

# Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

## Realización de operaciones en centrales nucleares

Guía de seguridad

Nº NS-G-2.14



**IAEA**

Organismo Internacional de Energía Atómica

# NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

## NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo III de su Estatuto, el OIEA está autorizado a establecer o adoptar normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y a proveer a la aplicación de esas normas.

Las publicaciones mediante las cuales el OIEA establece las normas figuran en la **Colección de Normas de Seguridad del OIEA**. Esta serie de publicaciones abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. Las categorías comprendidas en esta serie son las siguientes: **Nociones fundamentales de seguridad, Requisitos de seguridad y Guías de seguridad**.

Para obtener información sobre el programa de normas de seguridad del OIEA puede consultarse el sitio del OIEA en Internet:

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

En este sitio se encuentran los textos en inglés de las normas de seguridad publicadas y de los proyectos de normas. También figuran los textos de las normas de seguridad publicados en árabe, chino, español, francés y ruso, el glosario de seguridad del OIEA y un informe de situación relativo a las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA, P.O. Box 100, 1400 Viena (Austria).

Se invita a los usuarios de las normas de seguridad del OIEA a informar al Organismo sobre su experiencia en la utilización de las normas (por ejemplo, como base de los reglamentos nacionales, para exámenes de la seguridad y para cursos de capacitación), con el fin de garantizar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. La información puede proporcionarse a través del sitio del OIEA en Internet o por correo postal, a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico, a la dirección [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org).

## PUBLICACIONES CONEXAS

Con arreglo a las disposiciones del artículo III y del párrafo C del artículo VIII de su Estatuto, el OIEA facilita y fomenta la aplicación de las normas y el intercambio de información relacionada con las actividades nucleares pacíficas, y sirve de intermediario para ello entre sus Estados Miembros.

Los informes sobre seguridad y protección en las actividades nucleares se publican como **Informes de Seguridad**, que ofrecen ejemplos prácticos y métodos detallados que se pueden utilizar en apoyo de las normas de seguridad.

Otras publicaciones del OIEA relacionadas con la seguridad se publican como **informes sobre evaluación radiológica, informes del INSAG** (Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear), **Informes Técnicos**, y **documentos TECDOC**. El OIEA publica asimismo informes sobre accidentes radiológicos, manuales de capacitación y manuales prácticos, así como otras obras especiales relacionadas con la seguridad.

Las publicaciones relacionadas con la seguridad física aparecen en la **Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA**.

La **Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA** comprende publicaciones de carácter informativo destinadas a fomentar y facilitar la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía nuclear con fines pacíficos. Incluye informes y guías sobre la situación y los adelantos de las tecnologías, así como experiencias, buenas prácticas y ejemplos prácticos en relación con la energía nucleoelectrónica, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura.

REALIZACIÓN DE OPERACIONES  
EN CENTRALES NUCLEARES

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

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

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° NS-G-2.14

# REALIZACIÓN DE OPERACIONES EN CENTRALES NUCLEARES

GUÍA DE SEGURIDAD

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
VIENA, 2012

## 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 que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización, y por lo general dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a reproducción y 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  
Centro Internacional de Viena  
PO Box 100  
1400 Viena (Austria)  
fax: +43 1 2600 29302  
tel.: +43 1 2600 22417  
correo-e: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
<http://www.iaea.org/books>

© OIEA, 2012  
Impreso por el OIEA en Austria  
Abril de 2012

REALIZACIÓN DE OPERACIONES  
EN CENTRALES NUCLEARES  
OIEA, VIENA, 2012  
STI/PUB/1339  
ISBN 978-92-0-329710-3  
ISSN 1020-525X

## PRÓLOGO

El OIEA está autorizado por su Estatuto a establecer normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad — normas que el OIEA debe utilizar en sus propias operaciones, y que un Estado puede aplicar mediante sus disposiciones de reglamentación de la seguridad nuclear y radiológica. Ese amplio conjunto de normas de seguridad revisadas periódicamente, junto a la asistencia del OIEA para su aplicación, se ha convertido en elemento clave de un régimen de seguridad mundial.

A mediados del decenio de 1990 se inició una importante reorganización del programa de normas de seguridad del OIEA, modificándose la estructura del comité de supervisión y adoptándose un enfoque sistemático para la actualización de todo el conjunto de normas. Las nuevas normas son de gran calidad y reflejan las mejores prácticas utilizadas en los Estados Miembros. Con la asistencia de la Comisión sobre Normas de Seguridad, el OIEA está llevando a cabo actividades para promover la aceptación y el uso a escala mundial de sus normas de seguridad.

Sin embargo, las normas de seguridad sólo pueden ser eficaces si se aplican correctamente en la práctica. Los servicios de seguridad del OIEA, que van desde la seguridad técnica, la seguridad operacional y la seguridad radiológica, del transporte y de los desechos hasta cuestiones de reglamentación y de cultura de la seguridad en las organizaciones — prestan asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas y la evaluación de su eficacia. Estos servicios de seguridad permiten compartir valiosos conocimientos, por lo que se exhorta a todos los Estados Miembros a que hagan uso de ellos.

La reglamentación de la seguridad nuclear y radiológica es una responsabilidad nacional, y son muchos los Estados Miembros que han decidido adoptar las normas de seguridad del OIEA para incorporarlas en sus reglamentos nacionales. Para las Partes Contratantes en las diversas convenciones internacionales sobre seguridad, las normas del OIEA son un medio coherente y fiable de asegurar el eficaz cumplimiento de las obligaciones contraídas en virtud de las convenciones. Los encargados del diseño, los fabricantes y los explotadores de todo el mundo también aplican las normas para mejorar la seguridad nuclear y radiológica en la generación de electricidad, la medicina, la industria, la agricultura, la investigación y la educación.

El OIEA asigna gran importancia al permanente problema que significa para los usuarios y los reguladores en general garantizar un elevado nivel de seguridad en la utilización de los materiales nucleares y las fuentes de radiación en todo el mundo. Su continua utilización en beneficio de la humanidad debe gestionarse de manera segura, objetivo a cuyo logro contribuyen las normas de seguridad del OIEA.

## *NOTA EDITORIAL*

*En caso de que el documento contenga apéndices, éstos formarán parte integrante del documento y tendrán la misma importancia que el texto principal. En caso de que contenga anexos, notas de pie de página y bibliografías, su finalidad es proporcionar información adicional o dar ejemplos prácticos que podrían ser de utilidad para el usuario.*

*En las normas de seguridad se emplea la forma verbal “deberá” (en inglés “shall”) cuando se enuncian requisitos, deberes y obligaciones. La forma “debería” o “debe” (en inglés “should”) se usa para indicar recomendaciones de una opción deseada.*

*La versión en inglés del texto es la versión autorizada.*



# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
	Antecedentes (1.1–1.3) .....	1
	Objetivo (1.4) .....	1
	Alcance (1.5–1.6) .....	2
	Estructura (1.7) .....	2
2.	GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA CENTRAL .....	3
	Funciones y tareas de las operaciones de la central (2.1–2.5) .....	3
	Política operacional (2.6–2.9) .....	5
	Recursos humanos y cualificaciones del personal (2.10–2.15) .....	6
	Objetivos y normas de actuación (2.16–2.21) .....	8
	Relaciones con otros grupos de la central (2.22–2.29) .....	9
3.	COMPLEMENTO Y FUNCIONES DE LOS TURNOS .....	11
	El supervisor de turno (3.1–3.2) .....	11
	Los operadores (3.3–3.8) .....	13
	El ingeniero de seguridad de turno o asesor técnico (3.9–3.10) .....	14
	Personal de apoyo técnico de turnos (3.11) .....	15
4.	RUTINAS Y PRÁCTICAS OPERACIONALES DEL TURNO .....	15
	Disposiciones relativas a los turnos (4.1–4.6) .....	15
	Operaciones de los turnos (4.7–4.12) .....	16
	Cambios de turno (4.13–4.20) .....	18
	Disponibilidad y uso de los procedimientos operacionales (4.21–4.26) .....	19
	Instrucciones previas al trabajo (4.27–4.28) .....	21
	Conducta en la sala de control (4.29–4.33) .....	21
	Rondas de turno (4.34–4.42) .....	23
	Comunicaciones (4.43–4.48) .....	25
	Documentos del turno y mantenimiento de registros (4.49–4.58) .....	26

5.	CONTROL DEL EQUIPO Y ESTADO DE LA CENTRAL .....	28
	Rotulación del equipo de la central (5.1–5.4) .....	28
	Alineamiento de sistemas (5.5–5.8) .....	29
	Salida de servicio y vuelta al servicio del equipo (5.9–5.16) .....	30
	Vigilancia del estado del equipo (5.17–5.20) .....	32
	Control de las operaciones relacionadas con la reactividad (5.21–5.25) .....	33
	Control de alarmas (5.26–5.31) .....	34
	Recuperación de situaciones anómalas (5.32–5.36) .....	35
	Modificaciones temporales (5.37–5.43) .....	36
	Control de la química de la central (5.44–5.47) .....	37
	Tratamiento de las deficiencias del equipo (5.48–5.52) .....	38
6.	EQUIPO DE OPERACIONES Y ELEMENTOS AUXILIARES DEL OPERADOR .....	39
	Estado de las salas y los paneles de control (6.1–6.10) .....	39
	Equipo de comunicación (6.11–6.14) .....	41
	Elementos auxiliares e instrumentos de apoyo del operador (6.15–6.19) .....	42
	Administración interna y condiciones materiales (6.20–6.26) .....	44
7.	CONTROL Y AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO .....	46
	Procedimientos de control del trabajo (7.1–7.9) .....	46
	Planificación y programación del trabajo (7.10–7.14) .....	48
	Control de pruebas especiales y actividades no rutinarias (7.15–7.17) .....	49
	Control de interrupción del servicio (7.18–7.20) .....	50
	Rutinas para el aislamiento del equipo (7.21–7.32) .....	50
	Seguridad industrial (7.33–7.37) .....	53
	REFERENCIAS .....	55
	COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y EXAMEN .....	57
	ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA .....	59

# 1. INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTES

1.1. Esta Guía de Seguridad se ha preparado en el marco del programa del OIEA de elaboración de normas de seguridad para las centrales nucleares. Formula recomendaciones relativas al cumplimiento de los requisitos estipulados en la Sección 5 de la publicación de Requisitos de Seguridad sobre Seguridad de las centrales nucleares: explotación [1].

1.2. Para garantizar la seguridad, es necesario que la dirección de una central nuclear reconozca que el personal que participa en el funcionamiento de la central ha de ser conocedor de las exigencias de seguridad, debe responder a ellas de modo efectivo y ha de buscar de modo continuo medios mejores de mantenerla y mejorarla. Todo ello es de especial importancia cuando la industria nuclear está sometida a presión creciente para que produzca en un mercado de la energía competitivo. Ese reconocimiento contribuirá a garantizar que se pongan en práctica políticas de funcionamiento de las centrales nucleares que den lugar a un funcionamiento tecnológicamente seguro y a que se mantengan siempre unos márgenes de seguridad suficientes. La organización del departamento de operaciones, las normas de gestión y los controles administrativos han de ser tales que garanticen en alto grado que se ejecutan las políticas y decisiones relativas a la seguridad, que ésta mejora constantemente y que se desarrolla y favorece una intensa cultura de la seguridad tecnológica.

1.3. Independientemente del grado de automatización de una central, las decisiones finales sobre el funcionamiento y las correspondientes responsabilidades finales de la explotación incumben al personal del departamento de operaciones de la central. El personal de operaciones influye de modo directo en las operaciones de la central, así como en los sistemas y componentes asociados.

## OBJETIVO

1.4. El objetivo de esta publicación es proporcionar a los Estados recomendaciones destinadas a garantizar que las operaciones de una central se llevan a cabo de manera segura, efectiva, minuciosa y profesional, de conformidad con los requisitos establecidos en la Ref. [1] y, en lo posible, las

mejores prácticas internacionales. Las recomendaciones de esta Guía de Seguridad facilitan más detalles sobre actividades directas para las operaciones, que complementan la Sección 6 de la Guía de Seguridad sobre *The Operating Organization for Nuclear Power Plants* [2].

## ALCANCE

1.5. Mediante la realización de operaciones, el personal del departamento de operaciones influye directamente en el funcionamiento de la central y en sus sistemas y componentes asociados. En esta publicación se determinan las principales responsabilidades y prácticas operativas del departamento de operaciones, que controla el funcionamiento seguro de la central.

1.6. En la presente Guía de Seguridad se comentan los factores que deben tenerse en cuenta al (a) estructurar el departamento de operaciones de una central nuclear; (b) estipular unas normas elevadas de rendimiento y adoptar de manera efectiva decisiones relacionadas con la seguridad; (c) realizar las actividades de la sala de control de modo cabal y profesional; y (d) mantener una central nuclear dentro de los límites y las condiciones operacionales establecidos.

## ESTRUCTURA

1.7. La Sección 2 se centra en los aspectos organizativos y administrativos del departamento de operaciones. En la Sección 3 se formulan recomendaciones relativas al complemento de turno de los operadores y sus obligaciones. La Sección 4 ofrece recomendaciones sobre las rutinas de los turnos y las buenas prácticas operacionales. En la Sección 5 se formulan recomendaciones para el control del equipo de la central y la condición de ésta. La Sección 6 presenta recomendaciones sobre el uso y el mantenimiento de instalaciones para la explotación e instrumentos auxiliares del operador, y en la Sección 7 se formulan recomendaciones sobre el control y la autorización del trabajo.

## **2. GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA CENTRAL**

### **FUNCIONES Y TAREAS DE LAS OPERACIONES DE LA CENTRAL**

2.1. La gestión y la organización de las operaciones de la central han de ser de tales características que garanticen un alto nivel de rendimiento en las operaciones, que ha de lograrse mediante la ejecución y el control efectivos de las actividades de las operaciones.

2.2. El buen entendimiento por parte del personal de operaciones de sus autoridades, responsabilidades y relaciones es primordial para el correcto funcionamiento de una central nuclear. Para que el personal de operaciones logre ese entendimiento, la estructura de organización de las operaciones de la central ha de estar claramente definida y los controles administrativos para la puesta en práctica de la estructura tienen que estar documentados oficialmente.

2.3. Si bien la estructura del departamento de operaciones será variable en función de la central o la empresa de que se trate, suele estar integrada por personal que trabaja en turnos y personal adicional de apoyo que se encuentra presente durante el horario normal de oficina. Al determinar la estructura del departamento de operaciones, deben tenerse en cuenta las siguientes tareas, funciones y responsabilidades:

- La planificación de las actividades globales y el trabajo del departamento de operaciones, en cooperación con otros departamentos de la central, para elaborar un programa integrado de las operaciones de la misma;
- La planificación de los recursos humanos y el perfeccionamiento del personal;
- El funcionamiento directo de la central energética supervisando y controlando los sistemas de la central de acuerdo con las reglas correspondientes, los procedimientos de funcionamiento, los límites y las condiciones operacionales que se hayan establecido y los procedimientos administrativos;
- La supervisión de las operaciones de cada turno a cargo del supervisor de éste y la evaluación periódica de las operaciones de los turnos a cargo de los directores de operaciones (esto es, el personal directivo del departamento de operaciones);

- La organización de la supervisión de las actividades de recarga de combustible y parada;
- La formulación de los procedimientos y las instrucciones de funcionamiento y la coordinación de su preparación para asegurar el funcionamiento seguro y fiable del equipo y los sistemas de la central;
- La coordinación de la elaboración y aplicación de programas y políticas para garantizar que las operaciones de la central se llevan a cabo de modo seguro y fiable;
- La participación en la elaboración de programas de vigilancia para las estructuras, los sistemas y los componentes importantes en relación con la seguridad y la coordinación de su aplicación;
- La elaboración y aplicación de procedimientos de gestión del trabajo que garanticen que el personal de los turnos conoce el trabajo de la central y mantiene la correcta configuración de la misma;
- El mantenimiento de una configuración adecuada de la central mediante el tratamiento correcto de los cambios que se hayan producido en la condición de la central imputables al mantenimiento, modificaciones y actividades de comprobación;
- La identificación de deficiencias en el equipo y en la central para garantizar que las actividades de mantenimiento puedan estructurarse de modo efectivo;
- El apoyo a las actividades de interrupción del servicio mediante la participación del personal en la elaboración de programas, la verificación, proyectos especiales, alineamiento de sistemas<sup>1</sup>, rastreo de la operabilidad y nueva puesta en servicio de sistemas;
- El establecimiento y la aplicación de un sistema que impida el acceso no autorizado a las estructuras, los sistemas y componentes importantes para la seguridad o la interferencia por los mismos cualquiera que sea el motivo;
- La identificación de las necesidades de capacitación, la implicación en la elaboración de programas de capacitación y en la supervisión de las sesiones correspondientes, y la evaluación de los programas de capacitación;
- La verificación de unas buenas condiciones materiales y de mantenimiento en las zonas de la central de las que es responsable el departamento de operaciones;

---

<sup>1</sup> El alineamiento de un sistema o equipo es la configuración del sistema o equipo creada por interruptores, válvulas o disyuntores para asegurar el funcionamiento adecuado del sistema o equipo con un fin determinado.

- La determinación de metas y objetivos de funcionamiento que sean conformes con las metas y los objetivos globales de la central;
- La comunicación sobre la investigación, y la participación en ésta, de cualquier suceso anómalo, comprendidos los cuasi accidentes y los sucesos de bajo nivel, y la decisión sobre las medidas que deben adoptarse para reducir la probabilidad de que vuelva a darse una situación similar como suceso real de la central;
- La difusión de la información sobre la experiencia de funcionamiento al personal correspondiente, de forma que los equipos operacionales y demás personal de operaciones se enteren oportunamente de los hechos relevantes, internos y externos;
- La producción de informes operacionales para la dirección y otros grupos y autoridades, según sea necesario.

