

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO PARA EL INFORME FAVORABLE DE NIVELES DE
DESCLASIFICACIÓN PARA LA GESTIÓN EN VERTEDERO DE MATERIAL RADIACTIVO
DE ORIGEN NATURAL (NORM)

1. IDENTIFICACIÓN

1.1. Solicitante

No aplica.

La presente propuesta de dictamen técnico se realiza de oficio.

1.2. Asunto

El objeto de la presente Propuesta de Dictamen Técnico es el informe favorable sobre niveles de desclasificación para la gestión en vertedero de material radiactivo de origen natural (NORM).

1.3. Documentos aportados por el solicitante

No aplica.

1.4. Documentos oficiales

No aplica.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Marco jurídico

El 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, define la 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.

El Capítulo III del Título X del RINR (artículo 115), así como su anexo III, desarrollan los criterios radiológicos para la desclasificación de materiales residuales con contenido radiactivo. Estos criterios aplican tanto a materiales residuales con contenido en radionucleidos artificiales como naturales (materiales NORM).

Además de unos criterios radiológicos en términos de dosis efectiva (mSv/a), el RINR establece unos niveles de desclasificación (Bq/g), que para los materiales NORM se recogen en la Tabla A2 del anexo IV, y que son directamente aplicables a materiales sólidos con contenido en radionucleidos naturales en equilibrio secular con sus

descendientes. Estos niveles de desclasificación son 1 Bq/g para radionucleidos de las cadenas del U-238 y del Th-232, y 10 Bq/g para el K-40.

De acuerdo con el anexo III, punto 3, la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, podrá aprobar valores superiores a los niveles de desclasificación de este anexo, para determinados elementos de la cadena de desintegración, o bien para tipos de materiales específicos o vías específicas, que, en adelante, en esta PDT se denominarán *niveles de desclasificación específicos*.

Adicionalmente, con respecto a los criterios de dosis para la desclasificación, son de aplicación los criterios generales de exención, de acuerdo con el anexo III: *“(...) el incremento de dosis efectiva anual por encima del fondo natural de radiación que cualquier persona pueda recibir debido a la práctica no supera 1 mSv”*.

2.1.2. Práctica internacional en otros países de nuestro entorno

En relación con la desclasificación de materiales residuales, el RINR transpone al ordenamiento español la Directiva 2013/59/Euratom de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. Estos criterios y niveles de desclasificación son por tanto compartidos por otros Estados firmantes del tratado de Euratom.

Para compartir las experiencias sobre la puesta en práctica de la desclasificación, la asociación de reguladores europeos en protección radiológica HERCA (Heads of the European Radiological protection Competent Authorities) publicó en el año 2021, el documento *“Application of the concepts of exemption and clearance to the regulation of naturally occurring radioactive material (NORM) across HERCA countries”*¹. La elaboración de este documento fue coordinada por el Área de Radiación Natural del CSN (ARAN), y en él se analiza la aplicación del concepto de desclasificación en los diferentes Estados miembros. Algunos aspectos destacables:

- En lo que respecta al criterio de dosis para derivar niveles de desclasificación, todos los países que respondieron al cuestionario propuesto por HERCA han adoptado el criterio de dosis efectiva de 1 mSv/a para la exposición de los trabajadores de las industrias NORM. En lo referente al criterio de dosis para los restantes miembros del público, 12 países (Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Hungría, Irlanda, Lituania, Polonia, Rumanía y Eslovenia) han adoptado el criterio de dosis de 1 mSv/a y 4 países (Italia, Países Bajos, Reino Unido y España) han adoptado 0.3 mSv/a.
- Por otro lado, 8 países (Austria, Dinamarca, España, Finlandia, Italia, Países Bajos, Suecia y Suiza) contemplan la posibilidad de disponer de niveles específicos de desclasificación a solicitud del titular, los cuales han de ser aprobados por la autoridad competente. Además, la autoridad competente puede derivar y establecer niveles de desclasificación específicos con el

¹ García-Talavera M., Mrdakovic Popic J., Görts P., Pepin S., Jones K. (2021). Application of the concepts of exemption and clearance to the regulation of naturally occurring radioactive material (NORM) across HERCA countries. HERCA Report 2021, HERCA WG NAT.

objetivo de facilitar la aplicación práctica de lo establecido en la Directiva 2013/59/Euratom.

