



*Autoridad Regulatoria Nuclear*

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

**AR 4.2.3.**

# **Seguridad contra incendios en reactores de investigación**

---

**REVISIÓN 2**

Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear N° 03/02 (Boletín Oficial 5/3/02)

---



## SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN REACTORES DE INVESTIGACIÓN

### A. OBJETIVO

1. Establecer los criterios de seguridad contra incendios -o los eventos generados por estos- y explosiones derivadas de incendios, que puedan afectar la seguridad radiológica o nuclear.

### B. ALCANCE

2. Esta norma es aplicable al diseño, puesta en marcha y operación de reactores de investigación.

El cumplimiento de la presente norma y de las normas y 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.

### C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Barrera contra Incendios:** Barrera estructural, parcial o completa, utilizada para atenuar las consecuencias de un incendio.

4. **Carga de Fuego:** Masa de madera por unidad de superficie (kg/m<sup>2</sup>) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio. Como patrón de referencia se considera madera con un poder calorífero no inferior a 18,41 MJ/kg.

5. **Combustión:** Reacción exotérmica de una sustancia, llamada combustible, con un oxidante, llamado comburente (el fenómeno viene acompañado generalmente con una emisión lumínica en forma de llamas o incandescencia con desprendimiento de productos volátiles y/o humos y que puede dejar un residuo de cenizas).

6. **Componente Activo:** Componente del sistema de seguridad contra incendios cuyo funcionamiento depende del aporte de algún tipo de energía externa.

7. **Componente Pasivo:** Componente del sistema de seguridad contra incendios cuya función está asegurada por su sola presencia.

8. **Escape:** Medio de salida exigido, que constituye la línea natural de tránsito que garantiza una evacuación rápida y segura.

9. **Estanquidad al Fuego:** Aptitud de un elemento de construcción de impedir el paso de llamas y productos de combustión a través del mismo, por un determinado lapso.

10. **Explosión:** Reacción abrupta de oxidación o descomposición que produce un aumento brusco de temperatura o de presión, o de ambas cosas simultáneamente.

11. **Humo:** Conjunto visible de partículas sólidas y líquidas en suspensión en el aire, o en los productos volátiles, resultantes de una combustión.

12. **Ignición:** Acción y efecto de estar un cuerpo encendido, si es combustible, o enrojecido por un fuerte calor, si es incombustible.

13. **Incendio:** Fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio.

**14. Líquido Inflamable:** Líquido que puede emitir vapores los que, mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles.

**15. Material Combustible:** Material que puede mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor; por lo general necesitan un abundante flujo de aire. En particular se aplica a aquellos materiales que pueden arder en hornos diseñados para ensayos de incendios y a los que están integrados por hasta un 30% de su peso por materiales "muy combustibles".

**16. Material muy Combustible:** Material que expuesto al aire puede ser encendido y continúa ardiendo una vez retirada la fuente de ignición.

**17. Muro Cortafuego:** Muro divisor de sectores construido con materiales de resistencia al fuego similar a la exigida para los materiales del sector de incendio más comprometido.

**18. Propagación del Fuego:** Desplazamiento del frente de una llama.

**19. Protección Estructural:** Estructura pasiva que impide o limita la propagación de incendios brindando a las personas una posibilidad de escape y la máxima protección contra el fuego.

**20. Resistencia al Fuego:** Aptitud de un elemento de construcción, estructura, componente, equipo o sistema, de conservar durante un tiempo determinado la estabilidad, la estanquidad, el aislamiento térmico requerido y la no emisión de gases inflamables, especificados en los ensayos de resistencia al fuego.

**21. Sector de Incendio:** Local, conjunto de locales o áreas delimitados por muros y/o entrepisos de resistencia al fuego acorde con el riesgo y la carga de fuego que contienen, comunicados con un medio de escape. Las áreas al aire libre donde se desarrollan trabajos se consideran sector de incendio.

**22. Sistema de Seguridad:** Sistema que lleva a cabo una función de seguridad para prevenir o mitigar las consecuencias resultantes de una falla, mal función o mala operación.

**23. Sistema de Seguridad contra Incendios:** Sistema para la prevención, detección, alarma, extinción y atenuación de incendios.