2.4. La responsabilidad general de establecer y aplicar el programa de operaciones y de dirigir el departamento de operaciones debe recaer normalmente en el director de operaciones. A éste incumbe la responsabilidad de la dirección día a día del departamento de operaciones, que se encarga de las tareas y funciones especificadas en el párrafo. 2.3.

2.5. El departamento de operaciones ha de participar en el establecimiento de prioridades de todo el trabajo que pueda afectar a la explotación tecnológicamente segura de la central y debe tener la responsabilidad de supervisar la planificación y programación de ese trabajo.

## POLÍTICA OPERACIONAL

2.6. La política operacional debe dejar sentado que la seguridad goza de una prioridad absoluta en todos los aspectos de las operaciones de la central, comprendidas las dificultades debidas a exigencias de la producción y los programas de proyectos. La política debe fomentar una actitud inquisitiva y un enfoque riguroso y prudente de todas las actividades relacionadas con la seguridad tecnológica. El concepto de defensa en profundidad debe aplicarse de modo general a todas las actividades relacionadas con la seguridad.

2.7. Únicamente se debe permitir al personal autorizado que ejecute las operaciones de la central que sean críticas en relación con la seguridad (la Ref. [3] facilita recomendaciones sobre la autorización del personal de las centrales nucleares). La asignación al manejo de llaves o equipo de las salas de control sobre el terreno debe especificarse en los procedimientos administrativos.

Únicamente se debe permitir a personal física y mentalmente apto para las tareas operacionales la ejecución de actividades de explotación de la central en la sala principal de control o sobre el terreno.

2.8. El personal de operaciones debe mantener el reactor y sus sistemas de apoyo dentro de los límites de los alineamientos correctos del equipo y los límites y condiciones operacionales aprobados. Todas las operaciones que afecten a la seguridad deben realizarse únicamente en conformidad con procedimientos escritos. La central nuclear debe mantenerse en un estado de seguridad tecnológica mediante un control y una supervisión deliberados que garanticen el cumplimiento de las funciones básicas de seguridad (como el control de la energía, el enfriamiento del combustible nuclear y el confinamiento del material radiactivo).

2.9. Los enfoques y las prácticas de funcionamiento han de garantizar que las dosis debidas a la exposición a la radiación ionizante en la central o imputables a cualquier liberación planificada de material radiactivo de la central se mantienen por debajo de los límites de dosis prescritos en todos los estados operacionales y que permanecen “en el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse” (ALARA). Los requisitos de protección frente a la radiación ionizante están establecidos en las Normas Internacionales Básicas de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación [4].

## RECURSOS HUMANOS Y CUALIFICACIONES DEL PERSONAL

2.10. El director de operaciones tiene que asegurarse de que en todo momento se encuentra disponible un número suficiente de miembros del personal competentes para hacer funcionar la central de modo seguro, tanto en condiciones normales como anómalas. Se debe contar con un número suficiente de miembros del personal de operaciones para permitir que los miembros del personal queden periódicamente libres para atender las necesidades de capacitación y perfeccionamiento. Debe existir un plan a largo plazo de sucesión del personal, respaldado por revisiones de la evolución de la carrera, planes de acción asociados y planes de contratación. El objetivo de esas revisiones ha de ser fomentar una mejora y un aprendizaje continuos.



2.11. Los grupos de operadores en turno deben estar compuestos de forma que se encuentre disponible un número suficiente de operadores autorizados<sup>2</sup> y otros miembros del personal para una realización fiable de las tareas asignadas en condiciones de funcionamiento normales y anómalas, comprendidas las condiciones de incendio y accidente de distintos tipos. Se debe prestar especial atención a asegurarse de que los niveles de dotación de personal permiten una abundancia y diversidad suficientes de las competencias necesarias, tanto en circunstancias normales como anómalas.

2.12. Durante períodos particularmente laboriosos, por ejemplo, durante las interrupciones del servicio del reactor, los supervisores deben asegurarse de que cuentan con una cobertura de personal suficiente para permitir ratos de descanso. También han de ser particularmente vigilantes para descubrir cualquier indicio de fatiga en el personal.

2.13. Hay que establecer un programa amplio de capacitación y recualificación continuas para todo el personal de operaciones. Es preciso proporcionar información adicional y, de ser necesario, capacitación, cuando un individuo haya estado ausente de la central durante un período de tiempo importante (por ejemplo, por enfermedad). La información o la capacitación adicionales pueden ser también necesarias para operaciones críticas en relación con la seguridad u operaciones poco frecuentes, o bien para ciertas operaciones rutinarias que se llevan a cabo rara vez debido a la mejora del rendimiento operacional (v. gr., puesta en marcha de la central). Hay que tratar en la capacitación continua los cambios de las reglas y los procedimientos, las modificaciones del equipo de la central y los cambios de la estructura de organización. Se debe impartir una capacitación especial sobre sucesos internos y externos que tengan que ver con la seguridad de la central.

2.14. Hay que prestar apoyo al departamento de capacitación mediante la participación de miembros del departamento de operaciones, en calidad de expertos en la materia, en el análisis de las necesidades de capacitación y la elaboración del material y los instrumentos correspondientes, y también como instructores ocasionales o en jornada parcial.

---

<sup>2</sup> En algunos Estados, ciertos puestos del grupo de operadores de turno están supeditados a un procedimiento de concesión de licencia.

2.15. En la Ref. [3] se facilitan recomendaciones más detalladas sobre la capacitación y cualificación del personal de operaciones de las centrales nucleares, comprendido un planteamiento sistemático de la capacitación.

## OBJETIVOS Y NORMAS DE ACTUACIÓN

2.16. El departamento de operaciones tiene que fijar metas y objetivos realistas, mensurables y exigentes en apoyo de las metas y los objetivos de la organización. Esas metas y esos objetivos han de guardar relación con áreas en las que se esperan altos niveles de actuación. Éstos y las expectativas de la dirección deben reflejarse en la política y los procedimientos operacionales. Los requisitos y las recomendaciones relativos a la gestión de las centrales nucleares figuran en las Refs. [2, 5, 6], y hay una en preparación<sup>3</sup>.

2.17. Deben establecerse los objetivos de actuación y los criterios asociados, utilizándose para supervisar rutinariamente la actuación de la central y del personal de operaciones y, en particular, sus actitudes frente a la seguridad y su respuesta a las infracciones en la materia y a las violaciones de los límites y las condiciones o los procedimientos operacionales (las recomendaciones sobre los límites y las condiciones operacionales figuran en la Ref. [7]). Se debe evaluar con regularidad la actuación del personal de operaciones, y los resultados deben utilizarse para mejorar la actuación de cada uno e impedir la complacencia.

2.18. La dirección del departamento de operaciones ha de estar explícitamente comprometida con la seguridad y las normas de actuación establecidas en las operaciones de la central. Este compromiso debe ser comunicado con claridad al personal de operaciones y verse respaldado por la presencia frecuente de la dirección en los lugares de trabajo del personal. La actuación en materia de seguridad debe mejorarse mediante el liderazgo y la preparación.

2.19. Los directores y supervisores de operaciones, mediante palabras y hechos coherentes, tienen que crear un ambiente de trabajo que favorezca la adhesión a la política operacional y refleje unos altos niveles de actuación. Es preciso reforzar la necesidad de una adopción de decisiones conservadora, una actitud de

---

<sup>3</sup> ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *The Management System for Nuclear Installations*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N°. GS-G-3.5, OIEA, Viena (en preparación).

cuestionamiento y minuciosidad en la realización de las actividades operacionales de la central.

2.20. Es menester realizar autoevaluaciones periódicas para reforzar los altos niveles de actuación e identificar las áreas susceptibles de mejora. Hay que elaborar medidas correctoras y aplicarlas oportunamente, en función de los resultados de las autoevaluaciones y evaluaciones.

2.21. La dirección de operaciones ha de apoyar las operaciones de los turnos, garantizando que todos los requisitos necesarios para cada puesto de un turno, como la cualificación, las descripciones de puesto, la capacitación y las licencias, son suficientes para establecer y mantener unas condiciones de trabajo confortables para cada turno. Es preciso establecer una buena comunicación periódica entre la dirección de operaciones y los operadores de la sala de control.

## RELACIONES CON OTROS GRUPOS DE LA CENTRAL

2.22. El director de más categoría de la central, con la ayuda de otros directores, tanto dentro de la central como fuera de ella, tiene que garantizar la existencia de procedimientos para cubrir sin ambigüedades las relaciones entre el departamento de operaciones y otros grupos de organizaciones in situ en la central y en organizaciones fuera del emplazamiento. La finalidad de esos procedimientos es que se pueda prestar apoyo, en caso necesario, al departamento de operaciones.

2.23. Deben adoptarse medidas adecuadas para prestar pronto apoyo a los supervisores de turno en horas normales de trabajo y fuera de ellas en caso de que surja un problema en un ámbito determinado, como el mantenimiento, la física del reactor, la protección radiológica o la química del agua.

2.24. Deben existir relaciones efectivas entre el personal de turno de la central (comprendidos los operadores de la sala de control y sobre el terreno), el grupo de apoyo técnico y los grupos de mantenimiento, incluidos los concesionarios. Después de terminar su trabajo, el grupo de turno, el grupo de apoyo técnico y los grupos de mantenimiento deben asegurarse de que las estructuras, los sistemas y componentes afectados por las tareas se verifican y se devuelven a su estado original o a un estado operacional satisfactorio que sea conforme a los límites y las condiciones operacionales. El personal de operaciones no debe tolerar fallos ni defectos en el equipo y ha de instar al departamento de mantenimiento a resolver esas disfunciones en un período de tiempo razonable.

2.25. Normalmente el personal de operaciones no debe intercambiar componentes ni ocuparse del mantenimiento. Cuando haya que reparar algo, el personal de operaciones ha de rellenar una petición escrita de labores de mantenimiento y permitir que el personal correspondiente lleve a cabo esa tarea de conformidad con los procedimientos aprobados. Hay que llamar al personal de mantenimiento para que se haga cargo del mantenimiento urgente cuando sea necesario<sup>4</sup>.

2.26. Se debe determinar la relación entre el departamento de operaciones y el de mantenimiento, sobre todo para todos los aspectos de la actividad de interrupción del servicio, con objeto de garantizar que el riesgo de una interrupción del servicio se gestiona adecuadamente y la eficacia de la misma se potencia al máximo, cosa que debe lograrse mediante una planificación y programación meticulosas, una coordinación y una ejecución efectivas y la vuelta a su debido tiempo de los sistemas y componentes a un estado operacional seguro (sobre el control de interrupción del servicio, véanse los párrafos 7.18–7.20).

2.27. Es preciso establecer una coordinación efectiva de las actividades del departamento de operaciones con las del departamento de química de la central para asegurar un control químico adecuado de los sistemas líquidos y gaseosos de la central. Además, los operadores deben informar al personal responsable de la química de la central antes de iniciar evoluciones<sup>5</sup> de la central que puedan afectar a la química de ésta o que requieran la intervención del personal de química. Cuando surjan problemas relacionados con la química, el personal de operaciones y el personal de química de la central deben colaborar estrechamente para poner en práctica rápidamente las medidas correctoras (sobre el control de la química, véanse los párrafos 5.44–5.47).

2.28. Deben entablarse unas buenas relaciones entre el departamento de operaciones y el de protección radiológica. Los operadores deben informar al personal de protección frente a las radiaciones antes de iniciar evoluciones de la

---

<sup>4</sup> El personal de operaciones puede realizar pequeñas reparaciones o sustituciones que sea competente para llevar a cabo, como cambiar las bombillas que indican la situación del equipo, cambiar el papel para gráficos y los cartuchos de tinta, conectar bombas de sumidero portátiles, agregar aceite a componentes y conectar las mangas de las compuertas del generador de vapor. Todas estas actividades de mantenimiento menores deben figurar claramente enumeradas en las descripciones de puesto del personal de operaciones correspondiente.

<sup>5</sup> Por evolución de la central se entiende el desarrollo o la secuencia de cambios en el estado de un sistema o equipo iniciado por transeúntes de la central o por la acción deliberada del explotador.

central que puedan afectar a los niveles de radiación de ésta o que requieran la intervención del personal de protección radiológica.

2.29. El departamento de operaciones debe coordinar las actividades pertinentes con la organización responsable de la seguridad física en la central y para elaborar medidas que reduzcan la vulnerabilidad de la central a los actos dolosos, con objeto de aprovechar las sinergias entre seguridad tecnológica y seguridad física.

### **3. COMPLEMENTO Y FUNCIONES DE LOS TURNOS**

#### **EL SUPERVISOR DE TURNO**

3.1. El supervisor de turno debe dirigir las operaciones de la central en cada turno, siendo responsable de la seguridad global de la central, la protección y la seguridad del personal, la coordinación de las actividades de la central y la actuación del turno asignado. Sus responsabilidades comprenden característicamente la supervisión del personal del turno y el control directo de las operaciones de la central de conformidad con los límites, las condiciones y los procedimientos operacionales. Además, las responsabilidades del supervisor del turno consisten normalmente en:

- Asumir la autoridad del director de la central en las horas fuera del trabajo. El supervisor de turno ha de tener autoridad para resolver cualquier problema que pueda afectar al funcionamiento seguro de la central.
- Asegurarse de que el turno cuenta con la adecuada dotación de personal y pedir que se convoque al personal que está listo para trabajar, según haga falta; supervisar la cualificación y el estado físico y mental del personal de operaciones del turno.
- Coordinar las actividades de los grupos de operaciones, química, protección radiológica, mantenimiento y apoyo técnico para alcanzar los objetivos operacionales del turno.
- Supervisar de cerca las actividades de apoyo de evoluciones complejas y poco frecuentes de la central, como calentamiento, arranque y parada de la central, pruebas físicas, refrigeración y recarga de combustible.
- Efectuar inspecciones de la central para descubrir y corregir problemas que afecten a la actuación del personal, las políticas y los procedimientos, el mantenimiento, las condiciones materiales y los riesgos para el personal;

asegurarse de que se identifican los fallos y de que se aplican medidas correctoras.

- Poner en marcha una evaluación de la índole y el alcance de cualquier suceso inusual y adoptar a continuación las primeras medidas necesarias para reducir al mínimo las consecuencias, garantizar la protección y seguridad del personal e iniciar las acciones que estipule el plan de emergencia; en una emergencia, actuar como coordinador principal de la misma hasta ser relevado por una autoridad superior de la dirección.
- Iniciar la redacción de informes sobre sucesos anómalos y acontecimientos sobre los que haya que informar.
- Autorizar alteraciones temporales y el uso de puentes y cables desconectados, y emprender las revisiones técnicas pertinentes de esos elementos cuando sea necesario.
- Autorizar la identificación con etiquetas del equipo y los sistemas de la central para garantizar la protección radiológica del personal, la protección del equipo y el control del estado de los límites de rotulación y de todos los componentes dentro de los límites.
- Autorizar la retirada de servicio de sistemas y componentes para el mantenimiento, la comprobación y/o actividades operacionales y su ulterior reintegración al servicio.
- Autorizar la emisión de los permisos adecuados para realizar el trabajo o efectuar pruebas en sistemas y componentes importantes para la seguridad.
- Dirigir o asumir las funciones de un operador de la sala de control para garantizar el funcionamiento seguro de la central si tal medida se estima necesaria.
- Revisar la exactitud, la exhaustividad y las tendencias de los registros del turno y llevar el diario del supervisor de éste.
- Supervisar la cualificación, recualificación y capacitación del personal de los turnos para garantizar que esté suficientemente enterado de las normas establecidas y adecuadamente cualificado para realizar las tareas asignadas.

3.2. En las centrales que cuentan con unidades múltiples, donde un solo supervisor de turnos puede estar encargado de todas las unidades, otras personas, designadas como supervisores de unidad, deben ser responsables ante el supervisor de turno del funcionamiento de cada unidad.

## LOS OPERADORES

3.3. Bajo la autoridad del supervisor del turno o de la unidad, los operadores de la sala de control<sup>6</sup> son responsables de supervisar y controlar los sistemas de la central de conformidad con las instrucciones y los procedimientos operacionales correspondientes. Los operadores sobre el terreno son responsables del control de las actividades operacionales fuera de la sala de control; esas actividades deben llevarse a cabo bajo la dirección general de los operadores de la sala de control y de conformidad con las instrucciones y los procedimientos operacionales correspondientes.

3.4. El número de operadores en cada turno y sus responsabilidades se deben determinar en función de la complejidad de la central, su nivel de automatización y su estructura de organización.

3.5. Las principales responsabilidades de los operadores de la sala de control consisten en hacer funcionar la central y sus sistemas de acuerdo con la intención del diseño y los procedimientos operacionales, y en mantener el reactor y otros sistemas de la central dentro de los límites y las condiciones operacionales establecidos. Las actividades de los operadores de la sala de control deben abarcar los aspectos siguientes, aunque no se limitan a ellos:

- El funcionamiento, el control y la supervisión de los sistemas de la central, de conformidad con los correspondientes procedimientos operacionales y administrativos;
- La comunicación de anomalías o incertidumbres en el estado de la central al supervisor del turno y la documentación de evoluciones de la central y sucesos importantes en la misma;
- La puesta en marcha y la realización de las actividades operacionales requeridas por los procedimientos normales, de emergencia y de alarma;
- Poner en marcha un disparo del reactor si falla el disparo de reactor automático o en otros casos, según esté estipulado en las instrucciones de funcionamiento;

---

<sup>6</sup> La práctica habitual consiste en disponer de uno o dos operadores del reactor (uno de los cuales ostenta, por lo general, el cargo de operador superior del reactor) en la sala de control y varios operadores sobre el terreno que informan al operador del reactor. En algunos Estados hay, además de los operadores del reactor en la sala de control, un operador de turbinas responsable de la supervisión y el control del equipo de turbinas y sus sistemas asociados. El operador de turbinas suele informar directamente al supervisor de turno.

- Poner en marcha la actuación de los sistemas de la central, en particular los de seguridad y los relacionados con ella, de conformidad con las instrucciones de funcionamiento, si falla la iniciación automática;
- Mantener la documentación pertinente, comprendido el diario de los operadores.

