explotación segura de la central. Si el apoyo a la financiación forma parte del proceso de licitación competitiva, la evaluación de las disposiciones de financiación propuestas será un aspecto clave de la evaluación de las ofertas que hará el propietario al comienzo de la fase 3.

3.5. MARCO JURÍDICO

El marco jurídico de la energía nucleoelectrica debe establecer las responsabilidades de todas las entidades necesarias para que el programa nucleoelectrico sea satisfactorio.

La legislación nacional debe abarcar todos los aspectos del derecho nuclear (es decir, seguridad tecnológica nuclear, seguridad física nuclear, salvaguardias y responsabilidad civil por daños nucleares) y debe aplicar los instrumentos jurídicos internacionales en que el país es parte o tiene la intención de ser parte. En el recuadro 1 figuran los instrumentos internacionales aprobados bajo los auspicios del OIEA que son pertinentes para implantar un programa nucleoelectrico.

La experiencia ha demostrado que la seguridad y la credibilidad mejoran si se separan institucionalmente los aspectos habilitantes y los reglamentarios de la energía nucleoelectrica. Por lo tanto, la legislación debe separar las funciones del órgano regulador nuclear de las de cualquier otro órgano o entidad que promueva o utilice la energía nucleoelectrica.

Como se señala en la sección 2.2, cualquier país que esté considerando la posibilidad de implantar la energía nucleoelectrica probablemente ya tenga una infraestructura de seguridad radiológica que abarque las instalaciones y actividades existentes en el país, incluida la gestión y el transporte de desechos radiactivos. Al supervisar el desarrollo del marco jurídico para un programa nucleoelectrico, el gobierno debe aprovechar la experiencia y el conocimiento adquiridos en el desarrollo y la aplicación de la infraestructura existente.

El derecho nuclear es un campo especializado. La aportación profesional de los expertos es esencial para formular correctamente la legislación adecuada. La legislación debe ser coherente con las prácticas jurídicas, las instituciones,

RECUADRO 1: INSTRUMENTOS JURÍDICOS
INTERNACIONALES PERTINENTES APROBADOS
BAJO LOS AUSPICIOS DEL OIEA

Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares (INFCIRC/335)

Convención sobre Asistencia en Caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica (INFCIRC/336)

Convención sobre Seguridad Nuclear (INFCIRC/449)

Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (INFCIRC/546)

Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares (INFCIRC/274) y Enmienda de la Convención (INFCIRC/274/Rev.1/Mod.1)

Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (INFCIRC/500)

Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (INFCIRC/566)

Convención sobre Indemnización Suplementaria por Daños Nucleares (INFCIRC/567)

Protocolo Común relativo a la Aplicación de la Convención de Viena y del Convenio de París (INFCIRC/402)^a

Acuerdo de salvaguardias amplias — basado en el documento Estructura y contenido de los acuerdos entre los Estados y el Organismo requeridos en relación con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (INFCIRC/153 (Corregido))

Protocolo Adicional — basado en las disposiciones del Modelo de Protocolo Adicional al (a los) Acuerdo(s) entre el (los) Estado(s) y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias (INFCIRC/540 (Corregido))

Acuerdo Suplementario Revisado sobre la Prestación de Asistencia Técnica por el OIEA

^a El Convenio acerca de la Responsabilidad Civil en materia de Energía Nuclear (Convenio de París) es otro instrumento jurídico pertinente aprobado bajo los auspicios de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

las circunstancias económicas, el nivel de desarrollo tecnológico y los valores culturales del país.

3.5.1. Marco jurídico: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La NEPIO debe obtener un conocimiento fundamental de los requisitos de un marco jurídico e intercambiar criterios al respecto con las instituciones gubernamentales apropiadas. El conocimiento y la experiencia del órgano regulador respecto del control de las fuentes de radiación serán valiosos, y será preciso tener en cuenta el marco jurídico existente de seguridad radiológica, seguridad física y respuesta a emergencias. Asimismo será necesario entender los instrumentos jurídicos internacionales pertinentes y sus repercusiones para la legislación nacional.

El informe exhaustivo de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe exponer la necesidad de poner en práctica la legislación para establecer un órgano regulador nuclear independiente con recursos humanos y financieros adecuados y un sistema de autorización, inspección y aplicación coercitiva. La legislación debe delimitar claramente las responsabilidades de todas las autoridades que participen en el programa nucleoelectrico y abarcar todos los ámbitos del derecho nuclear, por ejemplo, la protección radiológica, la seguridad tecnológica y la seguridad física de las instalaciones nucleares y los materiales radiactivos, con inclusión de la protección física, la preparación y respuesta para casos de emergencia, la extracción y el tratamiento, el transporte, la gestión de desechos radiactivos y del combustible gastado, la clausura, la responsabilidad y la cobertura por daños nucleares, las salvaguardias y los controles de exportación e importación.

El informe también debe especificar toda la legislación adicional que pueda afectar al programa nucleoelectrico, incluida la legislación que deba promulgarse o modificarse. Podría incluir, por ejemplo, legislación sobre protección medioambiental, preparación y respuesta para casos de emergencia, salud y seguridad ocupacional, inversión extranjera, garantías financieras u otra legislación financiera.

3.5.2. Marco jurídico: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Durante la fase 2, como se señala en la sección 3.5.1, el país debe promulgar una legislación nacional amplia que abarque todos los aspectos de seguridad tecnológica nuclear, seguridad física nuclear, salvaguardias y responsabilidad civil por daños nucleares. También debe establecer toda la legislación que pueda afectar al programa nucleoelectrico. La legislación debe estar vigente antes de

licitar la primera central nuclear. De lo contrario, aumentará significativamente el riesgo de costos posteriores por retrasos. Debido a que la legislación nuclear es compleja y especializada, el país debe asegurarse de disponer de suficiente tiempo y dedicar suficientes recursos para ultimarla a tiempo.

También durante la fase 2 el país debe tomar las medidas necesarias para adherirse a los instrumentos jurídicos internacionales que figuran en el recuadro 1.

3.5.3. Marco jurídico: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Al comienzo de la fase 3 la legislación nuclear amplia y toda otra legislación que pueda afectar al programa nucleoelectrico debe estar en vigor, junto con los mecanismos para garantizar su cumplimiento. Durante la fase 3 se deben completar todos los trámites para aplicar los instrumentos jurídicos internacionales pertinentes. El marco jurídico debe mantenerse, revisarse y modificarse según sea necesario durante el período de vigencia del programa nucleoelectrico.

3.6. SALVAGUARDIAS

Hay una serie de tratados y acuerdos internacionales, como el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), en que las partes se comprometen a aceptar salvaguardias. En el caso del TNP, las salvaguardias aceptadas por cada parte se establecen en un acuerdo celebrado con el OIEA para verificar el cumplimiento de las obligaciones del país. El objetivo es evitar el desvío de material nuclear de usos pacíficos.

El país que contempla la adopción de un programa nucleoelectrico debe asumir un compromiso claro con sus obligaciones internacionales de no proliferación y del acuerdo de salvaguardias concertado con el OIEA. Debe entender claramente que, con la implantación de la energía nucleoelectrica, habrá un incremento sustancial de los recursos requeridos para cumplir sus obligaciones de salvaguardias. La magnitud del incremento dependerá en parte de las opciones tecnológicas y del ciclo del combustible del país (por ejemplo, planes sobre el número de reactores, opciones para la parte inicial y final del ciclo del combustible, y si la recarga de combustible se realiza durante la explotación o en parada).

3.6.1. Salvaguardias: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Los Estados no poseedores de armas nucleares que son parte en el TNP deben concertar un acuerdo de salvaguardias amplias (ASA) con el OIEA y los arreglos subsidiarios conexos, de conformidad con el INFCIRC/153 (Corregido) en vigor. Muchos países con un ASA también han concertado un protocolo adicional sobre la base del INFCIRC/540 (Corregido), que prevé la aplicación del sistema de salvaguardias fortalecido del OIEA. El país debe conocer las obligaciones del Protocolo Adicional y, si tiene la intención de ratificarlo y aún no lo ha hecho, al final de la fase 1 debe tener un plan para su ratificación oportuna. El ASA y el Protocolo Adicional contienen los derechos y obligaciones específicos asumidos por el país y el OIEA para proveer a la aplicación eficaz de las salvaguardias.

Muchos países que no poseen instalaciones nucleares han concertado protocolos sobre pequeñas cantidades (PPC), que tienen el efecto de suspender temporalmente muchas de las disposiciones detalladas del ASA. Sin embargo, si el país tiene actualmente un PPC en vigor, hacia el final de la fase 1 debe haber establecido un plan para rescindir el protocolo de manera oportuna.

Para ejercer el control requerido del Estado y facilitar la cooperación con el OIEA en la aplicación de las disposiciones de su ASA y su Protocolo Adicional, el país debe establecer y mantener un sistema nacional eficaz de contabilidad y control de materiales nucleares (SNCC). Esta es una obligación prevista en el ASA, independientemente de la cantidad de material nuclear o el alcance de las aplicaciones nucleares del país. Al establecer un SNCC es preciso, entre otras cosas, designar, como parte de la legislación nuclear del país, el órgano regulador responsable. Hacer que el órgano regulador de seguridad tecnológica y/o seguridad física también sea responsable del SNCC genera posibles sinergias.

El informe exhaustivo de la NEPIO al final de la fase 1 debe señalar los mayores esfuerzos que el país habrá de desplegar con la implantación de la energía nucleoelectrica para asegurar lo siguiente:

- La cooperación entre el país, el explotador de la instalación y el OIEA en la aplicación de las salvaguardias;
- La exhaustividad y exactitud de la declaración del país para garantizar la verificación independiente eficaz del OIEA;
- La preparación de las entidades que probablemente participen en el programa para que den cumplimiento a sus obligaciones de presentación de informes al órgano regulador designado.

3.6.2. Salvaguardias: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En las etapas preliminares de desarrollo de un programa nucleoelectrico, el SNCC y su control reglamentario podrían requerir los servicios de solo una o dos personas, cuyo objetivo principal sería proporcionar información al OIEA y realizar las actividades previstas en el acuerdo de salvaguardias aplicable; por ejemplo, las asociadas al suministro temprano de información sobre el diseño inicial al OIEA. El país debe considerar la posibilidad de incluir en las especificaciones de la licitación los requisitos sobre las características de diseño de las salvaguardias que faciliten la aplicación eficaz de las salvaguardias.

A medida que avance el programa nucleoelectrico, la responsabilidad organizativa y funcional del SNCC debe ajustarse según sea necesario para que el país cumpla sus obligaciones de salvaguardias de la manera más eficaz. Además, deben examinarse las condiciones de todos los instrumentos internacionales y regionales en que el gobierno es parte, o tiene la intención de pasar a ser parte, para garantizar que su legislación nacional sea coherente con las obligaciones de esos instrumentos. Es posible que el país necesite preparar nuevas leyes, normas, reglamentos y procedimientos. Por ejemplo, el desarrollo del programa nucleoelectrico puede requerir ajustes en los controles de importación y exportación del país. Los planes para la aplicación eficaz y el cumplimiento de tales instrumentos deben finalizarse durante la fase 2.

Si un país planea desarrollar capacidad de enriquecimiento, fabricación de combustible o reprocesamiento, debe proporcionar con prontitud información sobre sus planes al OIEA. Si es parte en convenciones o acuerdos que requieren notificaciones anticipadas sobre sus planes, debe cumplir esas condiciones.

3.6.3. Salvaguardias: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En los Estados parte en el TNP no poseedores de armas nucleares las medidas de salvaguardias se aplican a todos los materiales e instalaciones nucleares, y a la mayoría de las actividades relacionadas con la energía nuclear que están bajo la jurisdicción de un país. Durante la fase 3 el OIEA trabajará en estrecha colaboración con el personal de las instalaciones y el órgano regulador para verificar la información de diseño proporcionada al OIEA, instalar equipo del OIEA de confinamiento y vigilancia, y establecer mecanismos de comunicación claros para el cumplimiento de todos los acuerdos entre el país y el OIEA. Todos los elementos de la infraestructura de salvaguardias de la instalación deben estar instalados y asegurados a largo plazo antes de que el combustible llegue a la primera central. Esto requiere personal capacitado y totalmente equipado,

procedimientos de contabilidad y control de materiales nucleares, un sistema de contabilidad que pueda ser verificado por el OIEA y mecanismos establecidos de presentación de informes al órgano regulador.