Por otra parte, se resumen algunos criterios reguladores para la desclasificación en varios países de nuestro entorno:

- En los **Países Bajos**, los criterios de desclasificación se recogen en el Decreto sobre estándares básicos de seguridad para la protección radiológica², en el que se transponen los valores de la Directiva 2013/59/Euratom. Los residuos NORM se pueden gestionar en función de su concentración másica de actividad³: aquellos que tengan una concentración de actividad de entre 1 y 10 Bq/g se gestionarán en vertederos de residuos tóxicos y peligrosos, que dispondrán de autorización para almacenar residuos NORM; aquellos residuos con una concentración superior a 10 Bq/g, se gestionarán en la instalación de almacenamiento de residuos radiactivos COVRA.
- En **Bélgica**, los residuos NORM sujetos a control regulador son aquellos que contienen una concentración de actividad superior a los niveles de desclasificación descritos en el informe de la Comisión Europea RP-122 parte 2⁴. Estos valores se emplean únicamente para determinar la necesidad de notificación. Si se supera dicho nivel de desclasificación⁵, los residuos NORM pueden ser eliminados en vertederos de residuos peligrosos (con concentraciones de hasta 50 Bq/g) o no peligrosos (con concentraciones de hasta 10 Bq/g). En el caso de que los valores genéricos anteriormente descritos sean superados, la instalación debe realizar un estudio radiológico detallado demostrando que la dosis efectiva a los miembros del público es menor de 0.3 mSv/a. En caso de superarse este valor de dosis, los residuos NORM deben ser gestionados como residuos radiactivos.
- En el **Reino Unido**⁶ se consideran dos tipos de residuos NORM: Tipo 1 (gran volumen de residuos radiactivos de baja actividad procedentes de actividades NORM y de actividades de remediación de suelos) y Tipo 2 (de mayor actividad y menor volumen, que no cumplen con los criterios de residuos Tipo 1). Así, para la eliminación en vertedero de los residuos de Tipo 2, la autoridad correspondiente derivó niveles de desclasificación de 10 Bq/g para los radionucleidos de origen natural (U-238sec, Ra-226+, Ra-228+, etc.). Estos valores fueron obtenidos garantizando el cumplimiento del criterio de dosis de 1 mSv/a para cualquier operario de la industria NORM o del vertedero, y

² Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, del 23 de octubre de 2017.

³ The national programme for the management of radioactive waste and spent fuel. The Netherlands, June 2016. Official document in Dutch (Parliamentary papers, session year 2015-2016, 25, 422, no. 149).

⁴ Arrêté de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire fixant les activités professionnelles visées à l'article 4 de l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants. Moniteur belge–30.03.2012.

⁵ Traitement, recyclage et valorisation de résidus NORM. Guide technique. Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire.

⁶ Scope of and exemptions from the radioactive substances legislation in England, Wales and Northern Ireland. Guidance document (May 2024). Department for Energy, Security & Net Zero. Department for Environment, Food & Rural Affairs. Llywodraeth Cymru Welsh Government. Department of Agriculture, Environment and Rural Affairs.

de 0.3 mSv/a para otros miembros del público. Si se supera en nivel de desclasificación (los 10 Bq/g), es responsabilidad del productor de los residuos demostrar que estos criterios de dosis se cumplen, llevando a cabo un estudio de impacto radiológico específico para la vía de gestión seleccionada. En el caso de Pb-210+ y Po-210, los niveles de desclasificación para residuos de Tipo 2 es de 200 Bq/g.

- En **Noruega**, la normativa⁷ establece que todas las prácticas relacionadas con materiales NORM están sujetas a autorización, desarrollándose un control basado en la aproximación gradual: (i) los residuos con concentraciones máxicas de actividad inferiores a 1 Bq/g no son considerados residuos radiactivos, (ii) los residuos con concentraciones máxicas de actividad entre 1 y 10 Bq/g y que también tenga la característica de residuo peligroso, puede ser enviado a un vertedero de residuos peligrosos que disponga de licencia para el almacenamiento de este tipo de residuos o bien, pueden ser gestionados en un almacenamiento de residuos radiactivos y (iii) los residuos con concentración máxica superior a 10 Bq/g y actividad total anual superior a 10^4 Bq tienen que ser almacenados en un almacenamiento autorizado para residuos radiactivos.
- En **Suiza**, la legislación⁸ permite la eliminación en vertedero de los materiales NORM cuyos valores sean inferiores a 10 Bq/g para Ra-226, Ra-228 y Th-232; 15 Bq/g para U-238 y 20 Bq/g para Po-210. Estas concentraciones de actividad satisfacen el criterio de 0.3 mSv/a para los miembros del público. En el caso de actividades superiores, es posible su gestión convencional con determinadas condiciones.

