



*Autoridad Regulatoria Nuclear*

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

**AR 4.9.2.**

# **Operación de reactores nucleares de investigación**

---

**REVISIÓN 2**

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad  
Regulatoria Nuclear N° 27/04 (Boletín Oficial 28/5/04)

---



# OPERACIÓN DE REACTORES NUCLEARES DE INVESTIGACIÓN

## OBJETIVO

Establecer los criterios mínimos de seguridad radiológica y nuclear para la operación de reactores nucleares de investigación.

## ALCANCE

Esta norma se aplica a la operación de reactores nucleares de investigación tipo piscina.

Los reactores nucleares de investigación con potencia de varias decenas de megavatios, con espectro de neutrones rápidos o con dispositivos especiales tales como circuitos de alta presión para ensayos de combustible o fuente fría o caliente de neutrones, deben cumplir los criterios de seguridad adicionales que determine la Autoridad Regulatoria en cada caso.

El cumplimiento de la presente norma y de las demás normas o requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica establecidos por otras autoridades competentes.

## CRITERIOS

1. El titular de licencia sólo puede iniciar la operación del reactor si previamente:
  - a. Cuenta con la licencia de operación otorgada por la Autoridad Regulatoria.
  - b. Dispone del personal de la instalación previsto para desempeñar funciones especificadas según el organigrama de operación, y este personal cuenta con licencia individual y autorización específica vigente otorgadas por la Autoridad Regulatoria.
  - c. Cuenta con el personal necesario para que desempeñe las restantes funciones del organigrama de operación.
2. El titular de licencia debe contar con una organización que le permita asignar al responsable primario los recursos necesarios para que éste pueda cumplir adecuadamente sus responsabilidades y debe, además, supervisar que efectivamente cumple tales responsabilidades.
3. El responsable primario tiene la responsabilidad directa por la seguridad radiológica y nuclear de la instalación y debe hacer todo lo razonable y compatible con sus posibilidades en favor de la seguridad durante la operación del reactor cumpliendo, como mínimo, las normas aplicables y requerimientos de la Autoridad Regulatoria.
4. El responsable primario debe estar asesorado por un comité interno de seguridad en los aspectos relacionados con la seguridad radiológica y nuclear. Los miembros de este comité deben ser designados por el responsable primario y la composición del comité debe ser tal que los miembros que pertenecen al plantel de la instalación no deben superar el 50% en tanto que los restantes deben pertenecer a otros sectores de la organización del titular de licencia o ser expertos independientes.

- 5.** El titular de licencia puede delegar total o parcialmente la ejecución de las tareas necesarias para la seguridad radiológica y nuclear así como las tareas de mantenimiento (preventivo o correctivo) y operación, pero mantiene en su totalidad la responsabilidad correspondiente.
- 6.** El titular de licencia debe estar asesorado por un comité de revisión técnica, independiente de la instalación, constituido por profesionales con amplia experiencia en la operación de reactores nucleares de investigación y aceptados por la Autoridad Regulatoria. Este comité debe reunirse periódicamente para revisar el desarrollo de la operación del reactor desde el punto de vista de la seguridad de la instalación y de la protección de las personas, incluyendo el análisis de incidentes operacionales y otros sucesos relevantes que hubieren ocurrido y la evaluación de las propuestas que el titular de licencia hiciere acerca de modificaciones al diseño de la instalación o de experimentos o irradiaciones que involucren al reactor.
- 7.** El titular de licencia debe mantener una comunicación apropiada con las entidades encargadas del diseño, la construcción y la puesta en marcha, y con otras organizaciones operadoras de reactores semejantes para asegurar el intercambio adecuado de información y experiencia operativa.
- 8.** El titular de licencia debe efectuar una evaluación de su experiencia operativa y proponer, cuando corresponda, modificaciones a las estructuras, sistemas, equipos, componentes o procedimientos que introduzcan mejoras a la seguridad de la instalación, promoviendo las investigaciones o desarrollos necesarios.
- 9.** El titular de licencia debe establecer un sistema efectivo de calidad en operación y una organización que lo ponga en práctica, de manera de asegurar que todas las actividades de importancia para la seguridad se vigilan y controlan adecuadamente, y se ajustan a los objetivos de diseño y a los límites y condiciones de operación.
- 10.** El titular de licencia debe establecer un programa para el reentrenamiento periódico del personal que desempeña funciones especificadas según el organigrama de operación.
- 11.** El titular de licencia debe establecer especificaciones y procedimientos escritos para la adquisición, la recepción, la carga, la utilización, la descarga, el almacenamiento, el ensayo del combustible y los componentes del núcleo y la manipulación de los mismos.
- 12.** El responsable primario debe autorizar cada configuración del núcleo antes que dicha configuración sea llevada a la práctica.
- 13.** El reactor debe ser operado dentro de los límites y condiciones de operación establecidos en la documentación mandatoria.
- 14.** El responsable primario debe garantizar que durante la operación del reactor los umbrales de disparo del sistema de protección no sean modificados ni anulados.
- 15.** El responsable primario debe garantizar el funcionamiento de los sistemas de seguridad del reactor de acuerdo a los límites y condiciones establecidos en la documentación mandatoria.
- 16.** El responsable primario debe garantizar que el coeficiente de reactividad global por potencia sea siempre negativo.
- 17.** Las funciones especificadas deben ser desempeñadas, en todo momento, por personal que tenga la correspondiente licencia individual y la autorización específica vigente.
- 18.** El plantel mínimo de personal de operación debe ajustarse a lo establecido en la documentación mandatoria .
- 19.** El movimiento de personas dentro de la instalación debe ajustarse a lo establecido en la documentación mandatoria. En particular, previo a ingresar al recinto del reactor se debe obtener la autorización del responsable primario o de quien éste designe.