3.7. MARCO REGLAMENTARIO

Un órgano regulador nuclear competente, efectivamente independiente y con suficientes recursos que cuente con el firme apoyo del gobierno es crucial para lograr el éxito a largo plazo de un programa nacional nucleoelectrico y la confianza del público y de la comunidad internacional. La NEPIO debe dar alta prioridad al establecimiento de dicho organismo, ya sea como un nuevo órgano regulador o como una extensión del órgano regulador existente. El desarrollo de recursos humanos competentes es tan importante para el órgano regulador como para el propietario/explotador. La capacidad técnica del órgano regulador debe ser suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas y las cuestiones nucleares y radiológicas de seguridad tecnológica, seguridad física y salvaguardias relacionadas con todos los aspectos del programa nucleoelectrico.

La estructura del marco reglamentario para la energía nucleoelectrica varía de un país a otro y puede ser reflejo del marco reglamentario establecido en el país para la regulación de las fuentes radiactivas e instalaciones radiológicas. En algunos países puede haber diferentes órganos reguladores responsables de la seguridad tecnológica nuclear y la seguridad física nuclear. Por lo tanto, como se señaló anteriormente, las menciones sobre el “órgano regulador” generalmente deben interpretarse en relación con “el órgano o los órganos reguladores”.

Como se señaló en la sección 3.5, la experiencia demuestra que la seguridad y la credibilidad se cumplen mejor separando institucionalmente los aspectos habilitantes y reglamentarios de la energía nucleoelectrica. Sin embargo, para desarrollar la infraestructura de un programa nucleoelectrico, la separación no significa que el órgano regulador no deba participar en la comunicación, el compromiso y la cooperación fomentados por la NEPIO. Cualquier órgano regulador establecido debe estar representado en la NEPIO en la fase 1 y en las fases posteriores del programa nucleoelectrico debe continuar formando parte de ella y manteniendo a la vez su total independencia.

Los países que implantan la energía nucleoelectrica pueden considerar la idea de aprovechar la infraestructura ya establecida para la seguridad radiológica y la seguridad física nuclear, reconociendo al mismo tiempo que resulta mucho más complejo regular la energía nucleoelectrica que las fuentes radiactivas. La expansión del órgano regulador establecido para abarcar la energía nucleoelectrica puede contribuir al uso más eficiente de los recursos, en particular los recursos humanos, que probablemente sean limitados en muchos países.

El cuerpo normativo para respaldar completamente el programa nucleoelectrico es extenso. Si un país está considerando un único diseño de reactor, quizás le sea útil basar sus reglamentos en gran medida en los de un país que tenga experiencia en relación con ese diseño. Esta solución ofrece la ventaja de que el órgano regulador del país comprador podría finalizar sus reglamentos más rápidamente y que el suministrador ya estaría familiarizado con ellos. Si un país elige adoptar los reglamentos de otro país, es indispensable que el país los entienda completamente y sea competente para aplicarlos. También debe adaptar los reglamentos para tener en cuenta los requisitos nacionales específicos y garantizar que las normas de seguridad del OIEA se incorporen adecuadamente.

3.7.1. Marco reglamentario: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Las recomendaciones que formule la NEPIO al final de la fase 1 deben incluir planes para desarrollar en la fase 2 un marco reglamentario que coincida con el programa nucleoelectrico propuesto y tenga en cuenta el marco reglamentario establecido para la seguridad radiológica y la seguridad física nuclear. Entre los elementos fundamentales del marco reglamentario se cuentan los siguientes:

- Designación de un órgano regulador competente e independiente con autoridad clara, recursos humanos y financieros adecuados y un fuerte apoyo del gobierno;
- Asignación de funciones básicas de reglamentación de seguridad tecnológica, seguridad física y salvaguardias en lo que atañe a elaboración de normas, revisión y evaluación, autorización, inspección, aplicación coercitiva e información pública;
- Autoridad y recursos para obtener apoyo técnico cuando sea necesario;
- Una definición clara de la relación del órgano regulador con otras entidades;
- Responsabilidades claramente definidas de los titulares de licencias;
- Autoridad para aplicar las obligaciones internacionales, incluidas las salvaguardias del OIEA;
- Autoridad para participar en la cooperación internacional;
- Disposiciones para proteger la información patentada, confidencial y sensible;
- Disposiciones para la participación de las partes interesadas y la comunicación con el público.

Al elaborar sus recomendaciones, la NEPIO debe garantizar la comunicación y la cooperación entre todas las partes principales, entre ellas las principales compañías eléctricas del país, el órgano regulador de seguridad física y seguridad radiológica, otros organismos gubernamentales competentes, agentes públicos, representantes legislativos y otras instancias decisorias. Como el órgano regulador deberá establecerse al principio de la fase 2, los posibles cargos directivos deben determinarse en la fase 1.

3.7.2. Marco reglamentario: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Al principio de la fase 2 el país debe establecer un sistema de licencias y un órgano regulador efectivamente independiente con suficiente competencia para evaluar las solicitudes de licencias y para adoptar decisiones de seguridad tecnológica, salvaguardias y seguridad física. El marco jurídico (véase la sección 3.5) definirá el ámbito de autoridad del órgano regulador.

Al principio de la fase 2, el órgano regulador debe definir los requisitos del emplazamiento. Debe determinar los criterios para aprobar los diseños de centrales nucleares y establecer un proceso de concesión de licencias antes de definir las especificaciones de la licitación para la primera central nuclear.

El órgano regulador debe establecer con todas las partes interesadas mecanismos de comunicación abierta que sean transparentes y demuestren la independencia del órgano regulador. A medida que se desarrolla el proceso de concesión de licencias, este debe divulgarse, de modo que quede claro para todas las partes interesadas. El órgano regulador y el propietario/explotador deben elaborar y, cuando sea necesario, aplicar un protocolo para la transmisión de comunicaciones sobre licencias y cuestiones de seguridad tecnológica, seguridad física y salvaguardias entre el órgano regulador, el propietario/explotador y los suministradores. El protocolo debe incluir disposiciones sobre transmisión de información, correspondencia, acuerdos sobre medidas y reuniones formales de personal de distintas categorías.

Durante la fase 2 las cuestiones prioritarias a las que debe prestar atención el regulador son:

- La organización en conjunto, la dotación de personal y la capacitación;
- La creación de sistemas de gestión en el órgano regulador y de capacitación para crear una cultura de seguridad tecnológica y seguridad física;
- El establecimiento de disposiciones de asistencia técnica y relaciones internacionales con otros órganos reguladores para, entre otras cosas, ampliar el apoyo técnico de que dispone el órgano regulador;

- La importación/exportación, el trasbordo, el transporte, el almacenamiento y la manipulación de material nuclear y otros materiales radiactivos;
- La seguridad tecnológica del material nuclear y otros materiales radiactivos en uso, almacenamiento y transporte;
- La seguridad física nuclear, incluida la protección física de materiales nucleares e instalaciones nucleares;
- Las salvaguardias;
- La protección radiológica;
- Los reglamentos, códigos y normas sobre emplazamiento, diseño y construcción necesarios para conceder la licencia a una central nuclear;
- Los requisitos de preparación para emergencias y las responsabilidades en materia de respuesta a emergencias (en el emplazamiento, fuera del emplazamiento y a nivel nacional)³;
- El proceso formal de concesión de licencias;
- El proceso de control reglamentario de las actividades que incluye inspecciones y la aplicación coercitiva.

En definitiva, el marco deberá comprender todas las fases del programa, incluida la explotación, la clausura y la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, aunque en esta etapa algunos aspectos pueden preverse en planes de trabajo para el futuro.

Se debe contar con suficiente personal competente que disponga de recursos financieros adecuados para lo siguiente:

- Conceder licencias o aprobar los emplazamientos;
- Revisar, evaluar y autorizar los diseños de las centrales nucleares y/o las actividades de proyectos estipuladas en el marco jurídico y reglamentario nacional;
- Inspeccionar y supervisar la construcción de la central nuclear e imponer el cumplimiento de las normas;
- Garantizar una comunicación suficiente y la participación de las partes interesadas.

³ Las disposiciones sobre emergencias fuera del emplazamiento no son necesariamente responsabilidad del órgano regulador. Las responsabilidades de la preparación y respuesta para casos de emergencia fuera del emplazamiento deben definirse en la legislación, y el gobierno debe establecer procedimientos para la coordinación entre el propietario/explotador y otras entidades de respuesta. La entidad de respuesta es aquella que ha sido designada o reconocida por el Estado como responsable de gestionar o aplicar cualquier aspecto de la respuesta a emergencias. Incluye al explotador además de otras entidades de respuesta, como organismos encargados de la gestión de desastres, autoridades de protección civil, servicios de emergencia médica y cuerpos de bomberos.

El órgano regulador debe establecer planes encaminados a aumentar la dotación de personal cuando sea necesario para cumplir sus funciones en el proceso de concesión de licencias, construcción, puesta en marcha y explotación.

3.7.3. Marco reglamentario: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En la fase 3 el órgano regulador independiente debe continuar perfeccionando al personal, efectuar exámenes de seguridad tecnológica y física de la central nuclear propuesta, realizar actividades de concesión de licencias e inspección y formular un plan de supervisión de la explotación.

Una vez que el suministrador de la central nuclear ha sido elegido, el órgano regulador debe considerar la posibilidad de cooperación con los órganos reguladores de los países que han regulado centrales similares, hayan sido provistas por el mismo suministrador o por otros.

Al comienzo de la fase 3 deben estar vigentes todos los reglamentos, códigos y normas para la construcción de instalaciones nucleares, y haber suficiente personal para otorgar licencias de manera eficaz a la central nuclear y aplicar el control reglamentario.

Antes de que el combustible llegue al emplazamiento, la dotación de personal debe ser suficiente para llevar a cabo la función de respuesta a emergencias que atañe al órgano regulador.

Deben haberse formulado requisitos reglamentarios para la capacitación y certificación del explotador, y el órgano regulador debe confirmar que el titular de la licencia ha demostrado su cumplimiento.

Los planes del órgano regulador para mantener al personal competente y desarrollar al personal en el futuro deben estar en curso. Deben estar bien establecidas las comunicaciones abiertas con las partes interesadas apropiadas, entre ellas el gobierno, el propietario/explotador, el público y las organizaciones internacionales.

Antes de la puesta en servicio, el órgano regulador debe emitir la licencia o las aprobaciones correspondientes. Al final de la fase 3, el órgano regulador debe haber elaborado programas exhaustivos para la inspección y la aplicación coercitiva, y debe contar con personal competente para el control reglamentario de la explotación y el mantenimiento de la central mediante la realización de inspecciones y el cumplimiento de las normas de acuerdo con estos programas.

3.8. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Esta subsección trata sobre la protección de los trabajadores y el público en el emplazamiento durante la explotación prevista. La protección radiológica frente a emisiones fuera del emplazamiento durante la explotación prevista se aborda en la sección 3.13 y la protección frente a emisiones accidentales, en la sección 3.14.

Como se señaló anteriormente, la aplicación de las radiaciones ionizantes en la medicina, la industria y la investigación en el país que considera la energía nucleoelectrica hace probable que ya este tenga establecida una infraestructura nacional de seguridad radiológica. Si bien los aspectos de protección radiológica de un programa nucleoelectrico requieren una consideración adicional, probablemente se aborden mejor si se tiene en cuenta la infraestructura existente. Más tarde esta se ampliaría de manera adecuada para satisfacer las necesidades especiales del programa nucleoelectrico.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan orientaciones para establecer los requisitos y prácticas de protección radiológica necesarios. Las normas de seguridad del OIEA tienen en cuenta las directrices de la Comisión Internacional de Protección Radiológica e incorporan los últimos conocimientos sobre las consecuencias de la exposición a la radiación que se presentan en el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas.

3.8.1. Protección radiológica: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La NEPIO debe lograr que se comprendan los nuevos peligros que presenta la explotación de la central nuclear, además de los que plantean las aplicaciones médicas, industriales y de investigación de las radiaciones ionizantes. En su informe al final de la fase 1, la NEPIO debe definir cómo los programas existentes deberán ser mejorados para abordar las cuestiones de explotación, transporte, almacenamiento y gestión de los desechos radiactivos de la central nuclear.