En resumen, en el entorno internacional, en términos generales la gestión mediante vertedero de material residual NORM puede realizarse si la concentración de actividad de este material es aproximadamente de unos 10 Bq/g, dependiendo del isótopo y del tipo de vertedero.

2.2. Motivo de la propuesta

El artículo 115.2(c) del RINR establece que la autorización de desclasificación de materiales con contenido en radionúclidos naturales no será necesaria en el caso de que, aun superándose los valores de la tabla A2 del anexo IV (niveles de desclasificación), los niveles de contaminación de los materiales no superen los niveles de desclasificación específicos que establezca la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, siguiendo los criterios generales establecidos en el anexo III del citado reglamento. Asimismo, el parágrafo 115.2(c) estipula que para la aplicación de estos niveles de desclasificación se deberán seguir los criterios y requisitos que establezca el Consejo de Seguridad Nuclear.

⁷ Regulations on the application of the Pollution Control Act to radioactive pollution and radioactive waste (2010).

⁸ Directive. Élimination des déchets NORM. V1-2. 27.06.2024. Département fédéral de l'intérieur (DFI). Office fédéral de la santé publique (OFSP). Division radioprotection. Confédération suisse.

Adicionalmente, de acuerdo con el anexo III, punto 3 del RINR, la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, podrá aprobar valores superiores a los niveles de desclasificación de este anexo, para determinados elementos de la cadena de desintegración, o bien para tipos de materiales específicos o vías específicas.

Por tanto, los niveles de desclasificación específicos de esta propuesta de Dictamen Técnico, para la gestión en vertedero de materiales residuales con contenido en radionúclidos naturales (NORM), podrán ser de aplicación una vez dispongan de la aprobación por parte de la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética.

2.3. Descripción de la propuesta

Esta Propuesta de Dictamen Técnico responde al objetivo de proponer unos niveles de desclasificación específicos para la gestión en vertedero de materiales residuales con contenido en radionúclidos naturales (NORM), de acuerdo con el artículo 115.2(c) del RINR. Estos niveles de desclasificación deberán ser aprobados por la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética.

Adicionalmente, de acuerdo con el anexo III punto 3 del RINR, la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, podrá aprobar valores superiores a los niveles de desclasificación de este anexo, para determinados elementos de la cadena de desintegración, o bien para tipos de materiales específicos o vías específicas.

La aprobación por parte de la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética de unos niveles de desclasificación específicos para la gestión en vertedero de los materiales NORM permitirá a los productores de material residual NORM gestionar dichos materiales por vías convencionales sin necesidad de solicitar una autorización de desclasificación, siempre que el destino final de dichos materiales sea un vertedero autorizado conforme a la normativa que le sea de aplicación.

3. EVALUACIÓN

3.1. Informes de evaluación

La evaluación se ha llevado a cabo por el Área de Residuos de Baja y media Actividad (ARBM), que desarrolla un estudio de impacto radiológico para dar soporte a la propuesta de los nuevos niveles de desclasificación específicos (informe de referencia CSN/TGE/AICD-ARBM/25/3214).

3.2. Resumen de la evaluación

En el estudio de impacto radiológico realizado ha sido considerada la normativa de referencia que se indica a continuación:

- Real Decreto 1217/2024 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1029/2022 de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Resolución de 17 de enero de 2023, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se establecen los coeficientes de dosis efectiva por exposición externa.
- Resolución del 8 de abril de 2023, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se establecen los coeficientes de dosis efectiva por exposición interna (para cálculo de dosis a trabajadores expuestos ocupacionalmente).

Adicionalmente, para la elaboración del informe CSN/TGE/AICD-ARBM/25/3214 se han tenido en cuenta los siguientes documentos y guías de carácter recomendatorio:

- *Application of the Concepts of Exemption and Clearance to Natural Radiation Sources*. Radiation Protection 122. *Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption* – Part 2. European Commission (2001).
- *Recommended Radiological Protection Criteria for the Recycling of Metals from the Dismantling of Nuclear Installations*. Recommendation from the Group of Experts set up under the Terms of Article 31 of the Euratom Treaty. Radiation Protection 89. European Commission (1998).
- *Radiological Assessment of Disposal of Large Quantities of Very Low Level Waste in Landfill Sites*. HPA-RPD-020. Health Protection Agency, UK (2007).
- *Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment*. Safety Report Series 19. IAEA (2001).
- *Application of the Concept of Clearance*. General Safety Guide, No. GSG-18. IAEA (2023).