3.6. Se debe responsabilizar a los operadores sobre el terreno asignados a actividades operacionales de control fuera de la sala de control de la supervisión de la actuación y el estado del equipo sobre el terreno y del reconocimiento de cualquier desviación de las condiciones normales. Asimismo deben reaccionar adecuadamente ante las condiciones de la central, con objeto de impedir estados operacionales transitorios imprevistos o, al menos, atenuar sus consecuencias.

3.7. Independientemente del tipo de reactor y de la estructura de organización, al menos un operador autorizado del reactor debe encontrarse presente en todo momento mientras funcione el reactor en los controles de la sala principal de control.

3.8. En caso de alteraciones del núcleo en reactores que se recargan o se encuentran en estado de descarga, se debe designar a un operador del reactor u otra persona cualificada como supervisor de la manipulación del combustible. Su responsabilidad consistirá en supervisar directamente las alteraciones del núcleo y la manipulación del combustible fuera del mismo. No se debe asignar al supervisor de la manipulación del combustible ninguna otra tarea simultánea mientras está actuando en ese puesto, sino que debe conservar una visión general del proceso de manipulación del combustible y no actuar como operador del equipo.

## EL INGENIERO DE SEGURIDAD DE TURNOS O ASESOR TÉCNICO

3.9. Se reconoce como una buena práctica que en algunos Estados se designe a un ingeniero de seguridad de turnos o asesor técnico para que preste asesoramiento o asuma responsabilidades en determinadas circunstancias. Las responsabilidades, los ámbitos de autoridad y la duración del servicio del ingeniero de seguridad de turnos o asesor técnico deben establecerse claramente por escrito.

3.10. Las principales funciones del ingeniero de seguridad de turnos deben consistir en evaluar las condiciones de la central y prestar asesoramiento técnico especializado y asistencia analítica al supervisor del turno en funcionamiento



normal, circunstancias anómalas y condiciones de accidente. En estados operacionales transitorios y condiciones de emergencia, el asesor técnico ha de analizar la concordancia de los parámetros críticos de la central con los predichos en el análisis de seguridad para verificar que la central responde adecuadamente.

## PERSONAL DE APOYO TÉCNICO DE TURNOS

3.11. En el grupo de turno puede haber personal de protección contra la radiación, química del agua de la central y otras categorías de apoyo técnico para el funcionamiento directo de la central. La cantidad de personal necesario para el apoyo técnico en cada turno debe determinarse en función de la estructura de organización y las características del diseño de la central. Las funciones, las obligaciones y los ámbitos de información y responsabilidad de ese personal de apoyo técnico deben especificarse claramente por escrito y han de resultar comprensibles para todo el personal implicado.

## **4. RUTINAS Y PRÁCTICAS OPERACIONALES DEL TURNO**

### DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS TURNOS

4.1. Deben existir patrones de dotación de personal, así como ciclos de turnos y controles asociados de las horas trabajadas, para reducir al mínimo la fatiga y dejar tiempo suficiente para la capacitación del personal de los turnos. Hay que considerar la realización de operaciones delicadas en materia de seguridad durante una parte del turno en la que el personal no esté muy sobrecargado, se encuentre más alerta y los servicios de apoyo estén disponibles.

4.2. Las actividades programadas y otras distracciones potenciales deben gestionarse para reducir las actividades simultáneas y evitar la sobrecarga de los operadores de la sala de control, de modo que puedan centrarse en sus obligaciones relacionadas con garantizar la seguridad. Hay que limitar el número de evoluciones coincidentes de la central que afecten a las indicaciones del cuadro de control, de modo que no se reduzca la capacidad de los operadores para descubrir condiciones anómalas y responder a ellas.

4.3. La dirección debe asegurarse de que se reducen al mínimo las distracciones del personal de turno, de modo que éste pueda permanecer alerta a todo cambio que se produzca en las condiciones de la central. Como ejemplos de distracciones que hay que reducir al mínimo cabe citar las cargas administrativas excesivas y el número excesivo de personas a las que se permite entrar en la sala de control principal. En particular, hay que tener en cuenta la necesidad de minimizar esas cargas en las organizaciones de turnos para accidentes y emergencias, facilitando así el mantenimiento de la conciencia de la situación por parte de los operadores.

4.4. Al mismo tiempo, la dirección debe asegurarse de la participación efectiva del personal de turnos en el grado necesario en la autorización y realización de todas las actividades ordinarias o especiales que afecten al funcionamiento de la central. Esas actividades pueden estar asociadas a pruebas de vigilancia, tareas de mantenimiento, modificaciones permanentes y temporales y procedimientos operacionales especiales para pruebas o determinadas evoluciones de la central.

4.5. Hay que establecer controles administrativos para observar, verificar y controlar la aptitud para el trabajo del personal de los turnos. Entre los elementos de esos controles administrativos deben figurar el descubrimiento del consumo de drogas o alcohol por el personal, la supervisión de su estado psicológico, las restricciones del exceso de horas extraordinarias y los requisitos obligatorios de descansos entre turnos. Son elementos importantes de este programa las medidas para asegurar una participación activa y actitudes responsables por parte de los supervisores de los grupos correspondientes. Los supervisores han de evaluar de modo rutinario a los miembros de su grupo lo antes posible al comienzo de cada turno o período de trabajo.

4.6. Deben existir procedimientos administrativos que garanticen una prestación de apoyo rápido y suficiente al personal de turno en horas de trabajo fuera de las normales y que los requisitos de comunicación no representan una carga excesiva para el supervisor del turno ni afectan a su capacidad de supervisar al personal del turno y el desarrollo de los procesos.

## OPERACIONES DE LOS TURNOS

4.7. Mientras está trabajando, el personal de un turno debe tener como obligación primera la supervisión y el control de todos los sistemas y componentes de la central. Los operadores de turno han de mantener la central y sus sistemas de apoyo dentro de los límites de los alineamientos de equipo que se han analizado, así como en el marco de los procedimientos aprobados, y deben

limitar las operaciones que pudieran dar lugar a un estado que rebasara esos límites.

4.8. Se deben supervisar atentamente los cuadros de la sala de control. Hay que ordenar a los operadores que comprueben los parámetros importantes periódicamente (v.gr. cada hora), independientemente de si esos parámetros están también sometidos a un registro electrónico. Es preciso efectuar un análisis de las tendencias si los parámetros resultan desviados. Los supervisores tienen que asegurarse de que otras tareas (v.gr. el mantenimiento del diario) que podrían distraer a los operadores de la supervisión de los cuadros se limitan a ratos cortos.

4.9. Cuando una maniobra de la central la realiza remotamente un operador de la sala de control, éste debe verificar mediante comprobación de los indicadores correspondientes que la maniobra se ha llevado a cabo correctamente (por ejemplo, si una válvula se cierra por control remoto para detener el flujo, el operador tiene que verificar entonces no sólo que los indicadores muestran la posición de la válvula como cerrada, sino que muestran igualmente que el flujo se ha detenido).

4.10. Las actividades operacionales que implican equipo y sistemas importantes para la seguridad (por ejemplo, los alineadores de equipo, el posicionamiento de componentes como válvulas, interruptores y disyuntores de circuitos y la retirada de correas (puentes)) deben verificarse independientemente, según corresponda.

4.11. Durante sucesos en la central y estados operacionales transitorios, los supervisores deben cerciorarse de que no es de esperar que los parámetros se vean afectados por el suceso o el estado operacional transeúnte ni descuidados por los operadores responsables. En las centrales con salas de control de unidades múltiples, los operadores de las unidades que no resulten afectadas por el suceso o el estado operacional transeúnte deben seguir supervisando sus unidades de modo rutinario y no permitirse distracciones.

4.12. Los operadores tienen que considerar el nivel de complejidad de cualquier actividad y su propio nivel de familiaridad con ella antes de realizarla. En caso de tareas complejas o de realización poco frecuente, el supervisor del turno ha de participar en la decisión de llevar a cabo esa actividad, asegurándose de que se imparten las instrucciones adecuadas antes de acometerla. Si, una vez impartidas las instrucciones previas correspondientes, el operador no se siente seguro de que la actividad pueda realizarse eficientemente y sin riesgos, ésta no debe iniciarse y habrá que buscar otras opciones, con la participación de la dirección de las operaciones.

## CAMBIOS DE TURNO

4.13. Los cambios de turno tienen que efectuarse de conformidad con un procedimiento oficial, que debe determinar las personas implicadas y sus responsabilidades, las ubicaciones, los momentos y la realización del cambio y los métodos para informar del estado de la central, y debe incluir medidas para circunstancias especiales, como un estado anómalo de la central o la no disponibilidad de personal. El procedimiento tiene que comprender una declaración clara de aceptación del trabajo por parte del operador que se incorpora antes de que quede libre el operador saliente.

4.14. No se debe producir un cambio de turno durante evoluciones importantes de la central (por ejemplo, aproximación a la criticalidad). El requisito de efectuar el cambio de turno en condiciones estables ha de figurar en los procedimientos de la central que describan los cambios, junto con medidas para regular el proceso en caso de desviaciones en cualquiera de las condiciones de la central o la integridad del grupo.

4.15. Durante el cambio de turno deben estar prohibidas las actividades operacionales no rutinarias en la sala principal de control. Se debe prohibir o reducir al mínimo el acceso de personal no integrante del turno a la sala principal de control durante el cambio de turno.

4.16. Toda la información importante sobre el estado de la central, el trabajo que se está realizando y las evoluciones de la central en el turno anterior deben transmitirse y documentarse adecuadamente durante el cambio de turno. Esta información debe comprender una verificación conjunta de los sistemas en que los operadores que entran y los que salen pasan junto a los paneles de control y leen conjuntamente listas de verificación, libros de registro, documentos y mensajes para familiarizarse suficientemente con el estado de los sistemas y el equipo.

4.17. Las instrucciones al turno deben impartirse de manera que se garantice que las expectativas y los objetivos del supervisor se comunican de modo efectivo y son comprendidos por todo el personal bajo su supervisión. El nivel y el número de estas instrucciones pueden variar según la composición de los grupos. Las instrucciones al personal de la sala de control deben darse en la sala de control y deben comprender la transmisión de información entre los miembros pertinentes de los dos grupos de turno y también entre los dos grupos como tales.

4.18. El personal que se incorpora no debe asumir tareas operacionales a menos que sea física y mentalmente apto para el trabajo y que el grupo que sale tenga la plena seguridad de que se ha producido una correcta transferencia de la información.

4.19. Se deben adoptar medidas para tratar una situación en la que haya dificultades para que el grupo saliente deje el emplazamiento o el grupo entrante llegue al mismo. Esas dificultades podrían deberse a unas condiciones meteorológicas muy malas, por ejemplo. Las medidas deberían comprender la preparación para utilizar todos los medios viables de transporte del personal al emplazamiento y desde éste, en particular los que sirvan para transportar al emplazamiento al personal del turno entrante. Debe haber locales para el descanso del turno saliente, y hay que adoptar todas las medidas que resulten razonables para garantizar que el turno cuya salida se ve retrasada realice únicamente labores livianas si no tiene más remedio que quedarse.

4.20. El personal de turno que espera demorarse o que no va a poder informar sobre el trabajo a la hora prevista debe comunicarlo cuanto antes al supervisor del turno, que adoptará las medidas necesarias para conseguir un reemplazo.

## DISPONIBILIDAD Y USO DE LOS PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

4.21. Se debe establecer claramente y comunicar la política de la central relativa al uso de los procedimientos operacionales por los operadores. Los procedimientos operacionales deben categorizarse de conformidad con el modo de aplicación. Los procedimientos operacionales que se aplican continuamente paso por paso, los que sirven como referencia para confirmar la corrección de las acciones y los procedimientos para usos de información deben indicarse con claridad por medio del método de categorización de procedimientos. Las recomendaciones relativas a la elaboración de los procedimientos operacionales de la central figuran en la Ref. [7].

4.22. Los procedimientos, los dibujos y toda otra documentación utilizada por el personal de operaciones en la sala principal de control o en cualquier otro lugar de la central deben ser aprobados y autorizados de conformidad con los procedimientos especificados. Esa documentación ha de ser controlada, revisada periódicamente y actualizada inmediatamente si hace falta una actualización, y debe mantenerse en buen estado. Hay que distinguir con claridad los procedimientos operacionales de emergencia de otros procedimientos operacionales.

4.23. Es menester prestar especial atención a asegurarse de que los procedimientos son compatibles con el medio ambiente en el que se aplican. Los procedimientos han de ser validados en la forma en la que se utilizarán sobre el terreno. Los valores prescritos en los procedimientos deben figurar en las mismas unidades que los empleados para la instrumentación asociada en la sala de control principal y otras salas de control, y en los cuadros de control locales o en el equipo de la central.

4.24. En la sala de control principal debe haber una copia controlada de todos los procedimientos de las operaciones, para que sirva de referencia a los operadores. Se deben colocar copias controladas de determinados procedimientos en otros lugares de trabajo donde se usen o vayan a ser usadas en las situaciones correspondientes (por ejemplo, en la sala de control de emergencias). Tienen que existir controles administrativos para garantizar que únicamente se utilizan procedimientos operacionales válidos y que no se emplean por error procedimientos obsoletos. Los procedimientos de la central deben mantenerse de forma que permitan su rápida recuperación. Los operadores han de ser especialmente cuidadosos cuando se introduzcan nuevos procedimientos y se utilicen por primera vez.

4.25. Es preciso establecer procedimientos de respuesta a la alarma para todos los paneles de alarma. Estos procedimientos deben servir de guía a los operadores al verificar condiciones o modificaciones anómalas en el estado de la central y deben especificar las correspondientes acciones o procedimientos ulteriores. Los procedimientos de respuesta a la alarma tienen que encontrarse disponibles en los correspondientes paneles de alarma y resultar fácilmente accesibles para los operadores que responden a la alarma (sobre la respuesta a las alarmas, véanse los párrafos 5.26–5.31).

4.26. Deben existir controles administrativos que garanticen que el operador se prepara minuciosamente para una actividad revisando un procedimiento con objeto de entender cabalmente las medidas de procedimiento que hay que adoptar para una realización correcta de la actividad o evolución de la central. Hay que prestar especial atención a las verificaciones independientes y retener ciertos puntos del procedimiento en los que haya que llevar a cabo determinadas tareas críticas. Cuando un operador se esté preparando para una actividad, los procedimientos de emergencia o suspensión de la normalidad deben incluirse en la planificación en caso de que se observen condiciones fuera de las condiciones operacionales normales.

## INSTRUCCIONES PREVIAS AL TRABAJO

4.27. Las instrucciones previas al trabajo deben ser un medio para evitar errores de personal, dificultades de comunicación y malentendidos. El grupo de operaciones de turno debe utilizar las instrucciones previas para todas las operaciones que no sean actividades diarias o de rutina. Es preciso contar con un procedimiento para las instrucciones previas que abarque los siguientes aspectos:

- Impartir unas instrucciones típicas, que comprendan tanto el contenido requerido como los resultados esperados;
- El concepto de ALARA para la protección contra la radiación;
- La seguridad tecnológica industrial y otras precauciones;
- La correspondiente experiencia operacional;
- La determinación de aquéllos cuya presencia es necesaria en las instrucciones previas al trabajo;
- Las responsabilidades del jefe encargado de las instrucciones previas;
- Una lista de control para ayudar al jefe a impartir las instrucciones.

4.28. Para las actividades y comprobaciones frecuentes, se pueden preparar por adelantado las listas de control de las instrucciones previas. Gracias al mantenimiento de listas de control escritas de las instrucciones previas, los directores pueden tener la seguridad de que cada vez que se ejecute el trabajo se comentarán aspectos importantes. En esas listas de control se deben especificar la finalidad y las expectativas del trabajo, los procedimientos aplicables, los riesgos potenciales asociados al trabajo, la comunicación entre compañeros, el tiempo aproximado necesario para llevar a cabo el trabajo, los posibles factores de desorganización, las medidas para contingencias, las evoluciones de la central que deben evitarse y los factores que se deben controlar.

## CONDUCTA EN LA SALA DE CONTROL

4.29. Deben establecerse las expectativas de la dirección en cuanto a la actuación en la sala de control, y se debe capacitar a los operadores para que cumplan esas expectativas, que han de explicarse con claridad, asegurándose los directores de que todos los operadores las entienden. Los directores deben supervisar continuamente la actuación de los operadores en el cumplimiento de sus expectativas.

4.30. Los directores de operaciones han de mostrar y reforzar una actitud conservadora ante la adopción de decisiones<sup>7</sup> relativas a actividades que afecten directa o indirectamente al núcleo del reactor, la integridad del combustible o los sistemas de seguridad. Hay que ordenar a los operadores que se detengan y busquen asesoramiento por parte del supervisor del turno o el ingeniero de seguridad de éste en caso de incertidumbre o falta de claridad. Se debe insistir en la adopción conservadora de decisiones cuando se den condiciones operacionales fuera de lo normal. Al hacer frente a condiciones inesperadas o inciertas, los operadores tienen que poder reducir la energía o detener el reactor sin miedo a ser acusados. Se deben evitar las decisiones apresuradas y los actos precipitados. Cuando el tiempo no permita un entendimiento cabal de las condiciones que se deben conseguir antes de actuar, los riesgos deben reducirse al mínimo y poner la central en un “estado seguro conocido”<sup>8</sup>.

4.31. Los operadores de la sala de control han de mantener en todo momento un comportamiento serio y atento, ajustándose estrictamente a las políticas de la central en lo que respecta al uso de procedimientos, protocolos de comunicación, respuesta a alarmas y empleo de los métodos vigentes para impedir el error humano o reducirlo al mínimo. Los directores de operaciones y los supervisores deben estar al corriente del comportamiento de los operadores al respecto y asegurarse de que se aplican en todo momento normas altas de actuación.

