

**Recomendaciones generales  
para la obtención y  
renovación de permisos  
individuales para operadores  
de equipos de  
gammagrafía industrial**

---

GUÍA AR 5

REVISIÓN 1

Aprobada por Resolución  
ARN Nº 7/10

(Boletín Oficial 18/1/10)



*Autoridad Regulatoria Nuclear*

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

---

República Argentina – Impresión 2010

# RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OBTENCIÓN Y RENOVACIÓN DE PERMISOS INDIVIDUALES PARA OPERADORES DE EQUIPOS DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

## PARTE 1

### TEMARIOS DE CONTENIDOS MÍNIMOS DE LOS CURSOS PARA SOLICITAR O RENOVAR UN PERMISO INDIVIDUAL PARA OPERADORES DE EQUIPOS DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

Esta parte de la guía presenta un temario de los contenidos mínimos en seguridad radiológica que la Autoridad Regulatoria considera necesarios para el curso teórico-práctico sobre gammagrafía industrial indicado en los Criterios Nros. 17, 18 y 19 de la Norma AR 7.11.1 "Permisos Individuales para Operadores de Equipos de Gammagrafía Industrial" y un programa análogo para el curso de actualización en seguridad radiológica indicado en el Criterio N° 33 inciso b) de la mencionada norma.

### CURSO TEÓRICO PRÁCTICO PARA SOLICITAR PERMISO INDIVIDUAL PARA OPERADORES DE EQUIPOS DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

#### TEMARIO DE CONTENIDOS MÍNIMOS EN SEGURIDAD RADIOLÓGICA

##### 1. Estructura atómica

- a. Materia; sustancia; átomo; molécula; peso atómico; masa atómica.
- b. Estructura del átomo; características; número atómico y número de masa; nucleidos; isótopos; Tabla de nucleidos.

##### 2. Elementos de radiactividad

- a. Desintegración nuclear y energías de desintegración.
- b. Constante de desintegración. Período de semidesintegración.
- c. Emisión alfa; beta positiva y negativa; neutrinos; captura electrónica; rayos x, características; transición isométrica; emisión gamma; conversión interna.
- d. Actividad; unidades; leyes de desintegración; actividad específica; esquema de desintegración. Radiactividad natural. Series de decaimiento.

##### 3. Interacción de la radiación con la materia

- a. Conceptos generales; ionización; excitación; ionización específica; frenamiento, transferencia lineal de energía.
- b. Interacción de la radiación directamente ionizante.
- c. Interacción de ondas electromagnéticas: efectos fotoeléctricos; Compton y formación de pares; coeficientes de atenuación; hemiespesor y deciespesor; coeficiente másico de absorción, factor de "build-up"; radiación de aniquilamiento.

#### **4. Principios de detección de la radiación**

- a. Detectores por ionización; detectores gaseosos; cámara de ionización; contador proporcional; tubo Geiger Müller.
- b. Detectores inmediatos: fotomultiplicadores.
- c. Detectores retardados: de emulsión fotográfica.

#### **5. Fundamentos de dosimetría de las radiaciones**

- a. Definiciones: flujo y densidad de flujo de partículas.
- b. Flujo de energía; kerma; dosis; dosis equivalente ambiental, dosis equivalente; dosis efectiva, dosis colectiva; unidades. Factor de calidad; transferencia de energía de un haz de radiación al medio irradiado. Unidades.
- c. Dosimetría de fuentes externas. Nociones elementales de dosimetría de fuentes internas.
- d. Fuentes gamma; fuentes puntuales. Equilibrio electrónico; constante gamma de radiación; cálculo de la dosis y de la dosis equivalente ambiental.

#### **6. Efectos biológicos de las radiaciones**

- a. Efectos en las células; características; radiosensibilidad; teorías que explican el daño.
- b. Efectos en los tejidos. Variación de la respuesta con la dosis y la intensidad de la dosis.
- c. Efectos en el hombre. Definición de riesgo y comparación de radiación con los otros riesgos de la vida. Efectos somáticos y genéticos. Probabilidad de incidencia de distintos efectos (cáncer, leucemia, etc).
- d. Atención médica; control médico radiosanitario y conducta médica en caso de accidente radiológico.

