

# Curso: “Dosimetría personal externa”

UNIDAD 3. Protección radiológica ocupacional

**Conferencia No.3.2**

**VIGILANCIA RADIOLOGICA INDIVIDUAL  
DE LA EXPOSICION OCUPACIONAL**

Daniel Molina Pérez  
MSc. Ing. Físico Nuclear



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**

UDELAR | [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# OBJETIVOS

01

Conocer los requisitos que debe cumplir un programa de vigilancia radiológica individual de la exposición ocupacional.

02

Resaltar los pasos, principios y procesos involucrados en el diseño de un programa de vigilancia radiológica individual de la exposición ocupacional.

03

Se incluyen las bases del diseño del programa de vigilancia radiológica individual y los elementos de un servicio de dosimetría personal.

# CONTENIDO

- Requisitos
- Diseño de un Programa de Vigilancia Radiológica
- Servicio de Vigilancia Radiológica Individual
- Procesos Relacionados con el Cliente

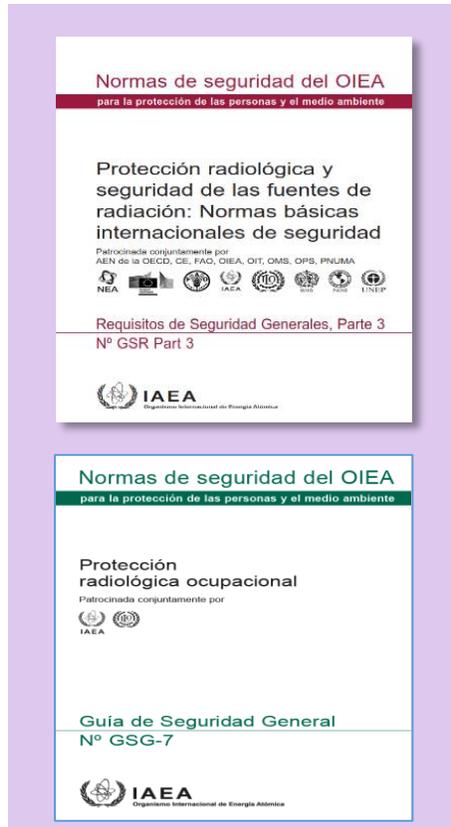
# Requisitos del programa de Vigilancia Radiológica Individual

# Vigilancia Radiológica: Requerimientos

## Internacionales

## Nacionales

### Normas Básicas de Seguridad (NBS)



Ministerio de Industria, Energía y Minería  
Norma UY 100, Revisión N° IX

NORMA UY 100  
REGLAMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA  
Revisión IX

Aprobado por Resolución 23/22 de la ARNR del 21/06/2022

|   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADAS .....                              | 11 | Monitoreo radiológico del lugar de trabajo ..... | 23 |
| Alcance .....   | 11 | Evaluación de la exposición ocupacional .....    | 23 |
| REQUISITOS GENÉRICOS .....  | 12 | Registros de la exposición ocupacional .....     | 24 |
| Responsabilidades de los representantes legales .....                     | 12 | Vigilancia de la salud de los trabajadores ..... | 25 |
| Optimización de la protección y la seguridad radiológica .....            | 12 | Información, instrucción y capacitación .....    | 25 |
| Límites de dosis .....  | 13 | Condiciones de Servicio .....                    | 25 |
| Evaluación de la seguridad .....  | 14 |  |    |
| Supervisión para la verificación del cumplimiento .....                   | 15 |  |    |
| Prevención y mitigación de accidentes .....                               | 15 |  |    |
| Investigaciones y retroinformación sobre la experiencia operacional ..... | 17 |  |    |
| Generadores de radiación y fuentes radiactivas .....                      | 17 |  |    |
| EXPOSICIÓN OCUPACIONAL .....  | 19 |  |    |
| Clasificación de zonas controladas .....                                  | 21 |  |    |
| Clasificación de zonas supervisadas .....                                 | 22 |  |    |
| Reglas y procedimientos para la protección y seguridad .....              | 22 |  |    |

# Vigilancia Radiológica

La vigilancia radiológica individual forma parte del programa de protección radiológica

- El término “**vigilancia**”: **proceso que incluye realización de mediciones** relacionadas con la **evaluación o el control de la exposición** a la radiación y a los materiales radiactivos.
- Aunque las **mediciones** desempeñen un papel importante, la vigilancia es más que una medición simple; **requiere interpretación y evaluación**.
- Por tanto, la **justificación** principal para realizar una medición debe expresarse en la manera en que ayude a **lograr y demostrar una seguridad y protección adecuadas**, incluida la implantación de la **optimización de la protección**.