En los apartados siguientes se resumen los principales aspectos de la metodología seguida para la propuesta de los nuevos niveles de desclasificación específicos para la gestión en vertedero de materiales NORM.

3.2.1. Criterio de dosis

El criterio de dosis para el cálculo de los niveles de desclasificación para los materiales NORM es que *el incremento de dosis efectiva anual por encima del fondo natural de radiación que cualquier persona pueda recibir debido a la práctica no supera 1 mSv*.

Se considera que las personas potencialmente expuestas son *miembros del público*, no considerándose la presencia de *trabajadores expuestos*, en el sentido del término considerado por el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RD 1029/2022). Se

considera la exposición a los trabajadores de la industria donde se procesa el material, a los trabajadores de las empresas de gestión (trabajador del vertedero) y al resto del público potencialmente expuesto:

- **Operaciones en la industria NORM:** Se considera la exposición de los miembros del público adultos que desarrollan su actividad profesional en relación directa con la industria productora o donde se procesa el material NORM que da lugar al residuo NORM. De acuerdo con el artículo 98 del RINR, la exposición a la radiación de estos trabajadores está sujeta a control regulador; así, estas industrias deben disponer de un estudio de impacto radiológico. Se considera, a efectos del cálculo de los niveles de desclasificación, un criterio de dosis de 1 mSv/a.
- **Operaciones de otras industrias:** Se considera la exposición de los miembros del público adultos que trabajan en el vertedero donde se depositan los materiales NORM junto a otros residuos de naturaleza no radiactiva.
- **Resto de miembros del público:** El resto de miembros del público es el conjunto de individuos que podrían estar expuestos, de manera inadvertida, al material residual NORM depositado en el vertedero. Este grupo de miembros del público es heterogéneo y debe ser analizado en términos de grupos de edad, de acuerdo con las recomendaciones de la ICRP.

Tanto para las exposiciones potenciales de los trabajadores del vertedero, como del resto de los miembros del público, se asume un criterio de dosis de 0.3 mSv/a, al ser el objetivo de la desclasificación la salida del control regulador y no necesitar controles adicionales de las exposiciones. Para exposiciones con menor probabilidad de ocurrencia, como son posibles escenarios de intrusión tras la clausura del vertedero, se asume un criterio de dosis de 1 mSv/a. Este mismo criterio se considera para las exposiciones del público al radón en el interior de viviendas.

3.2.2. Tipos de vertedero considerados

Las especificaciones de diseño y requisitos de operación de un vertedero dependen de la clase a la que pertenece. La normativa vigente (Real Decreto 646/2020) define la clase de vertedero y sus requisitos en función de los residuos que pueden ser depositados en él:

- Vertedero de residuos inertes.
- Vertedero de residuos no peligrosos.
- Vertedero de residuos peligrosos.

En el informe CSN/TGE/AICD-ARBM/25/3214, el modelo representativo de cada tipo de vertedero responde al diagrama conceptual correspondiente de la Figura 1, acorde a los requisitos específicos de la normativa española y análogos a los considerados en otros estudios internacionales previos. En resumen, en función del tipo de residuos que albergan, los vertederos deberán disponer de capa base de

impermeabilización de determinadas características y capa de cubierta que impida la entrada de agua de lluvia.