3.8.2. Protección radiológica: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Aunque el riesgo de radiación asociado con la explotación de la central nuclear no estará presente durante algún tiempo, los planes deben prepararse en la fase 2, y se deben tomar medidas preliminares para desarrollar programas destinados a controlar y monitorizar la exposición de las personas en el

emplazamiento antes de que llegue a este cualquier material radiactivo. Es necesario, entre otras cosas:

- Elaborar reglamentos específicos en el ámbito del órgano regulador;
- Formular planes para monitorizar y proteger a los trabajadores y al público dentro de las funciones del propietario/explotador;
- Establecer mecanismos para conseguir la participación de todas las partes interesadas y comunicarse de manera transparente con todas ellas;
- Incorporar los planes de protección radiológica en los requisitos de diseño de la central;
- Planificar la contratación y capacitación del personal asociado, así como la adquisición de equipo y servicios.

3.8.3. Protección radiológica: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Es necesario que se apliquen todos los programas de monitorización y protección radiológica antes de la llegada del primer material radiactivo al emplazamiento. Por lo tanto, en el momento de la entrega inicial de combustible, el propietario/explotador debe tener:

- Instalado en el emplazamiento el equipo de monitorización de radiaciones;
- Establecidos para todos los trabajadores los requisitos de dosimetría de las radiaciones;
- Implantados los programas para minimizar la exposición a la radiación durante la explotación y el mantenimiento de la central.

El órgano regulador debe haber revisado los programas de protección radiológica del propietario/explotador y verificado su cumplimiento de los requisitos reglamentarios, incluidos los requisitos aplicables a los procedimientos y el equipo de protección de los trabajadores y el personal de los grupos de respuesta a emergencias en accidentes severos.

3.9. RED ELÉCTRICA

Las centrales nucleares funcionan de manera más eficiente y segura en régimen de base, y la red debe tener la suficiente capacidad para que sea posible. Además, la frecuencia del sistema es difícil de controlar si más del 10% de la capacidad de la red se desconecta repentinamente, como podría ocurrir si hubiera un disparo en una unidad tan grande. Como resultado, si un nuevo reactor nuclear

representara más del 10% de la capacidad total de la red en el momento de su conexión, deberían realizarse estudios detallados para demostrar que la frecuencia del sistema puede controlarse de manera fiable después de un disparo del reactor. Además de su tamaño, la fiabilidad de la red también es importante, ya que la energía externa que proporciona para los sistemas de seguridad tecnológica debe ser de gran fiabilidad. Por lo tanto, un primer paso para considerar la implantación de la energía nucleoelectrica es evaluar la capacidad y fiabilidad actuales y futuras de la red eléctrica. Por esta razón, el explotador de la red debe estar representado en la NEPIO.

3.9.1. Red eléctrica: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe abordar lo siguiente en relación con la red eléctrica:

- La capacidad de la red existente en relación con la tecnología disponible de la central nuclear, incluida su capacidad de absorber de manera fiable la producción de base de una central nuclear, su capacidad de soportar una pérdida de la producción de la central y su capacidad de suministrar de manera fiable energía al emplazamiento durante las paradas y en una emergencia;
- El crecimiento futuro previsto de la capacidad de la red;
- La fiabilidad histórica de la red eléctrica;
- El potencial de las interconexiones locales o regionales para mejorar las características de la red.

3.9.2. Red eléctrica: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En la fase 2 el explotador de la red debe especificar los requisitos para conectar la central nuclear. El explotador de la red, en cooperación con el propietario/explotador, debe realizar estudios detallados para determinar cualquier expansión, actualización o mejora necesaria para acomodar el tamaño, la tecnología y el emplazamiento previstos para la nueva central.

El explotador de la red, nuevamente en cooperación con el propietario/explotador, debe haber aplicado hacia el final de la fase 2:

- Planes para mejorar o expandir la red para que sea compatible con la nueva central nuclear;

- Planes para aumentar o fortalecer las interconexiones regionales a fin de lograr una fiabilidad aceptable de la red;
- Planes para proporcionar fuentes redundantes y fiables de energía fuera del emplazamiento de la central nuclear;
- Fondos y/o financiación para garantizar que estos planes se cumplan con un calendario compatible con la nueva central nuclear.

3.9.3. Red eléctrica: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

La ejecución de los planes adoptados en la sección 3.9.2 debe crear las condiciones necesarias para poner en marcha y explotar con éxito una central nuclear. Durante la fase 3 el explotador de la red, junto con el propietario/explotador debe:

- Elaborar disposiciones para garantizar la coordinación de la explotación de la red con la explotación de la central;
- Verificar la finalización de todas las actualizaciones y mejoras de la red y las interconexiones;
- Continuar analizando y mejorando la fiabilidad de la red;
- Instalar y probar las fuentes de alimentación redundantes fuera de la instalación de la central nuclear.

El propietario/explotador y el órgano regulador deben asegurarse de que haya un plan de contingencia para la restauración oportuna de la energía exterior del emplazamiento en caso de una pérdida importante de capacidad de la red.

3.10. DESARROLLO DE RECURSOS HUMANOS

Los conocimientos y habilidades necesarios para implantar la energía nucleoelectrica incluyen gran parte de los que son necesarios para otros tipos de grandes centrales eléctricas. Incluyen habilidades de gestión y administrativas y habilidades técnicas que abarcan la mayoría de las disciplinas científicas y de ingeniería. También hay necesidades específicas relacionadas con la energía nucleoelectrica; por ejemplo, conocimientos especializados en materia de reactores, física nuclear y atómica y ciencia de materiales nucleares, que se aplican al órgano regulador, al propietario/explotador, las entidades de apoyo técnico y otras entidades competentes.

Además de contar con una enseñanza científica y técnica fundamental, el personal generalmente precisa capacitación especial en seguridad tecnológica,

seguridad física y protección radiológica. El programa nucleoelectrico requiere que todas las personas reconozcan que la seguridad tecnologica, la seguridad fisica y las salvaguardias son parte intrinseca de cada aspecto del programa, que acepten la responsabilidad personal por estas cuestiones y que realicen todas sus actividades teniendo presente esa responsabilidad.

Las necesidades de recursos humanos dependerán del alcance del programa nucleoelectrico, por ejemplo, del número y diversidad de las instalaciones y tecnologías previstas. La forma de satisfacer esas necesidades, tanto inicialmente como a largo plazo, dependerá del equilibrio que elija el país entre la participación de expertos extranjeros y la creación de sus propios conocimientos especializados, y de la rapidez con la que planea cambiar ese equilibrio con el tiempo. El desarrollo de la capacidad nacional requerirá una enseñanza y capacitación significativas, y que el personal nacional obtenga experiencia práctica. Esto se puede lograr de varias maneras, por ejemplo, contratando personal extranjero con experiencia para trabajar junto con el personal nacional y enviando al personal nacional a trabajar en entidades extranjeras.

Ciertas funciones requerirán varios años de capacitación especializada y experiencia en el diseño y explotación de la tecnología específica que se decida utilizar. Se puede recibir la enseñanza y capacitación especializadas de los suministradores del sistema nuclear. Para asegurar una plantilla sostenible, es importante que el país amplíe su propia capacidad de enseñanza y capacitación y desarrolle una estrategia para retener al personal cualificado.

3.10.1. Desarrollo de recursos humanos: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Al comienzo de la fase 1 el principal interés de la NEPIO en materia de recursos humanos radicará en su propia dotación de personal. Como se señaló en la sección 3.1.1, es importante que la NEPIO reciba los recursos, el personal y la capacitación necesarios. Si bien es posible que utilice consultores, es fundamental que mantenga su liderazgo.

Durante la fase 1 la NEPIO debe definir los conocimientos y habilidades necesarios para el programa nucleoelectrico. Su informe exhaustivo al final de la fase 1 debe examinar las opciones de desarrollo de recursos humanos y recomendar una descripción de las características principales de un plan nacional de desarrollo de recursos humanos. Aunque el país inicialmente haga un uso extensivo de los conocimientos y habilidades de otros países, debe considerar cómo desarrollar sus propios conocimientos y habilidades a largo plazo.

Las cuestiones importantes que tendrá en cuenta la NEPIO son, por ejemplo:

- Determinar toda la gama de disciplinas científicas, técnicas, de gestión y administrativas que se necesitarán, y evaluar su disponibilidad en el país;
- Evaluar la capacidad nacional y extranjera para enseñar y capacitar al personal que será necesario;
- Definir la contratación y la capacitación especializadas que se necesitarán, por ejemplo, en seguridad tecnológica nuclear, seguridad física nuclear, salvaguardias, protección radiológica, sistemas de gestión y de preparación y respuesta para casos de emergencia;
- Evaluar la disponibilidad nacional y extranjera de enseñanza y capacitación especializadas;
- Evaluar la capacidad nacional de investigación que quizás deba ser desarrollada;
- Trazar los planes de personal para desarrollar o importar los recursos humanos que necesita el propietario/explotador, el órgano regulador y otras entidades participantes con vistas a aplicar el programa nucleoelectrico;
- Armonizar las recomendaciones sobre el desarrollo de recursos humanos con las recomendaciones sobre la política del país relativa a la participación industrial (véase la sección 3.18).

3.10.2. Desarrollo de recursos humanos: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

El propietario/explotador debe contar con suficiente personal cualificado durante la fase 2 a fin de prepararse para negociar el contrato. Si bien no se dispondrá de personal de explotación y mantenimiento en la fase 2, se necesitará cierto conocimiento de los requisitos de explotación y mantenimiento.

Durante la fase 2 el órgano regulador debe desarrollar su competencia, ya que al final de esta fase la mayoría de los recursos humanos del órgano regulador habrán de estar preparados y ser competentes para desempeñar sus funciones de concesión de licencias. En vista de la importancia otorgada a la experiencia en la concesión de licencias y la inspección, el órgano regulador debe investigar las oportunidades para que su personal adquiera experiencia en el marco de acuerdos de cooperación concertados con órganos reguladores extranjeros. Los acuerdos con órganos experimentados en la regulación de las tecnologías de reactores que el país probablemente adquirirá serán particularmente valiosos.

En la fase 2 la NEPIO debe establecer tanto una política sobre participación nacional en la fabricación, construcción, explotación y apoyo de la central nuclear como un plan para poner en práctica esa política. La política y el plan afectarán a los planes de desarrollo de recursos humanos.

Todas las entidades deben determinar los conocimientos y habilidades que necesitarán en la fase 3 y más adelante, y elaborar planes de personal

para desarrollarlos. Esos planes deben definir las estructuras orgánicas y los requisitos de personal en el futuro, e incluir planes de contratación y capacitación basados en el análisis de las carencias de capacidad.

La NEPIO debe coordinar los planes de las diferentes entidades, entre ellas el propietario/explotador, el órgano regulador y las entidades de investigación y apoyo técnico, para optimizar al máximo los esfuerzos del país. Los planes coordinados deben abarcar los requisitos de enseñanza, capacitación y experiencia, y tener en cuenta actividades de capacitación a nivel bilateral e internacional. El personal superior previsto en todas las entidades debe estar contratado o localizado lo antes posible durante la fase 2. En el caso del órgano regulador, esto debe ocurrir al inicio de la fase 2.

Según la estrategia de adquisición del país, las necesidades de recursos humanos en la fase 2 pueden ser, entre otras, las siguientes:

- Experiencia en ingeniería, explotación, legislación, contratación y compras para prepararse para las negociaciones del contrato;
- Experiencia técnica y científica necesaria para gestionar y revisar la evaluación del emplazamiento;
- Experiencia técnica y en materia de reglamentación para elaborar y aplicar reglamentos, códigos y normas sobre seguridad tecnológica nuclear, aprobación del emplazamiento, concesión de licencias a la central, protección radiológica, salvaguardias, seguridad física nuclear (incluidos los sistemas de protección física), preparación y respuesta para casos de emergencia, gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, y clausura;
- Experiencia en la evaluación de la seguridad del diseño como parte de los tres aspectos anteriores;
- Experiencia en la participación de las partes interesadas;
- Experiencia comercial y técnica para la compra y la gestión del ciclo del combustible;
- Experiencia en el enfoque sistemático de la capacitación (ESC) para elaborar y llevar a cabo programas de capacitación.

