CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

NOR/06-017

Proyecto de Guía de Seguridad

"Contenido y criterios para la elaboración del Plan de Control de Materiales Desclasificables en las instalaciones nucleares".

Borrador 0

Noviembre 2026

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

ÍNDICE

Preámbulo 2

1. Objeto y ámbito de aplicación 3

2. Definiciones 3

3. Estructura y contenido del PCMD. 5

4. Criterios de elaboración del PCMD. 6

4.1 Fase de planificación. Plan de Pruebas. 7

4.2 Fase de clasificación inicial de los materiales. 7

4.3 Fase de producción de las Unidades de Valoración. 8

4.4 Fase de medida de las Unidades de Valoración. 8

4.5 Fase de análisis y toma de decisión. 9

4.6 Fase de expedición de Unidades de Valoración 10

5. Información periódica a remitir al CSN 10

6. Referencias bibliográficas 11

Anexo 1. Estructura recomendada para el PCMD 12

Anexo 2. Parte general del PCMD 14

Anexo 3. Metodología de desclasificación de materiales no muestreables. 18

Anexo 4. Metodología de desclasificación de materiales residuales muestreables 35

Anexo 5. Puesta en marcha 49

Anexo 6. Prueba práctica del plan de pruebas 54

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

Preámbulo

La desclasificación de materiales con contenido radiactivo, procedentes de cualquier práctica sujeta a autorización o declaración, está regulada por el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (en adelante, RINR), aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre.

El citado reglamento define *desclasificación* como el "*proceso mediante el que determinados materiales con contenido radiactivo, procedentes de cualquier práctica sujeta a autorización o declaración, pueden ser gestionados sin aplicación del control regulador radiológico*".

Los criterios y requisitos legales de los procesos de desclasificación para las instalaciones nucleares y del ciclo del combustible se establecen en los artículos 115 y 116 del antedicho reglamento; en la Orden de ETU/1185/2017, de 21 de noviembre, por la que se regula la desclasificación de los materiales residuales generados en instalaciones nucleares, y en el artículo 3.2 de la Instrucción IS-31, de 26 de julio de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares.

El artículo 24 del RINR, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, relativo a la documentación a presentar por los titulares de las instalaciones nucleares para solicitar la autorización de explotación, establece en su párrafo j) que los titulares deberán presentar un Plan de control de materiales desclasificables (en adelante, PCMD), que incluirá la metodología para la verificación del cumplimiento de los niveles de desclasificación en los materiales residuales. El plan podrá incluir niveles de desclasificación específicos y su determinación mediante la evaluación del impacto radiológico asociado a la gestión de los materiales residuales una vez sean desclasificados.

El artículo 34 del mismo reglamento, relativo a la solicitud de autorización de desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares, establece que la mencionada solicitud irá acompañada de un Plan de control de materiales desclasificables, cuyo contenido deberá adaptarse a la situación de desmantelamiento de la instalación.

Los requisitos que establecen estos dos artículos se aplican también a las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible, con la adaptación de los documentos que corresponda a las especiales características de estas instalaciones, según el artículo 47 del citado reglamento.

En consecuencia, en aplicación de los citados artículos 24, 34 y 47 del reglamento, los titulares de las instalaciones nucleares o radiactivas del ciclo del combustible deben disponer de un PCMD.

La presente guía, no crea obligaciones adicionales, sino que proporciona recomendaciones dirigidas a los titulares de las instalaciones nucleares sobre el alcance, contenido y criterios para la elaboración y actualización del PCMD.

Asimismo, podrá utilizarse como referencia para la elaboración y actualización del PCMD de las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible, con las adaptaciones que procedan.

BORRADOR

Las guías de seguridad (GS) del Consejo de Seguridad Nuclear no tienen carácter mandatorio, pero constituyen métodos aceptados por este organismo para verificar el cumplimiento con los requisitos reguladores en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. En consecuencia, la aplicación de los criterios y metodologías recogidos en esta guía se considerará, con carácter general, una forma adecuada de demostrar el cumplimiento de dichos requisitos, sin perjuicio de que el titular pueda justificar otros métodos alternativos que proporcionen un nivel de seguridad equivalente o superior.

En virtud de lo anterior, de conformidad con la habilitación legal prevista en el artículo 2.a) de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, previa consulta a los sectores afectados y tras los informes técnicos oportunos, el Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión de día xxx de xxxxx de xxxxx ha aprobado la siguiente Guía de Seguridad. La presente guía no modifica ni sustituye las disposiciones legales o reglamentarias aplicables, ni las condiciones de las autorizaciones, que prevalecerán en caso de discrepancia.

1. Objeto y ámbito de aplicación

El objeto de la presente Guía de Seguridad es recomendar a los titulares de las instalaciones nucleares el alcance, contenido y criterios para la elaboración y actualización del Plan de Control de Materiales Desclasificables.

El ámbito de aplicación de esta guía son las instalaciones nucleares en explotación y en desmantelamiento, de acuerdo con los artículos 24 y 34 del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre.

Asimismo, podrá utilizarse como referencia para la elaboración y actualización del PCMD de las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible, con las adaptaciones que procedan.

2. Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos contenidos en la presente guía, se corresponden con los contenidos en los siguientes documentos:

a) Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre.

b) Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre.

c) Orden de ETU/1185/2017, de 21 de noviembre, por la que se regula la desclasificación de los materiales residuales generados en instalaciones nucleares.

d) Instrucción IS-31, de 26 de julio de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares.

BORRADOR-0

En particular, y a efectos de esta guía, son de aplicación las siguientes definiciones:

Combinación de desclasificación: Conjunto de parámetros y características determinadas (p.ej. Geometría de la fuente, método de medida, isotópico-tipo, clasificación de una superficie en función del nivel de contaminación previsible) que forman parte de un proceso de desclasificación una vez superado su plan de pruebas.

Densidad aparente: Se define la densidad aparente (ρ) de una Unidad de Valoración (UV) como la relación entre la masa del material contenido en una Unidad de Valoración y el volumen total ocupado por dicha Unidad, incluyendo los huecos o espacios vacíos existentes entre los materiales que la componen.

$$\rho = \frac{\rho_i V_i + \rho_{air} V_{air}}{V} \approx \frac{\rho_i V_i}{V} = \frac{M_i}{V}$$

Donde el subíndice i representa el material de la UV, V_{air} es el volumen de la UV que no está ocupado por el material, correspondiente a las oquedades llenas de aire en la UV, y $V = V_i + V_{air}$ es el volumen desde la base del contenedor hasta el nivel de llenado.

Expediente de Desclasificación: Registro documental del proceso de desclasificación practicado sobre cada Unidad de Valoración, que garantiza la trazabilidad del proceso desde la producción de la Unidad de Valoración hasta la entrega al gestor de los residuos desclasificados.

Isótopo de difícil medida: Isótopo cuya actividad no puede ser fácilmente medida mediante una técnica de medida determinada.

Isótopo de fácil medida: Isótopo cuya actividad puede ser correlacionada con la de isótopos de difícil medida, pero que a diferencia de éstos puede ser fácilmente medido mediante una técnica de medida determinada.

Isotópico-tipo: Proporción relativa esperada de los isótopos presentes en un determinado material contaminado. También denominado *vector de radionucleidos*.

Metodología de desclasificación: conjunto integrado de actividades y criterios del proceso de toma de decisión mediante el que se determina que los residuos cumplen los niveles de desclasificación con un 95% de confianza. Todas las unidades de valoración sometidas a una metodología de desclasificación comparten las mismas fases, estando sujetas a las mismas actividades y procedimientos.

Niveles de Desclasificación Operativos, NDO: Valores obtenidos para mensurandos concretos a partir de los niveles de desclasificación autorizados, con el objeto de convertir dichos niveles en valores límite de medida que faciliten en la práctica la toma de decisiones.

Número atómico medio: Se entiende por número atómico medio (Z) el sumatorio del producto de la fracción molar de cada elemento presente en la Unidad de Valoración por su número atómico:

$$\bar{Z} = \sum_i f_i \cdot Z_i$$

Plan de Pruebas (PdP): Aplicación sistemática y controlada de la metodología de desclasificación desarrollada por el titular, mediante el cual el titular pone a prueba la

BORRADOR.0

idoneidad de su metodología sobre una parte de los materiales o superficies que pretende desclasificar.

Regla de la Unidad: Criterio matemático para la toma de decisión sobre la desclasificación de una cierta cantidad de material residual, según la cual éste puede ser desclasificado si la *Suma Unitaria de Fracciones* (SUF) que lo caracteriza es menor o igual a la unidad. La Suma Unitaria de Fracciones matemáticamente se expresa en términos de la concentración de actividad del isótopo *i* presente en el material, C_i, y su nivel de desclasificación, ND_i:

$$SUF = \sum_i \frac{C_i}{ND_i} \leq 1$$

El artículo 3.2.a) de la IS-31 adopta la Regla de la Unidad como criterio para la toma de decisión sobre la desclasificación, estableciendo además el requisito de un nivel de confianza del 95% para la aplicación de la Regla de la Unidad.

Unidad de Valoración (UV): Cantidad de material residual con una historia similar y un contenido potencial de contaminación radiactiva semejante, sobre la que se realizan las medidas de control radiológico para la toma de decisión sobre su gestión posterior. La Unidad de Valoración es objeto del proceso de desclasificación.

3. Estructura y contenido del PCMD.

De acuerdo con el artículo 24 del RINR, el PCMD incluirá la metodología para verificar el cumplimiento de los niveles de desclasificación de materiales residuales y superficies con contenido radiactivo. Por tanto, el PCMD concreta las actividades de desclasificación para superficies y materiales residuales, tanto muestreables como no muestreables, que permitan al titular de la instalación acreditar que cumple con los requisitos reguladores establecidos para la desclasificación y posterior gestión del material residual como convencional.

Para cumplir con este requisito, se recomienda, que el PCMD incluya las diferentes **metodologías y combinaciones de desclasificación** que el titular puede aplicar en función de las características específicas del material residual de que se trate, de la naturaleza de la contaminación radiactiva, y de las técnicas de medida que pretenda emplear. Así mismo, que recoja, el conjunto de registros que garantizan, de acuerdo con la Orden de ETU/1185/2017 y la IS-31, la trazabilidad del proceso de gestión de los materiales residuales desclasificados, desde su origen en la instalación hasta su entrega al gestor final.

La estructura del PCMD recomendada en la presente guía, contiene una parte general, común a todas las metodologías de desclasificación, y apartados específicos para cada una de las metodologías verificadas. En el Anexo 1, se indica la estructura recomendada para el PCMD, que incluye:

- A) Parte General.
- B) Metodología de desclasificación de materiales no muestreables: relativa a la desclasificación de materiales residuales caracterizados radiológicamente mediante técnicas no destructivas de detección gamma, ya sea mediante técnicas espectrométricas o no-espectrométricas.

BORRADOR-0

- C) Metodología de desclasificación de materiales muestreables relativa a la desclasificación de materiales residuales caracterizados radiológicamente mediante toma de muestras representativas y medida posterior en laboratorio.
- D) Metodología de desclasificación de superficies.

El objetivo de la parte general (A) es recoger todos aquellos elementos que puedan ser comunes a las metodologías de desclasificación que sean implantadas por el titular de la instalación y desarrolladas en las sucesivas partes del PCMD. La estructura de esta parte general se desarrolla en el Anexo 2 de esta guía e incluye la organización y responsabilidades establecidas por el titular tanto para la aplicación del PCMD como en términos de formación, los criterios y documentos en los que se basa la determinación de los isotópicos-tipo de las distintas corrientes de materiales residuales desclasificables de la instalación, y los niveles de desclasificación que serán de aplicación en las metodologías de la instalación.

El contenido y los criterios a aplicar a las partes (B) y (C) metodologías para la desclasificación de materiales no muestreables y materiales muestreables respectivamente, se recogen en los Anexos 3 y 4 de esta guía.

La implantación de otras posibles metodologías de desclasificación daría lugar a la inclusión de nuevas partes específicas en el PCMD por parte del titular.

4. Criterios de elaboración del PCMD.

A efectos de esta guía, se consideran las siguientes fases comunes a todas las metodologías de desclasificación:

a) **Planificación:** Permite asegurar la adecuada gestión del material, la viabilidad del proceso de desclasificación aplicable y la correcta gestión de los rechazos, antes de dar comienzo a las tareas propias de desclasificación.

b) **Clasificación inicial:** Consiste en realizar, sobre la base de criterios definidos según su procedencia y características radiológicas, una clasificación inicial que permita identificar y segregar los materiales o superficies potencialmente desclasificables.

c) **Producción de las Unidades de Valoración (UV):** Comprende la preparación de las UV de acuerdo con los criterios y requisitos definidos por el titular.

d) **Medida de las UV:** Incluye la definición, por parte del titular, de los criterios y procedimientos de medida aplicables a las UV.

e) **Análisis y toma de decisión:** Los resultados de las medidas realizadas se procesan de acuerdo con la metodología de desclasificación del titular y se contrastan con la Regla de la Unidad, establecida en el artículo 3.2.a) de la IS-31.

f) **Expedición de UV:** El objetivo de esta fase es la entrega del material residual desclasificado a su gestor final, de forma trazable y en cumplimiento con lo dispuesto en el PCMD.

A continuación, se describen los criterios generales aplicables a cada una de estas fases, para un PCMD elaborado de conformidad con la presente guía de seguridad:

BORRADOR

4.1 Fase de planificación. Plan de Pruebas.

El objetivo de esta fase es asegurar la adecuada gestión del material, la viabilidad del proceso de desclasificación aplicable y la correcta gestión de los rechazos, antes de dar comienzo a las tareas propias de desclasificación. Entre los aspectos que pueden definirse en esta fase se encuentran:

- La organización y responsabilidades tanto para la aplicación del PCMD como en términos de formación (ver apartado A.5 del Anexo 2),
- Los criterios y documentos en los que se basa la definición de los isotópicos-tipo de las distintas corrientes de materiales residuales desclasificables de la instalación (ver apartado A.6 del Anexo 2),
- Los niveles de desclasificación que serán de aplicación en las metodologías de la instalación (ver apartado Anexo A1 del Anexo 2).