4.32. Los elementos de control y del equipo designados para funcionar en modo automático deben funcionar rutinariamente en este modo, permitiéndose el paso al modo manual únicamente por un período de tiempo limitado, cuando haya necesidad de realizar comprobaciones especiales, evoluciones de la central o reparación de los controles operacionales.

---

<sup>7</sup> Una adopción de decisiones conservadora en la gestión operacional de la seguridad significa adoptar decisiones que mantengan en todo momento todos los niveles de defensa en profundidad. En la práctica operacional, un enfoque conservador significa que las decisiones que dejen equipo fuera de servicio, alteren los alineamientos de la central, reprogramen la comprobación del equipo o prolonguen el horario fuera de servicio se evalúan por sus efectos en la seguridad tecnológica, y que la configuración final se ajusta a las disposiciones del informe del análisis de seguridad y permanece dentro de los límites y las condiciones operacionales establecidos.

<sup>8</sup> El estado seguro conocido de la central significa el estado operacional en el que los principales parámetros de ésta (nivel de energía, temperatura refrigerante, presión, flujo) están estabilizados en los valores prescritos en los procedimientos de explotación normal y el núcleo del reactor se encuentra totalmente bajo el control del operador.



4.33. Los operadores deben mostrarse particularmente alertas a los indicadores y las señales de la central de comportamiento inesperado de ésta y han de alertar rápidamente a los directores de turno en caso de anomalías. Los operadores han de llevar a cabo sus actividades evitando la precipitación. Si un operador comete un error, debe comunicarlo de inmediato. El supervisor y el operador actuarán entonces con cuidado para recuperar la situación. Para favorecer la comunicación de errores, el supervisor tiene que mostrar una actitud comprensiva ante los errores cometidos por los operadores.

## RONDAS DE TURNO

4.34. Los operadores deben efectuar rondas periódicamente para descubrir problemas reales y potenciales del equipo y condiciones que podrían afectar a su funcionamiento. La frecuencia de las inspecciones del equipo ha de determinarse en función de la significación en cuanto a la seguridad del posible fallo de los elementos del equipo, y debe ajustarse cuando cambien las condiciones operacionales o de mantenimiento. Hay que prestar particular atención a las zonas alejadas de la central y a los elementos del equipo que sean de difícil acceso.

4.35. El personal asignado a la tarea de realizar rondas debe ser responsable de verificar que el equipo en funcionamiento y el equipo de reserva funcionan conforme a parámetros normales. Deben tomar nota del equipo que se esté deteriorando y de los factores que afecten a las condiciones ambientales, como las fugas de agua y petróleo, bombillas eléctricas fundidas y cambios de la temperatura del edificio o la limpieza del aire. Todos los problemas que se observen con el equipo deben comunicarse enseguida al personal de la sala de control, y se deben adoptar medidas correctoras.

4.36. Los factores que de modo característico debe señalar el personal de turno son:

- El deterioro de cualquier tipo de las condiciones materiales, corrosión, fuga de componentes, acumulación de ácido bórico, vibración excesiva, ruido no familiar, etiquetado inadecuado, cuerpos extraños y deficiencias que requieran mantenimiento u otras medidas;
- La operabilidad y el estado de calibración de los aparatos de medición y registro y las alarmas en los paneles locales de toda la central, y su disponibilidad para actuar o registrar;

- La autorización adecuada para introducir modificaciones temporales sobre el terreno y el estado y etiquetado de las mismas (por ejemplo, presencia de bridas ciegas<sup>9</sup>, mangas temporales, puentes y cables desconectados en los paneles posteriores);
- Indicios de desviaciones de una buena administración interna, por ejemplo, el estado de componentes, sumideros, aislamiento térmico y pintura, obstrucciones, colocación de señales y direcciones en las dependencias, señalización de trayectos e iluminación, y señalización y estado de las puertas;
- Desviaciones de las reglas para el trabajo en zonas relacionadas con la seguridad, como las que tienen que ver con soldaduras, el porte de medios individuales de protección, permisos de trabajo expuesto a la radiación u otras cuestiones de seguridad frente a las radiaciones o seguridad industrial;
- Desviaciones en la protección contra incendios, como el deterioro de los sistemas de protección frente al fuego y el estado de las puertas antifuegos, acumulaciones de materiales que presenten riesgo de incendio, como madera, papel o desperdicios y escapes de petróleo, o problemas relacionados con la seguridad industrial, como fugas de fluido hidráulico resistente al fuego<sup>10</sup>, equipo peligroso y riesgos de disparo;
- Desviaciones en otros aparatos instalados para proteger la seguridad, como protección contra las inundaciones, problemas sísmicos y componentes sin sujeción que podrían desplazarse inadvertidamente.

4.37. Los operadores deben dar por sentado que las lecturas de los instrumentos son precisas, a menos que se demuestre lo contrario. Pasar por alto una lectura inusual puede dar lugar a que pasen desapercibidas condiciones anómalas.

4.38. Los operadores deben verificar otras indicaciones, de ser posible, cuando se observen lecturas inesperadas. Se debe actuar con presteza para investigar las causas de indicaciones anómalas o inesperadas para poder aplicar rápidamente medidas correctoras.

4.39. Para garantizar la mejor práctica en el descubrimiento y la comunicación de desviaciones, se deben dar instrucciones concretas al personal de turno. Además,

---

<sup>9</sup> Una brida ciega es una pieza de lámina de metal que se monta entre dos bridas para bloquear la corriente.

<sup>10</sup> Un fluido hidráulico resistente al fuego (por ejemplo Fyrquel ®) se emplea en los sistemas de control electrohidráulico de las centrales nucleares para reducir el riesgo de incendio. Suele ser un material tóxico y ambientalmente peligroso que hay que manejar con suficientes precauciones y controles de seguridad.

los supervisores tienen que preparar a los grupos de operaciones y a cada operador para que alcancen un buen nivel a la hora de descubrir y comunicar las deficiencias de la central.

4.40. Deben emplearse medios suficientes para registrar los datos del operador sobre el terreno en hojas de registro y en bases de datos informatizadas. En las hojas de registro hay que especificar la lista de mediciones y los valores de referencia necesarios para ayudar al operador sobre el terreno a evaluar toda lectura efectuada sobre el terreno.

4.41. La realización oportuna y correcta de las rondas de operadores ha de estar controlada por el personal de la sala de control, que debe ser conocedor de las actividades que llevan a cabo los operadores sobre el terreno y permanecer en todo momento en estrecha comunicación con ellos. Los resultados de las rondas tienen que comunicarse oportunamente, y los operadores de la sala de control han de revisar periódicamente las hojas de registro. Es preciso efectuar un análisis de las tendencias cuando parámetros importantes presenten desviaciones.

4.42. El supervisor del turno y los operadores de la sala de control, cuando hayan sido adecuadamente relevados o no se encuentren de turno, deben pasar algún rato caminando por la central y observando cómo llevan a cabo sus actividades los operadores sobre el terreno. Esas observaciones deben documentarse de un modo apropiado y, cuando sea necesario, se formularán, priorizarán e investigarán medidas correctoras. Forma parte de las mejores prácticas documentar los requisitos mínimos como base de las observaciones sobre el terreno por escrito.

## COMUNICACIONES

4.43. Hay que establecer unas directrices simples y claras de comunicación e información dentro del grupo de turno, de modo que garanticen que el personal de turno de la sala de control conserva el pleno control de la central. Todas las actividades que afecten al estado de los sistemas y componentes importantes para la seguridad deben ser autorizadas y controladas por el supervisor de turno.

4.44. Todas las comunicaciones verbales dentro del turno o entre el grupo de turno y otros grupos han de ser claras y concisas, y el proceso de comunicación ha de abarcar tanto la transmisión como la recepción de la información correcta. En todas las comunicaciones corresponde al transmisor la responsabilidad de asegurarse de que la información ha sido comprendida cabalmente.

4.45. En las comunicaciones, se debe proceder a la descripción completa de todo elemento de la central, usándose cuando corresponda el alfabeto fonético. Para reducir la probabilidad de error en la comunicación verbal, tanto en la central como en las salas de control, se debe impartir capacitación en el empleo de comunicaciones en tres pasos<sup>11</sup> entre el transmisor y el receptor, y este método debe usarse tanto como sea factible, sobre todo en situaciones anómalas.

4.46. Los receptores de instrucciones verbales sólo deben seguir adelante cuando hayan comprendido cabalmente la tarea por realizar. Cuando corresponda, tienen que verificar que la acción que inician corresponde a los resultados esperados.

4.47. Cuando en una central se usen en la práctica operacional instrucciones verbales o escritas, debe haber unos procedimientos administrativos que aseguren que las órdenes verbales o escritas no se desvían de los procedimientos establecidos ni comprometen los límites y las condiciones operacionales establecidos.

4.48. Se deben establecer controles administrativos que especifiquen el proceso de preparación, aprobación, autorización y distribución de órdenes para el turno que repercutan en la seguridad y fiabilidad de la central. Las órdenes para el turno han de estar escritas con claridad y llevar anotada la fecha a partir de la cual son efectivas y la fecha en la que expirarán, debiendo guardarse en la sala de control. La duración de las órdenes para el turno debe ser limitada y han de ser verificadas periódicamente en caso de que sigan siendo necesarias.

## DOCUMENTOS DEL TURNO Y MANTENIMIENTO DE REGISTROS

4.49. Los grupos de turno deben supervisar de modo rutinario las condiciones de los sistemas y componentes, registrando en debida forma el estado y los parámetros de la central y todos los actos, automáticos o manuales. Todo cambio del estado de sistemas o componentes tiene que ser apropiadamente documentado y comunicado oportunamente a la sala principal de control.

---

<sup>11</sup> Las tres medidas siguientes determinan la comunicación en tres pasos: (i) una transmisión clara del mensaje por parte del transmisor; (ii) el reconocimiento por el receptor de que el mensaje ha sido claramente comprendido; y (iii) la confirmación del reconocimiento por el transmisor. Este paso final es también la orden final de pasar a la acción enunciada en el mensaje.

4.50. Se deben llevar libros operacionales de registro de los puestos clave del turno. Deben contener una narración del estado de la central y de todos los sucesos, y han de consignarse en ellos todos los datos que sean necesarios para mantener un informe preciso del funcionamiento de la central. Los libros de registro deben contener característicamente información sobre:

- Los procesos y el estado general de la central en el momento del cambio de turno;
- Los cambios de modo del reactor y de los principales sistemas y el equipo de la central;
- Las configuraciones anómalas de la central y el equipo y los sistemas que se encuentran fuera de servicio;
- Las pruebas de vigilancia y posmantenimiento que se hayan realizado;
- Las desviaciones descubiertas y las medidas adoptadas para resolverlas.

4.51. La política para el registro de las actividades y la recogida y el archivo de los documentos de los operadores ha de ser capaz de permitir ubicar fácilmente la información necesaria y facilitar el acceso a la misma de forma fiable si se precisa una evaluación ulterior. Los registros deben ser legibles y las anotaciones deben hacerse de modo narrativo para que se puedan leer y entender con facilidad.

4.52. Hay que prestar especial atención a formular y comunicar reglas claras y comprensibles sobre la calidad y el contenido de los documentos de los operadores y facilitar a éstos los libros de registro adecuados, así como las correspondientes hojas y listas de control para su trabajo.

4.53. Se debe utilizar la información procedente de la experiencia operacional para optimizar la cantidad de datos o documentos disponibles cuando se precisen para un análisis ulterior. (En la Ref. [8] se ofrecen recomendaciones detalladas sobre la información procedente de experiencia operacional).

4.54. Para contribuir a la reconstrucción de sucesos, se debe registrar la máxima información significativa posible en las emergencias y los sucesos anómalos o inesperados. Ahora bien, el mantenimiento del registro no debe tener prioridad sobre el control y la supervisión de la central.

4.55. Hay que establecer controles administrativos para documentar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de la central. Esto se aplica particularmente a las anotaciones en las declaraciones de acción en las especificaciones técnicas de la central para sucesos en los que se produzcan desviaciones de los límites y las condiciones operacionales establecidos.

4.56. Cada una de las anotaciones en una declaración de acción ha de registrarse en la documentación correspondiente del turno (registros, hojas de estado, listas de control, etc.). Estos documentos deben incluir las condiciones para las que se produjo la anotación en la declaración de acción, la fecha y la hora de la anotación y la fecha y hora de expiración de la declaración de acción, así como las medidas adoptadas para devolver la central a las condiciones operacionales normales.

4.57. La dirección del turno ha de estar al corriente de todas las anotaciones en las declaraciones de acción y ha de asegurarse de que se adoptan medidas apropiadas en el tiempo permitido para corregir o atenuar todas las consecuencias no deseadas posibles de hacer anotaciones en la declaración de acción. Diariamente hay que facilitar información sobre condiciones limitadoras a la dirección de las operaciones y de la central para garantizar la adopción de las medidas necesarias.

4.58. Para permitir la eliminación a tiempo de cualquier deficiencia en los registros, los supervisores y operadores de turno deben revisar periódicamente los libros de registro de sus subordinados. Los revisores han de asegurarse de que los documentos son precisos y adecuados, y han de pedir a los miembros del personal que presenten deficiencias en sus registros que mejoren su actuación. Además, directores que no formen parte de los grupos de turno deben realizar periódicamente revisiones de los registros de la sala de control.

## **5. CONTROL DEL EQUIPO Y ESTADO DE LA CENTRAL**

### **ROTULACIÓN DEL EQUIPO DE LA CENTRAL**

5.1. Es preciso establecer, practicar y mantener constantemente durante toda la vida de la central un sistema coherente de rotulación para la misma. Hay que asegurarse de que el personal conoce bien ese sistema, que tiene que permitir la identificación sin ambigüedades de todos y cada uno de los componentes de la central. Además de la rotulación de los componentes de la central, se debe considerar parte del mismo sistema la rotulación de las puertas y secciones de la central.

5.2. Las normas de rotulación aplicadas han de ser tales que garanticen que los rótulos son adecuados a las condiciones medioambientales en el lugar en el que se colocan y que es posible identificar el equipo sin ambigüedades. El formato y la colocación de los rótulos han de permitir a los operadores identificar rápida y fácilmente el componente e impedir que los rótulos se retiren por inadvertencia o se coloquen mal.

5.3. La dirección de la central ha de asegurarse de que todas las válvulas, los interruptores, disyuntores y componentes se rotulan empleando la misma nomenclatura de rotulación que la prescrita en los documentos de diseño vigentes. Además, los procedimientos y documentos de operaciones han de corresponder también a la misma nomenclatura. Cuando se observen diferencias, deben comunicarse y corregirse de conformidad con el procedimiento establecido. Para contribuir a la gestión del programa de rotulación, es preciso rastrear y supervisar el número de diferencias en espera de corrección.

5.4. Hay que prestar especial atención a la disposición del sistema de rotulación para la identificación por parte de los operadores de los rótulos que falten o sean necesarios y del proceso que garantice que se han tomado oportunamente las correspondientes medidas correctoras.

## ALINEAMIENTO DE SISTEMAS

5.5. El alineamiento de válvulas, interruptores y disyuntores ha de estar documentado para cada sistema de la central. Antes del funcionamiento inicial de un sistema, es preciso realizar una verificación completa del alineamiento. Se deben establecer de antemano unas referencias claras de las condiciones que puedan exigir un alineamiento de equipo y sistemas, comprendidas las condiciones de arranque de la central, interrupciones del servicio importantes y cambios de modo.

5.6. Hay que formular y mantener medidas específicas para impedir el acceso no autorizado a los sistemas y el equipo importantes para la seguridad, que deben incluir el acceso controlado a determinadas salas o secciones y un sistema efectivo de control de llaves para impedir todo cambio no autorizado en la posición de ciertas válvulas, transmisores, disyuntores u otro equipo especificado o una intervención no autorizada que afecte a dichos elementos. Este sistema de control del acceso no tiene que impedir a los operadores de turno controlar de modo efectivo el estado de los sistemas de seguridad, debiendo permitirles el

funcionamiento rápido y oportuno del equipo en condiciones normales y anómalas de la central.

5.7. Deben considerarse antes del funcionamiento inicial las partes de un sistema que puedan verse afectadas por una modificación, procediéndose a una comprobación del alineamiento en dichas partes. Si se observa un alineamiento incorrecto de las válvulas, los interruptores o disyuntores de esas partes del sistema, es preciso realizar un ajuste completo del alineamiento del sistema.

5.8. Las válvulas, los interruptores y los disyuntores que no se encuentren en su posición correcta para las operaciones en curso pueden representar una amenaza importante para un funcionamiento seguro. Con carácter periódico (por ejemplo, mensualmente), se debe rastrear y comunicar el número de elementos hallados fuera de su posición o que se hayan manejado inadecuadamente, efectuando una evaluación de la gravedad de la diferencia y su causa probable. Ese rastreo periódico permitirá descubrir y controlar tendencias no deseadas.

## SALIDA DE SERVICIO Y VUELTA AL SERVICIO DEL EQUIPO

5.9. La dirección de operaciones ha de efectuar controles adecuados para verificar que el supervisor de turno lleva a cabo una revisión completa antes de poner el equipo fuera de servicio. Esa revisión debe abarcar, como mínimo, elementos como suministros redundantes de energía eléctrica a conectores comunes de corriente de emergencia y esenciales, la fiabilidad de la red eléctrica y vías normales y alternativas para producir agua refrigerante para la vasija del reactor y agua de aporte para las piscinas de almacenamiento del combustible gastado. La revisión debe comprender también los efectos de modificaciones temporales en la disponibilidad del sistema y la capacidad del sistema modificado para cumplir sus funciones de seguridad previstas. El supervisor de turno ha de considerar el efecto combinado de todas las modificaciones en los sistemas y componentes. En la realización de esa revisión, el supervisor de turno debe contar con el apoyo de personal competente apropiado.

5.10. Se debe establecer una clara comunicación y se deben preparar normas escritas para el caso de que se produzca de forma simultánea la no disponibilidad de más de un tren de cualquier sistema de seguridad o sistema de apoyo que pudiera traducirse en un riesgo alto (se debe tomar en cuenta el criterio del fallo único). La información correspondiente debe exponerse en el centro de control de las áreas de mantenimiento y en la sala de control, y el tren o los trenes que permanezcan en funcionamiento deben figurar en el plan del día.