3.10.3. Desarrollo de recursos humanos: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Si bien se necesita una planificación importante del desarrollo de los recursos humanos en las fases anteriores, la tarea principal de desarrollo del personal de la entidad propietaria/explotadora tiene lugar en la fase 3. Al comienzo de esta fase su interés principal se centrará en la gestión del proyecto y al final todos los recursos humanos necesarios deberán estar contratados y

ser competentes para poner en servicio y explotar la primera central nuclear. Además, deben estar bien avanzados los programas de enseñanza y capacitación para lograr un flujo continuo de personal cualificado en todas las esferas del programa, y el gobierno debe continuar promoviendo el desarrollo educativo e industrial para la participación nacional en el programa nucleoelectrico.

El propietario/explotador debe adquirir un simulador de alcance total específico de la central, o tener acceso a uno, para capacitar a los operadores de la sala de control, cuya capacitación inicial debe completarse antes de cargar el combustible. La capacitación inicial para el resto del personal debe ultimarse al final de la fase 3. (La capacitación continuará durante toda la vida útil de la central y, en ese sentido, nunca acabará). Si es posible, el propietario/explotador debe acordar con el suministrador u otro propietario/explotador la capacitación del grupo de operaciones en centrales similares existentes. Todas las entidades participantes en el programa nucleoelectrico deben aplicar una fórmula sistemática para categorizar, difundir y mantener los conocimientos, incluido el material de capacitación, que se adquieran mediante la cooperación internacional y los servicios comerciales contratados. Al inicio de la explotación puede requerirse un apoyo considerable de un país que ya explota centrales nucleares y que aplica planes para transferir los conocimientos. Es importante que los planes para la transferencia de esos conocimientos estén claramente definidos y dispongan de recursos para garantizar una transferencia fluida de las competencias y responsabilidades.

Entre los requisitos específicos de recursos humanos se incluyen:

- Experiencia técnica y científica necesaria para preparar una solicitud de licencia, incluido el informe de análisis de la seguridad requerido;
- Experiencia técnica y en la gestión de proyectos de construcción, así como en el sistema de gestión requerido para controlar y supervisar la construcción y puesta en servicio de la central;
- Experiencia técnica y en materia de reglamentación para elaborar y aplicar reglamentos, códigos y normas para las licencias de los explotadores;
- Dotación completa de personal competente para el órgano regulador que abarque todos los aspectos de autorización, inspección y aplicación coercitiva;
- Dotación completa de personal competente para la explotación, el mantenimiento y el apoyo técnico de las centrales nucleares;
- Planificación de la sucesión y del desarrollo del personal para mantener la competencia en todas las esferas del programa nacional nucleoelectrico;
- Mejores oportunidades educativas en materia de ciencia y tecnología nuclear.

3.11. PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS

Es necesario un apoyo gubernamental sólido y continuo en todas las fases del programa nucleoelectrico. El apoyo del gobierno se facilita con el apoyo de las partes interesadas, las que a su vez lo facilitan con su participación eficaz. La participación eficaz de las partes interesadas resuelve pronto las inquietudes y contribuye a explicar la lógica, los planes y el progreso del programa nucleoelectrico.

Entre las partes interesadas se incluyen el público en general, los legisladores, los organismos gubernamentales y las instancias decisorias y, a medida que avanza el programa nucleoelectrico, el propietario/explotador, el órgano regulador, los suministradores potenciales, los trabajadores, las comunidades cercanas a los posibles emplazamientos, los países vecinos y las organizaciones no gubernamentales.

La participación de las partes interesadas se logra mejor mediante el diálogo abierto entre el gobierno, el propietario/explotador y todas las partes interesadas. Los líderes de opinión social y las partes interesadas más influyentes variarán de un país a otro y podrían ser funcionarios gubernamentales nacionales y locales, directivos de empresas e industrias, medios de comunicación y dirigentes de organizaciones no gubernamentales. Sin embargo, todos los ciudadanos interesados deben obtener la información pertinente y la oportunidad de participar.

Si bien los programas de información pública son importantes, la participación sociopolítica satisfactoria y permanente dependerá de la competencia y la credibilidad de las entidades y las personas responsables del programa nucleoelectrico. La competencia del órgano regulador y del propietario/explotador es vital para mantener la confianza del público.

3.11.1. Participación de las partes interesadas: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Cada una de las tres entidades clave —el gobierno, el propietario/explotador y el órgano regulador— necesitarán a la larga su propia estrategia y plan de participación de las partes interesadas. En la fase 1, sin embargo, el gobierno y la NEPIO son los que desempeñan las funciones principales. Es importante que comprendan la importancia de lograr y mantener la confianza del país y la comunidad internacional manteniendo una interacción abierta y oportuna con respecto a todos los aspectos del programa.

El gobierno y la NEPIO deben comenzar a abordar este compromiso desde el principio. Se pueden emplear consultores expertos en comunicación

y educación públicas para que presten su asistencia. Sin embargo, los líderes nacionales están en la mejor posición para comprender las normas sociales de su país y proporcionar las orientaciones necesarias. La comunicación pública eficaz es una disciplina especializada y las personas que se dedican a ella deben recibir capacitación profesional.

Durante la fase 1 la NEPIO debe tomar las siguientes medidas iniciales:

- Realizar encuestas para determinar el conocimiento y la receptividad del público a la energía nucleoelectrica;
- Crear herramientas de información pública que respondan a los resultados de las encuestas y expliquen el interés del gobierno en la energía nucleoelectrica y sus posibles beneficios;
- Elaborar y comenzar a aplicar un plan de interacción con todas las partes interesadas, incluidos los países vecinos⁴;
- Formar al personal superior para interactuar con las partes interesadas en respuesta a cualquier solicitud.

El informe exhaustivo de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe tener en cuenta las opiniones de las partes interesadas participantes en el proceso de esta fase y proponer un plan de participación de las partes interesadas basado en la transparencia y la sinceridad. Su objetivo debe ser que el público y las otras partes interesadas se familiaricen con la tecnología nuclear, la energía nucleoelectrica, sus beneficios y sus riesgos, incluida la probabilidad no nula de accidentes severos.

3.11.2. Participación de las partes interesadas: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

A medida que el país comienza a aplicar el plan recomendado en el informe de la fase 1, las tres entidades clave deben establecer programas para la participación de las partes interesadas en tanto se van creando. Las diferentes entidades tendrán distintos mensajes, mecanismos y partes interesadas principales, y la NEPIO debe servir de foro permanente para la comunicación y la cooperación entre las partes principales y garantizar la claridad sobre las funciones y responsabilidades de cada una de ellas en lo referente a la participación de las partes interesadas.

⁴ Los Estados parte en convenios o acuerdos como la Convención sobre Seguridad Nuclear y el Convenio de la CEPE sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo tienen contraídas obligaciones con respecto a las partes interesadas extranjeras.

El gobierno debe proseguir las actividades de información y consulta públicas de acuerdo con el plan formulado en la fase 1. El órgano regulador y el propietario/explotador deben elaborar y comenzar a aplicar su propio programa de participación de las partes interesadas.

Las acciones adecuadas en la fase 2 son:

- El gobierno continúa comunicando las razones y los beneficios esperados de la energía nucleoelectrica y respondiendo a las cuestiones planteadas por las partes interesadas.
- El gobierno comunica el proceso nacional utilizado para la selección del emplazamiento, apoyando al propietario/explotador, que debe conseguir la participación de las partes interesadas locales y abordar las cuestiones que les interesan.
- El órgano regulador explica su papel independiente en la concesión de licencias, inspección y aplicación coercitiva.
- El órgano regulador establece y comunica el proceso formal para la participación pública en la concesión de las licencias.
- El propietario/explotador explica la tecnología básica que se emplea, sus planes de construcción, sus responsabilidades de seguridad tecnológica y el impacto y los beneficios para la comunidad local.
- Todas las entidades realizan encuestas de conocimiento y opinión como parte de sus programas de participación de las partes interesadas.
- Todas las entidades aseguran que el personal superior que se comunica con el público esté capacitado.
- Todas las entidades examinan abiertamente los problemas y cómo se están abordando.
- Se crean centros de información pública, según proceda.

3.11.3. Participación de las partes interesadas: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Al comienzo de la construcción, cada una de las entidades participantes debe haber establecido su credibilidad ante todas las partes interesadas. Las actividades de comunicación deben continuar a lo largo de la construcción y preparación para la explotación, y la NEPIO debe seguir proporcionando un foro para la comunicación y la cooperación entre los interesados principales.

Las acciones adecuadas en la fase 3 son:

- Todas las entidades continúan realizando encuestas como parte de sus programas de participación de las partes interesadas.

- El gobierno continúa comunicando las razones y los beneficios esperados de la energía nucleoelectrica y responde a las inquietudes planteadas por las partes interesadas.
- El propietario/explotador comunica habitualmente el progreso de la construcción y los preparativos para la explotación.
- El órgano regulador continúa comunicando su función y proporciona información sobre sus programas de concesión de licencias, inspección y aplicación coercitiva.
- El órgano regulador brinda oportunidades para la participación pública en la concesión de las licencias, la inspección y la aplicación coercitiva de conformidad con el proceso establecido en la fase 2.
- Los organismos gubernamentales (por ejemplo, de protección del medio ambiente, emergencias y salud pública y ocupacional) comunican las cuestiones relativas a su responsabilidad.
- El órgano regulador y el propietario/explotador informan de sus planes de comunicación regular, cuando la central nuclear esté operativa, con todas las partes interesadas, incluidas las comunidades locales.
- El gobierno, el órgano regulador y el propietario/explotador comunican los planes de respuesta a emergencias dentro y fuera del emplazamiento.
- Todas las entidades continúan analizando francamente los problemas y cómo se están abordando.

3.12. EMPLAZAMIENTO E INSTALACIONES DE APOYO

Los estudios del emplazamiento conllevan varias etapas. Para garantizar que cada etapa se desarrolle sin problemas respecto a la anterior, es esencial mantener un banco de datos validado y referenciado con toda la información recopilada de todos los emplazamientos considerados. La buena gestión de los datos es importante no solo para seleccionar el mejor emplazamiento y concederle la licencia, sino también para ayudar a resolver posibles problemas que surjan durante la explotación en el futuro y requieran una mayor justificación. También facilita el estudio de emplazamientos para futuras centrales nucleares.

Además del emplazamiento para la central nuclear, también deben estudiarse los emplazamientos para otras instalaciones, como la de almacenamiento provisional del combustible gastado u otras instalaciones del ciclo del combustible y de procesamiento de desechos. Debe considerarse la posibilidad de ubicar una instalación para la disposición final de los desechos de actividad baja cerca de la nueva central nuclear, ya que reduciría el transporte de desechos. Otras consideraciones importantes son las opciones de transporte entre las instalaciones, la infraestructura física para alojar a los trabajadores, el acceso

expedito para la entrega de equipo, la disponibilidad de agua y electricidad y los medios de minimizar las repercusiones en las comunidades locales.

Conseguir la participación de todas las partes interesadas de manera temprana, sustantiva y frecuente en el proceso de selección de emplazamiento contribuye al éxito del proyecto.

Elementos importantes del estudio y caracterización del emplazamiento son:

- Facilidad de integración en el sistema eléctrico;
- Demografía;
- Uso del suelo;
- Geología y tectónica;
- Sismología y vulcanología;
- Otros peligros naturales externos;
- Opciones de extracción del calor;
- Hidrología;
- Meteorología;
- Oceanografía;
- Seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica;
- Seguridad física nuclear;
- Impactos ambientales y monitorización ambiental;
- Riesgos de sucesos inducidos por el ser humano;
- Disponibilidad de infraestructuras locales;
- Facilidad de acceso;
- Restricciones legales;
- Interacción con el público;
- Planificación para emergencias.

3.12.1. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Las actividades relativas al emplazamiento deben comenzar temprano. En la fase 1 serán responsabilidad de la NEPIO. El primer paso consiste en realizar un estudio de emplazamientos, que debe investigar posibles regiones y emplazamientos y rechazar emplazamientos inadecuados mediante un análisis selectivo. Para seleccionar los posibles emplazamientos, la NEPIO ha

de determinar criterios de exclusión y elusión⁵ que comprendan la seguridad tecnológica, la seguridad física, los costos, los problemas socioeconómicos, la ingeniería, las repercusiones ambientales y el posible impacto de los peligros externos en la seguridad física y la capacidad de respuesta a emergencias. En el estudio de los emplazamientos se deben celebrar consultas con las partes interesadas al principio del proceso y antes de que se tomen decisiones sustantivas. En él se deben singularizar uno o más emplazamientos admisibles para que la NEPIO los recomiende en su informe exhaustivo al final de la fase 1. Si no se pueden singularizar emplazamientos admisibles aceptables, el programa no podrá avanzar.