Normas de seguridad del OIEA  
para la protección de las personas y el medio ambiente

Protección  
radiológica ocupacional  
Patrocinada conjuntamente por



Guía de Seguridad General  
Nº GSG-7



# Vigilancia Radiológica

## Propósitos/Beneficios

- Verificar el cumplimiento de los requisitos regulatorios.
- Confirmar la efectividad de las practicas de trabajo.
- Determinar las condiciones radiológicas del puesto de trabajo.
- Evaluar y mejorar los procedimientos operacionales.
- Proporcionar información útil a los TOE para entender como, cuando y donde ocurren las exposiciones.
- Facilitar información para la evaluación de dosis en caso de exposiciones accidentales.
- Proporcionar datos útiles para fines de registros médicos, estudios epidemiológicos y análisis de riesgo beneficio

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Limites de Dosis

La exposición ocupacional de un TOE no debe superar

### Dosis Efectiva:

20 mSv / año      promedio en cinco años consecutivos

50 mSv / año      en un solo año

### Dosis Equivalente:

**20** mSv / año      cristalino

500 mSv/ año      extremidades (piel, manos y pies )

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Limites de Dosis

Individuos de 16 a 18 años de edad, en entrenamiento:

**Dosis Efectiva:** 6 mSv/año

**Dosis Equivalente:**

50 mSv/año cristalino

150 mSv/año extremidades o piel

Trabajadoras embarazadas:

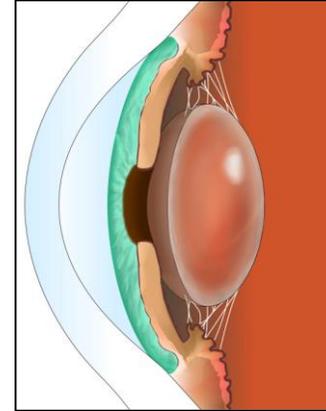
Limitar su dosis de radiación a la superficie del abdomen a aproximadamente 2 mSv. Esto debe asegurar que la dosis fetal estará a menos de 1 mSv y proporcionar una medida de protección adecuada.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Limites de Dosis

### Exposición del cristalino

**NUEVO**



Umbral de dosis para formación de cataratas en 0.5 Gy (independiente tasa).

**Recomienda un nuevo límite en cristalino para TOE:**  
**20 mSv/año (promediados en 5 años y un máximo anual de 50 mSv).**

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad

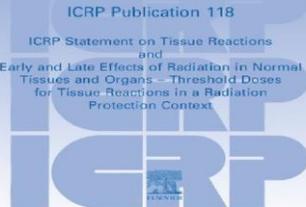


Requisitos de Seguridad Generales, Parte 3  
N° GSR Part 3



ICRP  
Annals of the ICRP

ICRP Publication 118  
ICRP Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context



# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Programa de Vigilancia

La vigilancia radiológica individual debe realizarse mediante un servicio que:

- Esté aprobado por la Autoridad Reguladora,
- Proporcione dosímetros capaces de medir  $H_p(d)$  a la profundidad apropiada
- Sea responsable por la exactitud y confiabilidad de las dosis evaluadas, y
- Pueda evaluar los dosímetros dentro de un corto tiempo en caso de que se notifique un incidente.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Magnitudes Operacionales