5.11. Hay que aplicar medidas compensatorias, según sea necesario, para el mantenimiento en línea y para otras actividades que requieran la puesta fuera de servicio del equipo. El director y el personal de operaciones deben asegurarse de que se adoptan y se especifican claramente medidas compensatorias y de que únicamente se aplican las medidas compensatorias aprobadas. Como ejemplos de éstas cabe citar el uso de fuentes alternativas de energía, la utilización de equipo temporal o la aplicación de modificaciones temporales.

5.12. Antes de poner el equipo fuera de servicio hay que prestar atención a la verificación de los trenes redundantes o componentes aislados que permanezcan en servicio. La necesidad de efectuar pruebas adicionales para verificar la disponibilidad debe evaluarse en función del número de redundancias, la importancia para la seguridad de cada tren o componente redundante y el intervalo desde la última prueba. El personal de operaciones ha de evaluar los resultados de esas pruebas antes de iniciar el proceso de rotulación. Antes de iniciar el proceso de rotulación de trenes o componentes, el supervisor de turno debe impartir unas instrucciones previas, que también deben abarcar el estado de la central y los componentes o trenes no relacionados. Además, hay que establecer procedimientos para instalar barreras y señales de aviso situadas en la central en las proximidades de esos sistemas redundantes para alertar a los operadores y trabajadores de su estado especial de protección.

5.13. Hay que elaborar planes sustitutivos para volver a poner el equipo en servicio si el equipo redundante o de respaldo no está disponible o surgen problemas durante la realización del trabajo.

5.14. Al probar las funciones de un sistema antes de volver a ponerlo en servicio, el personal de operaciones ha de tener en cuenta en términos generales la operabilidad y la función prevista de la totalidad del sistema y no centrarse exclusivamente en la operabilidad de cada componente. El personal de operaciones que participe en la revisión de las pruebas de posmantenimiento debe haber recibido capacitación en los requisitos de funcionalidad y operabilidad del sistema.

5.15. El riesgo asociado con las actividades del trabajo en línea debe evaluarse en función del análisis de seguridad de la central, teniendo en cuenta, según convenga, los fallos aislados y un planteamiento informado de los riesgos basado en una evaluación probabilista “en vivo” de la seguridad.

5.16. Se debe observar periódicamente (por ejemplo, mensualmente, trimestralmente o anualmente) la cantidad de tiempo que los elementos

importantes para la seguridad permanecen no disponibles para llevar a cabo sus funciones previstas. También hay que supervisar los motivos de los periodos de no disponibilidad (por ejemplo, roturas o mantenimiento planificado) para poder descubrir problemas de equipo o ineficiencias del trabajo a largo plazo.

## VIGILANCIA DEL ESTADO DEL EQUIPO

5.17. La referencia [1] exige que la central mantenga un programa de vigilancia de los elementos importantes para la seguridad. En la Ref. [9] se ofrecen recomendaciones para cumplir los requisitos de ese programa, el cual debe garantizar que los elementos importantes para la seguridad siguen comportándose conforme a sus funciones previstas en el diseño. El programa de vigilancia ha de abarcar la supervisión, las verificaciones y la calibración, las pruebas y las inspecciones, y tiene que ser complementario del programa de inspección en el servicio de la central. Hay que revisar los resultados de las pruebas de vigilancia en busca de tendencias a largo plazo que pudieran indicar algún deterioro.

5.18. La realización de una prueba de vigilancia debe estar supeditada a la autorización previa del supervisor de turno, y los resultados de la prueba deben comunicarse oportunamente al personal de operaciones. El supervisor de turno tiene que revisar todas las disfunciones observadas para verificar que se respetan constantemente los límites y las condiciones operacionales. Todas las desviaciones descubiertas en las pruebas de vigilancia deben ser evaluadas frente a los criterios de éxito de la prueba de vigilancia.

5.19. La dirección puede asignar a los departamentos que no sean el de operaciones responsabilidades para llevar a cabo procedimientos individuales de la prueba de vigilancia, especificar la frecuencia apropiada de las pruebas, efectuar algunas de ellas y determinar los criterios de aceptación. El departamento de operaciones debe conservar la responsabilidad de programar y realizar las pruebas que impliquen funcionamiento de equipo, de la revisión de los informes de las pruebas concluidas para garantizar la exhaustividad de cada prueba y de la verificación de que los resultados de éstas se ajustan a los criterios de aceptación aprobados.

5.20. Hay que programar actividades de vigilancia para eliminar el potencial de fallos ordinarios del modo. Por ejemplo, si un solo grupo tuviera que llevar a cabo las pruebas de todos los trenes redundantes de un sistema, podría provocar un fallo de modo común al cometer el mismo error en todos los trenes redundantes.

## CONTROL DE LAS OPERACIONES RELACIONADAS CON LA REACTIVIDAD

5.21. La dirección de las operaciones tiene que participar en la planificación, evaluación y ejecución de todas las operaciones que afecten al combustible mientras éste se encuentre bajo su supervisión (o sea, no sólo durante el funcionamiento del reactor). El grado de participación de la dirección de las operaciones ha de ser conforme al grado de responsabilidad que tenga el departamento de operaciones en el funcionamiento tecnológicamente seguro de la central y el grado de responsabilidad que tenga el personal de turno bajo la supervisión del supervisor de éste. En la Ref. [10] figuran más recomendaciones sobre las operaciones en relación con la reactividad.

5.22. Las decisiones relativas a operaciones que puedan dar lugar a manipulaciones de la reactividad han de ser tales que el reactor se mantenga dentro de los límites operacionales establecidos para el núcleo. El funcionamiento dentro de los límites operacionales del núcleo es la base de la seguridad tecnológica en los estados operacionales transitorios previstos. Hay que destacar la importancia de mantener márgenes de los límites operacionales del núcleo como parte de las expectativas de la dirección para operar dentro de los límites establecidos.

5.23. Las manipulaciones de la reactividad han de llevarse a cabo de manera deliberada y minuciosamente controlada, y asimismo deben incluir intervalos de tiempo apropiados entre los cambios de reactividad, durante los cuales se supervisa el reactor para verificar que se ha obtenido la respuesta deseada. Los cambios de reactividad planificados únicamente deben llevarse a cabo de acuerdo con instrucciones operacionales escritas y el permiso explícito del supervisor de turno. Éste debe controlar la reactividad y la evolución de la central, y el operador del reactor debe estar libre de otras ocupaciones y distracciones mientras se llevan a cabo los cambios de reactividad planificados.

5.24. Cualquier cambio planificado importante de la potencia del reactor o de cualquier otra operación relacionada con la reactividad sólo debe iniciarse después de haber impartido unas instrucciones previas sobre los efectos esperados del cambio. Antes de proceder a cualquier cambio importante, es preciso resolver todo conflicto en los procedimientos y debatir las posibles distracciones del trabajo o las medidas para contingencias.

5.25. Durante las manipulaciones de la reactividad deben emplearse las técnicas de autoevaluación y prevención del error, como pararse, pensar, actuar, revisar

(que en inglés corresponden a la palabra STAR), la metodología y la comprobación por homólogos. Es preciso establecer un control efectivo y adecuado de otras actividades que podrían afectar a la reactividad o la supresión de calor residual y que son ejecutadas por otro personal de la central, como los técnicos especializados en química o en instrumentación y control.

## CONTROL DE ALARMAS

5.26. Los operadores tienen que responder enseguida a las condiciones de alarma, de conformidad con los procedimientos de respuesta a la alarma, para evitar situaciones o emergencias indeseables y atenuar las consecuencias de un accidente. Las alarmas inesperadas han de ser anunciadas claramente y registradas. Todas las alarmas tienen que ser tratadas como correctas y válidas, a no ser que se demuestre lo contrario basándose en la evaluación de otras indicaciones de la central. Las alarmas que resulten falsas o que se produzcan con frecuencia deben discutirse y comunicarse a la dirección de operaciones para que aplique las oportunas medidas correctoras.

5.27. Debe facilitarse al personal de turno información sobre el estado de las alarmas en los carteles o paneles de control de la central. Esa información ha de abarcar las alarmas que hayan sido totalmente desactivadas, las alarmas con entradas individuales desactivadas, las alarmas informatizadas que hayan sido puestas fuera de servicio y las alarmas con puntos de conexión modificados temporalmente. Hay que elaborar instrumentos o elementos auxiliares para mejorar el conocimiento que tiene el operador del estado de la alarma.

5.28. Es preciso buscar las alarmas que no funcionen, independientemente de que ello se deba a un fallo o a su supresión deliberada, reduciéndose su número al mínimo. Su estado debe determinarse claramente y comunicarse al personal encargado del funcionamiento de los sistemas o componentes afectados. Hay que elaborar un procedimiento que describa el proceso para retirar las alarmas de servicio y volver a ponerlas en servicio.

5.29. Los operadores deben contar con medios de indicación alternativos que les permitan verificar que los sistemas o componentes afectados se ajustan a las especificaciones técnicas y supervisar los parámetros del equipo por lo que respecta a condiciones anómalas que pudieran estar encubiertas por alarmas deficientes o alteradas.

5.30. Siempre que se reconozca una alarma, incluso si es esperada, hay que realizar una inspección de todos los paneles indicadores de la unidad para cerciorarse de que no pasan desapercibidas otras alarmas simultáneas.

5.31. En caso de incidentes operacionales anómalos u otras situaciones que den lugar a alarmas múltiples, hay que proceder, una vez que se haya estabilizado la central, a un análisis detenido de las alarmas para identificar aquéllas que sean inesperadas o incoherentes con el problema conocido de la central. Durante la aplicación de un procedimiento operacional de emergencia, se debe otorgar más prioridad a la evaluación de las funciones de seguridad que a la evaluación del estado de alarma.

## RECUPERACIÓN DE SITUACIONES ANÓMALAS

5.32. Los operadores de la sala de control tienen que notificar toda situación inesperada o anómala a su supervisor de turno, quien decidirá si el estado de la central merece ser notificado al personal que se encuentra fuera del emplazamiento o a los órganos reguladores. El supervisor de turno debe estar autorizado para activar el plan de emergencia si es necesario.

5.33. Si la central no responde como se espera en una situación anómala o un accidente, el personal de turno debe dedicar todos sus esfuerzos a llevar la central a un estado seguro y estable.

5.34. Tras una parada de emergencia del reactor u otro estado operacional transitorio de importancia, es preciso efectuar una investigación minuciosa de sus causas y consecuencias antes de reiniciar o reanudar el funcionamiento a plena potencia. Esa investigación debe determinar la causa directa del disparo, y hay que realizar más investigaciones para determinar la causa original e impedir que el suceso se repita en el futuro. Es preciso determinar y respetar las condiciones y los criterios para volver a iniciar, así como las autoridades encargadas de la adopción de decisiones.

5.35. Después de cada activación de un disparo del reactor, el personal de la sala de control tiene que verificar, de acuerdo con un procedimiento aprobado, el estado de la central para asegurarse de que ésta ha reaccionado como estaba previsto y que su estado es seguro, con objeto de descubrir todo efecto nocivo del disparo del reactor.

5.36. Únicamente debe permitirse la reiniciación de la central tras una verificación independiente de su estado y la identificación de la causa del disparo del reactor. Un director superior de operaciones o el ingeniero de seguridad del turno o un asesor técnico de éste deben llevar a cabo la verificación independiente con ayuda del supervisor de turno. Nunca se debe otorgar a éste autoridad para adoptar la decisión de volver a poner en marcha el reactor después de haberse producido un disparo del mismo.

## MODIFICACIONES TEMPORALES

5.37. Las modificaciones temporales del funcionamiento de una central deben gestionarse de conformidad con las recomendaciones que figuran en la Ref. [11]. El personal de operaciones tiene responsabilidades básicas en relación con las modificaciones temporales, que se comentan en los párrafos siguientes.

5.38. El personal de operaciones tiene que participar en las evaluaciones y revisiones de las modificaciones temporales antes de que se introduzcan. Las revisiones deben verificar que las modificaciones temporales no darán lugar a que se sobrepasen los límites operacionales aprobados y que son apropiadas para la configuración vigente de la central. Tras la obtención de otras aprobaciones necesarias, las modificaciones temporales tienen que someterse, antes de su aplicación, a la aprobación del personal de operaciones autorizado. El supervisor de turno tendrá autoridad para vetar cualquier modificación temporal o una prueba de acuerdo con una evaluación personal.

5.39. Se debe especificar un límite de tiempo para la duración de las modificaciones temporales. Una vez transcurrido, es preciso revisar la aplicabilidad, seguridad y necesidad de la modificación temporal en las condiciones vigentes en la central. Después de la revisión, si la modificación temporal va a proseguir, hay que efectuar un proceso de aprobación similar al proceso de aprobación inicial.

5.40. Se debe emplear la rotulación para designar claramente que la aplicación de la modificación sobre el terreno ha sido aprobada. El personal de operaciones debe mantener un programa de rotulación. A cada modificación aprobada se le debe asignar un único número.

5.41. Los operadores de la sala de control deben llevar una lista de las modificaciones temporales que se hayan introducido. En esa lista se debe identificar cada modificación por su número y se deben incluir copias de la

descripción de la modificación introducida, así como de sus revisiones y aprobaciones.

5.42. El personal de operaciones debe revisar periódicamente la continua aplicabilidad y la adecuada aplicación de todas las modificaciones temporales.

5.43. Todos los operadores deben estar capacitados para buscar modificaciones temporales no aprobadas durante sus rondas y reconocimientos de la central. La capacitación debe comprender cómo identificar las modificaciones temporales no autorizadas y las medidas que deben adoptarse si se descubre una de esas modificaciones.

## CONTROL DE LA QUÍMICA DE LA CENTRAL

5.44. Es preciso establecer un programa adecuado de supervisión de la química de la central para mantener los parámetros de ésta dentro de los límites establecidos y reducir al mínimo la entrada de impurezas químicas. El personal de operaciones tiene que ser capaz de interpretar correctamente los parámetros químicos supervisados y de adoptar, en caso necesario, las oportunas medidas correctoras.

5.45. Las responsabilidades específicas de los operadores con respecto al control de la química deben estar claramente definidas y comunicarse al personal de operaciones. Los operadores deben tener conocimientos para reconocer las condiciones que no se ajusten a las especificaciones de química de la central y las tendencias adversas relacionadas con el mantenimiento inadecuado de los regímenes de la química. También deben estar capacitados en la aplicación de las medidas correctoras apropiadas para tratar los problemas de química de la central. Los operadores deben informar al departamento de química de toda tendencia adversa en los parámetros correspondientes y de las medidas correctoras adoptadas. El departamento de química debe analizar los datos y asesorar a los operadores sobre toda nueva medida correctora que haya que adoptar.

5.46. El personal de operaciones debe aplicar un control del petróleo, la grasa y los desechos químicos para impedir la entrada de esas sustancias en el sistema de desechos radiactivos y reducir al mínimo los problemas operacionales que podrían afectar negativamente la calidad del agua de aporte.

5.47. Si el equipo de tratamiento del agua, por ejemplo, clarificadores, filtros de carbón y desmineralizadores, está a cargo de miembros del personal de operaciones o es supervisado por éste (y no por el personal del departamento de química), deben ser conocedores de su uso y haber recibido la capacitación correspondiente.

## TRATAMIENTO DE LAS DEFICIENCIAS DEL EQUIPO

5.48. Debe existir un procedimiento para especificar las expectativas de la dirección y las responsabilidades de la identificación y documentación de deficiencias, fallos del equipo y otros defectos. Las deficiencias que se identifiquen han de ser documentadas por el supervisor de turno o el director de operaciones, dándoseles la debida prioridad para asegurarse de que los problemas se resuelven oportunamente, de conformidad con los límites y las condiciones operacionales o las especificaciones técnicas, y de modo que se reduzca al mínimo la repercusión en la seguridad de cualquiera de esas deficiencias.

5.49. Todas las desviaciones que se produzcan en el estado de la central o sus sistemas o equipo deben comunicarse y evaluarse adecuada y oportunamente. Hay que establecer con claridad un sistema para documentar esas desviaciones, que comprenda la evaluación de su repercusión en la operabilidad de la central, el sistema o el elemento. Se debe contar con un sistema para controlar el número total de deficiencias de la central que requieran medidas del operador, con objeto de garantizar que los grupos de trabajo no están sobrecargados y que la seguridad no se ve afectada negativamente por el efecto acumulativo de esas deficiencias.

5.50. Las deficiencias del equipo deben identificarse claramente con objeto de hacerlas fácilmente visibles para el personal de operaciones que efectúa rondas y realiza observaciones. Hay que aplicar un sistema de rotulación de las deficiencias y/o riesgos para señalar los problemas con el equipo. Las deficiencias que se descubran deben evaluarse por su importancia en relación con la seguridad, estableciendo prioridades para corregirlas.

5.51. Una medida compensatoria adoptada por un operador para hacer funcionar un elemento o equipo deficientes o su sistema asociado se conoce con el nombre de solución alternativa. Como las soluciones alternativas pueden distraer al operador del funcionamiento previsto de la central, ésta ha de establecer una política que tenga en cuenta la identificación y búsqueda de dichas soluciones alternativas. La política debe incluir el requisito de asignar una elevada prioridad a la corrección de las deficiencias que den lugar a la necesidad de soluciones



alternativas. Cuando sea posible, éstas deben tratarse como modificaciones temporales.

5.52. Es preciso revisar periódicamente el efecto agregado de las deficiencias y las soluciones alternativas en la actuación del personal de turno. Se deben aplicar todas las medidas compensatorias que resulten necesarias, comprendido el despliegue de recursos humanos adicionales para compensar el mayor uso de soluciones alternativas.