3.12.2. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Al principio de la fase 2 el órgano regulador ha de definir los requisitos del emplazamiento que el propietario/explotador debe tener en cuenta en la selección y evaluación de este.

Seguidamente el propietario/explotador debe llevar a cabo el análisis complementario de clasificación necesario para la selección del emplazamiento, lo que hará posible acortar la lista de emplazamientos admisibles. La selección de emplazamientos debe justificarse en función de criterios claramente definidos que incluyan la seguridad tecnológica, la ingeniería, la seguridad física, las repercusiones ambientales, la respuesta a emergencias y los aspectos socioeconómicos. La siguiente etapa, una vez seleccionados los emplazamientos, será realizar una evaluación para justificar la aceptabilidad de los que se han preferido a base de investigaciones minuciosas y la caracterización de cada uno de ellos. La evaluación del emplazamiento sirve de fundamento para la redacción de las bases de diseño relativas al emplazamiento, que deben consignarse en las especificaciones de licitación de la central nuclear.

Otras acciones que se completarán en la fase 2:

- Asegurar la disponibilidad e integridad de los emplazamientos preferidos;
- Determinar las cuestiones jurídicas, políticas y de aceptación pública locales y las resoluciones aplicadas o previstas;

⁵ Los criterios de “exclusión” determinan características que descartarían absolutamente la posibilidad de tomar en consideración un emplazamiento. Los criterios de “elusión” definen características que hacen un emplazamiento menos atractivo, en tanto que reconocen que aún podría ser adecuado si aporta suficientes beneficios compensatorios.

- Definir las mejoras necesarias y elaborar planes de ejecución en relación con la infraestructura local del emplazamiento o los emplazamientos preferidos, como accesos, servicios e instalaciones;
- Iniciar la monitorización ambiental para establecer los valores de fondo del emplazamiento.

3.12.3. Emplazamiento e instalaciones de apoyo: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

La fase 3 comporta la confirmación formal de la idoneidad del emplazamiento y la finalización de todos los procesos de licencia y aprobación establecidos por el órgano regulador nuclear. Incluye la monitorización constante del emplazamiento antes de la explotación para confirmar su aceptabilidad. La monitorización continuará posteriormente para confirmar que el emplazamiento sigue cumpliendo el propósito del diseño.

3.13. PROTECCIÓN AMBIENTAL

Esta subsección aborda las repercusiones en las personas y el medio ambiente de pequeñas emisiones de efluentes radiactivos gaseosos y líquidos durante la explotación normal de la central. Las emisiones importantes de radionucleidos son sucesos de baja probabilidad, que se tratan por medio del programa de seguridad tecnológica nuclear, aunque será necesario examinar los posibles accidentes en la evaluación del impacto ambiental. Esta subsección también aborda el uso del suelo, el uso del agua, la calidad del agua y otras repercusiones ambientales más convencionales.

3.13.1. Protección ambiental: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

Durante la fase 1 la NEPIO debe considerar el uso del suelo, el uso del agua, la calidad del agua y las repercusiones en las personas y el medio ambiente de los efluentes radiactivos de actividad baja asociados con la explotación normal y el mantenimiento de una central nuclear y las instalaciones conexas.

La NEPIO debe examinar la idoneidad del marco para la protección ambiental existente en el país y sus obligaciones internacionales, y debe recopilar y analizar la información ambiental inicial en relación con el estudio de emplazamientos descrito en la sección 3.12.

El informe exhaustivo de la NEPIO al final de la fase 1 debe recoger la información ambiental inicial y los criterios de exclusión y elusión señalados en la sección 3.12. También debe incluir recomendaciones sobre posibles mejoras o precisiones en las leyes, los reglamentos y las responsabilidades que se han establecido en relación con el medio ambiente.

3.13.2. Protección ambiental: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En función de las recomendaciones de la fase 1 debe aplicarse en la fase 2 cualquier mejora o precisión deseada en las leyes, los reglamentos y las responsabilidades que se han establecido en relación con el medio ambiente. El órgano regulador encargado del medio ambiente para el programa nucleoelectrico del país debe desarrollar las habilidades y los recursos necesarios para cumplir sus responsabilidades, y su interrelación con el órgano regulador nuclear debe estar claramente establecida.

El propietario/explotador debe estudiar las posibles repercusiones en las personas y el medio ambiente, según sea necesario, para seleccionar sus emplazamientos admisibles preferidos y asegurarse de que puedan cumplir las leyes y los reglamentos ambientales del país.

Cuestiones importantes que se han de considerar, entre otras:

- Vías de transporte de efluentes y su concentración en el entorno circundante;
- Vida vegetal y animal predominante y sus sensibilidades particulares;
- Demografía local y tendencias;
- Uso predominante del suelo;
- Uso del agua y posible necesidad de torres de refrigeración;
- Efectos de las actividades de construcción en el entorno local.

El propietario/explotador debe realizar evaluaciones ambientales en relación con el emplazamiento o los emplazamientos admisibles preferidos, de conformidad con las leyes y los reglamentos ambientales del país. En función de tales evaluaciones, debe incluir, en las especificaciones de la licitación elaboradas en la fase 2, una especificación amplia de las condiciones, los factores, las características y los datos ambientales de los emplazamientos.

3.13.3. Protección ambiental: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En la fase 3 el propietario/explotador completará todos los procesos de licencia y aprobación establecidos por el órgano regulador nuclear y el órgano

regulador encargado del medio ambiente para el programa nucleoelectrico. Las condiciones de la licencia para la explotación de la instalación deben incluir los requisitos ambientales específicos definidos en los estudios y evaluaciones ambientales realizados en las fases 1 y 2.

En la fase 3 se debe aplicar el programa de monitorización ambiental, incluido el establecimiento de los datos de referencia.

3.14. PLANIFICACIÓN PARA EMERGENCIAS

Los sistemas de seguridad tecnológica de una central nuclear están destinados a minimizar la probabilidad de una liberación importante de material radiactivo de la central. Sin embargo, la probabilidad no es nula, y los accidentes anteriores han demostrado que la planificación para emergencias con miras a la protección del personal de la central, los trabajadores de emergencias y del público fuera del límite del emplazamiento es un elemento necesario para la seguridad general de la central. La planificación para emergencias garantiza la capacidad de tomar medidas que mitigarán eficazmente las consecuencias de una emergencia.

3.14.1. Planificación para emergencias: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La NEPIO debe elaborar una valoración de los requisitos relativos a la planificación para emergencias. Su informe exhaustivo al final de la fase 1 debe evaluar el estado de preparación y respuesta para casos de emergencia (PRCE) del país y garantizar que el gobierno sea consciente de:

- Toda ampliación de la capacidad de PRCE que será necesaria para apoyar el programa nucleoelectrico;
- Los recursos que se necesitarán para desarrollar, mantener y demostrar la capacidad de respuesta a emergencias;
- Su responsabilidad en la PRCE y la necesidad de definir responsabilidades claras para todas las entidades participantes.

La evaluación debe abordar la necesidad de nuevas disposiciones a nivel internacional, incluida la participación en instrumentos jurídicos internacionales y la cooperación con países vecinos, el OIEA y otras organizaciones internacionales. El estudio de los emplazamientos de la

fase 1 mencionado en la sección 3.12.1 debe señalar las características del emplazamiento que son importantes para la PRCE.

3.14.2. Planificación para emergencias: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En la fase 2 la evaluación y las recomendaciones del informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 sobre el estado y las necesidades de la PRCE del país deben emplearse como base para mejorar la capacidad de la PRCE. En el curso de la fase 2:

- El gobierno debe especificar las entidades encargadas de la respuesta a nivel nacional, regional y local con responsabilidades en la PRCE y establecer un mecanismo de coordinación nacional.
- Debe especificar el enfoque general de la PRCE en función de la probabilidad y la gravedad de posibles emergencias, tanto relacionadas con la seguridad tecnológica como con la seguridad física, y establecer los reglamentos que rijan todos los requisitos de la PRCE⁶.
- Debe comenzar a aplicar las nuevas disposiciones mencionadas en la fase 1 para fortalecer la infraestructura de PRCE. Las deficiencias en las instituciones y redes de comunicación nacionales y locales existentes deben especificarse y solucionarse o incluirse en un plan de acción, que se aplicará en la fase 3.

3.14.3. Planificación para emergencias: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Antes de que llegue el primer combustible nuclear al emplazamiento, deben completarse y probarse las disposiciones de emergencias. Las acciones que se han de tomar durante la fase 3 son las siguientes.

El gobierno debe preparar un plan nacional para hacer frente a emergencias independientemente de sus causas (es decir, accidentes o sucesos de seguridad física nuclear) que incluya:

- La cooperación internacional;
- La solución de múltiples sucesos iniciadores externos;

⁶ Como se señaló en la sección 3.7.2, las disposiciones de emergencia fuera del emplazamiento no son necesariamente responsabilidad del órgano regulador. Los reglamentos relativos a la zona fuera del emplazamiento deben establecerse de acuerdo con las responsabilidades definidas en la legislación.

- La gestión de accidentes severos en el emplazamiento;
- La protección de los trabajadores, el personal de emergencias y el público;
- La gestión de los desechos radiactivos.

De acuerdo con este plan:

- El propietario/explotador debe aplicar el programa de preparación para emergencias de la central nuclear.
- El gobierno debe aplicar los programas de preparación para emergencias a nivel local, nacional e internacional.
- El gobierno debe garantizar que el plan de respuesta a emergencias de la central nuclear se coordine con los planes de otras instituciones nacionales participantes en la respuesta a emergencias y con los países vecinos.
- El órgano regulador debe verificar si las disposiciones de emergencia en el emplazamiento cumplen los requisitos reglamentarios.
- El gobierno, el órgano regulador y el propietario/explotador deben demostrar la capacidad de respuesta a emergencias mediante la realización de ejercicios en que participen las autoridades y a las comunidades locales.

3.15. SEGURIDAD FÍSICA NUCLEAR

La seguridad física nuclear se interesa por la prevención y la detección de actos deliberados no autorizados relacionados con los materiales nucleares, otros materiales radiactivos y las instalaciones y actividades conexas, y la respuesta a esos actos.

La responsabilidad de la seguridad física nuclear incumbe plenamente al país. El régimen de seguridad física nuclear comprende los marcos jurídico y reglamentario y las medidas administrativas conexas que rigen la seguridad física nuclear, las entidades encargadas de ella y las propias medidas destinadas a garantizarla. El régimen de seguridad física nuclear forma parte del régimen general de seguridad física del país.

Para que el régimen de seguridad física nuclear sea eficaz, todas las entidades que tienen asignadas responsabilidades en esta materia deben ser conscientes de su importancia y garantizar el desarrollo de una cultura dedicada a ella.

Existen 12 elementos esenciales:

- Responsabilidad del gobierno;
- Definición de las responsabilidades en materia de seguridad física nuclear;
- Marco jurídico y reglamentario;

- Protección de materiales nucleares y otros materiales radiactivos durante el transporte internacional;
- Definición de delitos asociados a la seguridad física nuclear y las sanciones correspondientes;
- Cooperación y asistencia internacionales en materia de seguridad física nuclear;
- Evaluación de las amenazas para la seguridad física nuclear;
- Evaluación de blancos y posibles consecuencias;
- Utilización de enfoques basados en el conocimiento de los riesgos;
- Detección de sucesos relacionados con la seguridad física nuclear;
- Planificación y preparación para sucesos relacionados con la seguridad física nuclear y respuesta a ellos;
- Medidas para el mantenimiento de un régimen de seguridad física nuclear.

3.15.1. Seguridad física nuclear: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

El informe exhaustivo de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe formular las recomendaciones sobre la política y estrategia nacionales de seguridad física nuclear, las funciones y responsabilidades de los organismos gubernamentales de seguridad física nuclear y los instrumentos jurídicos internacionales pertinentes. Debe determinar los elementos de un marco jurídico de seguridad física nuclear y evaluar las necesidades de recursos humanos del país y la disponibilidad de las instituciones para desarrollar la competencia en materia de seguridad física nuclear.

3.15.2. Seguridad física nuclear: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

El régimen de seguridad física nuclear debe utilizar un enfoque graduado basado en las evaluaciones de la credibilidad y las posibles consecuencias de las amenazas de seguridad física nuclear tanto internas como externas.

