

Elaboración del Plan de Desclasificación de Residuos Radiactivos

Daniel García García
Técnico del Servicio de Protección Radiológica
dgg@enusa.es

Jornada Técnica 2018 de la SNE/
Gestión de Residuos radiactivos
10/05/2018



ÍNDICE

1. RESIDUOS GENERADOS EN FÁBRICA

- Composición Isotópica
- Potencialmente desclasificable

2. NORMATIVA DE REFERENCIA

- IS-31 (RP122 part. I)
- Orden de ETU/1185/2017

3. TIPOS DE MEDIDA

- Características del U de Fábrica
- Contaminación superficial
- Espectrometría gamma

4. PROCESO DE DESCLASIFICACIÓN

1-RESIDUOS GENERADOS EN FÁBRICA

Composición Isotópica

- Los Residuos Radiactivos Sólidos generados en la Fábrica proceden, casi exclusivamente, de la contaminación con uranio natural y ligeramente enriquecido.
- De todos sus descendientes, los únicos que deben tenerse en cuenta mientras permanecen en Fábrica son los siguientes:
 - Cadena del 238U: **238U** -> **234Pa** -> **234Th** -> **234U** (El 234U, además de producirse en la fábrica como descendiente del 238U, se presenta en el uranio enriquecido en una cantidad muy superior a la del uranio natural, como efecto secundario del enriquecimiento del 235U.)
 - Cadena del 235U: **235U** -> 231Th (El 235U está presente en la naturaleza en un 0.71%, expresado en porcentaje en peso. La fábrica dispone de autorización para utilizar uranio enriquecido hasta un máximo del 5%, en 235U.)
 - La contribución de la actividad final del resto de los descendientes de ambas cadenas es despreciable (periodo largo de semidesintegración de éstos comparado con el tiempo que permanecerán estos residuos en la Fábrica).

1-RESIDUOS GENERADOS EN FÁBRICA

Potencialmente desclasificables

COMPACTABLES: operación normal de la instalación

- Carcasas de mascarar de protección respiratoria (250 Kg/año aprox.)
- Vestuario (200 Kg/año aprox.)





NO COMPACTABLES: operación o trabajos de mantenimiento de la instalación

- Cables
- Material metálico (acero y aluminio principalmente)
 - Chapas y perfiles
 - Tuberías
 - Cabinas de operación
 - Conductos de ventilación
 - Componentes eléctricos



2-NORMATIVA DE REFERENCIA

-  **CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR** IS-31: Criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares (ND → Radiation Protection 122 part. I.)
-  **BOE** Orden Ministerial: Orden de ETU/1185/2017, de 21 de Noviembre, por la que se regula la desclasificación de los materiales residuales generados en instalaciones nucleares.

2-NORMATIVA DE REFERENCIA

IS-31: Control radiológico de los materiales residuales potencialmente desclasificables

A) En cada unidad de valoración de material residual se debe verificar con un nivel de confianza del 95% que la **actividad isotópica por unidad de masa** (Bq/g) o **por unidad de superficie** (Bq/cm²) satisfacen la expresión $\sum (C_i/N_{Di}) \leq 1$ siendo:

- C_i la actividad isotópica por unidad de masa (Bq/g) o por unidad de superficie (Bq/cm²) de cada isótopo i presente en el material residual.
- N_{Di} el valor del nivel de desclasificación establecido para cada isótopo i (Bq/g ó Bq/cm²).

Aplicación a la Fábrica de Juzbado: (ND según RP 122 part 1)

- Isótopos presentes en el material residual: U-234, U235 y U238
- N_{Di} :

	U-234	U-235	U-238
ND(Bq/g)	1	1	1

$$\sum \left(\frac{C_{U234} + C_{U235} + C_{U238}}{1 \text{ Bq/g}} \right) \leq 1 \Rightarrow C_U \leq 1 \text{ Bq/g}$$

2-NORMATIVA DE REFERENCIA

IS-31: Control radiológico de los materiales residuales potencialmente desclasificables

B) En la determinación de la actividad isotópica por unidad de masa (Ci), **la actividad mínima detectable (AMD)** que deberá conseguirse estará comprendida entre el 10% y el 50% del ND aplicable.