## D. CRITERIOS

### REFERENTES AL DISEÑO

#### Generales

**24.** La seguridad contra incendios de un reactor de investigación debe depender fundamentalmente de la protección estructural antes que de los sistemas de extinción de incendios.

**25.** La extinción de incendios debe basarse en sistemas propios de la instalación y no en medios operativos.

**26.** Deben postularse y analizarse incendios que pudieran ocurrir en todas las zonas en las que haya componentes importantes para la seguridad y en las zonas adyacentes.

**27.** Todos los sistemas de seguridad y de importancia para la seguridad deben situarse en sectores de incendio especialmente diseñados para alojarlos. Los componentes redundantes de los sistemas de seguridad se deben ubicar en distintos sectores de incendio, siempre que sea posible.

**28.** Para la prevención de incendios se deben aplicar medidas en el diseño del reactor de investigación para reducir, tanto como sea razonablemente posible, su probabilidad de ocurrencia.

**29.** Se debe limitar la carga máxima de fuego en todos los locales de la instalación.

**30.** Los sistemas de detección de incendios deben lograr la detección temprana de los mismos.

**31.** Los sistemas de extinción de incendios deben utilizar componentes activos.

32. Deben utilizarse componentes pasivos para minimizar las consecuencias de los incendios.
33. El diseño de un reactor de investigación debe prever el uso racional del espacio y ubicaciones apropiadas de equipos o instrumentos contra incendios para que el mantenimiento, prueba y calibración de los mismos puedan desarrollarse adecuadamente y en las condiciones de trabajo apropiadas.
34. Se debe prever una adecuada planificación de la lucha contra el fuego.

### **Prevención de Incendios**

35. Para la selección de los materiales se debe tener en cuenta el grado de combustibilidad de los mismos y se debe optar, preferentemente, por el menos combustible.
36. Los locales que conforman un reactor de investigación se deben construir y ubicar de manera tal que los efectos de una combustión queden circunscriptos a la zona en que se desarrolla. En todos los casos debe asegurarse la contención y estanquidad al fuego y que pueda realizarse una correcta intervención para la lucha contra el fuego.

### **Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios**

37. Debe disponerse de equipos que detecten y extingan incendios, que sean autosuficientes y estén diseñados de acuerdo a normas reconocidas por la Autoridad Regulatoria.
38. Para asegurar una confiabilidad adecuada, los sistemas de detección, alarma y extinción de incendios se deben diseñar aplicando los criterios de redundancia, diversidad, independencia y falla única. La tasa de falla por demanda para cada uno de los sistemas deberá ser inferior a  $10^{-2}$
39. El diseño de los sistemas de detección, alarma y extinción debe:
- a. Ser antisísmico, cuando sea necesario.
  - b. Tratar de evitar roturas debido a eventuales golpes.
40. Los sistemas de detección de incendios deben tener capacidad y funcionalidad apropiadas para dar la alarma temprana.
41. En los locales que contengan componentes importantes para la seguridad y en los de alto riesgo de origen de incendios, se deben instalar sistemas de detección y alarma.
42. Los sistemas de detección deben cumplimentar, como mínimo, los siguientes requisitos:
- a. Dar aviso de incendio, identificar el área de ocurrencia, dar señal de falla e indicar circuitos fuera de servicio;
  - b. Operar, en caso de incendio, los dispositivos de clapetas de los conductos de los sistemas de ventilación que correspondan en las distintas situaciones operacionales y/o poner en funcionamiento los dispositivos automáticos de extinción, donde ello fuera requerido.
43. El diseño de los sistemas de detección de incendios debe prever la prueba periódica de los mismos.
44. Para la elección de los tipos de detectores a instalar se deben tener en cuenta las características particulares de cada uno de los recintos a proteger.
45. Los detectores se deben ubicar teniendo en cuenta su capacidad de respuesta ante la presencia de productos de la combustión de los equipos instalados en el local y de los materiales constructivos.