En el curso de la fase 2 se deben tomar las siguientes acciones:

- Deben establecerse los marcos jurídico y reglamentario de seguridad física nuclear (véanse las secciones 3.5 y 3.7).
- Deben definirse los requisitos de seguridad física nuclear para la protección física de los materiales nucleares y las instalaciones nucleares mediante la formulación de la(s) amenaza(s) base de diseño; dichos requisitos deben

garantizar que se mantenga la seguridad física incluso durante accidentes severos.

- Deben establecerse programas para la gestión de la información confidencial, la promoción de una cultura de seguridad física nuclear y la fiabilidad del personal.
- Se deben asignar las funciones y responsabilidades inherentes a las medidas de preparación, detección y respuesta relacionadas con sucesos de seguridad física nuclear.
- Se debe establecer un programa para desarrollar las competencias con vistas a aprobar los planes de seguridad física nuclear e inspeccionar las instalaciones para verificar la eficacia de los planes.

3.15.3. Seguridad física nuclear: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Las disposiciones de seguridad física habrán de aplicarse progresivamente durante la fase 3 para asegurar la central durante la construcción y el combustible cuando llegue al emplazamiento. El calendario requerido de las actividades debe ser acordado por las principales entidades. Las acciones más importantes que se completarán en la fase 3 son:

- Construcción, comprobación y aceptación del sistema de protección física por el propietario/explotador según lo aprobado por el órgano regulador;
- Aseguramiento de una buena coordinación entre las disposiciones de seguridad tecnológica, seguridad física y salvaguardias;
- Aprobación del plan de seguridad física (incluido un plan de contingencia⁷) por el órgano regulador;
- Aplicación de los requisitos de seguridad física nuclear para la protección de materiales e instalaciones nucleares, y realización de las inspecciones, las verificaciones y los ejercicios en el emplazamiento que sean necesarios para demostrar la eficacia del sistema de protección física;
- Aplicación del plan nacional de respuesta, incluidos acuerdos con las fuerzas de respuesta externas para complementar la respuesta en el emplazamiento, y realización de actividades de capacitación y ejercicios.

⁷ El plan de contingencia es un conjunto predefinido de acciones para contrarrestar un posible sabotaje o robo. El plan de contingencia es un componente del plan de seguridad física.

3.16. CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

El país debe elegir pronto su estrategia sobre el ciclo del combustible, ya que la elección influirá en la selección de una tecnología nuclear específica. El ciclo del combustible tiene dos componentes. La parte inicial comprende las actividades desarrolladas antes de utilizar el combustible en una central nuclear. La parte final comprende las actividades que tienen lugar una vez que el combustible es retirado del reactor. La parte inicial la componen la extracción, el tratamiento, la conversión química, el enriquecimiento y la fabricación. La parte final la componen el almacenamiento del combustible gastado, el transporte y la disposición final del combustible gastado o el reprocesamiento, y la disposición final de los desechos radiactivos de actividad alta. Las tecnologías de enriquecimiento y reprocesamiento son de carácter estratégico desde el punto de vista de la proliferación.

Todos los servicios de la parte inicial se pueden obtener normalmente en el mercado nuclear internacional, lo que reduce la necesidad de desarrollar una infraestructura nacional del ciclo del combustible. Las prestaciones de la parte final generalmente son proporcionadas a nivel nacional, y algunas también a nivel internacional. El almacenamiento en el emplazamiento y el almacenamiento provisional son generalmente responsabilidad del propietario/explotador. Las tecnologías para el almacenamiento de combustible gastado son bien conocidas, y se dispone de múltiples suministradores para atender necesidades específicas. La disposición final definitiva es generalmente una responsabilidad nacional de la que se encarga el gobierno o el propietario/explotador. También existen algunas oportunidades para el reprocesamiento internacional del combustible gastado.

3.16.1. Ciclo del combustible nuclear: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

En la fase 1 la NEPIO debe ampliar el conocimiento del ciclo del combustible nuclear y definir los enfoques que puedan ser factibles para el país. Las necesidades de inversión y recursos humanos variarán considerablemente según las opciones. Para la mayoría de los países, el desarrollo de un ciclo del combustible nuclear completamente autóctono a la par del establecimiento de la primera central nuclear sería difícil y es improbable que redunde en beneficios económicos. Sin embargo, es posible que un país con abundantes reservas de uranio decida iniciar operaciones de extracción y tratamiento mientras compra los servicios de conversión, enriquecimiento y fabricación.

En la fase 1 la NEPIO también debe analizar los problemas de seguridad física energética del país y los niveles deseables de inventarios de combustible sin irradiar.

Con respecto a la parte final, será necesario disponer de almacenamiento para el combustible gastado en el emplazamiento durante diez años de tiempo de enfriamiento como mínimo, independientemente de los planes que se tengan para el combustible en el futuro. También es probable que sea necesario recurrir al almacenamiento provisional del combustible gastado, en el emplazamiento o fuera del emplazamiento, durante varias décadas. La NEPIO debe analizar las posibles opciones para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos de modo que las decisiones que se tomen al final de la fase 1 se fundamenten en el pleno conocimiento de los retos que el combustible gastado y los desechos introducen en el programa nucleoelectrico. La cuestión de la disposición final definitiva se examina en la sección 3.17.

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe proporcionar información detallada sobre:

- Cada etapa del ciclo del combustible nuclear;
- Posible procedencia de los suministros y servicios para cada etapa;
- Recursos naturales y capacidad a nivel nacional con respecto a cada etapa;
- Opciones viables para una estrategia nacional del ciclo del combustible que abarque todas las etapas tanto en la parte inicial como en la parte final;
- Seguridad física y consecuencias para la no proliferación de los diferentes ciclos de combustible;
- Requisitos de recursos humanos.

3.16.2. Ciclo del combustible nuclear: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Las decisiones sobre la estrategia del ciclo del combustible deben tomarse en la fase 2, ya que la estrategia elegida influirá en las especificaciones de la licitación que se prepararán en esta fase. Ellas deben abarcar lo siguiente:

- Las disposiciones para comprar el primer núcleo del reactor;
- El inventario de combustible adicional que se contratará con la primera central nuclear;
- Los servicios específicos del ciclo del combustible que se comprarán o desarrollarán en el país como parte del programa nucleoelectrico;
- La estrategia a largo plazo con respecto a la compra o el desarrollo de capacidad del ciclo del combustible;
- La estrategia a largo plazo con respecto al reprocesamiento;

- La capacidad de almacenamiento de combustible gastado en el emplazamiento que se contratará junto con la primera central nuclear;
- La estrategia para el almacenamiento provisional del combustible gastado, el transporte y la disposición final definitiva.

3.16.3. Ciclo del combustible nuclear: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Durante la fase 3 se entregará en el emplazamiento el combustible para el núcleo inicial, se habrá comprometido contractualmente el suministro para el inventario de combustible adicional, de acuerdo con la estrategia nacional, y se habrá construido el lugar de almacenamiento de combustible gastado en el emplazamiento como parte de la central nuclear. La estrategia de disposición final definitiva de los desechos se analiza en la sección 3.17.

Durante la fase 3 también será necesario elaborar los planes para aplicar la estrategia de almacenamiento provisional, que incluye la identificación de un emplazamiento adecuado, la capacidad de transporte y disposiciones de financiación. Los planes para el almacenamiento provisional del combustible gastado deberán ser consistentes con la capacidad de almacenamiento en el emplazamiento.

3.17. GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

La gestión y disposición final de todos los desechos radiactivos es un aspecto esencial de la energía nucleoelectrónica. Estos desechos deben gestionarse correctamente para evitar que se impongan cargas indebidas a las generaciones futuras. La Convención Conjunta estipula que los desechos radiactivos deben someterse a disposición final en el país en el que se generan. Sin embargo, también permite la posibilidad de hacerlo en otros lugares en aras de la seguridad y la eficacia.

Los desechos radiactivos se dividen en seis tipos, tres de los cuales requieren una atención particular al desarrollar la infraestructura para el programa nucleoelectrónico: los de actividad baja, intermedia y alta⁸. En muchos países existe la capacidad para gestionar los desechos de actividad baja (DAB) y los desechos de actividad intermedia (DAI) junto con los de las aplicaciones médicas, industriales y de investigación. Se han aplicado programas y tecnologías para la minimización y el procesamiento de los DAB y DAI en muchos países, y algunos

⁸ Los otros tres tipos son: desechos exentos, desechos de período muy corto y desechos de actividad muy baja.

de ellos también han desarrollado la capacidad para su disposición final. Sin embargo, incluso en estos casos, el país que implanta la energía nucleoelectrica necesitará conocer el volumen adicional y el espectro diferente de isótopos radiactivos de los DAB y DAI asociados a la energía nucleoelectrica.

No existe ninguna instalación operativa de disposición final para los desechos de actividad alta (DAA) (incluido el combustible gastado que no está destinado a reprocesamiento). Los proyectos más avanzados están programados para entrar en funcionamiento después de 2020. Mientras tanto, la capacidad demostrada para almacenar combustible gastado de forma segura durante décadas concede tiempo para desarrollar las estrategias de disposición final. Sin embargo, la disposición final de los desechos suele ser un tema que preocupa al público, por lo que se debe considerar con anticipación la estrategia de disposición final del país. Actualmente, la estrategia más común para los DAA es la disposición final prevista en formaciones geológicas profundas.

3.17.1. Gestión de desechos radiactivos: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe especificar todas las responsabilidades adicionales sobre los desechos radiactivos que supondrá el programa nucleoelectrico. Debe enfatizar la necesidad de comunicar de manera eficaz las opciones para gestionar los desechos radiactivos en condiciones de seguridad tecnológica y física y debe considerar:

- La capacidad existente en el país, el marco reglamentario y la experiencia en la manipulación, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de los desechos radiactivos;
- El volumen adicional de DAB y DAI, y la diversidad de isótopos previstos de las centrales nucleares;
- Las opciones tecnológicas y la investigación sobre la disposición final definitiva del combustible gastado y los DAA del reprocesamiento;
- Las opciones para financiar el combustible gastado y la gestión y disposición final de los DAA;
- Los beneficios de ser parte en la Convención Conjunta si el Estado aún no lo es;
- Las necesidades de desarrollo de recursos humanos y otras infraestructuras asociadas con la gestión de los desechos radiactivos del programa nucleoelectrico.

3.17.2. Gestión de desechos radiactivos: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Durante la fase 2:

- El gobierno debe liderar la planificación nacional de la disposición final de los desechos, incluidos los DAB, DAI y DAA. Debe establecer políticas, identificar una entidad u organismo responsable para dirigir la planificación nacional y conferirle un mandato claro.
- La planificación nacional para la disposición final de los desechos radiactivos debe considerar en qué medida existen las condiciones geológicas en el país para permitir la disposición final de todos los tipos de desechos radiactivos y/o la posibilidad de contratar la disposición final de los desechos con otros países.
- Deben establecerse estrategias nacionales para todos los flujos de desechos radiactivos previstos, y el gobierno debe revisar cuando sea necesario las leyes y los reglamentos relativos a la gestión de los desechos radiactivos.
- Deben establecerse planes para financiar toda la gestión de los desechos radiactivos a largo plazo, la disposición final de los desechos radiactivos y la clausura, tal como se indica en la sección 3.4.2.
- El propietario debe elaborar, para su inclusión en las especificaciones de la licitación, disposiciones para minimizar el volumen de desechos radiactivos y su toxicidad, requisitos para las instalaciones conexas y requisitos para un plan de clausura.
- El gobierno y el propietario/explotador deben formular planes para iniciar o mejorar los programas e instalaciones de disposición final de los desechos radiactivos del país a fin de adaptarlos a la explotación de la primera central nuclear.

3.17.3. Gestión de desechos radiactivos: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

Los DAB y DAI se empezarán a generar cuando el reactor comience a funcionar. Por lo tanto, hacia el final de la fase 3:

- Las instalaciones existentes, ampliadas o nuevas, para el almacenamiento o disposición final de los DAB y DAI deben estar en pleno funcionamiento y preparadas para recibir los desechos radiactivos de la central nuclear.
- La entidad responsable y el sistema de financiación deben estar constituidos.
- Debe haberse elaborado un plan inicial de clausura como parte de la licencia del diseño, y deben existir disposiciones de financiación apropiadas.

La entidad que lidere la planificación nacional para la disposición final de los desechos radiactivos debe continuar siguiendo los avances internacionales en la disposición final de los DAA, y la política nacional debe revisarse cuando corresponda.