De acuerdo con el artículo 4.2 de la Orden de ETU/1185/2017, previamente a la aplicación del proceso de desclasificación siguiendo una metodología y una combinación de desclasificación determinada, el titular debe proceder a la verificación de ésta mediante la presentación al CSN de un Plan de Pruebas (PdP), y la posterior remisión, para su aprobación, de los resultados obtenidos.

La presente guía concibe este Plan de Pruebas como la realización sistemática de una serie de medidas sobre una parte representativa de los materiales o superficies que se pretendan desclasificar y recomienda estructurar el Plan de Pruebas en dos partes:

- La elaboración de un proceso de **Puesta en Marcha** del equipo de medida (en adelante PeM), para probar su capacidad de detección sobre UV diseñadas para tal fin, cuyos resultados se recogen en el informe de puesta en marcha. En el Anexo 5 se desarrolla este proceso para el caso de los materiales no muestreables.
- La realización de una **prueba práctica** que incluya todas las fases del proceso de desclasificación sobre un número representativo de UV de material desclasificable (típicamente 2), con el fin de verificar su idoneidad, y cuyos resultados sean recogidos en un informe. En el Anexo 6 se desarrolla este proceso para el caso de los materiales no muestreables.

En los Anexos 5 y 6 de esta guía se ha incluido el contenido propuesto para cada una de las dos partes del Plan de Pruebas, como paso previo a la aplicación de una metodología y combinaciones de desclasificación determinadas.

4.2 Fase de clasificación inicial de los materiales.

El objetivo de esta fase es realizar, sobre la base de criterios definidos según su procedencia y características radiológicas, una clasificación inicial que permita identificar y segregar los materiales o superficies potencialmente desclasificables. En este apartado del PCMD:

- Se listan las diferentes naturalezas de material que aplican en su metodología de desclasificación.
- Se establecen los niveles de contaminación o radiación usados para tomar la decisión sobre dicha clasificación inicial, que se recomienda someter a revisión continua.

BORRADOR-0

4.3 Fase de producción de las Unidades de Valoración.

Para preparar las Unidades de Valoración, la guía contempla que el titular, sobre la base de criterios y requisitos predefinidos en función de la metodología de la que se trate (materiales muestreables, no muestreables o superficies), identifique la UV de forma única e inequívoca, permanente y visible. De este modo, cada UV se registra con la referencia y fecha de producción, el tipo y origen del material, sus propiedades físicas de masa y volumen, así como el isotópico-tipo que es de aplicación.

En el caso de materiales no muestreables la presente guía recomienda que el PCMD establezca criterios relativos a la homogeneidad, grado de llenado, densidad aparente o número atómico medio (ver apartado B.3 del Anexo 3), mientras que para los materiales muestreables recomienda que se establezcan diferentes requisitos, en función del estado en que se encuentre el material (líquido o sólido), con el fin de garantizar la representatividad del muestreo posterior (ver apartado C.3 del Anexo 4).

4.4 Fase de medida de las Unidades de Valoración.

En esta fase se definen los criterios y procedimientos de medida aplicables a las UV.

Para los **materiales no muestreables** la guía contempla:

- La geometría de las Unidades de Valoración (ver apartado B.4 del Anexo 3). La descripción de la geometría de las UV es un aspecto de la máxima relevancia para la calibración de la medida. La descripción del tipo de contenedor utilizado incluye las dimensiones internas y externas de los mismos, así como su capacidad y material constituyente.
- Los métodos de medida (ver apartado B.5 del Anexo 3). Cada método de medida se describe, como mínimo, por:
    - La determinación de si la técnica de medida es espectrométrica o no-espectrométrica.
    - Los equipos de medida empleados, incluyendo tecnología de detección, fabricante y modelo.
    - La identificación genérica de los isótopos de fácil medida.
    - La determinación de si la técnica de medida es estática o dinámica.
    - La geometría de medida en relación con la posición relativa fuente-detector.
- Las combinaciones de desclasificación aplicables (ver apartado B.6 del Anexo 3). Cada combinación de desclasificación consiste en una geometría de UV, un método de medida, y un isotópico-tipo.
- Niveles de Desclasificación Operativos (NDO) (ver apartado B.7 del Anexo 3). Estos constituyen el resultado de aplicar, caso por caso, una transformación matemática sobre los Niveles de Desclasificación (ND) aplicables, con el objeto de convertir dichos niveles (dados en Bq/g o Bq/cm2) en valores límite de la medida (en cuentas por segundo, cps) que faciliten en la práctica la toma de decisiones.
- Factores de Forma (FF) (ver apartado B.8 del Anexo 3). Cuando sean de aplicación simultánea valores de desclasificación de actividad tanto superficial como másica, tal y como suele ser el caso en los procesos de desclasificación de las chatarras metálicas cuyo destino final es la fundición, el titular podrá justificar su cumplimiento mediante

BORRADOR-G

Factores de Forma (FF), que permitan estimar la actividad superficial de los materiales a partir de su actividad másica determinada mediante el método de medida aplicable.

Para los **materiales muestreables** la guía contempla:

- Técnicas de muestreo (ver apartado C.4 del Anexo 4). Se resume cada técnica de muestreo diseñada para garantizar la representatividad del material de la UV, lo que incluye:
  - El proceso de pretratamiento para la homogenización de la UV previo a la extracción de la muestra, en su caso.
  - Los criterios de extracción de la muestra.
  - La cantidad de muestra obtenida.
  - El proceso para la obtención de una muestra compuesta, en su caso.
  - La trazabilidad de la misma hasta su recepción por parte del laboratorio de medida.

- Métodos de medida (ver apartado C.5 del Anexo 4). Se resumen los diferentes métodos de medida que se van a utilizar en el proceso de desclasificación. Cada método de medida se describe indicando:
  - La determinación de si la técnica de medida es espectrométrica o no-espectrométrica.
  - La identificación genérica de los isótopos de fácil medida.
  - La identificación del pretratamiento de la muestra, en su caso.
  - La identificación del equipo o equipos de medida.
  - La identificación de la geometría de medida (correspondiente con la calibración del equipo) y la cantidad de la muestra empleada para la medida.

- Combinaciones de desclasificación aplicables (ver apartado C.6 del Anexo 4). Cada combinación de desclasificación de materiales muestreables consiste en una técnica de muestreo, un método de medida, y un isotópico-tipo.

4.5 Fase de análisis y toma de decisión.

Los resultados de las medidas realizadas se procesan de acuerdo con la metodología de desclasificación del titular y se contrastan con la Regla de la Unidad, en cumplimiento del artículo 3.2.a) de la IS-31. Para ello:

- Se verifica el cumplimiento del criterio de desclasificación (ver apartado B.9 del Anexo 3 y C.7 del Anexo 4), detallando las expresiones matemáticas para el cálculo de la Suma Unitaria de Fracciones de cada UV (SUF) y su incertidumbre asociada (σ_{SUF}).
- Se verifica el proceso de desclasificación (ver apartado B.11 del Anexo 3 y C.8 del Anexo 4):
  - Verificación global del proceso de desclasificación (VGP): La VGP consiste en la repetición completa de todo el proceso de desclasificación, incluyendo la medida y la toma de decisión. De acuerdo con el artículo 3.2.i) de la IS-31 esta VGP debe

BORRADOR-0

ser practicada sobre el 5% de las UV generadas, o al menos, en una de las UV desclasificadas, en caso de que se generen menos de 20 UV.

- Verificación adicional de la medida (VAM): De acuerdo con el sistema de control de calidad requerido a lo largo del proceso de desclasificación por el artículo 6 de la Orden de ETU/1185/2017, y los artículos 3.2.h) y 4.h) de la IS-31, la guía recomienda llevar a cabo una verificación adicional de la medida (VAM) cuyo objetivo es reproducir la toma de decisión sobre una UV mediante una técnica de medida diferente a la empleada en el proceso de desclasificación. La realización de la VAM sobre aproximadamente 1 de cada 100 UV que hayan resultado desclasificadas se considera un método comúnmente aceptado en la práctica habitual, sin perjuicio de la utilización de otras frecuencias técnicamente justificadas por el titular.

4.6 Fase de expedición de Unidades de Valoración.

El objetivo de esta fase es la entrega del material residual desclasificado a su gestor final, de forma trazable y en cumplimiento con lo dispuesto en el PCMD. Se basa, por ejemplo, en:

- El control de salidas de la instalación (ver apartado B.12 del Anexo 3 y C.9 del Anexo 4) compuesto de:
  - Certificado de Desclasificación para cada UV firmado por la persona designada por el titular con responsabilidad suficiente, como por ejemplo el responsable de la gestión de los residuos radiactivos de la instalación o una persona en posesión del Diploma de jefe de servicio de protección radiológica.
  - Registro de control de la salida cumplimentado antes de realizar la expedición indicando el destino.
- El Registro de entrega a su gestor final cuando se trate de un destino específico.

5. Información periódica a remitir al CSN

Con periodicidad anual, conforme a lo dispuesto en el artículo 61 del RINR, los titulares remiten al CSN, en el primer trimestre del año, información sobre las actividades del Plan de gestión de residuos radiactivos realizadas en el año natural anterior. Entre estas actividades se consideran las relacionadas con la desclasificación de materiales residuales, y en concreto, adquieren especial interés desde el punto de vista regulador, sin perjuicio del contenido que establezcan las instrucciones de reporte vigentes, aspectos tales como:

(1) Para cada UV desclasificada:
- Identificación de la UV
- Combinación de desclasificación
- Naturaleza del material
- Masa de la UV
- Actividad total de la UV
- Nivel de desclasificación aplicable (Referencia correspondiente del Anexo A1 del PCMD)
- Resultado de la regla de la unidad con un nivel de confianza del 95%
- Fecha de medida

BORRADOR-0

- Fecha de expedición
- Gestor final

(2) Identificación de todas las UV rechazadas.

(3) Verificaciones del 5% (VGP) y el 1% (VAM):
- Identificación de la UV
- Resultado de la regla de la unidad con un NC del 95% (SUF +1.64s)
- Fecha de medida

(4) Listado de los procedimientos de aplicación en su revisión vigente.

6. Referencias bibliográficas

En la elaboración de esta guía se han tenido en cuenta:

1. Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre.
2. Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre.
3. Orden de ETU/1185/2017, de 21 de noviembre, por la que se regula la desclasificación de los materiales residuales generados en instalaciones nucleares.
4. Instrucción IS-31, de 26 de julio de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares.
5. ISO 21238:2007. Nuclear energy — Nuclear fuel technology — Scaling factor method to determine the radioactivity of low- and intermediate-level radioactive waste packages generated at nuclear power plants. International Organization for Standardization. April 2007.
6. TECDOC-1537 *"Strategy and Methodology for Radioactive Waste Characterization"* (IAEA, 2007).
7. Technical Report No. NW-T-1.18 "*Determination and Use of Scaling Factors for Waste Characterization in Nuclear Power Plants"* (IAEA, 2009).

BORRADOR-0

Anexo 1. Estructura recomendada para el PCMD

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

Tabla 1. Estructura recomendada para el PCMD

A. *Parte General*	**A.1.** Objeto **A.2.** Alcance y ámbito de aplicación **A.3.** Bases reglamentarias **A.4.** Definiciones **A.5.** Organización y responsabilidades **A.6.** Contenido de radionucleidos de los materiales residuales **A.7.** Formación **A.8.** Requisitos de Garantía de Calidad **Anexo A1.** Niveles de desclasificación autorizados **Anexo A2.** Isotópicos-tipo **Anexo A3.** Autorizaciones de desclasificación previas
B. *Metodología de desclasificación de materiales no muestreables*	**B.1.** Fases del proceso de desclasificación **B.2.** Criterios para la clasificación inicial **B.3.** Criterios de producción de Unidades de Valoración **B.4.** Definición de la geometría de las Unidades de Valoración **B.5.** Métodos de medida **B.6.** Combinaciones de desclasificación aplicables **B.7.** Niveles de Desclasificación Operativos **B.8.** Factores de Forma **B.9.** Cumplimiento del criterio de desclasificación **B.10.** Verificación de las fases de producción y medida **B.11.** Verificación del proceso de desclasificación **B.12.** Control de expediciones **B.13.** Plan de Pruebas **B.14.** Marco procedimental **B.15.** Expediente de Desclasificación
C. *Metodología de desclasificación de materiales muestreables*	**C.1.** Fases del proceso de desclasificación **C.2.** Criterios para la clasificación inicial **C.3.** Criterios de producción de Unidades de Valoración **C.4.** Técnicas de muestreo **C.5.** Métodos de medida **C.6.** Combinaciones de desclasificación aplicables **C.7.** Cumplimiento del criterio de desclasificación **C.8.** Verificación del proceso de desclasificación **C.9.** Control de expediciones **C.10.** Plan de Pruebas **C.11.** Marco procedimental **C.12.** Expediente de Desclasificación
D. *Metodología de desclasificación de superficies*	**D.1.** Fases del proceso de desclasificación **D.2.** Criterios para la clasificación inicial **D.3.** Criterios de producción de Unidades de Valoración **D.4.** Clase MARSSIM de las Unidades de Valoración **D.5.** Métodos de medida **D.6.** Combinaciones de desclasificación aplicables **D.7.** Niveles de Desclasificación Operativos **D.8.** Áreas de Actividad Elevada **D.9.** Cumplimiento del criterio de desclasificación **D.10.** Verificación de las fases de producción y medida de UV **D.11.** Verificación del proceso de desclasificación **D.12.** Control de expediciones **D.13.** Plan de Pruebas **D.14.** Marco procedimental **D.15.** Expediente de Desclasificación

USO PÚBLICO

Anexo 2. Parte general del PCMD

BORRADOR-0

A. *Parte general del PCMD*

El objeto de la Parte general del PCMD es recoger todos aquellos elementos que puedan ser comunes a las metodologías de desclasificación que sean implantadas por el titular de la instalación y desarrolladas en las sucesivas partes del PCMD. En esta guía se recomienda que esta parte general incluya:

A.1. Objeto del Plan de Control de Materiales Desclasificables

El objeto del PCMD es establecer las actuaciones a seguir por el titular para llevar a cabo la desclasificación de materiales residuales en la instalación, así como garantizar la trazabilidad de dichas actuaciones.