#### **7. Criterios y normas de seguridad radiológica**

- a. Criterios de protección radiológica y seguridad física. Justificación y optimización de la práctica. Límites de dosis para los trabajadores y para los miembros del público. Control de las fuentes radiactivas.
- b. Normas regulatorias.
- c. Protección radiológica en gammagrafía industrial. Criterios operacionales vinculados con el diseño del equipo.
- d. Transporte y almacenamiento de equipos y fuentes.
- e. Situaciones anormales y actuación en emergencias en gammagrafía industrial.

#### **8. Fundamentos de cálculo de blindajes**

Blindaje para radiación gamma; niveles aceptables de la intensidad de exposición en diferentes casos; influencia del tiempo y la distancia; concepto de factor de multiplicación; cálculo de espesores de blindajes para fuentes puntuales.

## **9. Evaluación de accidentes**

Reconstrucción de accidentes; evaluación dosimétrica; informes. Descripción de diversos accidentes ocurridos en el mundo con equipos de gammagrafía industrial, sus causas, consecuencias, cómo prevenir recurrencia. Lecciones aprendidas.

## **10. Cultura de la Seguridad**

### **CURSO DE ACTUALIZACIÓN PARA SOLICITAR RENOVACIÓN DE PERMISO INDIVIDUAL PARA OPERADORES DE EQUIPOS DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL**

#### **TEMARIO DE CONTENIDOS MÍNIMOS EN SEGURIDAD RADIOLÓGICA**

##### **Programa Teórico**

##### **11. Revisión de conceptos de protección radiológica:**

- a. Efectos biológicos de las radiaciones.
- b. Criterios y normas de protección radiológica y seguridad física.
- c. Fundamentos del cálculo de blindajes.
- d. Evaluación de accidentes con consecuencias radiológicas ocurridos durante la operación y el transporte de equipos de gammagrafía industrial. Lecciones aprendidas.
- e. Cultura de la Seguridad.

##### **12. Revisión de procedimientos operativos.**

##### **13. Revisión de procedimientos de emergencia.**

##### **14. Nuevas técnicas y equipos de radiografía.**

##### **15. Mantenimiento - Inspección periódica.**

##### **16. Transporte y almacenamiento.**

##### **17. Registro del movimiento de fuentes.**

##### **18. Discusión de situaciones anormales ocurridas.**

##### **Guía de Trabajos Prácticos**

##### **19. Empleo de los conceptos de distancia y tiempo.**

##### **20. Utilización de blindajes.**

##### **21. Uso y calibración de monitores portátiles.**

##### **22. Radiación dispersa y efecto "cielo".**

##### **23. Calibración de una fuente de gammagrafía.**

##### **24. Técnicas de exposición radiográfica.**

##### **25. Verificación de fugas de material radiactivo - contaminación.**

##### **26. Procedimientos operativos (zonificación, balizamiento, señalización, etc.)**

**27.** Verificación de condiciones de seguridad del equipo. Mantenimiento de equipos, accesorios e instrumental. Inspección periódica.

**28.** Procedimientos de emergencia (sobree xposiciones, mal funcionamiento de equipos y accesorios, daño de fuentes, pérdida y robo de fuentes, recuperación de fuentes, etc.).

**29.** Transporte y almacenamiento de equipos.

**30.** Confección de Registros del movimiento de fuentes y equipos.

## **PARTE 2**

### **EXAMEN DE APTITUD PSICOFÍSICA**

Esta parte formula algunos criterios que pueden ser tenidos en cuenta por el médico examinador para efectuar una evaluación de la aptitud psicofísica de un solicitante de permiso individual para operar equipos de gammagrafía industrial, según lo requerido en la norma AR 7.11.1.

**31.** Para la evaluación de la aptitud psicofísica de los examinados deben considerarse no sólo las tareas asignadas a la persona examinada en situaciones operacionales sino también las tareas potenciales en situaciones accidentales.

**32.** La frecuencia de los exámenes psicofísicos depende de los cambios de tareas o del estado de salud y se hacen siempre a posteriori de toda enfermedad prolongada.