3.18. PARTICIPACIÓN INDUSTRIAL

Se requieren muchos productos, componentes y servicios para construir y apoyar la explotación de las instalaciones nucleares. Dichas actividades de apoyo pueden ser una fuente de empleo y crecimiento económico para el país. También pueden ayudar a transferir tecnología al país. Sin embargo, el suministro de equipo y servicios a instalaciones nucleares requiere una industria que pueda cumplir los códigos, las normas y los requisitos de calidad del sector nuclear, y puede requerir el compromiso y la inversión del gobierno. En las primeras etapas de desarrollo del programa nucleoelectrico del país, la NEPIO debe establecer una política sobre el desarrollo de la capacidad industrial y la transferencia de tecnología. A medida que avanza el programa, la política debe culminar en planes y en su aplicación definitiva para desarrollar el grado deseado de participación industrial⁹.

3.18.1. Participación industrial: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe evaluar las oportunidades de participación industrial, nacional y local, en el programa nucleoelectrico. El informe de la fase 1 debe describir las cualificaciones necesarias para suministrar el equipo y los servicios nucleoelectricos, y las normas de calidad nuclear, que son más estrictas que para otras operaciones industriales. Antes de aceptar la participación de la industria nacional, el suministrador de la central nuclear necesitaría estar seguro de que la industria nacional puede cumplir las normas nucleares. Es importante que la NEPIO realice una evaluación realista de la capacidad del país. La primera central nuclear del país puede construirse con una participación industrial local limitada, pero pueden existir planes para expandir esa participación a medida que evoluciona el programa.

⁹ Otra condición para aumentar la participación nacional y local es la “localización”.

El informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1 debe:

- Evaluar la capacidad y el potencial industrial nacional y local, incluidas las necesidades de capacitación y desarrollo para aprovechar ese potencial;
- Evaluar el interés de la industria en participar en el programa nucleoelectrico;
- Determinar el monto de las inversiones requeridas y la probabilidad de conseguir las mismas para mejorar las instalaciones y los programas industriales;
- Recomendar los objetivos para la participación industrial a corto y largo plazo y las políticas para alcanzar esos objetivos.

3.18.2. Participación industrial: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

En función de los objetivos a corto y largo plazo recomendados en el informe de la NEPIO correspondiente a la fase 1, el gobierno y la industria deben establecer programas para la transición hacia el empleo de suministradores nacionales y locales a medida que se desarrolla su capacidad.

El propietario/explotador y/o el gobierno deben evaluar directamente, o a través del suministrador, la capacidad nacional y local para suministrar a tiempo, a precios competitivos y con controles y garantía de calidad apropiados, los productos, componentes y servicios para construir y explotar la central nuclear. Los resultados deben tenerse en cuenta en las especificaciones de la licitación y en los criterios de evaluación formulados durante la fase 2, que pueden incluir incentivos para alentar las ofertas que promueven la participación industrial nacional. Cualquiera que sea el grado deseado de participación industrial nacional, es importante que el nivel real de participación radique en la capacidad de la industria nacional para cumplir puntualmente, y conforme al presupuesto, los requisitos de calendario y calidad. Los retrasos en la construcción pueden aumentar considerablemente los costos y disminuir la confianza normativa y pública.

Por lo tanto, en la fase 2 el propietario/explotador debe considerar:

- Qué suministradores nacionales o locales pueden proveer de manera fiable productos, componentes o servicios a las secciones nucleares o no nucleares de la central nuclear;
- Qué mejoras de las habilidades y competencias son realistas en el período que se requeriría para participar en la construcción de la central nuclear.

Deben tomarse decisiones sobre el uso de suministradores nacionales o extranjeros de los productos, componentes y servicios, y estas decisiones deben

quedar reflejadas en los criterios de localización expuestos en las especificaciones de la licitación formuladas en esta fase.

3.18.3. Participación industrial: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En la fase 3 el gobierno debe continuar promoviendo el desarrollo educativo e industrial para la participación nacional en el programa nucleoelectrico. A medida que se acerca la finalización de la fase de construcción del programa nucleoelectrico, se pueden reevaluar las fuentes de suministro utilizadas para apoyar la explotación. El suministro de repuestos, bienes fungibles, servicios de mantenimiento y servicios de calibración se puede asignar consecuentemente si la estructura industrial nacional y local ha progresado lo suficiente. Sin embargo, la misma cualificación de los suministradores necesaria para la construcción de las instalaciones del propietario/explotador también es necesaria para el apoyo operacional y en algunos casos los requisitos operacionales pueden ser aún más estrictos.

3.19. COMPRAS

Esta publicación presupone que el país adquirirá su primera central nuclear mediante un contrato de llave en mano. La sección 3.3 trata sobre la capacidad necesaria para la compra de la central nuclear. Por lo tanto, esta subsección solo se refiere a las compras del equipo en concreto que reúne mayores requisitos que los de las compras estándar y las compras de servicios para una instalación nuclear. Es importante que el propietario/explotador especifique los requisitos de calidad y verifique que el suministrador cumple esos requisitos.

3.19.1. Compras: Hito 1 - Preparados para asumir un compromiso fundamentado respecto de un programa nucleoelectrico

La NEPIO debe:

- Conocer los requisitos particulares asociados con la compra de equipo y servicios para instalaciones nucleares;
- Reconocer el nivel de competencia requerido para adquirir equipo y servicios para una instalación nuclear.

El informe exhaustivo al final de la fase 1 debe recomendar una política de compras que recoja estas consideraciones y sea coherente con las

recomendaciones generales del informe sobre la estrategia de la central nuclear y la política de participación industrial.

3.19.2. Compras: Hito 2 - Preparados para sacar a licitación/negociar el contrato para la primera central nuclear

Como se señaló anteriormente, la estrategia que se presupone que adopte el nuevo propietario/explotador es adquirir la central mediante un contrato de llave en mano. No obstante, en la fase 2 el propietario/explotador habrá de establecer la capacidad de compra para ciertos servicios. Debe desarrollar la capacidad para adquirir los servicios que precisen las actividades previas al proyecto (por ejemplo, evaluación del impacto ambiental, emplazamiento y consultoría) y, en particular:

- Garantizar que los suministradores tengan los conocimientos y la experiencia adecuados;
- Preparar las especificaciones formales para los servicios requeridos;
- Incluir normas de calidad en las especificaciones de los servicios.

3.19.3. Compras: Hito 3 - Preparados para poner en servicio y explotar la primera central nuclear

En los preparativos para la explotación y el mantenimiento de la central nuclear, es probable que el propietario/explotador establezca su propia entidad de compras con los programas y competencias necesarios para realizar las compras previstas de equipo y servicios. Al hacerlo, debe considerar no solo las compras para la explotación normal y la preinstalación del equipo de emergencia en el emplazamiento, sino también los procedimientos para las compras urgentes de otros suministros y equipo necesarios en situaciones de emergencia. Al prepararse para tales actividades, se recomienda que el propietario/explotador elabore un plan destinado a garantizar que se cuente con las competencias y los procedimientos necesarios antes del final de la fase 3. Este plan debe incluir disposiciones para que el personal de compras trabaje junto con el equipo de compras del suministrador a fin de obtener la experiencia necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

Posición nacional

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Initiating Nuclear Power Programmes: Responsibilities and Capabilities of Owners and Operators, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.1, IAEA, Vienna (2009).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Responsibilities and Capabilities of a Nuclear Energy Programme Implementing Organization, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.6, IAEA, Vienna (2009).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preparation of a Feasibility Study for New Nuclear Power Projects, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.3, IAEA, Vienna (2014).

Seguridad tecnológica nuclear

COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SF-1, OIEA, Viena, 2007.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme, IAEA Safety Standards Series No. SSG-16, IAEA, Vienna (2011).

Gestión

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Sistema de gestión de instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-R-3, OIEA, Viena, 2011.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Project Management in Nuclear Power Plant Construction: Guidelines and Experience, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-2.7, IAEA, Vienna (2012).

Fondos y financiación

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Issues to Improve the Prospects of Financing Nuclear Power Plants, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-4.1, IAEA, Vienna (2009).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Financing of New Nuclear Power Plants, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-4.2, IAEA, Vienna (2008).

Marco jurídico

STOIBER, C., BAER, A., PELZER, N., TONHAUSER, W., *Manual de derecho nuclear*, OIEA, Viena, 2006.

STOIBER, C., CHERF, A., TONHAUSER, W., VEZ CARMONA, M. L., *Manual de derecho nuclear: Legislación de aplicación*, OIEA, Viena, 2012.

Salvaguardias

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Safeguards in the Design of Nuclear Reactors, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-2.9, IAEA, Vienna (2014).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Safeguards in Nuclear Facility Design and Construction, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-2.8, IAEA, Vienna (2013).

Marco regulador

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad*, Colección Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1, OIEA, Viena, 2010.

Protección radiológica

COMISIÓN EUROPEA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3*, OIEA, Viena, 2016.

Red eléctrica

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Electric Grid Reliability and Interface with Nuclear Power Plants*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.8, IAEA, Vienna (2012).

Desarrollo de los recursos humanos

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Workforce Planning for New Nuclear Power Programmes*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.10, IAEA, Vienna (2011).

Participación de los interesados

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.4, IAEA, Vienna (2011).

Emplazamientos e instalaciones auxiliares

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Managing Siting Activities for Nuclear Power Plants*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.7, IAEA, Vienna (2012).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación del emplazamiento de instalaciones nucleares*, *Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-R-3*, OIEA, Viena, 2010.

Protección ambiental

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Managing Environmental Impact Assessment for Construction and Operation in New Nuclear Power Programmes*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.11, IAEA, Vienna (2014).

Planificación para casos de emergencia

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Consideraciones sobre preparación y respuesta para casos de emergencia destinadas a un Estado que inicie un programa nucleoelectrico*, *Colección de Preparación y Respuesta para Casos de Emergencia*, EPR-EMBARKING 2012, OIEA, Viena, 2014.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Preparación y respuesta a situaciones de emergencia nuclear o radiológica*, *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GS-R-2, OIEA, Viena, 2004.

Seguridad física nuclear

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Establecimiento de la infraestructura de seguridad física nuclear para un programa nucleoelectrico*, *Colección de Seguridad Física Nuclear* N° 19, OIEA, Viena, 2018.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Objetivo y elementos esenciales del régimen de seguridad física nuclear de un Estado*, *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 20, OIEA, Viena, 2014.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Recomendaciones de seguridad física nuclear sobre la protección física de los materiales y las instalaciones nucleares (INFCIRC/225/Rev.5)*, *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* N° 13, OIEA, Viena, 2012.

Ciclo del combustible nuclear

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Fuel Cycle Objectives, IAEA Nuclear Energy Series No. NF-O, IAEA, Vienna (2013).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÓMICA, *Seguridad de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear; Colección de Normas de Seguridad Nuclear del OIEA N° NS-R-5 (Rev. 1)*, OIEA, Viena, 2018.

Gestión de desechos radiactivos

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Options for Management of Spent Fuel and Radioactive Waste for Countries Developing New Nuclear Power Programmes, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.24, IAEA, Vienna (2013).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radioactive Waste Management Objectives, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-O, IAEA, Vienna (2011).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1, IAEA, Vienna (2009).