A.2. Alcance y ámbito de aplicación

El alcance del PCMD, comprendiendo este el proceso completo de la desclasificación, es decir, desde el momento de la segregación de materiales residuales potencialmente desclasificables hasta la entrega de los materiales desclasificados a un gestor final para su gestión convencional.

El ámbito de aplicación del PCMD son los materiales residuales potencialmente desclasificables generados en la instalación.

A.3. Bases reglamentarias

Normas aplicables al PCMD, así como los documentos de carácter recomendatorio seguidos para su elaboración.

A.4. Definiciones

Definiciones de los términos que sean de aplicación y no estén incluidas en las bases reglamentarias.

A.5. Organización y responsabilidades

Organización implantada por el titular para la aplicación del PCMD, definiendo las responsabilidades y funciones del personal y las unidades organizativas implicadas en todo el proceso de desclasificación, así como las interfaces y mecanismos de coordinación existentes entre ellas.

A.6. Contenido en radionucleidos de los materiales residuales

La aplicación de las metodologías de desclasificación requiere el cumplimiento de la Regla de la Unidad, lo que a su vez implica la estimación de la actividad de los isótopos radiactivos presentes en la contaminación del material desclasificable. Esta estimación suele basarse en el conocimiento previo del *isotópico-tipo* característico del material, por ese motivo, en este apartado del PCMD se recogerían los criterios en los que se basa la determinación del isotópico-tipo y los documentos que la desarrollan, considerando tanto un programa de muestreo como una metodología de determinación y verificación de los isotópicos-tipo.

BORRADOR-0

Con el *programa de muestreo* de los materiales desclasificables para la determinación del isotópico-tipo, habitualmente, se persiguen los siguientes objetivos:

- Que todas las corrientes de materiales residuales desclasificables formen parte del programa de muestreo.
- La verificación periódica de la validez del isotópico-tipo asignado, siempre que sea posible la variación del isotópico-tipo por causas ajenas a la del propio decaimiento radiactivo, así como la comprobación de la necesidad de definir un nuevo isotópico-tipo cuando corresponda.

Con la *metodología* propuesta por el titular para llevar a cabo la determinación de los isotópicos-tipo, los objetivos a perseguir serían los siguientes:

- **Identificar los diferentes isotópicos-tipo** que puedan ser de aplicación en los procesos de desclasificación.
- Considerar en el programa de muestreo **todos los isótopos** que puedan aparecer en la instalación como consecuencia de la práctica autorizada.
- Definir los **criterios de cribado** para definir los isótopos de interés para el proceso de desclasificación.
- Definir metodologías de medida, para la determinación de los isótopos de difícil medida, que conduzcan a resultados **estadísticamente representativos** para el material residual objeto de los procesos de desclasificación, con un determinado nivel de confianza.
- **Verificar la validez** de los diferentes isotópicos-tipo empleados, y permitir identificar la necesidad de definir uno nuevo, en su caso.
- Diseñar y desarrollar el proceso de estimación de isótopos de difícil medida para que sea **trazable en todo momento**, desde el origen de los datos, generalmente obtenidos mediante muestreo, hasta el resultado final que sea de aplicación a los procesos de desclasificación.

En relación con el proceso de estimación de los isótopos de difícil medida, se recomienda optar por la determinación de los *factores de escala* de acuerdo con la norma ISO 21238 (ISO, 2007), aunque se puede hacer uso de cualquier otro método de cuantificación de los isótopos de difícil medida previamente justificado y desarrollado en el PCMD.

A.7. Formación

Responsabilidades relativas a la formación en las actividades del PCMD y los programas de formación requeridos para todo el personal que participa en ellas, quedando el desarrollo de dichos programas recogido en un procedimiento de la instalación.

A.8. Requisitos de Garantía de calidad

En este apartado se recogerían los requisitos de garantía de calidad a los que, de acuerdo con lo establecido en los documentos de referencia de la instalación en este

BORRADOR-0

ámbito, van a estar sometidos la elaboración del PCMD y todas las actividades relacionadas con éste.

Anexo A1. Niveles de desclasificación autorizados

Niveles de desclasificación que son de aplicación en los procesos de desclasificación de la instalación.

Anexo A2. Isotópicos-tipo

Isotópicos-tipo de aplicación calculados, en la medida de lo posible, con la misma fecha de referencia, considerando el decaimiento radiactivo de cada isótopo en caso de ser necesario, acompañados de información como la siguiente:

- *Datos identificativos del isotópico*, incluyendo su denominación, fecha de referencia y referencia del documento técnico que incluye su determinación.
- *Datos de los isótopos de fácil medida*, indicando la presencia relativa de cada uno a fecha de referencia y su incertidumbre.
- *Datos relativos a los isótopos de difícil medida*, identificando su isótopo-llave, el factor de escala y su incertidumbre a fecha de referencia o, en su caso, el parámetro de cuantificación que se defina.

Anexo A3. Autorizaciones de desclasificación anteriores

En caso de que el titular disponga de autorizaciones de desclasificación previas a la edición del PCMD y que, por motivos técnicos o administrativos, no puedan ser implementadas en alguna de las metodologías de desclasificación descritas en las distintas partes del documento, dichas autorizaciones pueden incorporarse en este apartado de la Parte General del PCMD. Su inclusión tiene por objeto garantizar la trazabilidad y dejar constancia de los procesos de desclasificación previamente autorizados.

BORRADOR

USO PÚBLICO

Anexo 3. Metodología de desclasificación de materiales no muestreables.

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

B. *Metodología de desclasificación de materiales no muestreables*

En esta parte del PCMD se desarrolla la metodología de desclasificación que abarca el conjunto de actuaciones que conducen a la desclasificación de materiales residuales caracterizados mediante técnicas no destructivas de detección gamma, ya sea mediante técnicas espectrométricas o no-espectrométricas, desde su generación hasta su entrega a un gestor final para su gestión convencional. A continuación, se describen la estructura y contenido recomendados para esta parte del documento.

B.1. Fases de la metodología de desclasificación

La metodología de desclasificación se desarrolla en las siguientes fases:

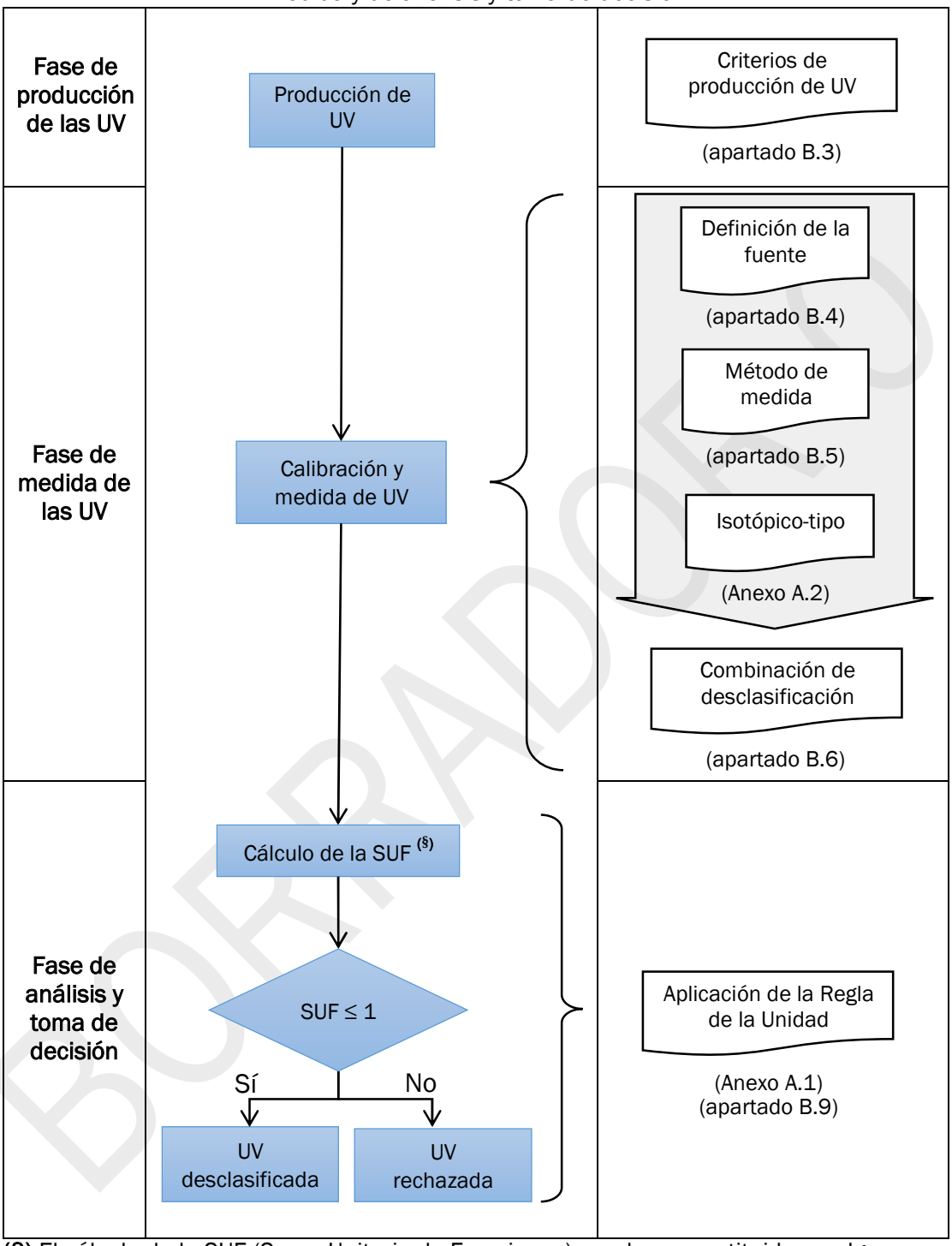
- **Fase de planificación**: Permite asegurar la adecuada gestión del material, la viabilidad del proceso de desclasificación aplicable y la correcta gestión de los rechazos, antes de dar comienzo a las tareas propias de desclasificación.
- **Fase de clasificación inicial de los materiales:** Consiste en realizar, basado en criterios de procedencia y características radiológicas, una clasificación inicial que permita identificar y segregar los materiales residuales potencialmente desclasificables. El apartado B.2 incluye los criterios que son de aplicación en esta fase.
- **Fase de producción de las UV**: Comprende la preparación de las UV. El titular realiza, basándose en criterios y requisitos predefinidos, la segregación de los materiales desclasificables y el llenado e identificación inequívoca de contenedores. El apartado B.3 incluye los criterios que sean de aplicación en esta fase.
- **Fase de medida de las UV:** El titular define los criterios y prerrequisitos aplicables a la realización de las medidas sobre los contenedores, y desarrolla los procedimientos de medida aplicables.
- **Fase de análisis y toma de decisión:** Los resultados de las medidas realizadas a los contenedores se procesan de acuerdo con la metodología de desclasificación del titular y se contrastan con la Regla de la Unidad, establecida en el artículo 3.2.a) de la IS-31.
- **Fase de expedición de UV:** El objetivo de esta fase es la entrega del material residual desclasificado a su gestor final, de forma trazable y en cumplimiento con lo dispuesto en el PCMD.

La Figura 1 muestra de forma esquemática la relación existente entre el contenido recomendado para el PCMD y la fase de producción, la fase de medida y la fase de análisis y toma de decisión.

BORRADOR

USO PÚBLICO

Figura 1. Relación existente entre el contenido del PCMD y las fases de producción, de medida y de análisis y toma de decisión



(§) El cálculo de la SUF (Suma Unitaria de Fracciones) puede ser sustituido en algunos casos por la aplicación procedimentada de los Niveles de Desclasificación Operativos, calculados de acuerdo con el apartado B.7 del PCMD.

BORRADOR

USO PÚBLICO

B.2. Criterios para la clasificación inicial

El objetivo de la fase de clasificación inicial es segregar los materiales residuales que, por sus características radiológicas, físicas y químicas, podrían ser sometidos al proceso de desclasificación. En este apartado se incluyen los criterios para llevar a cabo la segregación y clasificación radiológica preliminar de dichos materiales residuales, tales como niveles de contaminación o radiación, uso de información operativa, la naturaleza del material de que se trate (chatarras, hormigón, etc.), o cualquier otra de interés.

El uso de estos niveles de contaminación o radiación para tomar la decisión sobre dicha clasificación inicial implica para el titular, con el objetivo de optimizar el proceso de desclasificación, una revisión continua en función del número de rechazos.

En este apartado del PCMD el titular relaciona las diferentes naturalezas de material que aplican en su metodología de desclasificación, pudiendo referirse al tipo de material por su composición química (hormigón, chatarra ferrosa, etc.), a su destino final tras el proceso de desclasificación (escombros, chatarras, aceites, etc.), a su función/origen (cables, tierras, etc.), o a cualquier otra clasificación de interés para la aplicación de la metodología de desclasificación.

B.3. Criterios de producción de Unidades de Valoración

Para establecer los criterios de producción de UV de materiales residuales introducidos en contenedor, se tienen en cuenta los resultados de la Puesta en Marcha del equipo de medida realizada por el titular (Anexo 5 de la presente guía). Entre los criterios que pueden considerarse se encuentran:

(1) Que la identificación del contenedor sea única e inequívoca, y se realice de forma permanente y visible en las caras exteriores del mismo. Cada UV se registra a través de un formato incorporado al procedimiento aplicable, que incluye la referencia del contenedor y la fecha de producción, el tipo y origen del material que contiene y su masa neta, así como el isotópico-tipo que es de aplicación, a fin de garantizar la trazabilidad del proceso de desclasificación.