Aplicación a la Fábrica de Juzbado: $AMD \leq 0.5Bq/g$

C) Se considerará que un radionucleido ha sido detectado si se registra un valor superior a su **umbral de decisión (UD)**.

D) Como regla general no se promediará sobre masas superiores a 1.000 kg ni sobre superficies superiores a 1 m².

Aplicación a la Fábrica de Juzbado:

- Masas: 100 kg aproximadamente
- Superficies: 1 m²

2-NORMATIVA DE REFERENCIA

IS-31: Control radiológico de los materiales residuales potencialmente desclasificables

E) Uso de **factores de escala** o de concentraciones medias de actividad (CMA) para realizar la asignación de la actividad a los isótopos de difícil medida.

Aplicación a la Fábrica de Juzbado:

Medida Alfa: No Aplica (medida α_{total})

Medida Gamma:

- Isótopos de **fácil** medida: **U-238**
- Isótopos de **difícil** medida: U234 y U235
- Factor de escala: enriquecimiento de un 4% (valor promedio de U procesado en Juzbado) en peso en U-235 para estimar la cantidad de U235 y de U234 y la actividad específica

	U-234	U-235	U-238
Enriquecimiento 4% en U-235	84.19 %	3.34 %	12.47%

$$\frac{U_{234}}{U_{238}} = 6.75$$
$$\frac{U_{235}}{U_{238}} = 0.27$$

2-NORMATIVA DE REFERENCIA

IS-31: Control radiológico de los materiales residuales potencialmente desclasificables

- F) **Metodología** de caracterización radiológica y verificación del cumplimiento de los niveles de desclasificación
- G) Para cada una de las etapas que constituyen el proceso de desclasificación se dispondrá de procedimientos específicos que aseguren que se lleva a cabo en el marco de un **sistema de control de calidad**.
- H) Previamente a la expedición del material desclasificado para su gestión convencional, se realizará **una verificación global del proceso** sobre el 5% de las unidades de valoración generadas. En el supuesto de que con el proceso de desclasificación se generen menos de 20 unidades de valoración, la verificación se realizará, al menos, en una de las unidades de valoración desclasificadas

Aplicación a la Fábrica de Juzbado:

- Metodología **MARSAME** (Multi-Agency Radiation Survey and Assessment of Materials and Equipment Manual)

2-NORMATIVA DE REFERENCIA

Orden de ETU/1185/2017 (Fecha: 06/12/2017):

Artículo 4. Proceso de desclasificación

Salida para gestión convencional cumpliendo ND:

- Presentar al CSN: Plan de pruebas, Calendario de ejecución y Resultados del plan de pruebas
- **NO** requiere autorización del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

Salida para gestión convencional superando ND:

- **SI** requiere autorización del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital

Artículo 5. Documentos Técnicos

- Metodología
- Aceptación por el CSN

3-TIPOS DE MEDIDA

Características del U

Problemática en la desclasificación con isótopos de U

Cadena U-238:

Emisores α : U-238, U-234

Emisores β/γ : Th-234, Pa-234 y Pa-234m

Cadena U-235:

Emisores α : U-235

Emisores β/γ : Th-231

Isótopo	T $\frac{1}{2}$ (b)	Probabilidades de emisión fi, (%)		
		α	β	γ
²³⁸ U	4.51x10 ⁹ a	100	0	0
²³⁴ Th	24.1 d	0	100	7.5
^{234m} Pa	1.17 m	0	98	0.9
²³⁴ Pa (0.13% del ^{234m} Pa)	6.75 h	0	79	144
²³⁴ U	2.47x10 ⁵ a	100	0	0.2
²³⁵ U	7.1x10 ⁸ a	100	0	70
²³¹ Th	25.5 h	0	100	12