### Dosis equivalente personal $H_p(d)$ :

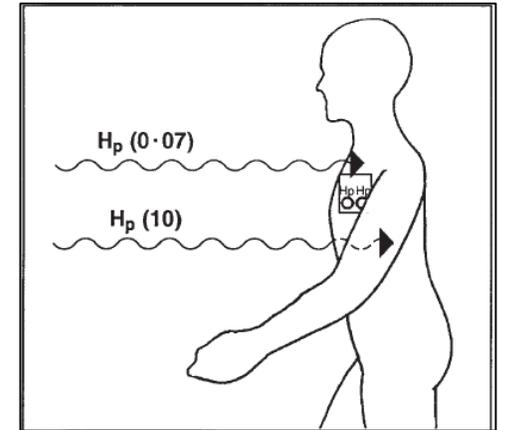
Es la dosis equivalente en tejido blando debajo de un punto especificado en el cuerpo, a una profundidad determinada. Un detector en la superficie del cuerpo y cubierto con un espesor adecuado de material tejido equivalente (sustitutivo del tejido).

Radiación fuertemente penetrante:  $d=10\text{mm}$ :  $H_p(10)$

Radiación débilmente penetrante:

$d=0.07\text{mm}$  (piel):  $H_p(0.07)$

$d=3\text{ mm}$  (cristalino):  $H_p(3)$



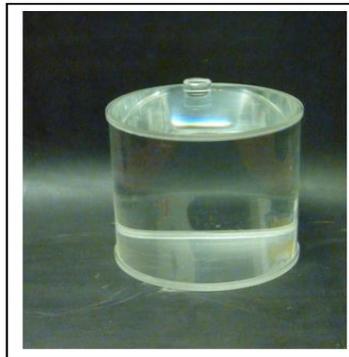
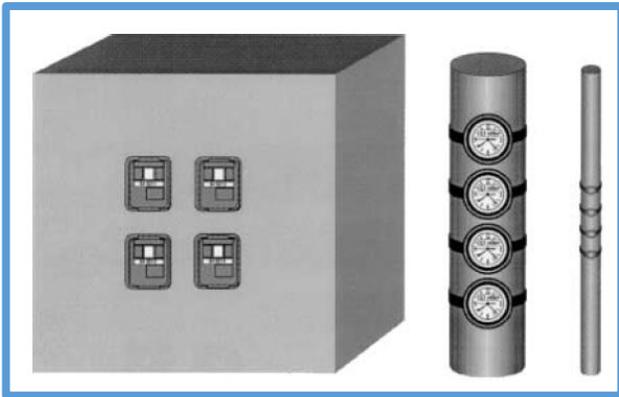
# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Calibración de los dosímetros

Condiciones convencionales simplificadas (condiciones de prueba tipo).

Irradiación: sobre un maniquí adecuado.

Magnitud:  $H_p(d)$  (según corresponda)



Si un dosímetro mide  $H_p(d)$  correctamente sobre tal maniquí, se admite que mide  $H_p(d)$  con suficiente exactitud en el cuerpo u órgano de una persona.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Periodo de Monitoreo

- Tipo de trabajo que se realiza.
- Exposición prevista asociada al trabajo.
- Características de los dosímetros.
- Límite global de detección del sistema dosimétrico.



Pueden variar desde una vez al día (en operaciones especiales), hasta varios meses, si se espera que la exposición sea muy baja.

Periodo superior a 1 mes, no es aconsejable, ya que hace más difícil determinar las causas de una exposición en el tiempo.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Nivel de Registro

- Programa de vigilancia: **gran cantidad de datos**,
- No **TODOS** resultan significativos para evaluar la exposición ocupacional.

Nivel de registro:

**La CIPR ha establecido también un valor para el nivel de registro, es decir, el valor por encima del cual se requiere registrar las dosis.**

Publicación 75 (ICRP): “La Comisión considera que el nivel de registro para la vigilancia radiológica individual debe deducirse de la **duración del período de vigilancia** y de una **dosis efectiva anual no inferior a 1 mSv** o una **dosis equivalente anual de alrededor del 10% del límite de dosis aplicable**”.