(2) Que todo el material incorporado a un contenedor presente el mismo isotópico-tipo, y sea de la misma naturaleza (chatarras, hormigón, etc.).

(3) Que la distribución de huecos y materiales residuales sea lo más homogénea posible en el contenedor. El titular desarrolla en el procedimiento de aplicación las implicaciones de este criterio, como por ejemplo podrían ser la segregación de los materiales residuales en función de su geometría o las precauciones tomadas durante el proceso de llenado, así como la imposibilidad de introducir en el contenedor materiales que, por acción de la gravedad, sean susceptibles de causar una concentración de actividad en zonas específicas del mismo.

(4) Que el grado de llenado del contenedor sea aproximadamente igual en todos sus puntos.

BORRADOR-0

(5) Que el contenedor no contenga sustancias líquidas o materiales húmedos.

(6) Que el nivel de llenado del contenedor no esté fuera de los límites que han sido probados y figuran en el *Informe de Puesta en Marcha* (ver Anexo 5 de la presente guía) que ampara la medida.

(7) Que la densidad aparente de la UV que va a ser caracterizada sea inferior a la densidad aparente probada que figura en el *Informe de Puesta en Marcha* (ver Anexo 5 de la presente guía) que ampara la medida.

(8) Que el número atómico medio de la UV sea inferior al número atómico probado que figura en el *Informe de Puesta en Marcha* (ver Anexo 5 de la presente guía) que ampara la medida.

B.4. Definición de la geometría de las Unidades de Valoración

A efectos de la medida de desclasificación, y siempre que se cumplan los criterios de producción establecidos en el apartado B.3 del PCMD, la geometría de la UV se puede definir mediante dos parámetros:

a) El tipo de contenedor, y

b) el nivel de llenado del mismo.

La descripción de la geometría de las UV definida a través de los parámetros anteriores es un aspecto de la máxima relevancia para la calibración de la medida. La descripción del tipo de contenedor utilizado incluye las dimensiones internas y externas del mismo, así como su capacidad y material constituyente, tal y como se muestra en los ejemplos de la Tabla 2 y la Tabla 3. A su vez, el nivel de llenado del mismo se considera individualmente para cada contenedor.

Se considera especialmente adecuada la utilización de contenedores que garanticen una geometría estable para las UV durante el proceso de medida, procediéndose, en caso necesario, a la adopción de las precauciones que aseguren dicha estabilidad.

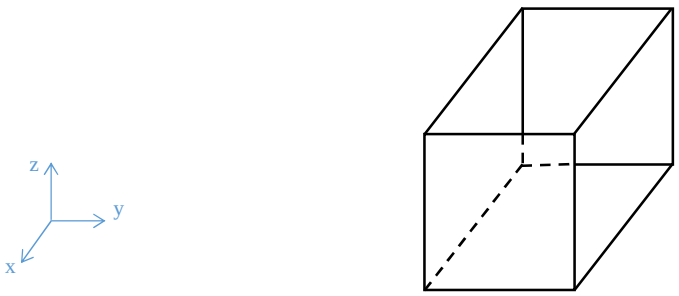
BORRADOR

USO PÚBLICO

Tabla 2. Estructura recomendada para definir la geometría de las UV (geometría ortogonal)

Denominación de la geometría de la UV :	CMT (Contenedor Metálico de Transporte)

Geometría del contenedor

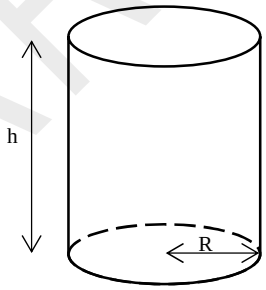


Descripción	x (mm)	y (mm)	z (mm)	Espesor (mm)	Material	Densidad (g/cm³)
Dimensiones internas	1736	866	866	-	-	-
Tapa	-	-	-	2	Acero	7.9
Paredes laterales	-	-	-	2	Acero	7.9
Fondo	-	-	-	2	Acero	7.9

Tabla 3. Estructura recomendada para definir la geometría de las UV (geometría cilíndrica)

Denominación de la geometría de la UV :	Bidón de 220 litros

Geometría del contenedor



Descripción	h (mm)	R (mm)	Espesor (mm)	Material	Densidad (g/cm³)
Dimensiones internas	86.8	28.5	-	-	-
Tapa	-	-	2	Acero	7.9
Paredes laterales	-	-	2	Acero	7.9
Fondo	-	-	2	Acero	7.9

B.5. Métodos de medida

En este apartado se resumen los diferentes métodos de medida que se utilizan en el proceso de desclasificación una vez superado el correspondiente Plan de Pruebas,

BORRADOR

tal y como se detalla en el Anexo 6 de la presente guía. Cada método de medida queda descrito, como mínimo, por:

(1) La determinación de si la técnica de medida es espectrométrica o no-espectrométrica.

(2) los equipos de medida empleados, incluyendo tecnología de detección, fabricante y modelo.

(3) La identificación genérica de los *isótopos de fácil medida* (Por ejemplo "emisores gamma de 100 a 2000 keV").

(4) La determinación de si la técnica de medida es estática o dinámica.

(5) La geometría de medida en relación con la posición relativa fuente-detector.

Toda la información necesaria para poder parametrizar el método de medida puede documentarse en fichas como las incluidas en la Tabla 4 y la Tabla 5, que presentan ejemplos con la estructura recomendada para la documentación de cada método de medida.

Los componentes del equipo de medida pueden ser sustituidos, y en consecuencia el equipo recalibrado, sin necesidad de repetir la Puesta en Marcha del equipo (véase el Anexo 5 de la presente guía), cuando se garantice que:

1. El detector es sustituido por otro del mismo modelo. Alternativamente, el titular puede justificar la equivalencia metrológica del nuevo detector.
2. Los componentes de la cadena electrónica son sustituidos por otros de forma que la nueva cadena electrónica presente un rendimiento funcional igual o superior.
3. El dispositivo de colimación es sustituido por otro que reproduzca el mismo ángulo sólido efectivo sobre el detector y permita una atenuación igual o superior, en términos de material y espesor.

En cualquier otro caso, el Anexo 5 de la presente guía indica el contenido de la documentación necesaria para la realización de la Puesta en Marcha del equipo.

B.6. Combinaciones de desclasificación aplicables

Cada *combinación de desclasificación* consiste en una *geometría de UV* (apartado B.4 del PCMD), un *método de medida* (apartado B.5 del PCMD), y un *isotópico-tipo* de los incorporados al Anexo A2 del PCMD.

En este apartado se consideran todas las combinaciones de desclasificación que hayan superado un Plan de Pruebas, tal y como se detalla en el punto 4.1 de la presente guía.

La Tabla 6 constituye un ejemplo para informar de manera completa y resumida cada una de las combinaciones de desclasificación aplicables por el titular en el proceso de desclasificación de materiales residuales introducidos en contenedor mediante medida externa, así como los documentos de referencia.

BORRADOR

Tabla 4. Estructura recomendada para informar un método de medida (ejemplo estático)
(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir un método de medida)

Denominación del método de medida: *"ISOCS-01"*	**Procedimientos:** *Referencia documental*

Técnica de medida:

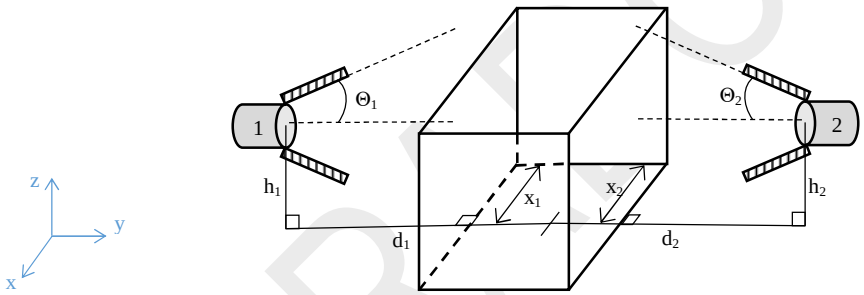
Espectrométrica	☒	*Estática*	☒
No-espectrométrica	☐	*Dinámica*	☐

Equipos de medida:
Detector de semiconductor HPGe (Canberra BE5030)
Detector de semiconductor HPGe (Canberra BE5030)

Colimador/Blindaje de los detectores:
Blindaje lateral de 25 mm de plomo, Colimador 60° de 25 mm de plomo

Isótopos de fácil medida:
Emisores gamma de entre 100 y 2000 keV

Geometría de medida



Parámetros estáticos

Descripción	Parámetro	Valor
Posición longitudinal fuente-detector	x_1, x_2	*870 mm*
Distancia detector-plano de simetría	d_1, d_2	*1235 mm*
Altura del detector	h_1, h_2	*435 mm*
Ángulo de colimación	Θ_1, Θ_2	*30°*

Observaciones:
Medida sobre ambas caras del contenedor, tomando como plano de simetría para la medida el plano transversal medio del contenedor.

BORRADOR

USO PÚBLICO

Tabla 5. Estructura recomendada para informar un método de medida (ejemplo dinámico)

(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir un método de medida)

Denominación del método de medida: *"ISOCS-02"*	**Procedimientos:** *Referencia documental*

Técnica de medida:

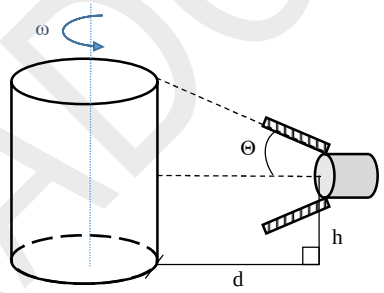
Espectrométrica	☒	*Estática*	☐
No-espectrométrica	☐	*Dinámica*	☒

Tecnología de detección:
Detector de semiconductor HPGe (Canberra BE5030)

Colimador/Blindaje de los detectores:
Blindaje lateral de 25 mm de plomo, Colimador 60° de 25mm de plomo

Isótopos de fácil medida:
Emisores gamma de entre 100 y 2000 keV

Geometría de medida



Parámetros estáticos

Descripción	Parámetro	Valor
Distancia detector-fuente	d	*800 mm*
Altura del detector	h	*450 mm*
Ángulo de colimación	Θ	*30°*

Parámetros dinámicos

Descripción	Parámetro	Valor
Velocidad angular de la UV	ω	*2 rpm*

Observaciones:

USO PÚBLICO

Tabla 6. Ficha recomendada para informar las combinaciones de desclasificación

(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir las combinaciones de desclasificación)

Geometría de las UV: "CMT"	*Método de medida:* "ISOCS-01"	*Isotópico-tipo:* "Isotópico-tipo-01"
Documentos de referencia		
Informe de Puesta en Marcha:	*Referencia documental*	
Informe de Resultados del Plan de Pruebas:	*Referencia documental*	

B.7. Niveles de Desclasificación Operativos

Hay situaciones en las que, debido a las características de la medida, de la fuente y de la propia tecnología de detección, no es conveniente la transformación directa de "cuentas por segundo" (*cps)* en actividad a través de una función de calibración, recurriéndose en tal caso al uso de los Niveles de Desclasificación Operativos (en adelante NDO). Estos constituyen el resultado de aplicar, caso por caso, una transformación matemática sobre los Niveles de Desclasificación (ND) aplicables, con el objeto de convertir dichos niveles (dados en *Bq/g* o *Bq/cm²*) en valores límite de la medida (en *cps*) que faciliten en la práctica la toma de decisiones. Los factores a considerar para el cálculo de los NDO son los siguientes:

(1) El Nivel de Desclasificación que sea de aplicación para cada isótopo.

(2) El isotópico-tipo que sea de aplicación (para el caso de medidas no espectrométricas).

(3) La eficiencia intrínseca del equipo.

(4) La eficiencia geométrica de la medida.

En el presente apartado del PCMD, para cada equipo que requiera el uso de uno o más NDO se incluye información sobre los mismos, especificando los casos a los que aplica (Número de serie del equipo, ND de aplicación, isotópico-tipo y método de medida), además de la referencia al documento que desarrolle el cálculo matemático de los NDO, estimados con un nivel de confianza del 95%, teniendo en consideración la incertidumbre asociada a los factores incluidos en la lista precedente.

B.8. Factores de Forma

Cuando sean de aplicación simultánea valores de desclasificación de actividad tanto superficial como másica, tal y como suele ser el caso en los procesos de desclasificación de las chatarras metálicas cuyo destino final es la fundición, el titular podrá justificar su cumplimiento mediante Factores de Forma (FF), que permitan estimar la actividad superficial de los materiales a partir de su actividad másica determinada mediante el método de medida aplicable.

El cálculo y establecimiento de los FF se documenta y se somete al Control de Calidad previsto para el proceso de desclasificación, verificando su validez durante el desarrollo del Plan de Pruebas (Anexo 6 de la presente guía).

El uso de Factores de Forma se recoge en este apartado del PCMD del titular, en el que se resume lo siguiente:

BORRADOR

(1) Los FF propuestos por el titular.

(2) La metodología aplicable para su determinación.

(3) Los criterios de producción de las UV implementados para su aplicación.

(4) La metodología seguida para su verificación durante el Plan de Pruebas.

B.9. Cumplimiento del criterio de desclasificación

En este apartado se incluye el criterio para la toma de decisión de la desclasificación, de acuerdo con la Regla de la Unidad, descrita en el artículo 3.2.a) de la instrucción IS-31 del CSN. Teniendo en cuenta el requisito del nivel de confianza del 95% especificado en el citado apartado, y considerando que la Suma Unitaria de Fracciones (SUF) presenta una distribución gaussiana, se deriva la expresión siguiente:

$$SUF + 1.64 \cdot \sigma_{SUF} \leq 1 \qquad [1]$$

En este apartado se detallan las expresiones matemáticas para el cálculo de la Suma Unitaria de Fracciones de cada UV (SUF) y su incertidumbre asociada (σ_{SUF}), haciendo referencia al documento técnico que incluya su desarrollo.