ABREVIACIONES

ASA	acuerdo de salvaguardias amplias
Convención Conjunta	Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos
DAA	desechos de actividad alta
DAB	desechos de actividad baja
DAI	desechos de actividad intermedia
NEPIO	organización para la ejecución de programas de energía nuclear
PPC	protocolo sobre pequeñas cantidades
PRCE	preparación y respuesta para casos de emergencia
SNCC	sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares
TNP	Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Bazile, F.	Comisión de Energía Atómica (Francia)
Benazza, Mohd. El Hafed	Comisión de Energía Atómica (Argelia)
Bermúdez Samiei, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bolme, A. B.	Autoridad de Energía Atómica de Turquía (Turquía)
Braguine, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bruno, N.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Buglova, E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Burkart, A.	Departamento de Estado (Estados Unidos de América)
Calpena, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Caruso, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Chemini, R.	SONATRACH (Argelia)
Cherf, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Clapper, M.	Departamento de Energía (Estados Unidos de América)
Clark, C. R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Danker, W.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Deboodt, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ding, J.	Instituto de Ingeniería Nuclear de Beijing (China)
Ek, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
El-Asiry, M. A.	Autoridad de Centrales Nucleares (Egipto)
El-Hamid Mostafa, H. A.	Autoridad de Centrales Nucleares (Egipto)
Evans, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Facer, R. I.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Forsström, H.	Organismo Internacional de Energía Atómica

Graves, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Gregoric, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Gueorguiev, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Hamouda, R.	Ministerio de Energía y Minas (Argelia)
Han, K.-I.	Compañía de Ingeniería Energética de Corea, (República de Corea)
Hezoucky, F.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Hutchings, R.	Misión Permanente de Australia (Viena)
Jurkowski, M.	Organismo Nacional de Energía Atómica (Polonia)
Kazenov, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Le Heron, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lederman, L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lignini, F.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lyons, J.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Mazour, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Mikhalevich, A.	Centro Científico de Eficiencia Energética (Belarús)
Mohammedi, D.	SONELGAZ (Argelia)
Mrabit, K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Murphy, J.	Administración Nacional de Seguridad Nuclear (Estados Unidos de América)
Neerdael, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Nicholas, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Nicic, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
O'Donnell Torroba, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Omoto, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Paliukhovich, V.	Seguridad Nuclear del Ministerio de Emergencias (Belarús)

Pellechi, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Phillips, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Pieroni, N.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Rasin, W.	Consultor (Estados Unidos de América)
Remadna, M.	Ministerio de Energía y Minas (Argelia)
Sajaroff, P.	Autoridad Regulatoria Nuclear (Argentina)
Shalabi, A.	Misión Permanente del Canadá (Viena)
Sollychin, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Stern, W.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Tellería, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Tonhauser, W.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Toth, C.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Vergara, J.	Comisión Chilena de Energía Nuclear (Chile)
Viktorsson, C.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Villalibre, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Weinstein, E.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Yanko, L.	Atomstroyexport (Federación de Rusia)
Zhu, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica

Colaboradores en la redacción y la revisión de la versión revisada 1

Agu, M. N.	Comisión de Energía Atómica de Nigeria (Nigeria)
Akbar, M. S.	Comisión de Energía Atómica de Bangladesh (Bangladesh)
Allotey, N. K.	Centro de Energía Nucleoeléctrica (Ghana)
Anzhar, K.	Agencia Nacional de Energía Nuclear (Indonesia)
Aoki, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Araj, K.	Comisión de Energía Atómica de Jordania (Jordania)

Artisiuk, V.	Instituto Central de Educación y Capacitación Continuas de Rosatom (Federación de Rusia)
Asaduzzaman, K. M.	Ministerio de Ciencia y Tecnología (Bangladesh)
Ashaiekh, M. A. E.	Comisión de Energía Atómica del Sudán (Sudán)
Barrientos Riveros, C.	Comisión Chilena de Energía Nuclear (Chile)
Bastos, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Boogard, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Boussaha, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Burkart, A.	Departamento de Estado de los Estados Unidos (Estados Unidos de América)
Bychkov, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Cañadas, V.	Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentina)
Cherf, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Cheshire, E. K.	Junta de Electricidad Nuclear de Kenya (Kenya)
Cisar, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Clark, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Colgan, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Crété, J.-M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Cristobal Polo, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Daifuku, K.	Électricité de France (Francia)
Das, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
de Grosbois, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Delattre, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Djermouni, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Dromgoole, L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Duskas, A.	Departamento de Energía de los Estados Unidos (Estados Unidos de América)

Elhag, Y.	Ministerio de Recursos Hídricos y Electricidad (Sudán)
Evans, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Evans, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Faltejsek, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ferrari, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Flory, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Forsström, H.	Compañía Sueca de Gestión del Combustible y los Desechos Nucleares (Suecia)
Gest, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Gibbs, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Gillespie, M.	Misión Permanente (Estados Unidos de América)
Graves, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Gross, J.	Departamento de Energía de los Estados Unidos (Estados Unidos de América)
Harper, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Herschel, H.	Dirección General de la Energía y el Clima (Francia)
Hill, C.	Misión Permanente (Francia)
Hughes, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Jalal, I.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Jam, S.	Empresa de Energía Nucleoeléctrica de Malasia (Malasia)
Kang, K.-S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kilic, N.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kim, J. Y.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kinker, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kishida, K.	Centro de Cooperación Internacional del Foro Industrial Atómico del Japón (Japón)

Kobetz, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Koenick, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kolomiets, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Korinny, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Koshy, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Kovachev, M. D.	JSC Rosatom Overseas (Federación de Rusia)
Lafortune, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lee, J. K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lekoma, T. P.	Departamento de Comercio e Industria (Sudáfrica)
Lepouzé, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lewinski, M.	Ministerio de Economía (Polonia)
Lipar, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Lyons, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Mallick, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Mansoux, H.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Matu, L.	Junta de Electricidad Nuclear de Kenya (Kenya)
McDonald, A.	Consultor
Mele, I.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Mishevskaja, A.	Dirección de Seguridad Radiológica (ex República Yugoslava de Macedonia)
Moeller, K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Molloy, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Mortin, S.	Consultor
Naeem Iqbal, M.	Dirección de Estructura de Ingeniería Nucleoeléctrica (Pakistán)
Nestoroska Madjunarova, S.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Nguyen, T. Y. N.	Organismo de Energía Atómica de Viet Nam (Viet Nam)

Nkong-Njock, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Omondi, E.	Junta de Electricidad Nuclear de Kenya (Kenya)
Ousmane Manga, A.	Departamento de Física, Universidad Abdou Mounouni (Níger)
Pagannone, B.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Painter, C. L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Park, I. S.	Compañía Hidroeléctrica y Nucleoeléctrica de Corea (República de Corea)
Park, J. K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Petrosyan, A.	Ministerio de Energía y Recursos Naturales (Armenia)
Phillips, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Proehl, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ranguelova, V.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Rasin, W.	Consultor
Rotaru, I.	Elcomex IEA (Rumania)
Samaddar, S	Organismo Internacional de Energía Atómica
Sanda, I. G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Sbaffoni, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Scott, M.	Departamento de Energía de los Estados Unidos (Estados Unidos de América)
Siraky, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Sokolov, Y.	Rosatom (Federación de Rusia)
Sta. Rita, M. G.	Empresa Nacional de Energía (Filipinas)
Starz, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Stevens, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Stolberg, Z.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Tatar, F. C.	Agencia Nuclear y de Desechos Radiactivos (Rumania)

Tellería, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Toba, A.	Centro de Cooperación Internacional del Foro Industrial Atómico del Japón (Japón)
Tonhauser, W.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Troshchenko, Y.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ugbor, U.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Van Haastrecht, C.	Misión Permanente (Canadá)
Van Sickle, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Vierovkina, N.	Ministerio de Energía y de la Industria del Carbón (Ucrania)
Vincze, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Warren, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Weightman, M.	Consultor
Wells, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Wetherall, A.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Yagi, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Yang, J. S.	Organismo Internacional de Energía Atómica

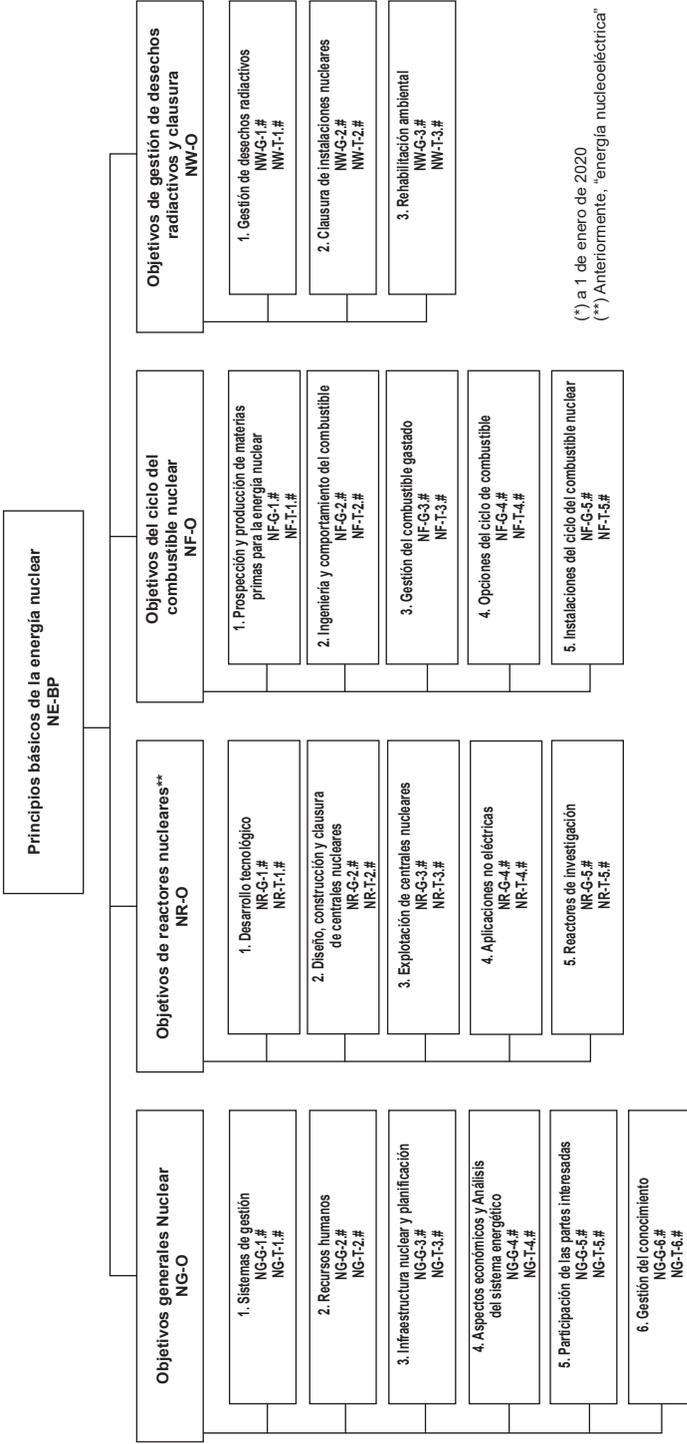
Reuniones de consultores

Viena (Austria): 22 de octubre de 2012, 15 de febrero de 2013, 8 a 12 de julio de 2013, 3 a 14 de febrero de 2014, 26 a 30 de mayo de 2014, 7 a 11 de julio de 2014, 6 a 17 de octubre de 2014

Reunión técnica

Viena (Austria): 28 a 30 de mayo de 2014

Estructura de la colección de energía nuclear del OIEA *



(*) a 1 de enero de 2020

(**) Anteriormente, "energía nucleoelectrónica"

Leyenda

BP: Principios básicos

O: Objetivos

G: Guías y metodologías

T: Informes técnicos

N^{os} 1 a 6: Designación de temas

#: Número de guía o informe (1, 2, 3, 4, etc.)

Ejemplos

NG-G-3-1: Nuclear general (**NG**), Guías y metodologías (**G**), Infraestructura nuclear y planificación (tema **3**), **#1**

NR-T-5-4: Reactores nucleares (**NR**), Informes técnicos (**T**), Reactores de investigación (tema **5**), **#4**

NF-T-3-6: Combustible nuclear (**NF**), Informes técnicos (**T**),

Gestión del combustible gastado (tema **3**), **#6**

NW-G-1-1: Gestión de desechos radiactivos y clausura (**NW**), Guías y metodologías (**G**),

Gestión de desechos radiactivos (tema **1**) **#1**



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

Los pedidos de publicaciones gratuitas deben hacerse directamente al OIEA. Al final de la lista de proveedores se proporcionan los datos de contacto.

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: eurospan@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

Los pedidos de publicaciones, tanto de pago como gratuitas, pueden enviarse directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: www.iaea.org/publications

El desarrollo y adopción de una infraestructura apropiada para apoyar la implantación satisfactoria de la energía nucleoelectrica y su aplicación sostenible con fines pacíficos en condiciones de seguridad tecnológica y física es una cuestión de interés fundamental, sobre todo para los países que consideran y planean la construcción de su primera central nuclear. En la preparación de la infraestructura nuclear necesaria es preciso llevar a cabo varias actividades, que pueden realizarse en tres fases progresivas. En la presente publicación se explican los resultados que se prevé alcanzar al final de cada fase haciendo un uso óptimo de los recursos. Por “hitos” se entienden las condiciones necesarias para demostrar que la fase ha culminado con éxito.