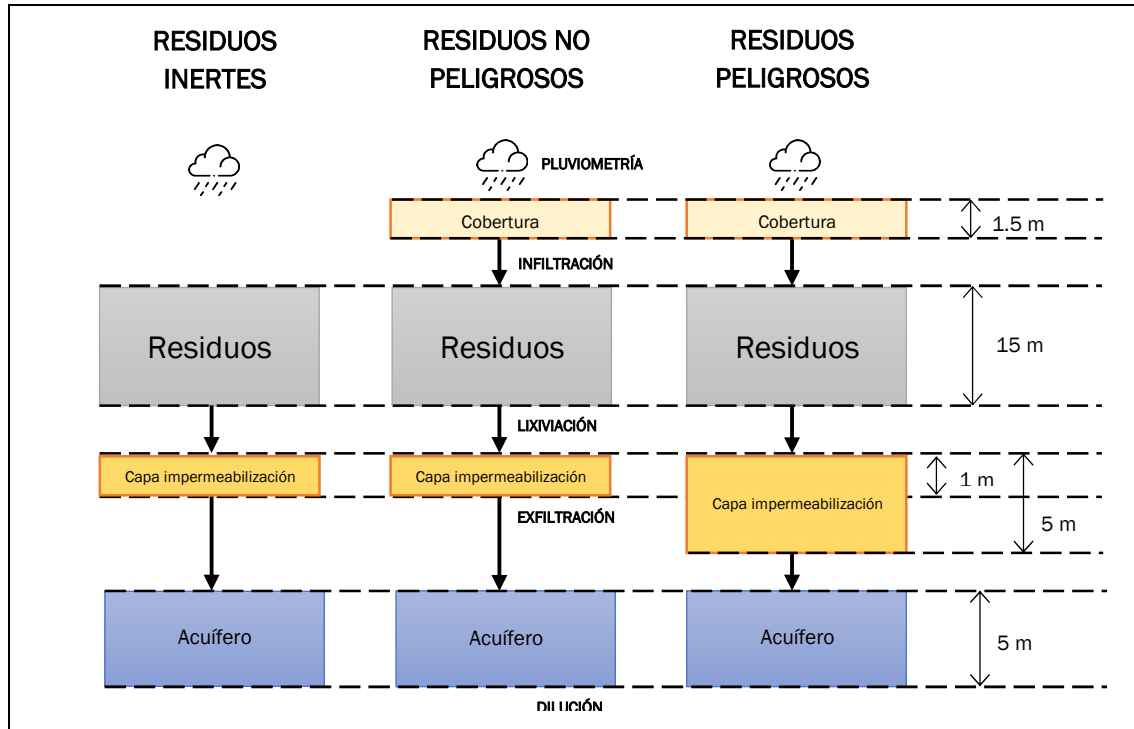


Figura 1. Diseño conceptual de las tres clases de vertedero.

3.2.3. Naturaleza de los materiales residuales

Se han considerado las siguientes naturalezas del material NORM depositado en el vertedero:

- Material rocoso
- Cenizas
- Arenas
- Escorias de fundición/material vítreo
- Material procedente de la industria del gas y el petróleo.

3.2.4. Escenarios considerados

Los escenarios de exposición que sirven de base al cálculo del impacto radiológico definen las hipótesis y condiciones de exposición de la persona representativa.

En el informe CSN/TGE/AICD-ARBM/25/3214 se distinguen dos tipos de escenarios, en función de que la persona representativa sea un trabajador (de la industria NORM o de otras industrias) o uno de los restantes miembros del público:

- **Escenarios de trabajo:** Estos escenarios dictan las condiciones de exposición en las actividades que conllevan el manejo directo de los materiales NORM. Estos trabajadores son personas adultas que llevan a cabo el transporte, el

acopio y procesado, la segregación y el depósito de los materiales NORM residuales en el vertedero. Dado que se asume que los trabajadores realizan sus actividades a lo largo de su jornada laboral, el tiempo de dedicación a las mismas (y por consiguiente el tiempo de exposición) no puede superar las 1800 horas al año. Los escenarios envolventes para los trabajadores son los siguientes:

- o Transporte de larga distancia (escenario O-TLD): en el que se asumen transportes del material a más de 150 km de distancia. Este escenario se caracteriza por pocas operaciones de carga/descarga y un prolongado tiempo de conducción.
- o Transporte de corta distancia (O-TCD): Al contrario que O-TLD, este escenario se caracteriza por un número moderado de operaciones de carga/descarga y un menor tiempo de conducción.
- o Acopio y procesado en recinto interior (O-API): Escenario caracterizado por el procesado de cantidades moderadas de material NORM en un recinto sin ventilación, caracterizado por un ambiente altamente pulverulento.
- o Acopio y procesado en el exterior (O-APE): Escenario caracterizado por el procesado de grandes cantidades de material NORM en el exterior, con un ambiente menos pulverulento que el correspondiente al escenario O-API.
- o Segregación y procesado en vertedero (O-SPV): Escenario caracterizado por la segregación y el procesado de pequeñas cantidades de material NORM con el que se mantiene un contacto directo, en recintos interiores sin ventilación.
- o Depósito final en vertedero (O-DFV): Escenario caracterizado por la exposición a las celdas de vertido, durante el llenado de las mismas y todas las operaciones relacionadas con la preparación, construcción, asentamiento y cierre de las celdas de vertido.

Adicionalmente, el informe de ARBM refiere los escenarios de potencial intrusión tras la clausura del vertedero, asumiendo que en la zona de vertido se realizara la construcción de una obra pública o una residencia. Este tipo de escenarios implican una actividad laboral limitada de excavación llevada a cabo por trabajadores adultos, que es de carácter puntual y no se prolonga en el tiempo.