En caso de que el titular prevea la posibilidad de que las masas de UV superen 1000 kg, en este apartado de describe el proceso para aplicar la regla de la unidad dando cumplimiento al requisito del artículo 3.2.f) de la instrucción IS-31 del CSN.

En caso de que la decisión de desclasificación sea tomada en base a los NDO, incluidos en el apartado B.7 del PCMD, el cumplimiento de la Regla de la Unidad con un nivel de confianza del 95% implicaría la consideración, por parte del titular, de la expresión:

$$\frac{N + 1.64 \cdot \sigma_N}{NDO} \leq 1 \qquad [2]$$

Siendo N el resultado de la medida neta de desclasificación, expresado en las mismas unidades que el NDO (usualmente *cps*).

En todo caso, la verificación del software encargado del procesamiento de las medidas para llevar a cabo la toma de decisión se referencia en este apartado.

B.10. Verificación de las fases de producción y medida

La verificación de las fases de producción y medida responde al requerimiento del artículo 3.2.h) de la IS-31 que determina que el proceso de desclasificación debe disponer de procedimientos específicos que aseguren que se lleva en el marco de un sistema de control de calidad. En consecuencia, el proceso de verificación se aplica generalmente al 100% de las UV sometidas al proceso de desclasificación.

BORRADOR-0

La verificación consiste en comprobar que las tareas realizadas durante una determinada fase cumplen los requisitos establecidos en la metodología y en los procedimientos que la desarrollan. En la medida de lo posible, se recomienda que sea realizada por personal diferente al que ejecutó las tareas verificadas. En coherencia con las fases establecidas en la metodología, la verificación contempla:

- **Verificación de la fase de producción**: Consiste en comprobar el cumplimiento de los requisitos de producción de la UV antes de proceder a su medida. Para ello puede contemplarse la revisión documental del registro generado durante la producción de la UV, así como la repetición del pesaje y la inspección visual del contenedor.
- **Verificación de la fase de medida:** Tiene por objeto la realización de comprobaciones tales como las siguientes:

  (1) Que el equipo se encuentra verificado, indicando la fecha en que se realizó la verificación y el fichero o registro aplicable, de acuerdo con el procedimiento vigente en la instalación.

  (2) Que la calibración de la medida es adecuada y, en su caso, que los datos de entrada de la UV en el software de medida son correctos.

  (3) Que la geometría del contenedor ha sido previamente probada y figura en el *Informe de Puesta en Marcha*, cuyo alcance y contenido se detallan en el Anexo 5 de la presente guía.

  (4) Que se cumplen los requisitos de AMD referidos en el artículo 3.2.b) de la instrucción IS-31 del CSN, de forma que la AMD correspondiente a cada isótopo no supere el 50% del ND aplicable.

A modo ilustrativo, la Figura 2 muestra la aplicación recomendada de este proceso de verificación, donde se incluyen respectivamente en color verde y amarillo el lugar que la verificación de las fases de producción y de medida debería ocupar dentro del esquema secuencial práctico del proceso de desclasificación de las UV.

El registro del incumplimiento de alguno de los requisitos de producción o de medida tiene por objeto dejar constancia documental del rechazo de la UV afectada, así como de la acción correctora empleada.

B.11. Verificación del proceso de desclasificación

El proceso de desclasificación aplicable a cada combinación de desclasificación se somete a procesos de verificación sobre un porcentaje de las UV tales como son:

- **Verificación global del proceso de desclasificación (en adelante VGP)**: De acuerdo con el artículo 3.2.i) de la IS-31, la verificación global del proceso de desclasificación debe ser practicado sobre 1 de cada 20 de las UV que resulten desclasificadas, o al menos, en una de las unidades de valoración desclasificadas, en caso de que se generen menos de 20 UV. La VGP consiste en la repetición completa de todo el proceso de desclasificación, incluyendo la medida y la toma de decisión.
- **Verificación adicional de la medida (en adelante VAM)**: De acuerdo con el sistema de control de calidad requerido a lo largo del proceso de desclasificación por el artículo 6 de la Orden de ETU/1185/2017, y los

BORRADOR

artículos 3.2.h) y 4.h) de la IS-31, la guía recomienda llevar a cabo una verificación adicional de la medida (VAM) cuyo objetivo es reproducir la toma de decisión sobre una UV mediante una técnica de medida diferente a la empleada en el proceso de desclasificación. La realización de la VAM sobre 1 de cada 100 de las UV que hayan resultado desclasificadas se considera un método comúnmente aceptado en la práctica habitual.

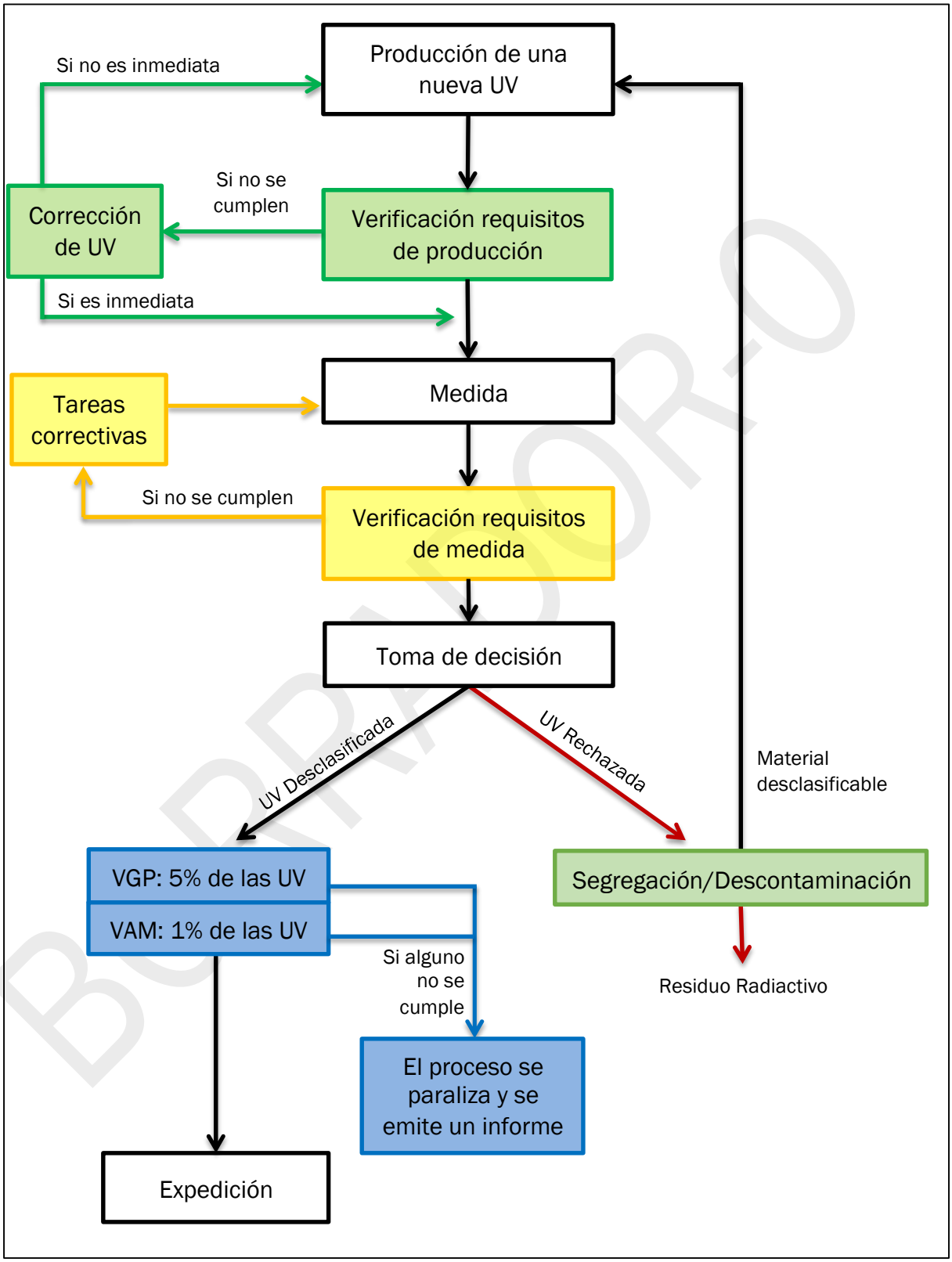
En caso de no resultar aceptable cualquiera de los procesos de verificación, la guía recomienda paralizar el proceso de desclasificación afectado, y realizar un análisis de las causas, incluyendo las medidas correctivas a tomar.

En aplicación del artículo 3.2.h) de la IS-31 que determina que el proceso de desclasificación debe disponer de procedimientos específicos que aseguren que se lleva en el marco de un sistema de control de calidad, la guía subraya la importancia del desarrollo por parte del titular de los procedimientos de detalle sobre el contenido, proceso, toma de muestras y responsabilidades del VGP y la VAM, y de análisis en caso de que alguno de los controles de calidad no resulte aceptable.

A modo ilustrativo, la Figura 2 muestra en color azul el lugar que los procesos de verificación ocuparían dentro del proceso de desclasificación.

BORRADOR

Figura 2. Esquema genérico recomendado para la secuenciación de las tareas en los procesos de desclasificación de una UV



BORRADOR

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

B.12. Control de salidas de la instalación

Con el fin de garantizar el control y trazabilidad hasta la entrega al gestor final de los materiales residuales desclasificados, el control de las salidas de la instalación se compone de:

- **Certificado de Desclasificación:** Firmado por la persona responsable de la gestión de los residuos radiactivos de la instalación, o por una persona en posesión del Diploma de jefe de servicio de protección radiológica, certifica que, para cada UV, el proceso de desclasificación ha sido adecuado, que cumple con los niveles de desclasificación aprobados y que cumple los requisitos de entrega fijados en los procedimientos del titular.
- **Registro de control de la salida**: Cumplimentado antes de realizar la expedición, incluye la identificación de las UV, su destino y la fecha de expedición.
- **Registro de entrega a su gestor final:** Cuando sea requerido un destino final específico para el material residual, este registro indica la descripción y cantidad del material residual desclasificado entregado, la instalación receptora, el lugar y fecha de entrega.

B.13. Plan de Pruebas

Previamente a la aplicación por el titular del proceso de desclasificación, de acuerdo con el artículo 4.2 de la Orden de ETU/1185/2017, se debe proceder a la verificación de éste mediante un Plan de Pruebas (en adelante PdP) cuyos resultados deben ser aprobados por el CSN.

El apartado 4.1 de la presente guía desarrolla los criterios y contenidos de los planes de pruebas que tienen por objeto mostrar la validez de la aplicación del proceso de desclasificación para cada combinación de desclasificación incluida en el apartado B.6 del PCMD.

La realización de un PdP sobre una combinación de desclasificación similar a otra ya probada con anterioridad puede no resultar necesaria cuando el titular considera que técnicamente se puede justificar dicha circunstancia. Por ejemplo, este podría ser el caso de dos combinaciones idénticas con isotópico-tipo diferente cuando los isótopos de fácil medida sean los mismos en ambos casos.

El PCMD hace referencia a los planes de pruebas realizados por el titular que hayan sido aprobados por el CSN.

B.14. Marco procedimental

En este apartado del PCMD se relacionan los procedimientos aplicables a la desclasificación de materiales medidos en contenedor, desarrollados o actualizados por el titular.

BORRADOR-0

A continuación, se incluye un listado con los aspectos a considerar para el desarrollo de la metodología de desclasificación de materiales residuales medidos en contenedor:

(1) Proceso general de desclasificación de materiales con el fin de organizar secuencialmente el proceso de desclasificación, identificar sus fases, las tareas realizadas y registros generados en cada una de ellas.

(2) Proceso de producción de unidades de valoración.

(3) Proceso de medida y uso de equipos.

(4) Verificación de las fases de producción y medida de las UV.

(5) Verificaciones del proceso de desclasificación (VGP y VAM).

(6) Gestión y control de salidas de materiales desclasificados.

B.15. Expediente de Desclasificación

El Expediente de Desclasificación constituye el conjunto de registros generados en el proceso de desclasificación para cada UV, e incluye fundamentalmente registros como los siguientes:

(1) Ficha de producción de la UV, que incluye los datos de producción tales como material, grado de llenado, peso del contenedor, fecha, procedencia, isotópico-tipo, ...

(2) Verificación de los requisitos de la fase de producción.

(3) Verificación de los requisitos de la fase de medida.

(4) Registros de la medida de desclasificación.

(5) Cumplimiento del criterio de desclasificación.

(6) Certificado de desclasificación.

(7) Registro de control de la salida.

(8) Registro de entrega a su gestor final, cuando corresponda.

En el caso de que la UV forme parte del muestreo de alguno de los procesos de verificación (VGP o VAM), los registros correspondientes también pasan a formar parte del Expediente de Desclasificación.

BORRADOR-0

BORRADOR-0

Anexo 4. Metodología de desclasificación de materiales residuales muestreables

USO PÚBLICO

C. *Metodología de desclasificación de materiales residuales muestreables*

En esta parte del PCMD se desarrolla la metodología de desclasificación que comprende el conjunto de actuaciones que conducen a la desclasificación de materiales residuales caracterizados mediante toma de muestras representativas y medida posterior en laboratorio, abarcando desde su generación hasta su entrega a un gestor final para su gestión convencional. A continuación, se describen la estructura y contenido recomendados para esta parte del documento.