Generalmente es especificado por la autoridad regulatoria, a partir del cual los valores tienen que registrarse como exposición individual.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Niveles de Investigación

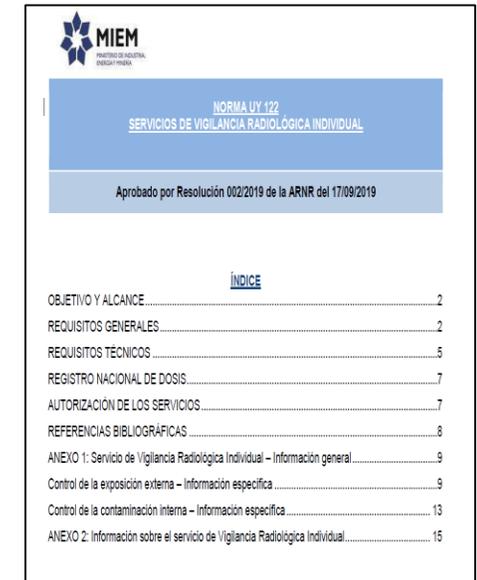
Valor de la magnitud por encima del cual se debe examinar la **causa o implicaciones** del resultado

- Son una herramienta útil en la gestión del programa de vigilancia radiológica
- Definirse en la etapa de planificación de las actividades.
- Revisarse sobre la base de la experiencia operacional.

Pueden ser especificados por la autoridad regulatoria

### Elementos de la investigación:

- Circunstancias que condujeron a la exposición.
- Verificación de los resultados dosimétricos.
- Estimar probabilidad de superar niveles o límites de dosis
- Medidas correctivas necesaria.



MIEM  
MINISTERIO DE SALUD  
ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

NORMA UY 122  
SERVICIOS DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA INDIVIDUAL

Aprobado por Resolución 002/2019 de la ARNR del 17/09/2019

ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| OBJETIVO Y ALCANCE.....   | 2  |
| REQUISITOS GENERALES.....   | 2  |
| REQUISITOS TÉCNICOS.....  | 5  |
| REGISTRO NACIONAL DE DOSIS.....   | 7  |
| AUTORIZACIÓN DE LOS SERVICIOS.....  | 7  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 8  |
| ANEXO 1: Servicio de Vigilancia Radiológica Individual – Información general..... | 9  |
| Control de la exposición externa – Información específica.....                    | 9  |
| Control de la contaminación interna – Información específica.....                 | 13 |
| ANEXO 2: Información sobre el servicio de Vigilancia Radiológica Individual.....  | 15 |

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Niveles de Investigación Derivados

Es conveniente expresarlos en términos de las magnitudes, los límites de dosis y del período de monitoreo

Fracción del límite anual pertinente, referido a la duración del período de monitoreo (3/10 fracción límite anual (mensual):

$$NI = 20 \text{ mSv} \times 0.3 / 12 = 0.54 \text{ mSv}$$

*Opción límite derivado mensual:*

$$NI = 20 \text{ mSv} / 12 = 1.67 \text{ mSv}$$

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Registro de resultados

- Los registros deben estar directamente vinculados con el trabajador de referencia.
- Deben ser consistentes para permitir la reconstrucción de los resultados en cualquier momento posterior.

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Registro de resultados

Para cada periodo de monitoreo, el registro debe contener:

- ✓ Identificación inequívoca del individuo
- ✓ Información sobre las dosis en periodos previos
- ✓ Los resultados de las dosis evaluadas para la exposición externa, el método de evaluación, incluyendo, cuando sea apropiado:
  - i. Dosis equivalente personal para radiación fuertemente penetrante,  **$H_p(10)$** ;
  - ii. Dosis equivalente personal para radiación poco penetrante,  **$H_p(0.07)$**
  - iii. **Otros valores de dosis, tales como,  $H_p(0.07)$  derivada para dosímetros de extremidades,  $H_p(3)$  para cristalino, ....**

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Registro de resultados

- Deben tenerse registros separados para las dosis de cada magnitud, y en especial de las extremidades.
- Solo los valores por encima del nivel de registro deben ser registrados, los demás pueden tomarse como “dosis cero” (identificados como dosis menores al nivel de registro)
- Cuando no sea posible evaluar la dosis (dosímetro perdido, dañado):
  - i. Debe definirse un procedimiento para estimar y registrar la dosis
  - ii. Registrar una dosis vacía (diferente de cero)

# Vigilancia Radiológica: Requisitos

## Registro de resultados

### Periodo de retención de los registros

GSR Parte 3, para 3.104:

- Los registros sobre la exposición ocupacional de cada trabajador deben ser mantenidos durante toda la vida laboral y después de esta, al menos hasta que el trabajador alcance 75 años de edad, y por no menos de 30 años después de que termine el trabajo en el cual el trabajador estuvo expuesto.