**33.** Los resultados del examen médico deben registrar datos útiles para la interpretación de situaciones accidentales (valores hematológicos, estado de la piel, ojos, diuresis, catarsis, antecedentes familiares, etc.).

**34.** Los resultados del examen de aptitud psicofísica deben poder asegurar una adecuada compatibilidad entre las condiciones de trabajo y el estado de salud. Se deben evaluar las siguientes condiciones:

- a. a) Estabilidad emocional, psíquica y capacidad de reacción y de atención.
- b. b) Agudeza de los sentidos que permita una capacidad normal de recepción de la información hablada y escrita, y de toda otra información audible, visible o palpable en la forma en que la proporcionen los equipos o dispositivos previstos para ello, así como una capacidad de expresión que permita una comunicación rápida y segura;
- c. c) Capacidad física, de potencia motora, de campo de movimientos y de destreza de movimientos, tal que le permitan ejecutar adecuadamente las tareas asignadas en situaciones normales y anormales.

**35.** Las condiciones inhabilitantes son:

- a. Padecer o tener antecedentes de enfermedades que puedan predisponer a súbita incapacidad psicofísica, tales como:
    - enfermedades neurológicas (tal como epilepsia)
    - diabetes lábil o severa
    - hipertensiones graves
    - patología sensorial
- o patología psiquiátrica tales como:
- psicosis
  - psicopatías
  - adicciones (tales como alcoholismo, drogadicción o uso de estimulantes), etc., que puedan constituir un riesgo para su propia seguridad y la de otras personas.

- b. Padecer o estar convaleciente de enfermedades que puedan agravarse en situaciones anormales (enfermedades de la piel, de la sangre, etc.).
- c. Padecer enfermedades o estar sometidos a tratamientos que perturben el estado de alerta, vigilia, juicio, los reflejos naturales y condicionados, la capacidad de respuesta sensorial; de realizar esfuerzos físicos, de cumplir las tareas en condiciones inusuales, tales como fobias (por ejemplo, oscuridad, encierro) y vértigo.

### **PARTE 3**

#### **SECUENCIA CARACTERÍSTICA DE TAREAS QUE CONFORMAN UNA OPERACIÓN DE GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL**

Esta Parte presenta una secuencia característica de tareas que conforman una Operación de Gammagrafía Industrial, acorde a la Explicación de Términos del Criterio N° 9 de la Norma AR 7.11.1 y a los requisitos de los Criterios Nros. 20 y 34 b) de la misma.

**36.** Una Operación de Gammagrafía Industrial, en lo relativo a los aspectos de seguridad radiológica, comprende entre otras las siguientes tareas ejecutadas de acuerdo a los procedimientos de la Instalación y a los requisitos de la normativa regulatoria:

- a. la preparación y revisión de los elementos de trabajo necesarios para la Operación de los Equipos; incluyendo el Proyector con la Fuente Sellada, los accesorios del Equipo y el instrumental de radioprotección.
- b. la revisión de los elementos para la señalización y vallado del Área Abierta, y de los elementos para emergencias.
- c. la identificación del Proyector con la Fuente Sellada y su fijación al vehículo de transporte, la verificación de la señalización del vehículo y la preparación de la documentación para el transporte, acorde a los requerimientos de la Norma AR 10.16.1 "Transporte de Material Radiactivo".
- d. la actualización del registro de movimiento de material radiactivo, al retirar el Proyector del Depósito Autorizado.
- e. el montaje del Área Abierta, incluyendo la señalización y delimitación de su perímetro, el armado del Equipo, la coordinación de la ubicación del personal que participa en la Operación y la vigilancia del Área.
- f. la exposición de la Fuente Sellada y la verificación del correcto reingreso de la Fuente Sellada al Proyector al finalizar cada exposición.
- g. el desarme del Equipo al finalizar las tareas en el Área de Operación y la colocación de la cerradura del Proyector en posición cerrada, así como las demás tareas necesarias para rehacer los pasos anteriores hasta finalizar con el almacenamiento del Proyector y la Fuente Sellada en el Depósito Autorizado.
- h. la actualización del registro de movimiento de material radiactivo, al almacenar el Proyector en el Depósito Autorizado.