C.1. Fases de la metodología de desclasificación

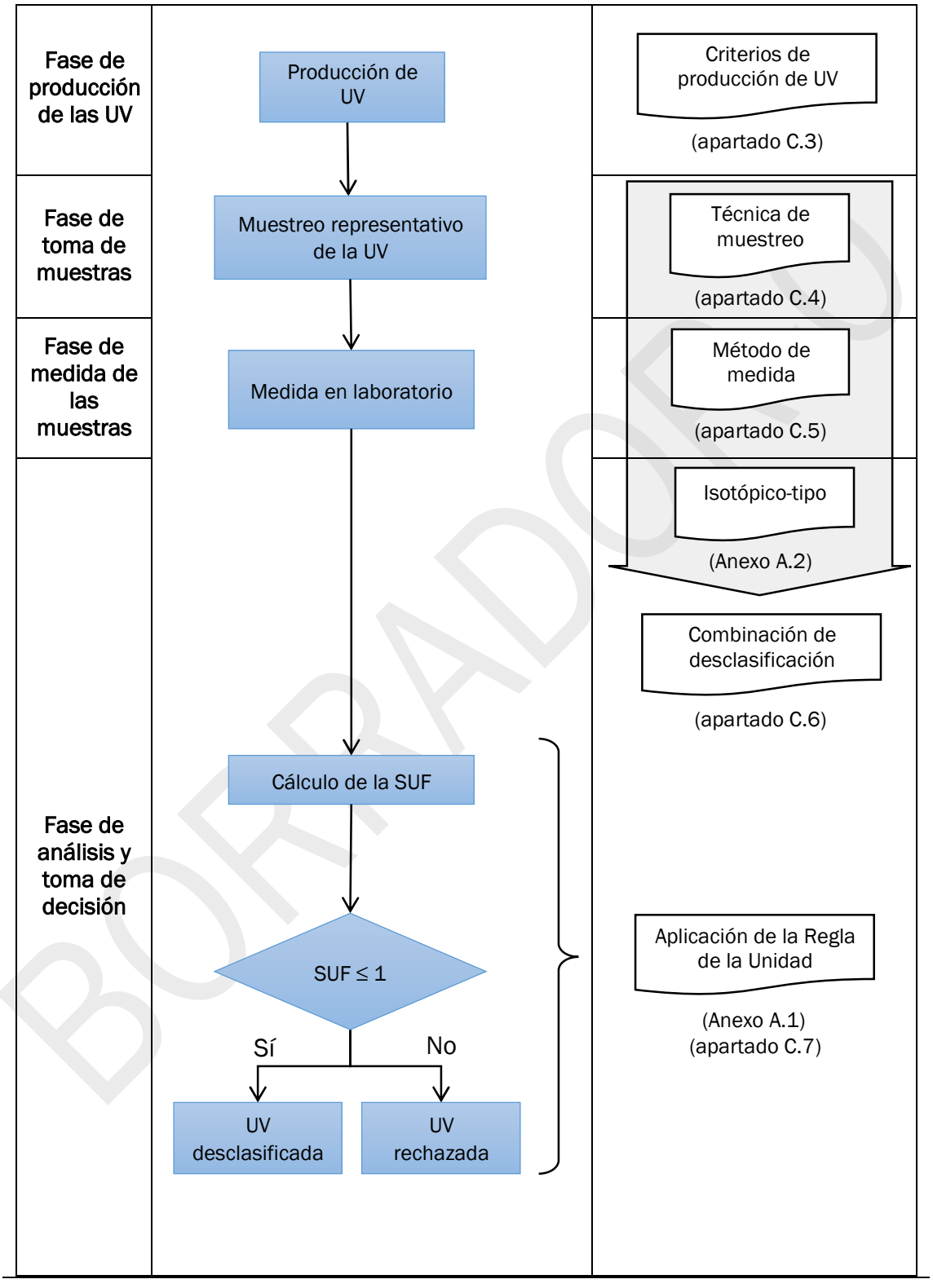
Las fases de la metodología de desclasificación de materiales muestreables contempladas en la presente guía comprende las siguientes:

- **Fase de planificación**: Permite asegurar la adecuada gestión del material, la viabilidad del proceso de desclasificación aplicable y la correcta gestión de los rechazos, antes de dar comienzo a las tareas propias de desclasificación.
- **Fase de clasificación inicial de los materiales:** Consiste en realizar, con base en criterios definidos según su procedencia y características radiológicas, una clasificación inicial que permita identificar y segregar los materiales residuales muestreables potencialmente desclasificables. El apartado C.2 Incluye los criterios que son de aplicación en esta fase.
- **Fase de producción de las UV**: Comprende la preparación de las UV. El titular realiza, basándose en criterios y requisitos predefinidos, la segregación del *material muestreable* desclasificable en UV. Dichas UV contienen una única naturaleza de material muestreable, con una historia similar y un contenido potencial de contaminación radiactiva semejante, y una identificación inequívoca. El apartado C.3 incluye los criterios de aplicación en esta fase.
- **Fase de toma de muestras**: El objetivo es preparar una muestra representativa a partir de cada UV considerada. El titular realiza, sobre la base de técnicas y requisitos adecuadamente procedimentados, la toma de muestras de cada UV conteniendo material muestreable, garantizando la trazabilidad de las mismas. El apartado C.4 incluye los criterios de aplicación en esta fase.
- **Fase de medida de las muestras:** Durante esta fase las muestras tomadas durante la fase anterior se caracterizan en un laboratorio dotado de los medios y procedimientos necesarios para poder realizar la medida de caracterización del material muestreado.
- **Fase de análisis y toma de decisión:** Los resultados de las medidas realizadas a las muestras son procesadas de acuerdo con la metodología de desclasificación del titular y contrastadas con la Regla de la Unidad, de acuerdo con en el artículo 3.2.a) de la IS-31.
- **Fase de expedición de UV:** Se lleva a cabo la entrega del material residual desclasificado a su gestor final, de forma trazable y en cumplimiento con lo dispuesto en el PCMD.

La Figura 3 muestra de forma esquemática la relación existente entre el contenido recomendado para el PCMD y la fase de producción, la fase de muestreo, la fase de medida y la fase de análisis y toma de decisión.

BORRADOR

Figura 3. Relación existente entre el contenido del PCMD y las fases de producción, de muestreo de la UV, de medida de la muestra, y de análisis y toma de decisión



BORRADOR

USO PÚBLICO

C.2. Criterios para la clasificación inicial

El objetivo de la fase de clasificación inicial es segregar los materiales residuales muestreables que, por sus características radiológicas, físicas y químicas, podrían ser sometidos al proceso de desclasificación.

El primer aspecto a tener en cuenta para realizar dicha segregación descansa sobre la definición de *material muestreable*, ya que el método desarrollado en esta parte del PCMD no podría ser aplicado sobre materiales que no permitan la toma de muestras representativas. En este sentido, la Instrucción IS-31 del CSN, sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares, define el *material residual muestreable* como *"aquel en el que es posible tomar una porción representativa para la realización de una medida, que garantiza que sus características físico-químicas y radiológicas son extrapolables a la totalidad del material"*.

En este apartado se describen los criterios para llevar a cabo la clasificación inicial de los materiales residuales. Entre los criterios que pueden contemplarse se encuentran los siguientes:

(1) En el caso de material en estado líquido, el material es homogéneo en términos físicos, químicos y radiológicos; o bien el material se puede homogeneizar mediante procesos físicos con objeto de poder tomar una muestra representativa.

(2) En el caso de material en estado sólido, éste está compuesto por elementos de dimensiones y forma semejante.

(3) El origen del material y el proceso al que ha estado sometido en la planta es similar.

(4) El material tiene la misma naturaleza (composición físico-química)

(5) El contenido potencial de contaminación del material se considera semejante.

El uso de estos niveles de contaminación o radiación para tomar la decisión sobre dicha clasificación inicial implica para el titular, con el objetivo de optimizar el proceso de desclasificación, una revisión continua en función del número de rechazos.

Adicionalmente, en este apartado del PCMD el titular relaciona las diferentes naturalezas de material muestreable que aplican en su metodología de desclasificación, en términos de su composición físico-química (aceite, resinas, arena, madera virutada, etc.).

C.3. Criterios de producción de Unidades de Valoración

Los anteriores criterios para la clasificación inicial del material son la base para la producción de las UV que van a ser sometidas al proceso de desclasificación, incluyendo entre los criterios de producción los siguientes:

(1) La identificación única e inequívoca de la UV, permanente y visible en las caras exteriores del contenedor, registrada a través de un formato

BORRADOR-C

incorporado al procedimiento aplicable, que incluye datos como la referencia del contenedor y la fecha de producción, el tipo y origen del material que contiene y su masa y/o volumen, así como el isotópico-tipo que es de aplicación, en su caso, a fin de garantizar la trazabilidad del proceso de desclasificación.

(2) Todo el material incorporado a una UV presenta, en su caso, el mismo isotópico-tipo, y es de la misma naturaleza (resinas, aceite, etc.).

(3) La UV producida no tiene, en principio, restricciones de masa o volumen máximos, permitiendo tomar una muestra de cualquier parte de la misma mediante la técnica de muestreo diseñada a tal efecto.

(4) En el caso de que el material muestreable se encuentre en estado líquido, la presencia de sólidos macroscópicos en suspensión que puedan llegar a sedimentarse o a formar lodos flotantes no resulta conveniente. Del mismo modo, la desclasificación de líquidos con sólidos no coloidales en suspensión resulta más adecuada cuando las técnicas de muestreo y medida empleadas permiten la homogeneización de la UV para la toma de muestras y la homogeneización de éstas para su caracterización en laboratorio (por ejemplo, mediante técnicas de calentamiento y agitación mecánica).

(5) En el caso de que el material muestreable se encuentre en estado sólido, la UV puede estar formada por elementos de dimensiones y forma semejante, con unas características que permitan un muestreo representativo y libre de sesgo (por ejemplo: resinas tipo bola, virutas metálicas, serrín, gravas de baja granulometría, escarificados de hormigón, etc.).

C.4. Técnicas de muestreo

La desclasificación de materiales residuales mediante toma de muestras está amparada por el artículo 3.2.e) de la Instrucción IS-31 del CSN, que establece que *"Para la determinación de la actividad isotópica por unidad de masa o por unidad de superficie de la unidad de valoración, se podrá tomar una muestra representativa de su contenido, teniendo en cuenta su variabilidad geométrica, volumétrica y radiológica".* Por consiguiente, la adecuada caracterización radiológica de la UV requiere que el proceso de muestreo sea garantía de la representatividad de la muestra tomada, lo que convierte a la fase de toma de muestra en una de las fases más relevantes para la toma de decisión sobre la desclasificación de cada UV.

Así, la técnica de muestreo empleada es uno de los principales elementos de todo el proceso de desclasificación para materiales residuales muestreables, debiendo ser diseñada con especial atención tanto a la geometría, tamaño y demás características de la UV que debe ser muestreada; así como a la naturaleza, estado de agregación y demás propiedades del material que la conforma.

Si el objetivo de toda técnica de muestreo es la obtención de una muestra representativa del material de la UV, su alcance abarca todos los procesos requeridos para que la muestra garantice dicha representatividad, lo que incluye, como mínimo:

- El proceso de pretratamiento para la homogenización de la UV previo a la extracción de la muestra, en su caso.
- Los criterios de extracción de la muestra.

BORRADOR

- La cantidad de muestra obtenida.
- El proceso para la obtención de una muestra compuesta, en su caso.
- La trazabilidad de la misma hasta su recepción por parte del laboratorio de medida.

Esta parte del PCMD resume, considerando lo anterior, todas las técnicas de muestreo diseñadas para acometer la fase de toma de muestras en el conjunto de materiales sometidos al proceso de desclasificación, refiriendo el procedimiento o procedimientos que las desarrollan. Con el fin de estandarizar fácilmente dicha información, se recomienda el uso de fichas como la incluida en la Tabla 7.

Tabla 7. Ficha recomendada para describir una técnica de muestreo (ejemplo)
(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir una técnica de muestreo.)

Denominación de la técnica de muestreo: *"Toma de muestra mediante bomba peristáltica"*	**Procedimientos:** *Referencia documental*
Pretratamiento de la UV:	
Calentamiento ☐	**Agitación *mecánica*** ☒
Otros: ☐ _____	
Extracción de las muestras: *Toma de muestras simples a tres alturas de bidón de 220 litros (fondo, media altura y superficie), mediante manguera y bomba peristáltica, según procedimiento.* *Muestra compuesta obtenida por la combinación de las tres muestras simples extraídas.*	
Muestras simples	
Número de muestras	*3*
Cantidad de muestra	*0.5 litro*
Muestra compuesta	
Cantidad total	*1.5 litros*
Observaciones:	

C.5. Métodos de medida

Las muestras tomadas durante la fase anterior se caracterizan en un laboratorio debidamente acreditado, o en el propio laboratorio de la instalación, siempre que éste esté dotado de los medios y procedimientos necesarios para poder realizar la medida de caracterización que permita tomar la decisión sobre la desclasificación de la UV.

En este apartado se resumen los diferentes métodos de medida que se utilizan en el proceso de desclasificación. Cada método de medida queda descrito por:

USO PÚBLICO

(1) La determinación de si la técnica de medida es espectrométrica o no-espectrométrica.

(2) La identificación genérica de los *isótopos de fácil medida* (Por ejemplo "emisores gamma de 40 keV a 10 MeV").

(3) La identificación del pretratamiento de la muestra, en su caso.

(4) La identificación del equipo o equipos de medida.

(5) La identificación de la geometría de medida (correspondiente con la calibración del equipo) y la cantidad de la muestra empleada para la medida.

Se recomienda el uso de fichas que contengan toda la información previa, así como la referencia al procedimiento o procedimientos de medida que desarrollen las actividades llevadas a cabo en el laboratorio, como por ejemplo la de la Tabla 8.