### **NORMA AR 4.2.3. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN REACTORES DE INVESTIGACIÓN**

- 46.** En el diseño de los sistemas de extinción de incendios deben tenerse en cuenta aquellos incendios que concebiblemente pudieran producirse simultánea o independientemente en cualquier parte del reactor de investigación.
- 47.** Deben instalarse sistemas de extinción de incendios que permitan reducir al mínimo razonablemente posible los efectos del fuego que resulten perjudiciales para los elementos de importancia para la seguridad.
- 48.** Los equipos automáticos de extinción deben poseer un dispositivo manual de retardo y/o corte que permita al operador evaluar las consecuencias de la descarga del agente extintor.
- 49.** Los sistemas de extinción de incendios deben diseñarse y ubicarse de manera que sus fallas o su accionamiento indebido o accidental no afecten la capacidad funcional de los componentes de importancia para la seguridad.
- 50.** El accionamiento de los sistemas de extinción de incendios debe realizarse mediante las señales provenientes de dos detectores de distintos circuitos, a efectos de evitar disparos por señales espurias.
- 51.** Los sistemas fijos de extinción de incendios deben contener sustancias extintoras adecuadas al riesgo a cubrir.
- 52.** Deben determinarse y justificarse los códigos y normas utilizados para el diseño de los sistemas de extinción de incendios, independientemente de su ubicación en la red antiincendio y de su relación funcional con otros sistemas del mismo tipo. Asimismo, deberá tener alimentación eléctrica o todo otro servicio necesario y suministro de sustancia extintora asegurados.
- 53.** En todos los sectores de la instalación, se deben instalar extinguidores de incendio portátiles y móviles, los que cumplirán con las características y pruebas exigidas en las reglamentaciones vigentes en el país.
- 54.** La cantidad, calidad y capacidad de los extinguidores portátiles y móviles se debe regular teniendo en cuenta las situaciones particulares de los locales y sectores del reactor de investigación.
- 55.** Para la adecuada intervención de brigadas contra incendios, el diseño debe contemplar:
- a. Facilidad de desplazamiento hacia y en todos los sectores internos y externos.
  - b. Autonomía de sistemas y equipos, debiendo para ello considerarse el tiempo de arribo de los servicios de bomberos externos a la instalación.
  - c. Equipamiento compatible con el de las unidades operativas de bomberos urbanos y rurales.

#### **Atenuación de los Efectos de los Incendios**

- 56.** Los sistemas de seguridad para la parada del reactor y para la extracción del calor residual deben estar suficientemente protegidos contra las consecuencias de posibles incendios.
- 57.** Los materiales radiactivos deben ser protegidos de los efectos de un eventual incendio, para evitar su liberación a la atmósfera.
- 58.** Los sistemas de extinción de incendios y sus sistemas auxiliares pertenecientes a un determinado sector deben ser independientes de los sistemas homólogos pertenecientes a los restantes sectores.
- 59.** La distribución de los locales debe cumplimentar los siguientes requisitos:
- a. Deben conformar sectores de incendio.
  - b. Los servicios que interrelacionan a los distintos sectores de incendio deben ser diseñados de tal manera que el conducto de comunicación no se transforme en un medio de propagación de un eventual incendio.

- c. Las escaleras utilizadas para el acceso y escape en casos de emergencia se deben dotar de ventilación forzada para mantenerlas libres de humo.

### **Ventilación**

**60.** Los sistemas de ventilación se deben diseñar de forma tal que se impida la propagación -a través de ellos- del fuego, el calor o el humo de un sector de incendio a otro.

**61.** Los componentes y equipos de los sistemas de ventilación se deben diseñar e instalar de manera tal que posean por sí mismos o por las estructuras que los contienen una resistencia al fuego acorde al riesgo del sector al que pertenecen.

**62.** Cuando los filtros utilizados en los sistemas de ventilación contengan sustancias combustibles que presenten riesgos de incendio para los componentes de importancia para la seguridad, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Las baterías de filtros deben separarse de todo otro equipo mediante barreras contra incendio.
- b. Se deben utilizar métodos adecuados para la protección automática de los filtros contra los efectos del fuego.
- c. Se deben instalar detectores de incendio en el interior de los conductos, antes y después de la batería de filtros.

**63.** Las tomas de aire exterior deben estar a distancia suficiente de las salidas de aire y humos y de toda fuente potencial de ignición.