3-TIPOS DE MEDIDA

Contaminación superficial – Equipo de medida

Radiación medible	α - β/γ
Sistema de detección	Centelleo plástico
Superficie efectiva	170 cm ²
Fondo:	α : aprox. 0,1 cps β/γ : aprox. 15 – 25 cps
Opción seleccionable para el fondo	Cuentas netas o cuentas brutas Sustracción automática del fondo Establecer un tiempo de medida para el fondo



3-TIPOS DE MEDIDA

Contaminación superficial – Parámetros

Valores de fondo para diferentes blancos

Medida en barrido:

- Tiempos de medida (60s)
- Eficiencia de barrido
- Influencia distancia fuente-detector (< 1cm)
- Superficie de medida (< 1 m²)

Medida estática:

- Tiempos de medida (> 5s)
- Eficiencia de barrido
- Influencia distancia fuente-detector (< 1cm)
- Superficie de medida 170 cm² (sonda detector)

Factores de paso para cada material (Bq/cm² → Bq/g)



3-TIPOS DE MEDIDA

Medida Espectrometría Gamma – Sistema de medida

Geometría de medida:

- Geometría de medida: bodón cilíndrico (volumen 0,22 m³, altura 88 cm y diámetro 57 cm)
- Plataforma de giro: velocidad de giro fija

Detección de radiación:

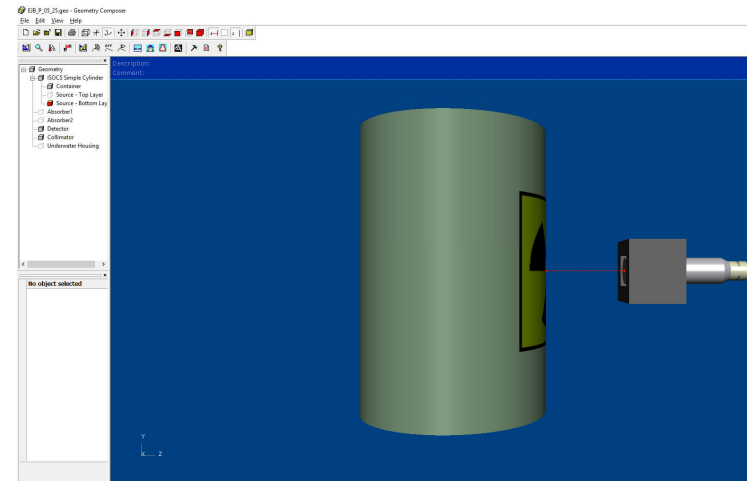
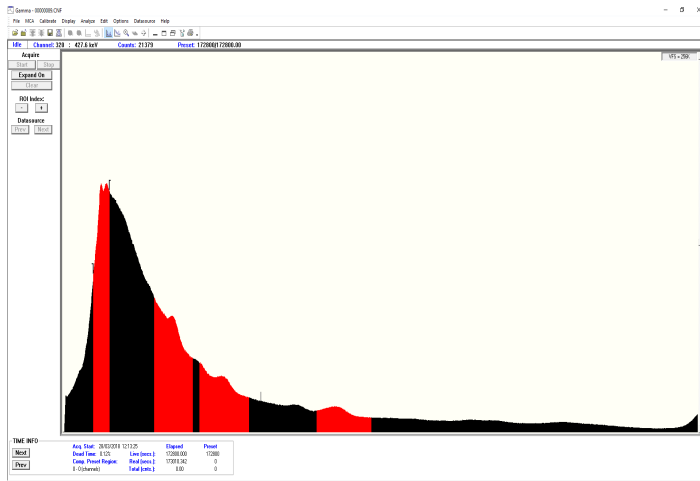
- Soporte mecánico móvil de altura variable para posicionar el detector
- Detector: INa 3x3
- Colimador de Plomo recubierto por Cu de configuración cuadrada