BORRADOR-0

Tabla 8. Estructura recomendada para informar un método de medida (ejemplo)

(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir un método de medida)

Denominación del método de medida: *"Medida gamma en el laboratorio BA"*	**Procedimientos:** *Referencia documental 1* *Referencia documental 2*
Técnica de medida: *Espectrométrica* ☒ No-*espectrométrica* ☐	
Isótopos de fácil medida: *Emisores gamma de entre 100 y 2000 keV*	
Pretratamiento de la muestra: *Calentamiento* ☒ Agitación *mecánica* ☒ *Separación* ☐ Electrodeposición ☐ *Otros:* ☐ _____	
Equipos de medida: *Detector de semiconductor HPGe (ORTEC GMX90)* *Detector de semiconductor HPGe (Canberra GX2018)*	
Geometría de medida (cantidad medida): *Marinelli de 1000 ml (1000 ml)*	
Observaciones:	

C.6. Combinaciones de desclasificación aplicables

Cada *combinación de desclasificación* de materiales muestreables consiste en una *técnica de muestreo* (apartado C.4 del PCMD), un *método de medida* (apartado C.5 del PCMD), y un *isotópico-tipo* de los incorporados al Anexo A2 de la presente guía, cuando sea el caso.

En función de los isótopos potencialmente presentes y los medios disponibles en el laboratorio, el proceso de desclasificación de materiales muestreables podría

USO PÚBLICO

llevarse a cabo sin necesidad de determinar de forma apriorística el isotópico-tipo del material. Tal circunstancia puede ocurrir en alguno de los siguientes casos:

(1) El método de medida utilizado es capaz de caracterizar cada uno de los isótopos potencialmente presentes en las muestras.

(2) El método de medida puede incluir espectrometría gamma y medida alfa-total y beta-total/beta-resto de las muestras. En este caso, se considera el nivel de desclasificación más restrictivo para todos los emisores alfa y beta potencialmente presentes en las muestras, tal y como se desarrolla en el apartado C.7 del PCMD.

Se consideran en este apartado todas las combinaciones de desclasificación que han superado el correspondiente Plan de Pruebas.

La Tabla 9 constituye un ejemplo para informar de manera completa y resumida cada una de las combinaciones de desclasificación aplicables por el titular en el proceso de desclasificación de materiales residuales muestreables, así como los documentos de referencia.

Tabla 9. Ficha recomendada para informar las combinaciones de desclasificación (ejemplo)

(La siguiente ficha se ofrece como ejemplo de estructura recomendada. El titular podrá adaptar el formato, siempre que se recoja de forma equivalente la información necesaria para describir las combinaciones de desclasificación)

Técnica de muestreo: *"Toma de muestra mediante bomba peristáltica"*	***Método de medida:*** *"Medida gamma en el laboratorio BA"*	***Isotópico-tipo:*** *"Isotópico-tipo-01"*
Documentos de referencia		
Informe de Puesta en Marcha:	*Referencia documental*	
Informe de Resultados del Plan de Pruebas:	*Referencia documental*	

C.7. Cumplimiento del criterio de desclasificación

Este apartado incluye el criterio para la toma de decisión de la desclasificación, que se establece de acuerdo con la Regla de la Unidad, recogida en el artículo 3.2.a) de la instrucción IS-31 del CSN. Teniendo en cuenta el requisito del nivel de confianza del 95% y considerando que, por el Teorema Central del Límite, la Suma Unitaria de Fracciones de cada UV (SUF), siendo una suma de variables aleatorias, tiende a comportarse como una distribución gaussiana, se deriva la expresión siguiente:

$$SUF + 1.64 \cdot \sigma_{SUF} \leq 1 \qquad [3]$$

Donde σ_{SUF} es la incertidumbre asociada a SUF.

La aplicación de la Regla de la Unidad implica la estimación de la concentración de actividad de cada uno de los isótopos presentes en las muestras, ya sea a través del uso del isotópico-tipo correspondiente o por caracterización directa a través del método de medida empleado por el laboratorio. De forma alternativa, y al objeto de simplificar y reducir los costes del proceso, la decisión de desclasificación podría

USO PÚBLICO

tomarse de forma conservadora basándose en la medida de laboratorio de los emisores gamma de fácil medida, del índice alfa total por unidad de masa (α_T) y el índice beta total por unidad de masa o beta resto por unidad de masa (β_T, β_{resto}). En este caso, la SUF adoptaría la siguiente forma:

$$SUF = \frac{\alpha_T}{\min(ND_\alpha)} + \frac{\beta}{\min(ND_\beta)} + \sum_i \frac{\gamma_i}{ND_i} \quad [4]$$

Donde γ_i es la concentración de actividad de los *i* emisores gamma de fácil medida, y β es β_T o β_{resto}, según corresponda. Por su parte, $\min(ND_\alpha)$ y $\min(ND_\beta)$ representan, respectivamente, los niveles de desclasificación más conservadores para los emisores alfa y beta potencialmente presentes en las muestras.

En este apartado el titular indica de forma explícita las expresiones matemáticas para el cálculo de la SUF y su incertidumbre asociada (σ_{SUF}), y referencia el documento técnico que incluya su desarrollo. Adicionalmente, este apartado del PCMD referencia la verificación del software encargado del procesamiento de las medidas para llevar a cabo la toma de decisión sobre la desclasificación de la UV.

C.8. Verificación del proceso de desclasificación

El proceso de desclasificación aplicable a cada combinación de desclasificación se somete a procesos de verificación realizados sobre un porcentaje preestablecido de las UV, y cuyo objetivo y alcance son:

- **Verificación global del proceso de desclasificación (en adelante VGP)**: De acuerdo con el artículo 3.2.i) de la IS-31, la verificación global del proceso de desclasificación debe ser practicado sobre 1 de cada 20 de las UV que resulten desclasificadas, o al menos, en una de las unidades de valoración desclasificadas, en caso de que se generen menos de 20 UV. La VGP consiste en la repetición completa de todo el proceso de desclasificación, incluyendo la medida y la toma de decisión.
- **Verificación adicional de la medida (en adelante VAM)**: De acuerdo con el sistema de control de calidad requerido a lo largo del proceso de desclasificación por el artículo 6 de la Orden de ETU/1185/2017, y los artículos 3.2.h) y 4.h) de la IS-31, la guía recomienda llevar a cabo una verificación adicional de la medida (VAM) cuyo objetivo es reproducir la toma de decisión sobre una UV mediante una técnica de medida diferente a la empleada en el proceso de desclasificación. La realización de la VAM sobre 1 de cada 100 de las UV que hayan resultado desclasificadas se considera un método comúnmente aceptado en la práctica habitual.

En caso de no resultar aceptable cualquiera de los procesos de verificación, la guía recomienda paralizar el proceso de desclasificación afectado, y realizar un análisis de las causas, incluyendo las medidas correctivas a tomar.

En aplicación del artículo 3.2.h) de la IS-31 que determina que el proceso de desclasificación debe disponer de procedimientos específicos que aseguren que se lleva en el marco de un sistema de control de calidad, la guía subraya la importancia del desarrollo por parte del titular de los procedimientos de detalle sobre el

BORRADOR

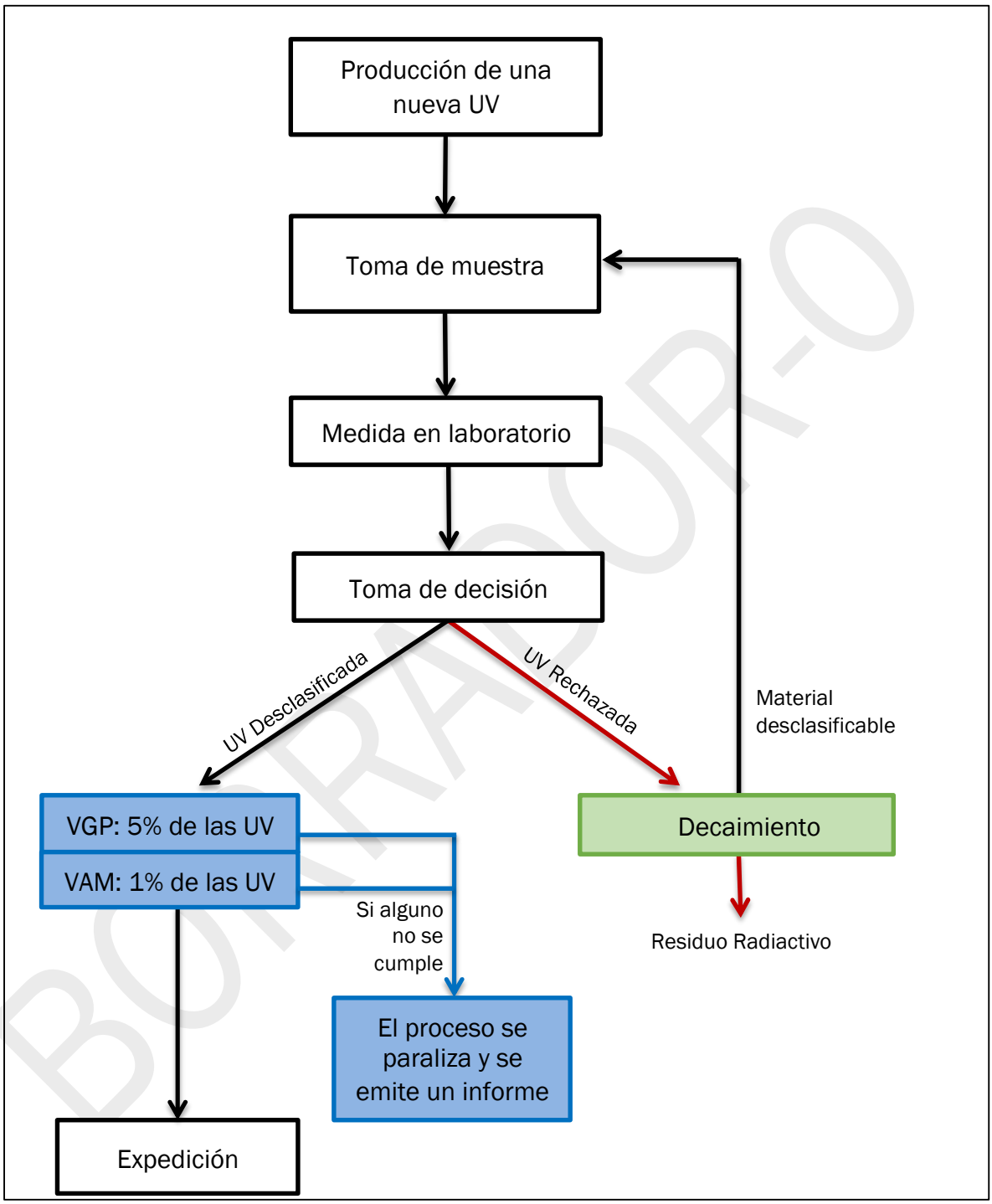
contenido, proceso, toma de muestras y responsabilidades del VGP y la VAM, y de análisis en caso de que alguno de los controles de calidad no resulte aceptable.

A modo ilustrativo, la Figura 4 muestra en color azul el lugar que los procesos de verificación ocuparían dentro del proceso de desclasificación.

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

Figura 4. Esquema genérico recomendado para la secuenciación de las tareas a realizar en los procesos de desclasificación de una UV muestreable



BORRADOR-0

USO PÚBLICO

C.9. Control de salidas de la instalación

Con el fin de garantizar el control y trazabilidad hasta la entrega al gestor final de los materiales residuales desclasificados, el control de las salidas de la instalación se compone de:

- **Certificado de Desclasificación:** Firmado por la persona responsable de la gestión de los residuos radiactivos de la instalación, o por una persona en posesión del Diploma de jefe de servicio de protección radiológica, certifica que, para cada UV, el proceso de desclasificación ha sido adecuado, que cumple con los niveles de desclasificación aprobados y que cumple los requisitos de entrega fijados en los procedimientos del titular.
- **Registro de control de la salida**: Cumplimentado antes de realizar la expedición, incluye la identificación de las UV, su destino y la fecha de expedición.
- **Registro de entrega a su gestor final:** Cuando sea requerido un destino final específico para el material residual, este registro indica la descripción y cantidad del material residual desclasificado entregado, la instalación receptora, el lugar y fecha de entrega.

C.10. Plan de Pruebas

Previamente a la aplicación por el titular del proceso de desclasificación, de acuerdo con el artículo 4.2 de la Orden de ETU/1185/2017, se debe proceder a la verificación de éste mediante un Plan de Pruebas (en adelante PdP) cuyos resultados deben ser aprobados por el CSN.

El PdP desarrollado por el titular consiste en la realización sistemática de una serie de medidas sobre varias UV mediante dos actividades fundamentales, que se resumen en lo siguiente:

1. La elaboración de un proceso de *Puesta en Marcha* (PeM), para probar que la técnica de muestreo (apartado C.4 del PCMD) y el método de medida (apartado C.5 del PCMD) son consistentes mediante la repetición de resultados reproducibles. Para ello, el titular toma de acuerdo con su procedimiento de muestreo, varias muestras de una misma UV, que son medidas de acuerdo con su procedimiento de medida. La validez de los resultados de la PeM se basa en la semejanza de los resultados de caracterización, de acuerdo con criterios de similitud estadística propuestos por el titular. Este análisis se recoge en el informe de puesta en marcha.
2. La realización de una *prueba práctica* sobre todas las fases del proceso de desclasificación para al menos 2 UV de material desclasificable muestreable, con el fin de verificar su idoneidad, y cuyos resultados se recogen en un informe.

La realización de un PdP sobre una combinación de desclasificación similar a otra ya probada con anterioridad puede no resultar necesaria cuando el titular considera que técnicamente se puede justificar dicha circunstancia. Por ejemplo, este podría

BORRADOR

ser el caso de dos combinaciones idénticas con isotópico-tipo diferente cuando los isótopos de fácil medida sean los mismos en ambos casos.

El PCMD hace referencia a los planes de pruebas realizados por el titular que hayan sido aprobados por el CSN.

C.11. Marco procedimental

En este apartado del PCMD se relacionan los procedimientos aplicables a la desclasificación de materiales muestreables, desarrollados y actualizados por el titular.

A continuación, se incluye un listado con los aspectos a considerar para el desarrollo de la metodología de desclasificación de materiales muestreables:

(1) Proceso general de desclasificación de materiales con el fin de organizar secuencialmente el proceso de desclasificación, identificar sus fases, las tareas realizadas y registros generados en cada una de ellas.