## **6. EQUIPO DE OPERACIONES Y ELEMENTOS AUXILIARES DEL OPERADOR**

### **ESTADO DE LAS SALAS Y LOS PANELES DE CONTROL**

6.1. El equipo utilizado por el personal de operaciones ha de ser adecuado para soportar el funcionamiento seguro y fiable de la central en todas las condiciones operacionales y ha de estar bien mantenido. La limpieza general de la central, una buena iluminación y unas buenas condiciones medioambientales son atributos importantes del funcionamiento de una central, y no se deben escatimar esfuerzos por mantenerlos.

6.2. La sala principal de control (o de la unidad) es el punto central de coordinación del funcionamiento de la unidad. Cuando el diseño de la central prevea salas de control adicionales o locales dedicadas al control de procesos que podrían afectar las condiciones de la central, es preciso establecer unas directrices claras para la comunicación con objeto de garantizar un nivel suficiente de transferencia de la información a y de los operadores de la sala principal de control.

6.3. La iluminación, el nivel de ruido y la temperatura en la sala de control deben proporcionar unas condiciones adecuadas para el trabajo y las comunicaciones. Se deben estudiar medidas administrativas para reducir al mínimo las distracciones innecesarias del personal de la sala de control debidas a notificaciones, llamadas telefónicas o peticiones de información. Se deben establecer disposiciones administrativas para excluir al personal innecesario de la sala de control.

6.4. La dirección debe establecer reglas y procedimientos que garanticen unas condiciones de trabajo normales para los operadores de la sala de control, debiendo prestar atención a los siguientes aspectos:

- Se deben reducir al mínimo las conversaciones que no guarden relación con las operaciones de la central y el apoyo a las mismas;
- Las conversaciones que no estén directamente relacionados con el funcionamiento del equipo deben mantenerse en tono bajo;
- Las llamadas telefónicas a la sala de control y desde ella deben limitarse por su tema a asuntos relacionados con las operaciones en curso de la central;
- El uso de sistemas para dirigirse al público en la central debe ser controlado estrechamente por el personal de la sala de control principal y quedar reservado por lo general a la transmisión de información sobre el estado de la central;
- Las comunicaciones por radio de mano entre los operadores sobre el terreno y los operadores de la sala de control principal deben ser breves y concisas. Por ejemplo, se debe usar la radio para la llamada inicial y a continuación pasar la llamada al teléfono cuando sea posible;
- Hay que limitar o prohibir el uso de receptores de radio, ordenadores y otros aparatos electrónicos con fines que no sean las operaciones de la central (por ejemplo, esparcimiento).

6.5. La habitabilidad de la sala de control debe mantenerse en buenas condiciones. Todas las actividades de despolvamiento y limpieza de las consolas de control, los paneles de instrumentos y las consolas de ordenadores deben ser realizadas por el personal de operaciones de turno o bajo su estrecha supervisión, empleándose únicamente materiales y técnicas aprobados. Se debe conceder gran prioridad a la sustitución de bombillas y las reparaciones de los sistemas de ventilación.

6.6. La sala de control alternativa utilizada para el control del reactor en determinadas circunstancias inusuales, así como todos los paneles asociados, deben mantenerse libres de obstáculos y material no esencial que pudieran impedir el uso inmediato de la sala alternativa o de los paneles de control si surgiera la necesidad. Los operadores deben verificar periódicamente en sus rondas que la sala de control alternativa o los paneles, sin olvidar los sistemas de comunicación y de alarma asociados, se encuentran en el estado adecuado de disponibilidad operacional. Se deben mantener del mismo modo los demás paneles operacionales fuera de la sala de control, comprendidos los paneles locales de instrumentación y control, comprobando que permanecen libres de obstáculos.

6.7. La mesa y los paneles de la sala de control, así como todos los paneles de control locales, tienen que mostrar con claridad la disponibilidad de los sistemas y el equipo. El sistema para designar sistemas y equipo defectuosos debe proporcionar una indicación clara y una correcta rotulación de los elementos defectuosos.

6.8. Hay que establecer metas y límites para la disponibilidad de la instrumentación y los controles de la mesa de control. Esas metas deben comprender la puntualidad de las reparaciones y el número de instrumentos que no se encuentran disponibles. Es preciso comunicar a su debido tiempo la no disponibilidad de instrumentos y controles, de conformidad con su importancia para la seguridad<sup>12</sup>, al director de operaciones y a la dirección de la central, para que los directores de ésta sean conscientes de esas condiciones.

6.9. Los visores de los instrumentos y los indicadores han de ser claramente legibles y comprensibles para el operador, manteniéndose libres de obstáculos. La disposición de los puestos de trabajo ha de permitir un control y una supervisión adecuados de los documentos e instrumentos que se van a emplear, y tiene que dejar espacio suficiente para una colocación correcta y el uso de los procedimientos en la sala principal de control y en las zonas de trabajo del interior de la central.

6.10. En el funcionamiento normal de la central, se debe reducir al mínimo en la medida de lo posible el número de indicadores luminosos en la sala de control y en los paneles de control locales situados en otros puntos de la central, con objeto de que los operadores puedan reconocer mejor cualquier desviación del estado de la central y de su equipo. Únicamente deben estar iluminados aquellos indicadores que sean necesarios para facilitar información sobre el estado de la central. El sistema de identificación de los indicadores debe permitir una fácil diferenciación de su importancia.

## EQUIPO DE COMUNICACIÓN

6.11. Se debe contar con un equipo de comunicación fiable para respaldar las actividades de la sala de control y de la central para todos los modos de funcionamiento. El tipo y número de los aparatos empleados debe permitir una

---

<sup>12</sup> La importancia para la seguridad de un elemento determinado depende del diseño de la central y puede deducirse de un análisis probabilista o determinista.

comunicación audible rápida y efectiva con todos los trabajadores de la central involucrados en comunicaciones importantes, en particular la comunicación con los miembros del grupo de turno y de éstos entre sí.

6.12. El empleo de aparatos de comunicación debe evaluarse a fondo, tanto por lo que respecta a los posibles efectos negativos en el equipo de la central de la interferencia electromagnética de las radios portátiles o los teléfonos móviles, como por lo que se refiere a la capacidad de comunicar en las condiciones esperadas de ruido y vibración. Hay que tener en cuenta que el uso de teléfonos móviles podría afectar, en particular, al funcionamiento del equipo digital de control. Hay que adoptar medidas para señalar las zonas de la central en las que se apliquen reglas especiales de comunicación.

6.13. La adecuación del sistema de comunicaciones debe evaluarse periódicamente en relación con todos los requisitos para la notificación de una emergencia. Los sistemas para dirigirse al público y otros aparatos de notificación de emergencia deben inspeccionarse con regularidad y mantenerse en buen estado para que puedan alertar al personal cuando sea necesario. Además, se debe contar con un sistema para la comprobación y verificación periódicas de la operabilidad de los aparatos de comunicación.

6.14. Las reglas de acceso al sistema de comunicación y la utilización del mismo deben estar claramente establecidas y han de ser bien entendidas por todo el personal de la central, para garantizar que el uso innecesario de los sistemas de megafonía para hacer anuncios al personal no merma el efecto de las notificaciones importantes.

## ELEMENTOS AUXILIARES E INSTRUMENTOS DE APOYO DEL OPERADOR

6.15. Los elementos auxiliares del operador<sup>13</sup> pueden servir para complementar los procedimientos aprobados o los cambios de procedimiento, pero no deben usarse en su lugar. Tampoco deben utilizarse en lugar de los rótulos de peligro o de aviso. Hay que formular una política operacional clara para reducir al mínimo

---

<sup>13</sup> Los elementos auxiliares del operador son croquis, notas escritas a mano, curvas y gráficos, instrucciones, copias de procedimientos, impresos, dibujos, rótulos informativos y otras fuentes de información empleadas por los operadores como ayuda en la realización de las tareas que tienen asignadas.

el uso de los elementos auxiliares del operador y, cuando corresponda, se deben convertir en características permanentes de la central o incorporarse a los procedimientos.

6.16. Hay que establecer un control administrativo en la central para impartir instrucciones sobre cómo administrar y controlar un programa efectivo para los elementos auxiliares del operador. El sistema de control administrativo de los elementos auxiliares del operador debe abarcar, como mínimo, lo siguiente:

- Los tipos de elemento auxiliar del operador que pueden utilizarse en la central;
- La autoridad competente para revisarlos y aprobarlos antes de su uso;
- La verificación de que los elementos auxiliares del operador recogen la información válida más reciente.

6.17. El sistema para controlar los elementos auxiliares del operador debe impedir el uso de elementos auxiliares no autorizados u otros materiales, como instrucciones no autorizadas o rótulos de cualquier tipo en el equipo, los paneles locales de control de la central, los cuadros de mandos y los instrumentos de medición en las zonas de trabajo. Los elementos auxiliares del operador deben estar situados muy cerca de donde se espera que vayan a ser utilizados y los que estén expuestos no deben ocultar instrumentos o controles.

6.18. El sistema para controlar los elementos auxiliares del operador debe garantizar que éstos incluyan información correcta que haya sido revisada y aprobada por la autoridad competente correspondiente. Además, todos los elementos auxiliares del operador han de ser revisados periódicamente para determinar si siguen siendo necesarios, si la información que contienen tiene que modificarse o actualizarse o si deben quedar incorporados permanentemente como características o procedimientos de la central.

6.19. Si las reglas de funcionamiento prevén el uso de aparatos (por ejemplo, aparatos de medición) o instrumentos adicionales (por ejemplo, escaleras), deben existir disposiciones para garantizar que únicamente se emplean instrumentos adecuadamente probados o calibrados y autorizados. Además, hay que proporcionar a los operadores los instrumentos adecuados (linternas portátiles, equipo de protección personal, etc.) para que puedan observar efectivamente el equipo en funcionamiento normal y en caso de emergencia.

## ADMINISTRACIÓN INTERNA Y CONDICIONES MATERIALES

6.20. La administración interna<sup>14</sup> de la central debe mantener unas buenas condiciones de funcionamiento en todas las zonas de trabajo. Las zonas de trabajo han de atenerse a la norma, estar bien iluminadas, limpias de lubricantes, productos químicos u otros escapes y libres de desperdicios; es preciso impedir la intrusión de objetos extraños y hay que crear un ambiente en el que todas las desviaciones de las condiciones normales (como pequeñas fugas, manchas de corrosión, repuestos, modificaciones temporales no autorizadas y aislamiento deteriorado) sean fácilmente identificables. Los efectos de la intrusión de objetos extraños o los efectos a largo plazo de las condiciones medioambientales (o sea, los efectos de la temperatura o de la corrosión u otros deterioros de la central que puedan afectar la fiabilidad a largo plazo del equipo o las estructuras de la central) se deben evaluar como parte del programa de administración interna de la central.

6.21. Deben existir procedimientos administrativos para determinar y comunicar con claridad las funciones y responsabilidades en relación con la administración interna de la central en condiciones operacionales, condiciones de posmantenimiento y condiciones de interrupción del servicio. En todas las zonas de la central debe quedar claro sobre quién recae la responsabilidad de ocuparse de que una zona se mantenga limpia, ordenada y segura. El personal de operaciones tiene que supervisar periódicamente la administración interna y las condiciones materiales<sup>15</sup> en todas las zonas de la central y ha de aplicar medidas correctoras cuando se descubran problemas.

6.22. Los medios de protección contra la radiación, seguridad industrial, primeros auxilios y protección contra incendios deben estar adecuadamente distribuidos en la central, bien señalizados y disponibles para respaldar todos los modos de funcionamiento de la central. Las rutas de evacuación de la central deben estar bien iluminadas y claramente señaladas y no debe haber en ellas ningún obstáculo de material o equipo de ninguna clase.

6.23. Todo el equipo de la central debe estar fácilmente accesible para los operadores sobre el terreno. A la hora de facilitar el acceso al equipo, hay que tener en cuenta problemas potenciales para la seguridad industrial, como los

---

<sup>14</sup> La administración interna se refiere al grado en que la central resulta accesible y explotable con seguridad y en el que no se observan repuestos o equipo innecesarios o bien están debidamente situados.

<sup>15</sup> La condición material se refiere al grado en que las estructuras, los sistemas y el equipo se conservan en un estado de buen mantenimiento.

riesgos de disparo. Es preciso prever medios adecuados (por ejemplo, empleo de controles remotos, plataformas o escaleras permanentes) para permitir al operador controlar sin un esfuerzo indebido los elementos del equipo que tengan un acceso limitado por diseño. Los indicadores utilizados sobre el terreno deben estar colocados adecuadamente para comodidad de la observación, sin necesidad de que los operadores sobre el terreno realicen esfuerzos adicionales especiales. Lo antedicho se aplica tanto a la identificación del propio indicador como a la realización de lecturas en el mismo. En caso necesario, hay que facilitar plataformas adicionales u otros medios de acceso.

6.24. Las zonas y los sistemas de la central y sus componentes asociados deben estar señalados con claridad y precisión, permitiendo al operador identificar fácilmente el equipo y el estado en que se encuentra. Ejemplos de esos sistemas son los aislamientos, las posiciones de válvulas accionadas por motor y manualmente, los trenes de sistemas de protección y el suministro eléctrico a diferentes sistemas.

6.25. Los rótulos temporales, como los que indican deficiencias, modificaciones temporales o advertencias temporales, son fuentes importantes de información para los operadores en la supervisión de las zonas de trabajo. Su utilización correcta debe estar regida por una política que sea coherente con la política global de rotulación de la central (véanse párrafos 5.1–5.4). El sistema de rotulación temporal adoptado tiene que facilitar una fácil comprobación del cumplimiento de las reglas de autorización y validez, permitiendo al operador distinguir entre las nuevas deficiencias y las antiguas y controlar al mismo tiempo el uso adecuado del sistema de rotulación (para las recomendaciones sobre la rutina de rotulación, véanse los párrafos 7.21–7.32).

6.26. La dirección ha de prestar la debida atención a todo el equipo fuera de uso y a los efectos perniciosos de esos elementos en el comportamiento de los operadores y el estado material global de la central. La política de la central debe contemplar la eliminación de todo el equipo fuera de uso de las zonas en las que haya equipo operacional importante para la seguridad. Cuando sea práctica de la central aceptar que ese equipo se conserve en zonas de trabajo, el elemento del equipo debe señalarse claramente y quedar cubierto por el programa de administración interna de la central. Hay que prestar atención a esos elementos del equipo para evitar que su estado afecte a la seguridad de la central y a la capacidad del personal para mantener las condiciones operacionales requeridas.

## 7. CONTROL Y AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO

### PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DEL TRABAJO

7.1. El proceso de control del trabajo que se requiere en la Ref. [1] debe comprender evaluaciones adecuadas y suficientes de los riesgos para la salud y la seguridad imputables a determinadas actividades. La finalidad de la evaluación del riesgo es verificar la aceptabilidad de la actividad propuesta y determinar las medidas de control apropiadas que sean necesarias para garantizar que los riesgos se mantienen ALARA. Los resultados de la evaluación del riesgo deben incorporarse en los procedimientos de trabajo o la documentación de control asociada con la actividad, por ejemplo la documentación relativa al sistema para expedir permisos de trabajo.

7.2. El sistema general de control del trabajo tiene que comprender todas las autorizaciones, los permisos y certificados necesarios para garantizar la seguridad en la zona de trabajo y para impedir que las actividades laborales tengan efectos indebidos en la seguridad. Hay que considerar los siguientes temas concretos:

- Respeto de los límites y las condiciones operacionales establecidos;
- Autorizaciones de órdenes de trabajo;
- El proceso de aislamiento del equipo, comprendidos los permisos de trabajo y la rotulación;
- Permisos para trabajo expuesto a la radiación;
- Precauciones de cara a la seguridad industrial;
- Drenaje, nueva carga y abertura de sistemas de proceso;
- Instalaciones de drenaje y ventilación de los lugares de trabajo;
- Control de los riesgos de incendio;
- Aislamiento eléctrico y mecánico del equipo;
- Control de las modificaciones de la central.

7.3. Las recomendaciones sobre las autorizaciones, los permisos y los certificados a que se alude en el párrafo 7.2 figuran en la Ref. [9]. La Referencia [12], en particular los párrafos 3.39–3.47, formula recomendaciones sobre permisos para trabajo expuesto a la radiación.

7.4. El proceso de control del trabajo debe garantizar unas relaciones adecuadas entre todos los grupo de trabajo. El personal de operaciones debe ayudar al departamento de mantenimiento a planificar y ejecutar el trabajo en los sistemas



y componentes de la central para lograr la optimización de la fiabilidad y disponibilidad del equipo. De este modo el personal de operaciones será más capaz de evaluar el riesgo cuando el equipo resulte impracticable, y se reducirá el periodo de no disponibilidad de elementos importantes del equipo debido al mantenimiento.

7.5. El proceso de control del trabajo tiene que servir para asegurarse de que los miembros del personal de operaciones, en particular los operadores de la sala principal de control, son conscientes del trabajo de la central, lo han aprobado y mantienen un control correcto de la configuración de la central. El proceso debe servir, además, para garantizar que los miembros del personal de operaciones son conocedores de todos los efectos esperados del trabajo realizado, comprendidos las alarmas y los cambios en el funcionamiento de sistemas.

7.6. El proceso de control del trabajo debe servir para garantizar que el equipo de la central únicamente se pone fuera de servicio tras autorización del personal de operaciones designado y respetando los límites y las condiciones operacionales (véanse párrafos 5.9–5.16). Las responsabilidades y autoridades relacionadas con el aislamiento de equipo, las pruebas de posmantenimiento y la restauración de sistemas deben estar claramente definidas en los procedimientos de autorización del trabajo.

7.7. Los trabajos no rutinarios (por ejemplo, levantamiento de andamios, instalación de una protección temporal de plomo) efectuados en la proximidad de estructuras, sistemas, componentes y equipo importantes para la seguridad tienen que estar también supeditados a la autorización de la dirección de operaciones. Asimismo la limpieza y pintura de la central y todo trabajo efectuado en el exterior de la misma (v. gr. construcción, excavación o dragado cerca de la entrada de agua refrigerante) que pudieran afectar a la seguridad únicamente deben llevarse a cabo con la autorización de la dirección de operaciones. Antes de que comiencen esas actividades, es preciso notificarlas al personal de turno.