### **Extracción de Humos**

**64.** Con el objeto de dar salida a los productos de combustión, se deben instalar dispositivos de extracción de humos en:

- a. Sectores con alta carga de fuego.
- b. Sectores con sistemas de seguridad normalmente ocupados por el personal de operación.
- c. Sectores donde haya materiales cuya combustión produzca gases tóxicos o alta concentración de humos.

### **Sistemas Eléctricos**

**65.** La alimentación eléctrica debe cumplir con la norma AR 4.5.1. "Diseño del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica de Reactores de Investigación".

**66.** Los dispositivos eléctricos que pudieran generar incendios deben estar segregados físicamente.

**67.** Los componentes eléctricos de los sistemas de seguridad se deben proteger contra las consecuencias de los incendios.

**68.** La longitud total de los conductores entre los suministros y los aparatos a servir debe estar libre de toda derivación y/o empalme. Se pueden usar cajas de paso, con borneras de compresión, para facilitar la agrupación de circuitos y solucionar los casos de cables de gran longitud.

**69.** En los casos de muros cortafuegos que sean atravesados por cables, el paso de los mismos debe poseer una resistencia al fuego no menor que la exigible a dicho muro.

**70.** Los equipos o aparatos de interrupción de la alimentación eléctrica deben estar ubicados en lugares de fácil acceso.

**71.** La disposición de los cables sobre bandejas debe ser tal que impida cualquier propagación de fuego entre ellos.

### **Incendios Originados en el Exterior**

**72.** Se debe tener en cuenta la ocurrencia de incendios en las zonas exteriores y/o aledañas a la propiedad de la instalación, cuyas consecuencias pudieran afectarla, con el fin de minimizar los efectos.

**73.** Las señales de alarma de los detectores ubicados en las tomas de aire exterior deben establecer inequívocamente la ubicación del detector emisor.

**74.** Se deben instalar clapetas en el sistema de toma de aire exterior, las que deben tener como función primordial la aislación del humo y servir como barrera de fuego.

**75.** Las clapetas del sistema de toma de aire exterior deben tener dos dispositivos de accionamiento, uno automático y otro manual. Se debe prever que el accionamiento de dichas clapetas no comprometa el funcionamiento de los sistemas de seguridad.

### **REFERENTES A LA PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN**

**76.** Se debe contar con un programa escrito de protección contra incendios. Dicho programa debe incluir como mínimo los siguientes puntos:

- a. Definición de la organización que debe implementar el programa y asignación de las responsabilidades.
- b. Identificación de los sistemas importantes para la seguridad.
- c. Identificación de las posibles situaciones de incendio y una evaluación del riesgo asociado a cada una de ellas.
- d. Procedimientos para todas las actividades relacionadas con la protección contra incendios.
- e. Procedimientos para la utilización de equipos no previstos en el diseño y que puedan ser fuentes de ignición.
- f. Procedimientos para la inspección, pruebas, calibración y mantenimiento de los sistemas de seguridad contra incendios.
- g. Procedimientos para el registro de las actividades relacionadas con la protección contra incendios.
- h. Formación, entrenamiento y reentrenamiento de una brigada contra incendios, planeamiento de la lucha contra el fuego, coordinación de las acciones con las unidades operativas de bomberos urbanas y rurales.
- i. Entrenamiento del personal, para que en las operaciones que se realicen en la instalación se contemple el riesgo de incendio y se controlen las operaciones peligrosas.
- j. Disponibilidad de medios técnicos adecuados.

**77.** El programa de lucha contra incendios debe garantizar que se preserve la capacidad de la instalación de llevar a parada segura el reactor. Dicho programa debe incluir una evaluación de los sistemas de seguridad y de seguridad contra incendios con posterioridad a la ocurrencia de un siniestro.

**78.** Se debe evaluar periódicamente el programa contra incendios a fin de verificar que el mismo sigue siendo adecuado. Los cambios que surjan de dicha evaluación deben provocar la identificación, corrección y registro del proceso en la documentación correspondiente.

**79.** Se debe minimizar la utilización y evitar el almacenamiento de sustancias combustibles, inflamables o explosivos en zonas en las que haya componentes de importancia para la seguridad o en zonas adyacentes a ellas.