3-TIPOS DE MEDIDA

Medida Espectrometría Gamma – Análisis de la medida

- Software de Canberra Genie 2000 de adquisición y análisis de espectros
- Software ISOCS de modelización de eficiencia
 - Geometría cilíndrica (volumen 0,22 m³, altura 88 cm y diámetro 57 cm)
 - Colimador fijo
 - Detector posicionado a la mitad de altura del bidón



3-TIPOS DE MEDIDA

Medida Espectrometría Gamma – Medida U-238

✓ U-235: 143 KeV y 185 KeV



Atenuación para densidades altas
Eficiencia dependiente de la densidad

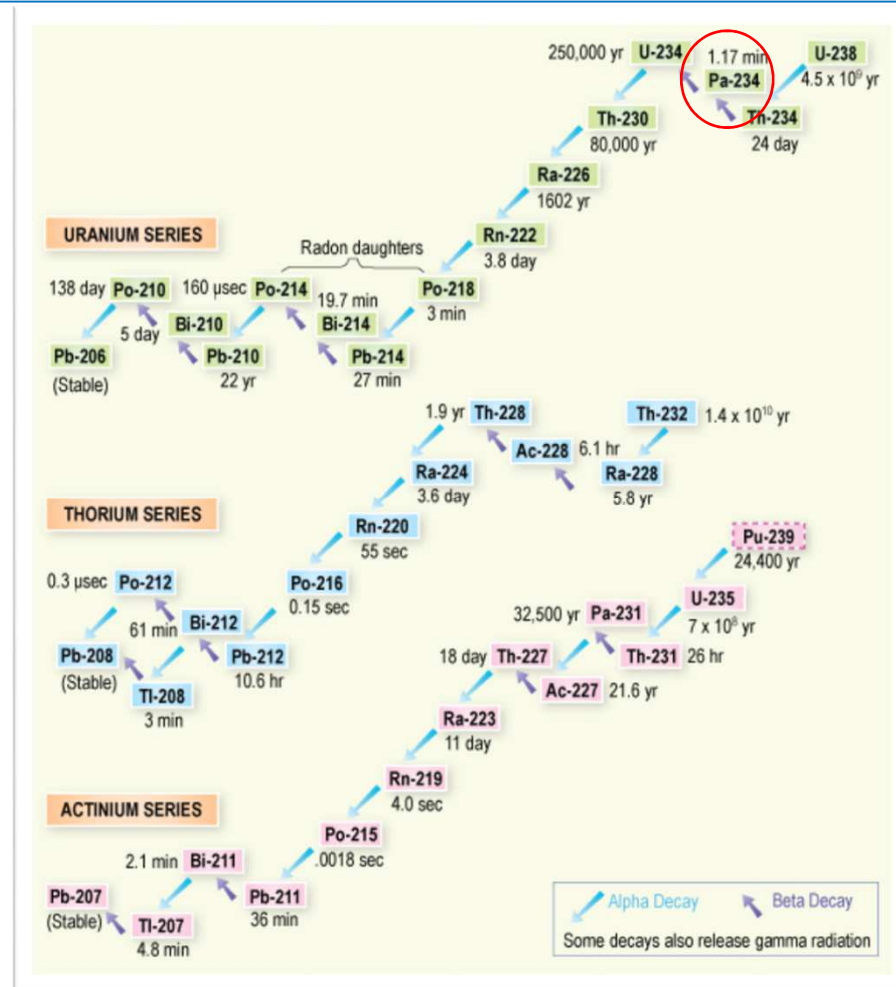