**Es responsabilidad de los titulares no de los servicios de dosimetría únicamente**

# Diseño de un programa de vigilancia radiológica individual de la exposición ocupacional

# Elementos a considerar en el diseño

1. Determinar los requerimientos del programa:
  - Aspectos Regulatorios
  - Requisitos del usuario (instalación y prácticas).
  - Protección legal
  
2. Evaluar el ambiente radiológico:
  - Riesgos radiológicos del puesto de trabajo
  - Intensidad de las fuentes selladas

# Elementos a considerar en el diseño

3. Evaluar las capacidades de monitoreo disponibles:
  - Equipamiento disponible o necesario
  - Límite de detección
  - Recursos complementarios
  
4. Evaluar cuales son las tecnologías informáticas y de computación necesarias:
  - Equipamiento con interfaces
  - Bases de Datos
  - Programas de cálculo de dosis

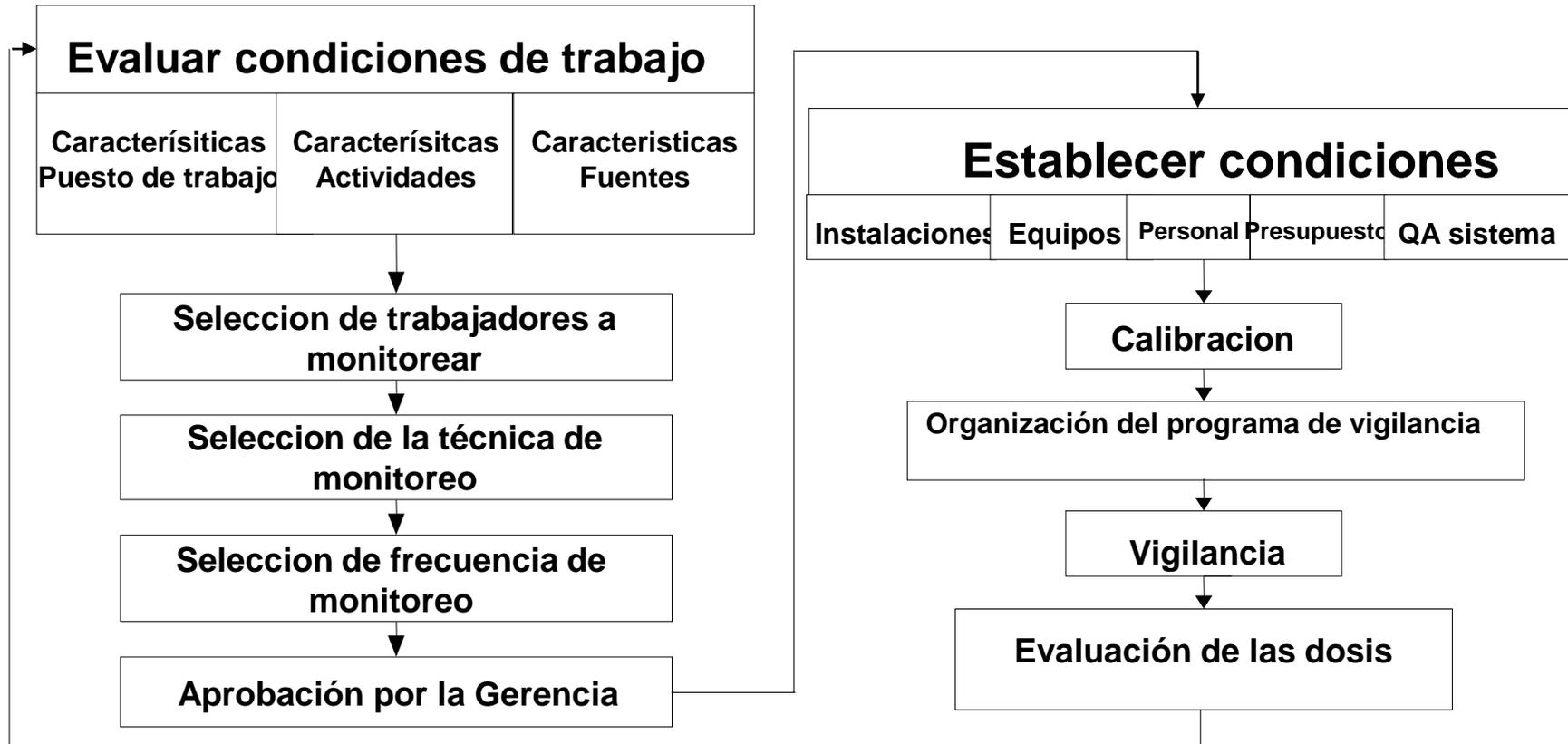
# Elementos a considerar en el diseño

5. Definir los objetivos específicos o tareas del programa:
  - Criterios para seleccionar los trabajadores que deben ser objeto de la vigilancia.
  
6. Definir los elementos del programa específicos para cada fuente o tipo de exposición:
  - Frecuencia de la vigilancia
  - Niveles de referencia
  - Metodología de evaluación de dosis
  - Acciones a seguir en caso de sobre-exposición

# Elementos a considerar en el diseño

7. Métodos que se aplican en caso de emergencia radiológica
8. Determinar los requisitos de Aseguramiento de Calidad
9. Elaborar los procedimientos de operación normal.
10. Entrenar al personal en la ejecución de los procedimientos de operación normal antes de implementarlos.
11. Implementar los procedimientos de operación normal
12. Desarrollar un programa periódico de re-evaluación y ajuste.

# Elementos a considerar en el diseño



# Servicio de Dosimetria Personal Externa

# Servicio de Dosimetría Personal Externa

El Servicio de Dosimetría Personal puede ser:

- Un elemento interno de la propia organización,
- Un servicio de dosimetría comercial contratado,
- Proporcionado por la Autoridad Reguladora, o