(2) Proceso de producción de unidades de valoración.

(3) Proceso de toma de muestras.

(4) Proceso de medida y uso de equipos.

(5) Verificaciones del proceso de desclasificación (VGP y VAM).

(6) Gestión y control de salidas de materiales desclasificados.

C.12. Expediente de Desclasificación

El Expediente de Desclasificación constituye el conjunto de registros generados en el proceso de desclasificación para cada UV, e incluye fundamentalmente registros como los siguientes:

(1) Ficha de producción de la UV, que incluirá los datos de producción tales como material, volumen, peso del contenedor, fecha, procedencia, isotópico-tipo, ...

(2) Verificación de los requisitos de la fase de producción.

(3) Registros de la toma de muestras.

(4) Registros de la medida de desclasificación.

(5) Cumplimiento del criterio de desclasificación.

(6) Certificado de desclasificación.

(7) Registro de control de la salida.

(8) Registro de entrega a su gestor final, cuando corresponda.

En el caso de que la UV forme parte del muestreo de alguno de los procesos de verificación (VGP o VAM), los registros correspondientes también pasan a formar parte del Expediente de Desclasificación.

BORRADOR-0

Anexo 5. Puesta en marcha

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

D. *Puesta en Marcha del equipo de medida*

La PeM consiste en la realización de una serie de medidas sistemáticas sobre una o varias UV constituidas por una estructura de simulación del material en la que se ubican fuentes patrón con una distribución conocida. Se considera que la actividad de las fuentes patrón es tal que la actividad específica de la UV sea del orden del nivel de desclasificación correspondiente.

El objetivo de la PeM es probar que el diseño del proceso de desclasificación (el uso de unos procedimientos y medios de medida sobre una geometría concreta) es capaz de cuantificar correctamente al menos la mitad de los niveles de desclasificación cuando la actividad está homogéneamente distribuida.

D.1. Criterios de validez de la Puesta en Marcha

Como consecuencia del requisito recogido en el artículo 3.2.a) de la Instrucción IS-31 del CSN sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares, la PeM es diseñada por el titular con el objeto de demostrar con un nivel de confianza del 95% que el método de medida propuesto no infravalora la actividad de los patrones utilizados.

Bajo la hipótesis de que la actividad y su incertidumbre asociada pueden aproximarse mediante una distribución gaussiana, una forma comúnmente utilizada para acreditar el cumplimiento de un nivel de confianza del 95% en la determinación de las actividades consiste en verificar que la diferencia entre la actividad patrón y la actividad medida es compatible con la incertidumbre combinada de ambas magnitudes, de acuerdo con el siguiente criterio de precisión:

$$\left|\hat{A} - A\right| \leq 1.96\sqrt{\sigma^2 + \hat{\sigma}^2} \qquad \hat{\sigma}, \sigma \ll ND \qquad [4]$$

Donde A y $\hat{A}$ representan la actividad patrón y la actividad medida, y σ y $\hat{\sigma}$ representan sus respectivas incertidumbres, que serán por lo menos un orden de magnitud inferiores al nivel de desclasificación que sea de aplicación.

En caso de que no se satisfaga el criterio de precisión establecido en la ecuación [4], la guía contempla la posibilidad de validar los resultados de la PeM mediante la aplicación del siguiente criterio de conservadurismo:

$$\hat{A} + 1.64\hat{\sigma} > A + 1.64\sigma \qquad \hat{\sigma}, \sigma \ll ND \qquad [5]$$

Donde A y $\hat{A}$ representan la actividad patrón y la actividad medida, y σ y $\hat{\sigma}$ representan sus respectivas incertidumbres, que serán por lo menos un orden de magnitud inferiores al nivel de desclasificación que sea de aplicación.

D.2. Características de la Puesta en Marcha

El titular puede llevar a cabo la PeM de forma exclusivamente experimental, a través de los elementos empíricos necesarios para ello; o bien de forma empírico-teórica, con ayuda de simulaciones basadas en técnicas de Monte Carlo, donde las condiciones de medida deben ser minuciosamente parametrizadas y la metodología adecuadamente justificada.

BORRADOR

De modo general, se recomienda que la PeM tenga en cuenta lo siguiente:

(1) Que la densidad de la estructura de simulación de material considerada para llevar a cabo la PeM sea lo más homogénea posible. Con objeto de favorecer dicha homogeneidad, para conformar la estructura de simulación, puede considerarse el empleo de piezas individuales de material con dimensiones del mismo orden de magnitud que el volumen activo del detector. Asimismo, cuando resulte necesario, los intersticios pueden rellenarse con piezas de menor tamaño, tratando de evitar que en la estructura de simulación existan direcciones de muy baja atenuación y procurando que ésta sea lo más isótropa posible.

(2) Que el nivel de llenado de la UV donde se ubica la estructura de simulación de material sea el mismo en todos sus puntos, teniendo en cuenta que la PeM no ampararía la desclasificación de aquellas UV con niveles de llenado que disten más de un 10% de los considerados.

(3) Que, en lo referente a la densidad aparente máxima de la estructura de simulación del material se tenga en cuenta que la PeM no ampararía la desclasificación de aquellas UV con densidades aparentes superiores.

(4) Que, en lo referente al material constituyente de la estructura de simulación utilizada, se tenga en cuenta que la PeM no ampararía la desclasificación de aquellas UV con materiales de número atómico medio mayor.

(5) Que, siempre que sea posible, la PeM considere el uso de fuentes de todos los isótopos de fácil medida del isotópico-tipo considerado en la combinación de desclasificación, especialmente para el caso de emisores gamma de bajas energías para las que el efecto fotoeléctrico cobra relevancia.

(6) Que la PeM considere que la contaminación se encuentra distribuida homogéneamente en la estructura de simulación. Las fuentes se ubican en la estructura de simulación formando una distribución cuasi-homogénea. Con objeto de lograr una distribución de actividad cuasi-homogénea se recomienda atender a lo siguiente:

a. Disponer de fuentes discretas que tengan una actividad similar.

b. Para medidas espectrométricas con HPGe, se recomienda que el número de fuentes discretas N cumpla lo siguiente:

$$N \geq \frac{R}{i \cdot r} = \frac{1}{i} \cdot \left(\frac{V_c}{v_a}\right)^{1/3} \qquad [6]$$

Donde R es el radio de la esfera equivalente que contiene el volumen V_c del contenedor, i es el número de medidas realizadas a cada UV de acuerdo con el método de medida, y r es el radio de la esfera equivalente que contiene el volumen activo v_a del detector, siendo éste el volumen del detector en el que se producen y cuantifican los eventos de interacción de la radiación con la materia. En caso de que el método de medida conlleve la realización de i medidas segmentadas sobre distintos sectores del contenedor, el número de fuentes adecuado sería, por lo menos, igual al número i de medidas. La Tabla 10 incluye el número mínimo recomendado de fuentes en función de la geometría de la UV y el método de medida.

BORRADOR

c. Que la distancia entre las fuentes situadas en la estructura de simulación sea similar a la distancia entre las paredes del contenedor y las fuentes más próximas a éstas.

d. Que, para el caso de medidas segmentadas con *N*= i, las fuentes se ubiquen en el centro geométrico de los sectores de medida de forma que todos cuenten con un nivel similar de actividad.

(7) Que la PeM se complemente con un análisis que caracterice la respuesta del proceso de medida a una potencial distribución heterogénea de la actividad, a través de la concentración de la actividad considerada en la puesta en marcha en varios sectores del contenedor, a modo de puntos calientes considerando los siguientes criterios:

a. La presencia de toda la actividad concentrada en el centro geométrico del contenedor, con independencia del número i de medidas.

b. En caso de que se realice medidas segmentadas del contenedor ($i > 1$),

i. Inicialmente, dos fuentes puntuales con la mitad de la actividad anterior en el centro geométrico en dos de los sectores de medida que sean colindantes.

ii. A continuación, se consideran tres fuentes puntuales con la tercera parte de la actividad inicial en el centro geométrico en tres de los sectores de medida que sean colindantes.

iii. Se repite la operación hasta que el número de sectores de medida con puntos calientes sea igual o mayor al número de sectores de medida sin actividad.

(8) Que la PeM cumpla con lo dispuesto en el artículo 3.2 b) de la instrucción IS-31 sobre los criterios de aceptación de la AMD, de forma que ninguna de las medidas realizadas sea superior al 50% del nivel de desclasificación correspondiente. En caso contrario, el método de medida tendría que ser rediseñado para garantizar que la AMD alcanzada no supere el 50% del nivel de desclasificación correspondiente para ninguno de los isótopos de fácil medida.

Como consecuencia del análisis de los resultados obtenidos durante la PeM para una combinación de desclasificación determinada, incluido en el correspondiente *informe de Puesta en Marcha*, el titular puede encontrarse en una de las siguientes situaciones:

- Si todas las medidas realizadas sobre una distribución homogénea de la actividad satisfacen el criterio de validez de la PeM, ecuación [4] o en su defecto ecuación [5], se concluye que el método de medida es adecuado para realizar las medidas de desclasificación en la combinación de desclasificación de que se trate.
- Si una o más de las medidas realizadas sobre una distribución homogénea de la actividad no satisfacen el criterio de validez, ecuación [4] o ecuación [5], se concluye que el método de medida no es adecuado para realizar las medidas de desclasificación en la combinación de desclasificación de que se trate, a menos que el titular pueda procedimentar criterios adicionales cuya aplicación sobre la propia PeM valide las medidas. Un ejemplo de estos criterios adicionales podría implicar el uso de factores de conservadurismo, la consideración de requisitos

BORRADOR-O

adicionales durante la producción de las UV o la implementación de condiciones de validez específicas para las medidas.

Tabla 10. Número mínimo recomendado de fuentes en función de la geometría de la UV y el método de medida

Geometría de la UV		Método de medida (HPGe)		Número de fuentes recomendadas para la PeM
Bidón de 220 litros		**nº medidas (i)**	**1**	$N \geq 15$
Volumen contenedor	0.22 m^3	Volumen activo	76 cm^3	
Bidón de 220 litros		**nº medidas (i)**	**1**	$N \geq 12$
Volumen contenedor	0.22 m^3	Volumen activo	150 cm^3	
Big bag de 1 m^3		**nº medidas (i)**	**1**	$N \geq 27$
Volumen contenedor	1 m^3	Volumen activo	56 cm^3	
Big bag de 0.5 m^3		**nº medidas (i)**	**1**	$N \geq 15$
Volumen contenedor	0.5 m^3	Volumen activo	150 cm^3	
CMT		**nº medidas (i)**	**8**	$N \geq 8$
Volumen contenedor	1.32 m^3	Volumen activo	150 cm^3	
CMT		**nº medidas (i)**	**12**	$N \geq 12$
Volumen contenedor	1.32 m^3	Volumen activo	150 cm^3	

BORRADOR

USO PÚBLICO

Anexo 6. Prueba práctica del plan de pruebas.

BORRADOR-0

USO PÚBLICO

La prueba práctica del PdP consiste en la aplicación del proceso de desclasificación sobre un número de UV (comúnmente 2 UV) de cada combinación de desclasificación probada, y sus resultados se incorporan al denominado "Informe de Resultados", que debe ser remitido junto con los resultados de la PeM al CSN para evaluación de acuerdo con el artículo 4.2 de la Orden de ETU/1185/2017.

El objetivo de la prueba práctica es realizar las tareas de desclasificación pertinentes de acuerdo con el marco procedimental del titular, así como la documentación de los resultados obtenidos para su posterior análisis por técnicos del CSN, que evaluarán el cumplimiento y adecuación de los requisitos documentales establecidos en la metodología de desclasificación, la trazabilidad de los resultados obtenidos y la validez de la decisión tomada sobre la base de éstos.

En el caso de que en el momento de la realización del PdP y por motivos de producción sólo sea posible probar una UV de una combinación concreta, la aprobación de los resultados del PdP para dicha combinación quedaría en suspenso hasta que fuera generada y probada otra UV perteneciente a dicha combinación. Debido a su especial relevancia como mecanismo de verificación, el alcance de la VGP y la VAM aplicable a las UV probadas en el PdP es, en la práctica, de un mínimo de dos UV para cada combinación probada, garantizando así la reproducibilidad, trazabilidad y repetibilidad del proceso.

A efectos de favorecer la representatividad de la prueba y siguiendo la práctica habitualmente empleada, el muestreo de las UV seleccionadas para el PdP se realiza habitualmente conforme a los siguientes criterios metodológicos:

(1) Se escogen 2 UV de entre las que disponga el titular, realizándose tal elección al azar, salvo acuerdo entre el titular y el CSN. Otros métodos sistemáticos de muestreo podrían ser igualmente empleados, siempre que se justifique la ausencia de sesgo por parte del titular en la elección de las UV.

(2) Si durante la prueba práctica del PdP alguna de las UV elegidas resultara rechazada por cualquier motivo (incluyendo los resultados de la VGP o la VAM), de forma que no pudiera ser finalmente desclasificada, se escogería atendiendo al punto (1) una tercera UV, repitiéndose el proceso en caso necesario hasta que finalmente alguna supere completamente el proceso de desclasificación probado.

(3) Todas las UV rechazadas son consideradas parte del muestreo del PdP, incluyéndose su Expediente de Desclasificación correspondiente (apartado B.14) en el informe de resultados del PdP que será remitido al CSN para aprobación.

El uso de Factores de Forma (FF) en el proceso de desclasificación probado por el titular para la estimación de la contaminación superficial de los materiales a partir de su contaminación másica, implica verificar la validez de los Factores de Forma propuestos durante el desarrollo de la prueba práctica. Para ello, el titular puede proponer una metodología de verificación que garantice con un determinado nivel de confianza que los FF cumplen su función adecuadamente, que podría basarse en, por ejemplo, la verificación de la relación masa/superficie en los materiales desclasificados.

BORRADOR