**20.** El reactor debe contar permanentemente con lugar para almacenar en condiciones seguras (es decir, sin criticidad potencial, adecuadamente refrigerados, monitoreo de la corrosión, etc.):

- a. elementos combustibles irradiados en cantidad equivalente, como mínimo, al mayor número de elementos combustibles que pueda llegar a contener el núcleo del reactor.
- b. elementos combustibles no irradiados.

**21.** El responsable primario debe garantizar que la tasa media de inserción positiva de reactividad asociada a la operación de un sistema de control dado sea inferior a 20 pcm/s y, además, el período debe ser mayor a 40 s durante el arranque del reactor, y mayor a 20 s durante los cambios de potencia, luego de alcanzar la condición de crítico. El responsable primario debe asegurar estos valores durante la extracción de barras de control, durante el incremento del nivel de moderador y durante la operación de cualquier otro sistema de control.

**22.** Todas las tareas de mantenimiento (preventivo o correctivo), ensayo o inspección que impliquen alguna modificación transitoria de los límites y condiciones de operación deben ser controladas por personal calificado independiente del que realiza la tarea, designado por el titular de licencia.

**23.** Toda la documentación presentada por el titular de licencia para la obtención de la licencia de operación, y a la que la Autoridad Regulatoria le dé carácter mandatorio, debe estar permanentemente actualizada.

**24.** El titular de licencia debe asegurar que el informe de seguridad sea actualizado cada vez que haya modificaciones al diseño de la instalación o a los límites y condiciones de operación, y revisado al menos una vez cada cinco (5) años.

**25.** La realización de cualquier modificación del reactor o de la documentación mandatoria que pueda tener influencia significativa en la seguridad radiológica y nuclear de la instalación debe contar con la autorización previa de la Autoridad Regulatoria.

**26.** Durante la vida útil de la instalación el titular de licencia debe mantener un conjunto completo y actualizado de planos y descripciones de la instalación y de las estructuras, sistemas, equipos, componentes y procedimientos importantes para la seguridad.

**27.** El responsable primario debe hacer cumplir un programa de ensayos e inspecciones periódicas de los sistemas o componentes relacionados con la seguridad, a fin de asegurar que se cumplen los límites y condiciones de operación establecidos en la documentación mandatoria y en la licencia de operación, y que se mantienen los niveles de confiabilidad establecidos en la norma AR 4.2.2 "Diseño de Reactores Nucleares de Investigación".