- Un servicio soportado por varias organizaciones licenciadas en conjunto

# Factores a tener en cuenta para seleccionar el servicio

Varios factores influyen en la selección:

- ❑ Alcance del programa de protección radiológica,
- ❑ Cantidad de trabajadores a monitorear,
- ❑ Recursos financieros disponibles,
- ❑ Disponibilidad de servicios (públicos, privados).

Por ejemplo, una clínica dental en la mayoría de los casos utiliza un servicio contratado.

# Objetivos de un Servicio de Dosimetría Externa

- 1** Proporcionar a los usuarios la determinación apropiada de las dosis individuales:
  - ❑ con un alto grado de confiabilidad
  - ❑ con una exactitud adecuada; y
  - ❑ a un costo aceptable.
- 2** Proporcionar los resultados en un plazo de tiempo razonable y conforme a las regulaciones nacionales aplicables.
- 3** Archivar y mantener los resultados en un sistema de registro de dosis seguro.

# Elementos básicos para gestionar un Servicio de Dosimetría Externa

- Identificación inequívoca de los dosímetros que se envían a los usuarios.
- Disponer del equipamiento apropiado para la evaluación de los dosímetros.
- Poseer un sistema de gestión de datos apropiado, que incluya una Base de datos con los detalles de todos los usuarios

# Elementos básicos para gestionar un Servicio de Dosimetría Externa

- Debe tener un sistema seguro de registro de dosis adecuado para preservar y actualizar los registros individuales de los usuarios.
- Debe disponer de facilidades que permitan asegurar la trazabilidad de la calibración.
- Estructura organizativa apropiada.

# Estructura organizativa básica de un Servicio de Dosimetria Externa

- Servicio rutinario de dosimetría.
- Administración y finanzas.
- Sección de Calibración.
- Mantenimiento de Registros.
- Sistema de Gestión de la Calidad

# Otros componentes de la Estructura Organizativa de un Servicio de Dosimetría Externa

- Es deseable disponer de la capacidad para ejecutar proyectos de investigación y desarrollo. Esto contribuye a actualizar las capacidades y la calidad del servicio.
- Centro de gestión de correo.
- Taller
- Sección de interacción con los clientes.