- **Escenarios de residencia para los restantes miembros del público:** Estos escenarios definen las condiciones de exposición para los miembros del público que desarrollan sus actividades personales (no profesionales) y

pueden estar expuestos al material NORM depositado en un vertedero. Se asume que el contacto con los materiales NORM no es intencionado.

Los escenarios envolventes para los miembros del público son los siguientes:

- o Residencia junto a un vertedero (P-RJV): Este escenario define la exposición de un miembro del público que vive en una residencia próxima a un vertedero y aguas abajo del acuífero que pasa por el mismo, durante la fase operacional de éste, por lo que se asume que el vertedero carece de cobertura, encontrándose al 100% de su capacidad. En función del tipo de vertedero contemplado por la normativa (de residuos inertes, de residuos no peligrosos o de residuos peligrosos), este escenario se subdivide en tres escenarios distintos: P-RJV(I), P-RJV(N) y P-RJV(P).
- o Ingestión de agua potable (P-IAG): Este escenario asume que un individuo bebe durante todo el año el agua extraída del acuífero aguas abajo del vertedero. En función del tipo de vertedero contemplado por la normativa (de residuos inertes, de residuos no peligrosos o de residuos peligrosos), este escenario se subdivide en tres escenarios distintos: P-IAG(I), P- IAG (N) y P- IAG (P).
- o Inhalación de radón (P-IRN): Este escenario determina la tasa de exhalación de radón del vertedero desde los residuos. A partir de la tasa de gas radón exhalado, se determina de la concentración de gas radón en aire para un habitáculo de dimensiones y tasa de ventilación reducidas. Para este escenario se consideran los vertederos de residuos inertes, no peligrosos y peligrosos por separado, tomándose el resultado más conservador como representativo de los tres tipos de vertedero.

Los escenarios mencionados se consideran envolventes de las exposiciones potenciales que puedan ocurrir.

3.2.5. Vías de exposición

Las vías de exposición consideradas en el estudio son las siguientes:

- **Dosis efectiva por exposición externa por irradiación:** debida a los emisores gamma presentes en los materiales NORM, ya sea durante su procesado, su transporte o a consecuencia de su depósito definitivo en las celdas de vertido. El modelo matemático tomado para esta vía es la expuesta en el documento RP-122 parte 2, siendo análogo al de otros estudios o guías previas.

- **Dosis por exposición beta a piel:** debida a los emisores beta presentes en los residuos que pueden depositarse sobre las manos, los guantes, la cara o el cuello durante las actividades laborales. Esta vía de exposición se considera despreciable, dado que su contribución a la dosis total en todos los escenarios considerados es entre tres y cuatro órdenes de magnitud inferior a la contribución de las vías más relevantes. Esta decisión es acorde al documento RP-122 parte 2, que tampoco la considera en sus cálculos.
- **Dosis por inhalación de partículas:** La inhalación de partículas en suspensión puede acontecer durante el manejo, procesado o eliminación definitiva en vertedero de los materiales NORM. El modelo matemático tomado para esta vía es el expuesto en el documento RP-122 parte 2, siendo análogo al de otros estudios o guías previas.
- **Dosis por inhalación de radón:** la determinación de la dosis producida por la inhalación de radón se basa en la estimación de la concentración del isótopo en el aire tras su exhalación a través de la cobertura del vertedero. El modelo utilizado para esta vía es el considerado por la *Health Protection Agency* del Reino Unido en HPA-RPD-020.
- **Dosis por ingestión directa:** La ingestión directa puede acontecer, en el caso de los trabajadores NORM, como resultado del polvo que durante las actividades laborales se haya depositado sobre la piel o la ropa, y que puede ser ingerido inadvertidamente al comer o fumar durante el turno de trabajo, por ejemplo. En el caso del resto de miembros del público, la ingesta inadvertida de material NORM puede darse como resultado de la migración del material hasta el terreno donde el público desarrolla sus actividades, ya sea por resuspensión, erosión o irrigación desde un acuífero contaminado. El modelo matemático tomado para esta vía es el de RP-122 parte 2, siendo análogo al de otros estudios o guías previas.
- **Dosis por ingestión secundaria:** La ingestión secundaria se refiere a la incorporación de contaminación a través del consumo de alimentos que a su vez se encontraran contaminados por el material NORM. El modelo matemático considerado es el recomendado por el IAEA en SRS-19, que es de desarrollo posterior al de RP-122 parte 2 y dispone de parámetros mejor contrastados y respaldados por la bibliografía.
- **Dosis por ingestión de agua potable:** La ingestión de agua se asume a largo plazo, considerando la lixiviación y migración de los radionúclidos a un acuífero. El modelo utilizado para esta vía es el considerado por la *Health Protection Agency* del Reino Unido en HPA-RPD-020.