7.8. En las centrales con unidades múltiples debe haber disposiciones para asegurarse de que los cambios importantes que se están introduciendo en una unidad no afectan al funcionamiento seguro de las otras.

7.9. Las órdenes de trabajo que no se cumplan dentro del plazo previsto pueden tener una prolongación formal basada en una reevaluación a cargo del supervisor encargado del turno. El plazo previsto para realizar el trabajo sólo debe prolongarse si la reevaluación arroja pruebas de que el equipo fuera de servicio no ejerce un efecto negativo en el funcionamiento seguro de la central o si se

respetan las especificaciones técnicas. Hay que procurar reducir al mínimo el número de órdenes de trabajo prolongadas. Es preciso someter las causas de las desviaciones del programa previsto a un análisis minucioso para identificar cualquier modificación del sistema que abarca la planificación y la ejecución del trabajo.

## PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO

7.10. La planificación del trabajo en los sistemas y el equipo de la central importantes para la seguridad ha de estar bien coordinada para garantizar que la central permanece en todo momento en un estado seguro y de acuerdo con los límites y las condiciones operacionales. La programación y la planificación deben centrarse en establecer las prioridades del trabajo con objeto de reducir al mínimo los riesgos para la seguridad. Cuando exista una evaluación probabilista “en vivo” de la seguridad, debe utilizarse para optimizar la planificación del trabajo en las operaciones y en condiciones de parada e interrupción del servicio con objeto de reducir al mínimo el riesgo global en la central. Se debe alentar al personal de operaciones a poner en duda las suposiciones y a dar menos prioridad, bajo presión, al respeto del programa que a garantizar la seguridad al encontrarse frente a situaciones imprevistas.

7.11. Se deben destinar recursos suficientes para las operaciones que tengan por objeto asesorar y ayudar en la planificación y programación de las principales secuencias del trabajo. La dirección de operaciones tiene que participar activamente en el proceso de planificación y programación del trabajo. Hay que prestar apoyo adicional al personal de operaciones en caso de interrupción del servicio y en otros períodos en los que la carga de trabajo sea grande.

7.12. Las tareas que tengan que realizarse en zonas controladas en las que es posible que los niveles de radiación o contaminación sean importantes debe planificarse de modo que las dosis se mantengan ALARA. El grupo de protección contra la radiación tiene que participar en la planificación de todas las actividades que puedan acarrear dosis significativas para los trabajadores y debe asesorar sobre las condiciones en las que puede realizarse el trabajo en zonas controladas y en zonas de contaminación [12].

7.13. El supervisor y el personal de turno deben estar familiarizados con los detalles del programa de las labores de mantenimiento. Deben rechazarse las tareas no programadas, salvo en circunstancias inusuales, y el personal de

mantenimiento debe responsabilizarse de que el trabajo se lleva a cabo de conformidad con el programa aprobado.

7.14. El personal de operaciones tiene que revisar los planes de las pruebas de posmantenimiento. Esa revisión puede efectuarse cuando se está planeando y programando el mantenimiento, y el personal de la sala de control debe repetirla antes de que se inicien las pruebas.

## CONTROL DE PRUEBAS ESPECIALES Y ACTIVIDADES NO RUTINARIAS

7.15. El personal de operaciones debe controlar adecuadamente las pruebas especiales<sup>16</sup> y las actividades no rutinarias para las que no haya procedimientos previamente definidos. Esas actividades no rutinarias y pruebas especiales tienen que llevarse a cabo de conformidad con un proceso formal que comprenda procedimientos paso a paso del mismo modo que se requiere para las pruebas rutinarias. Se deben adoptar disposiciones para asegurarse de que la central vuelve a condiciones operacionales normales tan pronto como termine la prueba.

7.16. El procedimiento de una prueba especial o una actividad no rutinaria tiene que especificar con claridad todas las precauciones especiales que sea necesario observar, los posibles riesgos que haya que analizar y las medidas que deben adoptarse si surge un problema durante la prueba. El procedimiento de una prueba especial debe comprender requisitos para instruir al personal participante en la prueba, en particular el personal de operación, de los riesgos que entraña ésta antes de llevarla a cabo. El personal de operaciones debe comentar los criterios para interrumpir pruebas o evoluciones de la central cuando surjan situaciones inesperadas. Las recomendaciones sobre la realización de pruebas figuran en la Ref. [9].

7.17. El director de operaciones debe supervisar y conocer el estado de la central durante las pruebas especiales o evoluciones infrecuentes de la central. Hay que informar por adelantado al órgano regulador de todas las pruebas especiales que vayan a realizarse.

---

<sup>16</sup> Una prueba especial en este contexto es cualquier prueba que no esté comprendida en el programa de vigilancia o que no se lleve a cabo con frecuencia.

## CONTROL DE INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO

7.18. El departamento de operaciones tiene que participar en todos los aspectos de las actividades en caso de interrupción del servicio para garantizar que los riesgos inherentes a ésta se gestionan de manera adecuada y la efectividad de las interrupciones del servicio se optimiza gracias a una planificación y programación minuciosas, una coordinación y ejecución efectivas y la oportuna vuelta de los sistemas y componentes al estado operacional.

7.19. El personal de operaciones formalmente autorizado debe participar en la coordinación de las actividades de interrupción del servicio con el fin de garantizar que se mantiene la adecuada configuración de la central y que el estado de ésta es conocido y se comunica a cada turno que entra a trabajar.

7.20. Hay que prestar especial atención a las fuentes de energía redundantes, los sistemas de enfriamiento del núcleo, la capacidad de garantizar la integridad de la contención, la refrigeración de la piscina de combustible gastado, las actividades de manipulación del combustible y la interdependencia de los sistemas importantes para la seguridad y los sistemas auxiliares. Es preciso mantener el control sobre los sistemas y los sistemas redundantes que sean necesarios para mantener la central en un estado de parada en condiciones de seguridad.

## RUTINAS PARA EL AISLAMIENTO DEL EQUIPO

7.21. Hay que formular directrices para los procesos de rotulación y aislamiento con objeto de proteger al personal y el equipo, así como el control del estado de los límites de rotulación y todos los componentes en el interior de ellos. Es preciso establecer un programa de capacitación en los procesos de rotulación y aislamiento, y todo el personal involucrado en la rotulación y el aislamiento del equipo debe recibir capacitación actualizada periódicamente.

7.22. Se deben adoptar las disposiciones adecuadas para bloquear, rotular o asegurar de otro modo los puntos de aislamiento con objeto de garantizar la seguridad. Los dispositivos de bloqueo de disyuntores e interruptores deben ser adecuados para impedir la puesta en marcha por descuido o el posicionamiento incorrecto del equipo. Los sistemas y componentes fuera de servicio deben identificarse mediante los correspondientes signos y rótulos, tanto en la central como en la sala de control. Si fuera imposible desenergizar todo el equipo o los componentes en el interior de un límite de aislamiento, la dirección debe

asegurarse de que el supervisor y el grupo de trabajo entienden cabalmente qué equipo está energizado y dónde se encuentra.

7.23. Las reglas para efectuar aislamientos eléctricos y mecánicos y expedir permisos para el trabajo expuesto a la radiación deben ser publicadas y respetadas. Una persona cualificada del departamento de operaciones tiene que verificar los procedimientos de aislamiento y las listas de control. Hay que revisar periódicamente la exactitud y la continua aplicabilidad de los rótulos.

7.24. Deben existir disposiciones para autorizar el trabajo bajo voltaje en equipo no aislado y los procedimientos para ese trabajo. Es preciso controlar y rotular los cables y puentes desconectados.

7.25. En las centrales con unidades múltiples deben existir disposiciones para impedir un error humano que de lugar al aislamiento del equipo en una unidad que no corresponda.

7.26. Los rótulos empleados para la protección del personal o el equipo han de ser identificables sin ambigüedad y tienen que ser diferentes por su aspecto de otros rótulos de la central. Todo el personal de ésta debe entender el significado de los rótulos utilizados para la protección del personal o el equipo. Se deben emplear rótulos en miniatura en el caso de que un rótulo más grande pueda tapar interruptores, indicadores u otros controles o dispositivos informativos.

7.27. Además, se deben usar rótulos de aviso para identificar condiciones a corto plazo propias de un componente rotulado. Esos rótulos de aviso deben utilizarse en situaciones en las que un sistema o componente es funcional, pero cuando cierta precaución o información es temporalmente necesaria antes de realizar la operación.

7.28. Deben preparar los rótulos personas que estén cualificadas en el proceso de rotulación y que sean conscientes del alcance del trabajo realizado. La organización responsable de la realización de este trabajo tiene que describir el alcance del mismo con suficientes pormenores. Los rótulos preparados tienen que revisarse independientemente por lo que respecta a su exactitud y adecuación. La persona que prepara los rótulos o la que los revisa tiene que ser el operador formalmente autorizado de la unidad de que se trate. Los rótulos que indiquen el estado de equipo importante para la seguridad tienen que contar con la aprobación del supervisor de turno o del operador de la sala de control que supervisa la unidad afectada.

7.29. Los rótulos han de ser colocados por operadores u otros individuos cualificados que conozcan bien los componentes y sistemas que se están rotulando. En el caso de componentes que requieran una verificación independiente o simultánea, una segunda persona cualificada tiene que comprobar la posición de los rótulos y componentes. Esa segunda verificación debe ser complementaria de la efectuada por el trabajador o el supervisor antes de iniciar el trabajo. Es preciso verificar que se ha suprimido la corriente eléctrica. El trabajador o el supervisor únicamente empezarán su trabajo después de haber comprobado que todos los rótulos están en su sitio y que el sistema o componente ha sido aislado.

7.30. Un registro de todas las peticiones de rotulación y las posiciones de todos los componentes rotulados ha de estar disponible para los operadores de la sala de control, de modo que puedan determinar fácilmente cómo afectará la rotulación a las operaciones. Las peticiones de rótulos que se coloquen en la central deben someterse a revisiones periódicas de la dirección para verificar la necesidad de cada una de ellas.

7.31. La retirada de rótulos ha de estar supeditada a la autorización del supervisor de turno u otra persona responsable en el departamento de operaciones. La autorización para retirar los rótulos ha de estar supeditada a la aprobación de todos los grupos que trabajan dentro de los límites de aislamiento. La persona que autoriza la retirada de rótulos debe asegurarse de que la posición final de los componentes y la secuencia en la que deben instalarse han sido correctamente especificadas. Además, en este punto hay que determinar el alineamiento de otros componentes no rotulados dentro del límite de aislamiento, y es preciso verificar que cumplen los requisitos normales de alineamiento.

7.32. Se deben formular directrices escritas, según sea necesario, sobre la supresión temporal de los rótulos de aislamiento y comunicarlas con claridad. Es preciso concretar cuándo es apropiada la supresión temporal de rótulos, especificando las funciones y responsabilidades de los individuos involucrados en ella. Los rótulos que se retiran temporalmente y vuelven a colocarse deben ser controlados de igual manera de los que se colocan o se suprimen normalmente. Todos los casos de retirada y nueva colocación de rótulos deben someterse a aprobación, revisión, documentación y verificación.

## SEGURIDAD INDUSTRIAL

7.33. Los procedimientos de rotulación deben hacer referencia también a los requisitos aplicables de seguridad industrial. Es preciso especificar las precauciones de seguridad industrial para poner componentes y equipo fuera de servicio, desconectar disyuntores en los armarios eléctricos o en el patio de maniobras, drenar un sistema y volver a poner en servicio un sistema o componente. En el caso de materiales peligrosos como agua caliente, vapor, productos químicos, gases bajo presión o material radiactivo, debe haber procedimientos claramente escritos y comunicados que especifiquen el modo de tratar dichos materiales para evitar todo efecto nocivo en los componentes, en el personal que los manipula o que trabaja en las zonas vecinas, o en el medio ambiente.

7.34. El supervisor de turno y el director de operaciones deben efectuar recorridos periódicos por la central para observar el proceso de rotulación y el proceso de nueva puesta en servicio del equipo, así como, en particular, el proceso de llenar y vaciar un sistema o componente drenado, de modo que quede garantizada la seguridad industrial de los operadores sobre el terreno. Si los supervisores descubren cualquier incumplimiento de las normas aplicables de seguridad industrial, es preciso corregirlo de inmediato y comunicarlo de conformidad con el procedimiento establecido para la comunicación de la experiencia operacional.

7.35. Los operadores sobre el terreno han de recibir capacitación, con actualizaciones periódicas, sobre las normas de seguridad industrial relacionadas con sus tareas. Esas normas deben figurar en un manual de capacitación y se deben comunicar al personal y a sus supervisores. Si el personal de la sala de control interviene en tareas similares a las de los operadores sobre el terreno, tiene que recibir la capacitación correspondiente. Hay que establecer una regla estricta según la cual únicamente el personal capacitado puede realizar tareas en las que tiene importancia la seguridad industrial.

7.36. El director de operaciones tiene que analizar también los sucesos relacionados con la seguridad industrial en el departamento de operaciones, para conocer las causas directas y de fondo de los mismos. El director de operaciones tiene que analizar las tendencias en la aparición de accidentes industriales relacionados con una seguridad industrial deficiente en el departamento de operaciones y ha de adoptar medidas para reducir el número de sucesos relacionados con la seguridad industrial.

7.37. Hay que redactar unas directrices para el uso del equipo personal de seguridad industrial, basándose en la existencia de riesgos reales o potenciales relacionados con la seguridad industrial. Hay que especificar los requisitos para el uso de equipo como cascos, gafas de seguridad, cinturones de seguridad, protección para los oídos, calzado adecuado, equipamiento y vestuario protectores para trabajar en equipo energizado o con productos químicos peligrosos. Los requisitos para el uso rutinario del equipo de seguridad industrial deben estar claramente expuestos en los lugares en los que se aplican y deben especificar los requisitos de seguridad industrial correspondientes a ese lugar.



## REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Seguridad de las centrales nucleares: Explotación, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-R-2, OIEA, Viena (2004).
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, The Operating Organization for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NSG2.4, OIEA, Viena (2001).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.8, OIEA, Viena (2002).
- [4] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Normas internacionales básicas de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena (1997).
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, The Management System for Facilities and Activities, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-R-3, OIEA, Viena (2006).
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Application of the Management System for Facilities and Activities, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-G-3.1, OIEA, Viena (2006).
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Límites y condiciones operacionales y procedimientos de operación en centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.2, OIEA, Viena (2009).
- [8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, A System for the Feedback of Experience from Events in Nuclear Installations, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.11, OIEA, Viena (2006) (en traducción).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.6, OIEA, Viena (2002).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NSG-2.5, OIEA, Viena (2002).
- [11] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Modificaciones en las centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.3, OIEA, Viena (2007).
- [12] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica y gestión de los desechos radiactivos en la explotación de centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.7, OIEA, Viena (2010).



## COLABORADORES EN LA PREPARACIÓN Y EXAMEN

Lipar, M.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Perry, J.S.	Consultor independiente (Estados Unidos de América)
Sabinov, S.	Central nuclear de Kozloduy (Bulgaria)
Sengoku, K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Seufert, B.	Central nuclear de Grafenrheinfeld (Alemania)
Tait, I.	Inspección de Instalaciones Nucleares de su Majestad (Reino Unido)
Vaišnys, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Vamos, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Wright, P.	Consultor independiente (Reino Unido)



## ENTIDADES ENCARGADAS DE LA APROBACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

*El asterisco indica que se trata de un miembro corresponsal. Estos miembros reciben borradores para formular comentarios, así como otra documentación pero, generalmente, no participan en las reuniones.*

### Comisión sobre Normas de Seguridad

*Alemania: Majer, D.; Argentina: Oliveira, A.; Australia: Loy, J.; Brasil: Souza de Assis, A.; Canadá: Pereira, J.K.; Corea, República de: Eun, Y.-S.; China: Li, G.; Dinamarca: Ulbak, K.; Egipto: Abdel-Hamid, S.B.; España: Azuara, J.A.; Estados Unidos de América: Virgilio, M.; Federación de Rusia: Malyshev, A.B.; Francia: Lacoste, A.-C. (Presidencia); India: Sharma, S.K.; Israel: Levanon, I.; Japón: Abe, K.; Pakistán: Hashmi, J.; Reino Unido: Weightman, M.; República Checa: Drábová, D.; Sudáfrica: Magugumela, M.T.; Suecia: Holm, L.-E.; Suiza: Schmocker, U.; Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE: Tanaka, T; Comisión Europea: Waeterloos, C.; Comisión Internacional de Protección Radiológica: Holm, L.-E.; OIEA: Delattre, D. (Coordinación).*

### Comité sobre Normas de Seguridad Nuclear

*Alemania: Herttrich, M.; Argentina: Sajaroff, P.; Australia: MacNab, D.; Austria: Sholly, S.; Bélgica: Govaerts, P.; Brasil: de Queiroz Bogado Leite, S.; \*Bulgaria: Gladychiev, Y.; Canadá: Newland, D.; Corea, República de: Kim, H.-K.; Croacia: Valčić, I.; China: Wang, J.; \*Chipre: Demetriades, P.; Egipto: Aly, A.I.M.; Eslovaquia: Uhrík, P.; Eslovenia: Levstek, M.F.; España: Zarzuela, J.; Estados Unidos de América: Mayfield, M.E.; Federación de Rusia: Shvetsov, Y.E.; Finlandia: Reiman, L. (Presidencia); Francia: Saint Raymond, P.; \*Grecia: Camarinopoulos, L.; Hungría: Vöröss, L.; India: Kushwaha, H.S.; Irán, República Islámica del: Alidousti, A.; Iraq: Khalil Al-Kamil, A.-M.; Irlanda: Hone, C.; Israel: Hirshfeld, H.; Italia: Bava, G.; Japón: Nakamura, K.; Lituania: Demčenko, M.; México: González Mercado, V.; Países Bajos: Jansen, R.; Pakistán: Habib, M.A.; Paraguay: Troche Figueredo, G.D.; \*Perú: Ramírez Quijada, R.; Portugal: Marques, J.J.G.; Reino Unido: Vaughan, G.J.; República Checa: Böhm, K.; Rumania: Biro, L.; Sudáfrica: Bester, P.J.; Suecia: Hallman, A.; Suiza: Aeberli, W.; \*Tailandia: Tanipanichskul, P.; Turquía: Bezdegumeli, U.; Ucrania: Bezsalyi, V.; Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE: Reig, J.; \*Asociación Nuclear Mundial: Saint-Pierre, S.; Comisión Europea: Vigne, S.; OIEA: Feige, G. (Coordinación); Organización Internacional de Normalización: Nigon, J.L.*