# Organización, Gestión y Administración del Servicio de Dosimetría Externa

- ❑ Relacionada con las regulaciones nacionales y obviamente dependiente de las características locales.
- ❑ Cantidad de dosímetros que se utilizan.
- ❑ Cantidad de usuarios atendidos (alcance del servicio).

# Otros componentes de la Estructura Organizativa de un Servicio de Dosimetría Externa

La administración del SDP debe:

- Determinar las categorías de dosímetros que deben ser utilizados (básico, discriminante, para neutrones, etc.).
- Seleccionar el método dosimétrico a aplicar (fílmica, TLD, RPL, trazas, etc.).
- Establecer el período de monitoreo.
- Definir el nivel de automatización a implementar.

# Secuencia típica de un Servicio de Dosimetría Externa

- Recibo de la orden de servicio del cliente.
- Preparación de la propuesta de contrato con los detalles del servicio y los términos y condiciones establecidas y de la factura correspondiente.
- Recibo del pago del cliente (si es aplicable).
- Registro de los datos de la institución y los trabajadores en el sistema de gestión de datos.
- Preparación de los dosímetros que serán enviados para el período de utilización.
- Envío de los dosímetros al cliente.

# Secuencia típica de un Servicio de Dosimetría Externa

- Recepción del dosímetro devuelto por el cliente al finalizar el período del uso.
- Evaluación del dosímetro dentro del plazo de tiempo establecido en las regulaciones.
- Entrada de las dosis evaluadas en la Base de Datos.
- Informe de los resultados al cliente y, si es requerido, a la Autoridad Reguladora, dentro del plazo de tiempo establecido en las regulaciones.

# Secuencia típica de un Servicio de Dosimetría Externa

- Elaboración de Informes (Resumen Anual, Exposición Histórica).
- Almacenamiento de los registros de la dosimetría personal en correspondencia con los requerimientos establecidos por las regulaciones (forma y tiempo).

# Servicio de Dosimetría Personal Externa

## Procesos Relacionados con el Cliente

# Clientes del Servicio

Los clientes son aquellos elementos organizacionales que requieren del servicio de dosimetría:

- ❑ Los individuos dentro del propio servicio de dosimetría
- ❑ Otras secciones de la organización a la que pertenece el servicio de dosimetría
- ❑ Otras organizaciones bajo el mismo empleador
- ❑ Compañías o empleadores externos.

# Procesos Relacionados con el Cliente

Varios “problemas” operacionales necesitan ser resueltos y convenido con el “cliente”

- Tipos de técnicas y sus aplicaciones (tipos de radiación, básico, discriminante)
- Fecha de envío y devolución
- Donde colocar y como manipular los dosímetros
- Métodos dosimétricos usados
- Sistema de identificación de dosímetros y usuarios
- Mantenimiento de los registros de dosis
- Reporte de los resultados

# Procesos Relacionados con el Cliente

- Acceso y privacidad de los datos y resultados
- Interpretación de los resultados
  - ◆ magnitudes
  - ◆ límites de dosis
  - ◆ fondo natural
  - ◆ dosis neta
  - ◆ límite inferior y superior de detección
- Como solicitar, cambiar o cancelar la subscripción
- Información que necesita el cliente
- Precios

# Procesos Relacionados con el Cliente

- Franqueo (en uno o ambos sentidos)
- Cobro de dosímetros perdidos
- Plazo de tiempo permitido para hacer la solicitud (o cancelación)
- Reporte inmediato en caso de dosis inusuales (Teléfono, Fax, Email, etc.)
- Actuación en caso de emergencia
- Asesoría técnica y legal y/o ayuda (cuando y como tratar con las autoridades)

# BIBLIOGRAFÍA



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

- OIEA. *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad.* GSR Parte 3. (2016).
- OIEA. *Occupational Radiation Protection.* GSG-7. (2018).