**28.** El responsable primario debe asegurar que las actividades que deben realizarse siguiendo procedimientos escritos sean, como mínimo, las siguientes:

- Arranque, operación y parada.
- Carga, descarga y movimiento de elementos combustibles, de reflectores, de instrumentación nuclear o de cualquier otro componente del núcleo.
- Calibración de la instrumentación.
- Mantenimiento preventivo o correctivo.
- Ensayos e inspecciones periódicas de los sistemas o componentes relacionados con la seguridad.
- Experimentos e irradiaciones.
- Monitoreo de personal y de áreas.
- Respuesta a incidentes o accidentes.
- Acceso a áreas controladas y supervisadas.

**29.** El responsable primario debe hacer registrar mensualmente las dosis ocupacionales y conservar los registros, como mínimo, durante treinta (30) años contados a partir de la finalización de la prestación de servicio del personal involucrado.

**30.** El responsable primario debe conservar durante la vida útil de la instalación los registros de la actividad y forma de descarga de efluentes radiactivos al ambiente.

**31.** El responsable primario debe hacer llevar, como mínimo, los siguientes registros relacionados con la operación:

- a. Libro de operación.
- b. Libro de novedades.
- c. Planillas operativas (verificaciones previas al arranque y verificaciones del estado de sistemas del reactor).
- d. Libro de ingreso/egreso de personas a áreas controladas.
- e. Registros de movimiento de fuentes radiactivas y materiales físis.
- f. Registros del sistema de calidad.
- g. Registros de los resultados de los ensayos e inspecciones periódicas realizados a los sistemas o componentes importantes para la seguridad.
- h. Registros del mantenimiento preventivo o correctivo.

El responsable primario debe conservar durante la vida útil de la instalación las actas de reunión del comité interno de seguridad. A su vez, el titular de licencia debe conservar durante igual período las actas de reunión del comité de revisión técnica.

**32.** El responsable primario debe hacer registrar toda modificación de una estructura, sistema, equipo, componente o procedimiento que tenga influencia en la seguridad de la instalación o en la protección radiológica de su personal o del público.

**33.** El responsable primario debe conservar los protocolos correspondientes a los ensayos de puesta en marcha y los registros de operación por los plazos que establezca la licencia de operación o durante la vida útil del reactor.

**34.** El responsable primario debe hacer registrar todos los incidentes operacionales que ocurren en la instalación. En caso que alguno de estos eventos sea relevante, debe ser comunicado a la Autoridad Regulatoria, tan pronto como sea posible, y posteriormente el titular de licencia debe presentarle un informe analítico en el plazo y con la modalidad establecida en la licencia de operación.

**35.** El responsable primario debe hacer registrar los niveles de radiación y las concentraciones de radionucleidos en aire y en superficie de las áreas de trabajo.

**36.** El responsable primario debe verificar que toda vez que se modifique la configuración del núcleo se asegure previamente el cumplimiento de los límites y condiciones operacionales.

**37.** Los cambios de configuración del núcleo deben realizarse de acuerdo a especificaciones previamente establecidas y con procedimientos escritos.

**38.** El uso y manipuleo de dispositivos experimentales debe ser realizado en base a procedimientos escritos. Estos procedimientos deben tener en cuenta los efectos de estos dispositivos sobre la seguridad del reactor, particularmente sobre los cambios en la reactividad.

**39.** Los procedimientos para la revisión y aprobación de propuestas para experimentos y modificaciones, y para el control de su implementación deben incluir, en los casos aplicables, temas tales como:

- a. Una descripción del propósito del experimento o modificación;
- b. Justificación de la necesidad del experimento o modificación;

- c. Requerimientos y criterios de diseño incluyendo la evaluación de seguridad;
- d. Procesos de manufactura;
- e. Procedimientos de instalación;
- f. Procesos de puesta en servicio;
- g. Revisión de procedimientos operativos y de emergencia;
- h. Gestión de los residuos radiactivos generados por el experimento o modificación;
- i. Actualización de la documentación;
- j. Requerimientos especiales para entrenamiento y, si fuera necesario, el relicenciamiento de operadores;
- k. Requerimientos de calidad.

**40.** Los dispositivos experimentales que se instalen durante la operación del reactor deben someterse a ensayos previos y no deben modificar el cumplimiento de los límites y condiciones de operación.