✓ U-238: 234Pa en equilibrio secular



1001,3 KeV



Sin Atenuación para densidades altas
Eficiencia poco dependiente de la densidad



3-TIPOS DE MEDIDA

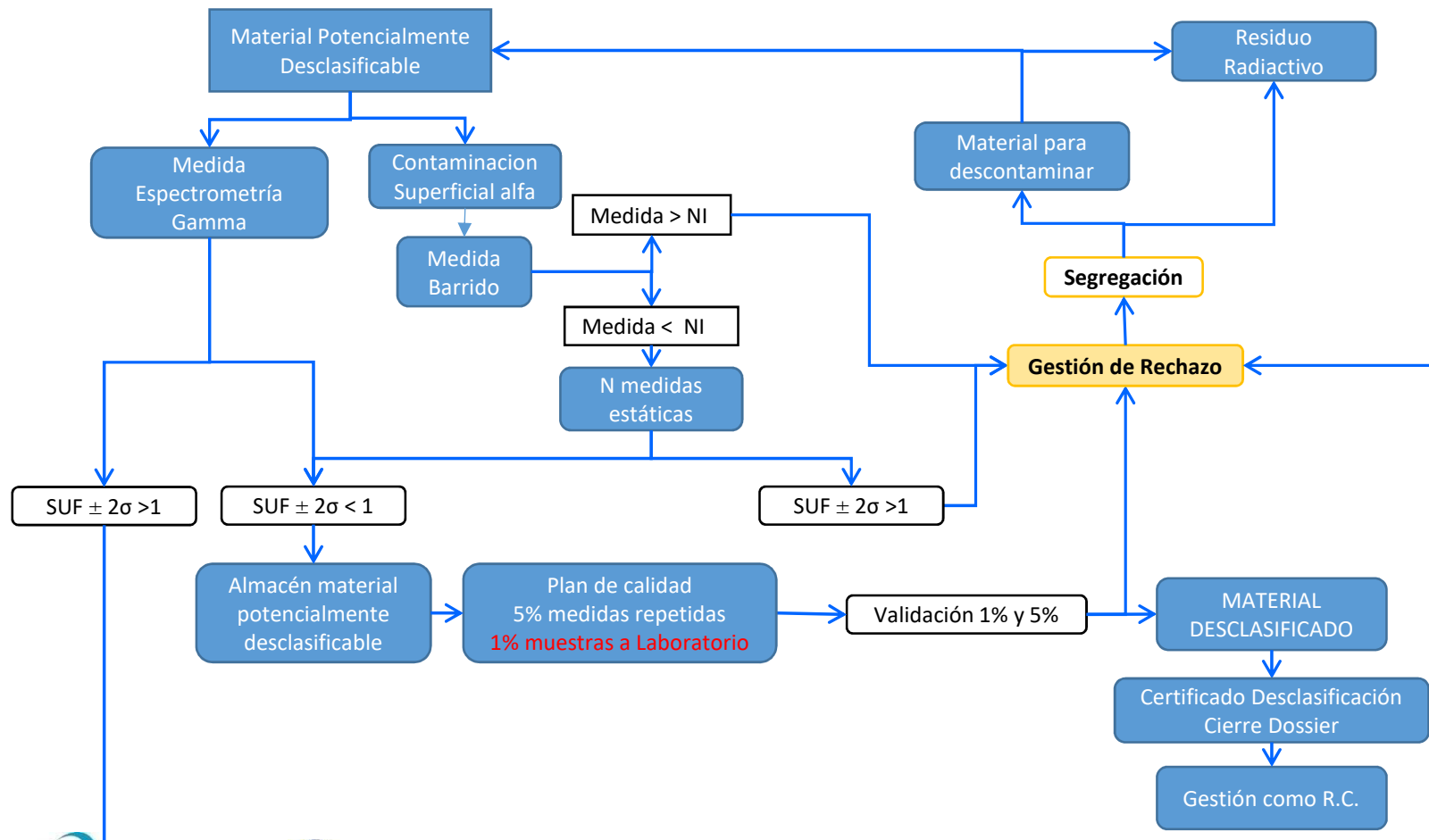
Medida Espectrometría Gamma - Parámetros

- Distancia bidón detector fija: 25 cm
- Tiempo de medida: el necesario para alcanzar el AMD requerido por la IS-31
- Influencia del fondo
- Grado de llenado: 80% del bidón
- Densidad variable en función del material:
 - Carcasas y vestuario
 - Material metálico



4-PROCESO DE DESCLASIFICACIÓN

Metodología MARSAME



www.enusa.es