## Comité sobre Normas de Seguridad Radiológica

*Alemania:* Landfermann, H.; *Argentina:* Rojkind, R.H.A.; *Australia:* Melbourne, A.; *Belarús:* Rydlevski, L.; *Bélgica:* Smeesters, P.; *Brasil:* Rodriguez Rochedo, E.R.; *Bulgaria:* Katzarska, L.; *Canadá:* Clement, C.; *Corea, República de:* Lee, B.; *Costa Rica:* Pacheco Jiménez, R.; *Cuba:* Betancourt Hernández, L.; *China:* Yang, H.; *Chipre:* Demetriades, P.; *Dinamarca:* Ohlenschlager, M.; *\*Egipto:* Hassib, G.M.; *Eslovaquia:* Jurina, V.; *Eslovenia:* Sutej, T.; *España:* Amor, I.; *Estados Unidos de América:* Miller, C.; *Federación de Rusia:* Savkin, M.; *Filipinas:* Valdezco, E.; *Finlandia:* Markkanen, M.; *Francia:* Godet, J.; *\*Grecia:* Kamenopoulou, V.; *Hungría:* Koblinger, L.; *India:* Sharma, D.N.; *Indonesia:* Akhadi, M.; *Irán, República Islámica del:* Rastkhah, N.; *\*Iraq:* Khalil Al-Kamil, A.-M.; *Irlanda:* Colgan, T.; *Islandia:* Magnusson, S. (Presidencia); *Israel:* Laichter, Y.; *Italia:* Bologna, L.; *Japón:* Yoda, N.; *Letonia:* Salmins, A.; *Malasia:* Rehir, D.; *Marruecos:* Tazi, S.; *México:* Maldonado Mercado, H.; *Noruega:* Saxebol, G.; *Países Bajos:* Zuur, C.; *Pakistán:* Mehboob, A.E.; *Paraguay:* Idoyago Navarro, M.; *Portugal:* Dias de Oliviera, A.; *Reino Unido:* Robinson, I.; *República Checa:* Petrova, K.; *Rumania:* Rodna, A.; *Sudáfrica:* Olivier, J.H.I.; *Suecia:* Hofvander, P.; *Suiza:* Pfeiffer, H.J.; *\*Tailandia:* Wanitsuksombut, W.; *Turquía:* Okyar, H.; *Ucrania:* Holubiev, V.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE:* Lazo, T.; *Asociación Nuclear Mundial:* Saint-Pierre, S.; *Comisión Europea:* Janssens, A.; *Comisión Internacional de Protección Radiológica:* Valentin, J.; *Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas:* Crick, M.; *Oficina Internacional del Trabajo:* Niu, S.; *OIEA:* Boal, T. (Coordinación); *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación:* Byron, D.; *Organización Internacional de Normalización:* Perrin, M.; *Organización Mundial de la Salud:* Carr, Z.; *Organización Panamericana de la Salud:* Jiménez, P.

## Comité sobre Normas de Seguridad en el Transporte

*Alemania:* Rein, H.; *Argentina:* López Vietri, J.; *Australia:* Sarkar, S.; *Austria:* Kirchnawy, F.; *Bélgica:* Cottens, E.; *Brasil:* Mezrahi, A.; *Bulgaria:* Bakalova, A.; *Canadá:* Faille, S.; *Corea, República de:* Kim, Y.-J.; *Croacia:* Kubelka, D.; *Cuba:* Quevedo García, J.R.; *China:* Qu, Z.; *\*Chipre:* Demetriades, P.; *Dinamarca:* Breddan, K.; *\*Egipto:* El-Shinawy, R.M.K.; *España:* Zamora Martín, F.; *Estados Unidos de América:* Brach, W.E.; Boyle, R.; *Federación de Rusia:* Ershov, V.N.; *Filipinas:* Kinilitan-Parami, V.; *Finlandia:* Tikkinen, J.; *Francia:* Aguilar, J.; *\*Grecia:* Vogiatzi, S.; *Hungría:* Sáfár, J.; *India:* Agarwal, S.P.; *Irán, República Islámica del:* Kardan, M.R.; *\*Iraq:* Khalil Al-Kamil, A.-M.; *Irlanda:*

Duffy, J. (Presidencia); *Israel*: Koch, J.; *Italia*: Trivelloni, S.; *Japón*: Amano, M.; *Malasia*: Sobari, M.P.M.; *Noruega*: Hornkjøl, S.; *Nueva Zelandia*: Ardouin, C.; *Países Bajos*: Van Halem, H.; *Pakistán*: Rashid, M.; *Paraguay*: More Torres, L.E.; *Portugal*: Buxo da Trindade, R.; *Reino Unido*: Young, C.N.; *República Checa*: Ducháček, V.; *Rumania*: Vieru, G.; *Sudáfrica*: Jutle, K.; *Suecia*: Dahlin, G.; *Suiza*: Knecht, B.; *\*Tailandia*: Wanitsuksombut, W.; *Turquía*: Ertürk, K.; *Ucrania*: Sakalo, V.; *Asociación de Transporte Aéreo Internacional*: Abouchaar, J.; *Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa*: Kervella, O.; *Comisión Europea*: Venchiarutti, J.-C.; *Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas*: Tisdall, A.; *Instituto Mundial de Transporte Nuclear*: Green, L.; *OIEA*: Wangler, M.E. (Coordinación); *Organización de Aviación Civil Internacional*: Rooney, K.; *Organización Internacional de Normalización*: Malesys, P.; *Organización Marítima Internacional*: Rahim, I.; *Unión Postal Universal*: Giroux, P.

### **Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos**

*Argentina*: Siraky, G.; *Australia*: Williams, G.; *Austria*: Hohenberg, J.; *Bélgica*: Baekelandt, L.; *Brasil*: Heilbron, P.; *\*Bulgaria*: Simeonov, G.; *Canadá*: Lojk, R.; *Corea, República de*: Park, W.; *Croacia*: Subasic, D.; *Cuba*: Salgado Mojena, M.; *China*: Fan, Z.; *\*Chipre*: Demetriades, P.; *Dinamarca*: Nielsen, C.; *\*Egipto*: El-Adham, K.E.A.; *Eslovaquia*: Konečný, L.; *Eslovenia*: Mele, I.; *España*: Sanz, M.; *Estados Unidos de América*: Camper, L.; *Federación de Rusia*: Poluektov, P.P.; *Finlandia*: Ruokola, E.; *Francia*: Cailleton, R.; *Hungría*: Czoch, I.; *India*: Raj, K.; *Indonesia*: Yatim, S.; *Irán, República Islámica del*: Ettehadian, M.; *\*Iraq*: Abass, H.; *Israel*: Dody, A.; *Italia*: Dionisi, M.; *Japón*: Ito, Y.; *\*Letonia*: Salmins, A.; *Marruecos*: Soufi, I.; *México*: Aguirre Gómez, J.; *\*Noruega*: Sorlie, A.; *Países Bajos*: Selling, H.; *Pakistán*: Rehman, R.; *Paraguay*: Facetti Fernández, J.; *Portugal*: Flausino de Paiva, M.; *Reino Unido*: Wilson, C.; *República Checa*: Lieteva, P.; *Rumania*: Tuturici, I.; *Sudáfrica*: Pather, T. (Presidencia); *Suecia*: Wingefors, S.; *Suiza*: Zurkinden, A.; *Turquía*: Özdemir, T.; *Ucrania*: Iievlev, S.; *Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE*: Riotte, H.; *Asociación Nuclear Mundial*: Saint-Pierre, S.; *Comisión Europea*: Hilden, W.; *OIEA*: Hioki, K. (Coordinación); *Organización Internacional de Normalización*: Hutson, G.







# IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 22

## Lugares donde se pueden encargar publicaciones del OIEA

En los siguientes países se pueden adquirir publicaciones del OIEA de los proveedores que figuran a continuación, o en las principales librerías locales. El pago se puede efectuar en moneda local o con bonos de la UNESCO.

### ALEMANIA

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Am Hofgarten 10, D-53113 Bonn  
Teléfono: + 49 228 94 90 20 • Fax: +49 228 94 90 20 ó +49 228 94 90 222  
Correo-e: [bestellung@uno-verlag.de](mailto:bestellung@uno-verlag.de) • Sitio web: <http://www.uno-verlag.de>

### AUSTRALIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132  
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788  
Correo-e: [service@dadirect.com.au](mailto:service@dadirect.com.au) • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

### BÉLGICA

Jean de Lannoy, avenue du Roi 202, B-1190 Bruselas  
Teléfono: +32 2 538 43 08 • Fax: +32 2 538 08 41  
Correo-e: [jean.de.lannoy@infoboard.be](mailto:jean.de.lannoy@infoboard.be) • Sitio web: <http://www.jean-de-lannoy.be>

### CANADÁ

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.  
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450  
Correo-e: [customercare@bernan.com](mailto:customercare@bernan.com) • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 1-5369 Canotek Rd., Ottawa, Ontario, K1J 9J3  
Teléfono: +613 745 2665 • Fax: +613 745 7660  
Correo-e: [order.dept@renoufbooks.com](mailto:order.dept@renoufbooks.com) • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

### CHINA

Publicaciones del OIEA en chino: China Nuclear Energy Industry Corporation, Sección de Traducción  
P.O. Box 2103, Beijing

### ESLOVENIA

Cankarjeva Založba d.d., Kopitarjeva 2, SI-1512 Ljubljana  
Teléfono: +386 1 432 31 44 • Fax: +386 1 230 14 35  
Correo-e: [import.books@cankarjeva-z.si](mailto:import.books@cankarjeva-z.si) • Sitio web: <http://www.cankarjeva-z.si/uvoz>

### ESPAÑA

Díaz de Santos, S.A., c/ Juan Bravo, 3A, E-28006 Madrid  
Teléfono: +34 91 781 94 80 • Fax: +34 91 575 55 63  
Correo-e: [compras@diazdesantos.es](mailto:compras@diazdesantos.es), [carmela@diazdesantos.es](mailto:carmela@diazdesantos.es), [barcelona@diazdesantos.es](mailto:barcelona@diazdesantos.es), [julio@diazdesantos.es](mailto:julio@diazdesantos.es)  
Sitio web: <http://www.diazdesantos.es>

### ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Bernan Associates, 4501 Forbes Blvd., Suite 200, Lanham, MD 20706-4346, EE.UU.  
Teléfono: 1-800-865-3457 • Fax: 1-800-865-3450  
Correo-e: [customercare@bernan.com](mailto:customercare@bernan.com) • Sitio web: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Company Ltd., 812 Proctor Ave., Ogdensburg, NY, 13669, EE.UU.  
Teléfono: +888 551 7470 (gratuito) • Fax: +888 568 8546 (gratuito)  
Correo-e: [order.dept@renoufbooks.com](mailto:order.dept@renoufbooks.com) • Sitio web: <http://www.renoufbooks.com>

### FINLANDIA

Akateeminen Kirjakauppa, P.O. BOX 128 (Keskuskatu 1), FIN-00101 Helsinki  
Teléfono: +358 9 121 41 • Fax: +358 9 121 4450  
Correo-e: [akatilaus@akateeminen.com](mailto:akatilaus@akateeminen.com) • Sitio web: <http://www.akateeminen.com>

### FRANCIA

Form-Edit, 5, rue Janssen, P.O. Box 25, F-75921 Paris Cedex 19  
Teléfono: +33 1 42 01 49 49 • Fax: +33 1 42 01 90 90  
Correo-e: [formedit@formedit.fr](mailto:formedit@formedit.fr) • Sitio web: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS, 145 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex  
Teléfono: + 33 1 47 40 67 02 • Fax +33 1 47 40 67 02  
Correo-e: [romuald.verrier@lavoisier.fr](mailto:romuald.verrier@lavoisier.fr) • Sitio web: <http://www.lavoisier.fr>

## HUNGRÍA

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, H-1656 Budapest  
Teléfono: +36 1 257 7777 • Fax: +36 1 257 7472 • Correo-e: books@librotrade.hu

## INDIA

Allied Publishers Group, 1st Floor, Dubash House, 15, J. N. Heredia Marg, Ballard Estate, Mumbai 400 001  
Teléfono: +91 22 22617926/27 • Fax: +91 22 22617928  
Correo-e: alliedpl@vsnl.com • Sitio web: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell, 2/72, Nirankari Colony, Delhi 110009  
Teléfono: +91 11 23268786, +91 11 23257264 • Fax: +91 11 23281315  
Correo-e: bookwell@vsnl.net

## ITALIA

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU", Via Coronelli 6, I-20146 Milán  
Teléfono: +39 02 48 95 45 52 ó 48 95 45 62 • Fax: +39 02 48 95 45 48  
Correo-e: [info@libreriaaeiou.eu](mailto:info@libreriaaeiou.eu) • Sitio web: [www.libreriaaeiou.eu](http://www.libreriaaeiou.eu)

## JAPÓN

Maruzen Company, Ltd., 13-6 Nihonbashi, 3 chome, Chuo-ku, Tokyo 103-0027  
Teléfono: +81 3 3275 8582 • Fax: +81 3 3275 9072  
Correo-e: [journal@maruzen.co.jp](mailto:journal@maruzen.co.jp) • Sitio web: <http://www.maruzen.co.jp>

## NACIONES UNIDAS

Dept. I004, Room DC2-0853, First Avenue at 46th Street, Nueva York, N.Y. 10017, EE.UU.  
Teléfono (Naciones Unidas): +800 253-9646 ó +212 963-8302 • Fax: +212 963 -3489  
Correo-e: [publications@un.org](mailto:publications@un.org) • Sitio web: <http://www.un.org>

## NUEVA ZELANDIA

DA Information Services, 648 Whitehorse Road, MITCHAM 3132, Australia  
Teléfono: +61 3 9210 7777 • Fax: +61 3 9210 7788  
Correo-e: [service@dadirect.com.au](mailto:service@dadirect.com.au) • Sitio web: <http://www.dadirect.com.au>

## PAÍSES BAJOS

De Lindeboom Internationale Publicaties B.V., M.A. de Ruyterstraat 20A, NL-7482 BZ Haaksbergen  
Teléfono: +31 (0) 53 5740004 • Fax: +31 (0) 53 5729296  
Correo-e: [books@delindeboom.com](mailto:books@delindeboom.com) • Sitio web: <http://www.delindeboom.com>

Martinus Nijhoff International, Koraalrood 50, P.O. Box 1853, 2700 CZ Zoetermeer  
Teléfono: +31 793 684 400 • Fax: +31 793 615 698  
Correo-e: [info@nijhoff.nl](mailto:info@nijhoff.nl) • Sitio web: <http://www.nijhoff.nl>

Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830, 2160 SZ Lisse  
Teléfono: +31 252 435 111 • Fax: +31 252 415 888  
Correo-e: [info@swets.nl](mailto:info@swets.nl) • Sitio web: <http://www.swets.nl>

## REINO UNIDO

The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, P.O. Box 29, Norwich, NR3 1 GN  
Teléfono (pedidos) +44 870 600 5552 • (información): +44 207 873 8372 • Fax: +44 207 873 8203  
Correo-e (pedidos): [book.orders@tso.co.uk](mailto:book.orders@tso.co.uk) • (información): [book.enquiries@tso.co.uk](mailto:book.enquiries@tso.co.uk) • Sitio web: <http://www.tso.co.uk>

Pedidos en línea

DELTA Int. Book Wholesalers Ltd., 39 Alexandra Road, Addlestone, Surrey, KT15 2PQ  
Correo-e: [info@profbooks.com](mailto:info@profbooks.com) • Sitio web: <http://www.profbooks.com>

Libros relacionados con el medio ambiente

Earthprint Ltd., P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP  
Teléfono: +44 1438748111 • Fax: +44 1438748844  
Correo-e: [orders@earthprint.com](mailto:orders@earthprint.com) • Sitio web: <http://www.earthprint.com>

## REPÚBLICA CHECA

Suweco CZ, S.R.O., Klecakova 347, 180 21 Praga 9  
Teléfono: +420 26603 5364 • Fax: +420 28482 1646  
Correo-e: [nakup@suweco.cz](mailto:nakup@suweco.cz) • Sitio web: <http://www.suweco.cz>

## REPÚBLICA DE COREA

KINS Inc., Information Business Dept. Samho Bldg. 2nd Floor, 275-1 Yang Jae-dong SeoCho-G, Seúl 137-130  
Teléfono: +02 589 1740 • Fax: +02 589 1746 • Sitio web: <http://www.kins.re.kr>

**Los pedidos y las solicitudes de información también se pueden dirigir directamente a:**

### Dependencia de Mercadotecnia y Venta, Organismo Internacional de Energía Atómica

Centro Internacional de Viena, P.O. Box 100, 1400 Viena, Austria  
Teléfono: +43 1 2600 22529 (ó 22530) • Fax: +43 1 2600 29302  
Correo-e: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) • Sitio web: <http://www.iaea.org/books>

## Seguridad mediante las normas internacionales

*“Los Gobiernos, órganos reguladores y explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines benéficos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.”*

Yukiya Amano  
Director General

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
VIENA

ISBN 978-92-0-329710-3

ISSN 1020-525X