**41.** Cualquier modificación significativa de dispositivos experimentales debe sujetarse a los mismos procedimientos que se utilizaron para el diseño, la operación y la aprobación de los dispositivos experimentales originales.

**42.** El responsable primario debe aprobar la realización de experimentos o irradiaciones, aun cuando ellos sean repetición o incluyan pequeñas variaciones de otros que hayan sido realizados en ocasiones anteriores.

**43.** Para que el responsable primario pueda aprobar experimentos o irradiaciones que impliquen apartamientos significativos con respecto a la experiencia adquirida debe mediar, previamente, la opinión favorable del comité interno de seguridad.

**44.-** La realización de experimentos o irradiaciones propuestas por el titular de licencia que no se encuadren en lo establecido en la documentación mandatoria debe contar con la opinión favorable del comité de revisión técnica y ser previamente autorizada por la Autoridad Regulatoria.

**45.** No se deben realizar experiencias que puedan llevar a un coeficiente de reactividad global por potencia positivo.

**46.** El titular de licencia debe hacer efectuar anualmente un ejercicio de aplicación del plan de emergencia, debiendo convenirse previamente el cronograma y contenido del ejercicio con la Autoridad Regulatoria.

## GLOSARIO

**Accidente:** Suceso de carácter aleatorio que puede ocurrir en una instalación, cuyas consecuencias reales o potenciales no son despreciables desde el punto de vista de la seguridad radiológica y nuclear.

**Coefficiente de Reactividad Global por Potencia ( $\alpha_p$ ):** Función que expresa la dependencia de la reactividad  $\rho$  con la potencia global  $P$ , y cuya variación es debida a los mecanismos de realimentación de reactividad intrínsecos del reactor. Su expresión matemática es:

$$\alpha_p = \frac{\partial \rho}{\partial P}$$

**Configuración del Núcleo:** Disposición de elementos combustibles, reflectores, barras de control y sensores de control de la potencia.

**Dispositivo Experimental:** Dispositivo instalado en el reactor o en torno a él para utilizar los neutrones y las otras radiaciones ionizantes del reactor con fines de investigación, desarrollo, producción de isótopos o con otros propósitos.

**Titular de Licencia (también denominado Entidad Responsable):** Persona física o jurídica a la que la Autoridad Regulatoria ha otorgado una o más licencias para una instalación clase I o clase II.

**Extinción del Reactor:** Proceso mediante el cual el núcleo del reactor es llevado al estado subcrítico, permaneciendo en este estado con un margen suficiente de antirreactividad durante un intervalo de tiempo apropiado.

**Falla:** Suceso aleatorio que produce la pérdida de la capacidad de un componente, equipo o sistema para cumplir con su función de diseño.

**Grupo Crítico:** Grupo de población representativo de los individuos más expuestos y homogéneo en cuanto a los parámetros que influyen en las dosis recibidas, durante la operación normal o en caso de accidentes, en una instalación o práctica no rutinaria.

**Licencia:** Documento por medio del cual la Autoridad Regulatoria autoriza, bajo ciertas condiciones, la operación de una instalación o la ejecución de una dada etapa de la vida de dicha instalación. Estas etapas pueden ser la construcción, puesta en marcha, retiro de servicio o cualquier otra que la Autoridad Regulatoria juzgue necesario licenciar.

**Responsable Primario:** Persona que asume la responsabilidad directa por la seguridad de una instalación clase I.

**Sistema de Calidad:** Conjunto de actividades planificadas y desarrolladas para asegurar el nivel de calidad de una instalación o práctica.

**Sistema de Protección:** Equipamiento provisto para actuar directamente en el caso de fallas de la instalación, mala operación o eventos externos, garantizando la seguridad mediante acciones protectivas apropiadas.



**Sistema de Seguridad:** Sistema para lograr, en cualquier circunstancia, la extinción de la fisión nuclear en el reactor en condiciones de seguridad y la eliminación del calor del núcleo, o para limitar las consecuencias de incidentes operacionales y de situaciones accidentales.

**Situación Operacional:** Situación definida como funcionamiento normal o incidente operacional previsto.

**Umbral de Disparo:** Valores escogidos de las variables de proceso para la actuación del sistema de protección.