3.2.6. Resultados de la evaluación

De acuerdo con la capacidad de cada tipo de vertedero para retener los radionucleidos presentes en los residuos, se han obtenido tres conjuntos de resultados. Los resultados en términos de dosis obtenidos (mSv/a) se han comparado con el criterio de dosis (mSv/a) para derivar la concentración máxima admisible en cada tipo de vertedero (Bq/g).

Los niveles de desclasificación (Bq/g) aplicables corresponden al escenario que implica un mayor impacto radiológico sobre la persona representativa (escenario más desfavorable). Estos niveles de desclasificación se incluyen en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3. Dichos niveles de desclasificación son directamente aplicables al radionucleido precursor de las cadenas de desintegración potencialmente presentes en los materiales radiactivos de origen natural, que son las referidas en la Tabla 4.

Esta metodología es análoga a la empleada en el informe de la Comisión Europea RP-122 parte 2, *“Practical use of the concepts of clearance and exemption. Part II: Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources”*, en el que se derivan los niveles de desclasificación para material NORM que eran de aplicación en España hasta la publicación del RINR (Real Decreto 1217/2024).

VERTEDERO DE RESIDUOS INERTES	Nivel de desclasificación condicional [Bq/g]				
	ROCAS	CENIZAS	ARENAS	ESCORIAS	GAS/PETROLEO
U-238sec	1	1	1	1	10
U-nat	10	10	10	10	500
Th-230	10	10	10	10	500
Ra-226+	10	10	10	10	50
Pb-210+	10	10	10	10	100
Po-210	5	5	5	5	50
U-235sec	1	1	1	1	10
U-235+	10	10	10	10	100
Pa-231	10	10	10	10	500
Ac-227+	5	5	5	5	50
Th-232sec	5	5	5	5	10
Th-232	5	5	5	5	100
Ra-228+	10	10	10	10	50
Th-228+	5	5	5	5	10
K-40	10	10	10	10	100

Tabla 1. Niveles de desclasificación condicional para el material NORM depositado en un vertedero de residuos inertes

VERTEDERO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	Nivel de desclasificación condicional [Bq/g]				
	ROCAS	CENIZAS	ARENAS	ESCORIAS	GAS/PETROLEO
U-238sec	1	1	1	1	10
U-nat	10	10	10	10	500
Th-230	10	10	10	10	500
Ra-226+	10	10	10	10	50
Pb-210+	10	10	10	10	500
Po-210	10	10	10	10	100
U-235sec	1	1	1	1	10
U-235+	10	10	10	10	100
Pa-231	10	10	10	10	500
Ac-227+	5	5	5	5	50
Th-232sec	5	5	5	5	10
Th-232	5	5	5	5	100
Ra-228+	10	10	10	10	50
Th-228+	5	5	5	5	10
K-40	10	10	10	10	100

Tabla 2. Niveles de desclasificación condicional para el material NORM depositado en un vertedero de residuos no peligrosos

VERTEDERO DE RESIDUOS PELIGROSOS	Nivel de desclasificación condicional [Bq/g]				
	ROCAS	CENIZAS	ARENAS	ESCORIAS	GAS/PETROLEO
U-238sec	5	5	5	5	10
U-nat	10	10	10	10	500
Th-230	10	10	10	10	500
Ra-226+	10	10	10	10	50
Pb-210+	10	10	10	10	500
Po-210	100	50	50	100	500
U-235sec	1	1	1	1	10
U-235+	10	10	10	10	100
Pa-231	10	10	10	10	500
Ac-227+	5	5	5	5	50
Th-232sec	5	5	5	5	10
Th-232	5	5	5	5	100
Ra-228+	10	10	10	10	50
Th-228+	5	5	5	5	10
K-40	50	50	50	50	500

Tabla 3. Niveles de desclasificación condicional para el material NORM depositado en un vertedero de residuos peligrosos

Nombre de la cadena	Isótopos en equilibrio secular
Cadenas del uranio ⁹	
U-238sec	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0.3%), U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U nat ¹⁰	U-238, Th-234, Pa-234m, Pa-234 (0.3%), U-234, U-235 (4.6%), Th-231 (4.6%)
Th-230	Th-230
Ra-226+	Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Pb-210+	Pb-210, Bi-210
Po-210	Po-210
U-235sec	U-235, Th-231, Pa-231, Ac-227, Th-227 (98.6%), Fr-223 (1.4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0.3%)
U-235+	U-235, Th-231
Pa-231	Pa-231
Ac-227+	Ac-227, Th-227 (98.6%), Fr-223 (1.4%), Ra-223, Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207, Po-211 (0.3%)
Cadenas del torio ¹¹	
Th-232sec	Th-232, Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64.1%), Tl-208 (35.9%)
Th-232	Th-232
Ra-228+	Ra-228, Ac-228
Th-228+	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64.1%), Tl-208 (35.9%)
Otros isótopos	
K-40	K-40

Tabla 4. Cadenas y subcadenas de desintegración natural

3.2.7. Niveles de desclasificación específicos para la gestión en vertedero de residuos NORM

Las conclusiones alcanzadas por ARBM, con resultados para cada una de las cadenas de desintegración natural, cada naturaleza de material procedente de la industria NORM y cada tipo de vertedero, pueden ser simplificadas con el objetivo de disponer de niveles de desclasificación más conservadores.

Esta simplificación tiene los siguientes objetivos:

- Una mayor claridad, que facilite la comprensión de los titulares afectados, y una aplicación más sencilla de los niveles de desclasificación propuestos.
- Una mayor generalización de los resultados, que permita una aplicación directa a todas las industrias NORM sin la especificidad propia de sectores industriales concretos.

⁹ Las cadenas del U-238 y el U-235 consideran el equilibrio secular para todos sus descendientes radiactivos.

¹⁰ La cadena de U natural considera la relación de los tres isótopos del uranio en su proporción natural, pero sólo considera el equilibrio secular hasta los isótopos del torio.

¹¹ La cadena del Th-232 considera el equilibrio secular para todos sus descendientes radiactivos.

Para ello, los resultados de la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 han sido resumidos en la Tabla 5, aplicables a cualquier industria NORM y cualquier naturaleza de material, sin perder la generalidad y validez del resultado propuesto por ARBM.

Cadena de desintegración	Nivel de desclasificación específico [Bq/g]	Observaciones
U-238sec	1	5 Bq/g para vertederos de residuos peligrosos.
U-nat	10	
Th-230	10	
Ra-226+	10	
Pb-210+	10	
Po-210	5	10 Bq/g para vertederos de residuos no peligrosos. 100 Bq/g para vertederos de residuos peligrosos.
U-235sec	1	
U-235+	10	
Pa-231	10	
Ac-227+	5	
Th-232sec	5	
Th-232	5	
Ra-228+	10	
Th-228+	5	
K-40	10	50 Bq/g para vertederos de residuos peligrosos.

Tabla 5. Niveles de desclasificación condicional para el material NORM depositado en un vertedero de residuos peligrosos

Los niveles de desclasificación específicos para la gestión en vertedero de material residual NORM que se proponen permiten el cumplimiento con los criterios radiológicos del RINR y son coherentes con los valores aplicados por otros organismos reguladores europeos.

3.2.8. Criterios para la aplicación de los niveles de desclasificación específicos en vertedero de residuos NORM

Teniendo en cuenta la simplificación llevada a cabo en el apartado 3.2.7, los criterios que ARBM estima necesarios para la aplicación de los niveles derivados específicos para la gestión en vertederos de los residuos NORM son los siguientes:

1. Todos los materiales residuales sólidos con contenido radiactivo de origen natural podrán ser desclasificados para su gestión por vías convencionales mediante su eliminación en vertedero de residuos, sin necesidad de solicitar autorización a la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, siempre que contengan o estén contaminados con radionucleidos en concentraciones iguales o inferiores a los niveles de desclasificación que figuran en la Tabla 5.
2. La eliminación de los materiales residuales sólidos con contenido radiactivo de origen natural desclasificados no podrá efectuarse en vertederos con

dedicación exclusiva para estos materiales, ya que se ha de garantizar la mezcla tecnológica con otros residuos sin contenido radiactivo.

3. Los niveles de desclasificación de la Tabla 5 son directamente aplicables al radionucleido precursor de las cadenas de desintegración presentes en los materiales radiactivos de origen natural, que son las referidas en la Tabla 4. En caso de que los materiales NORM presenten combinaciones de diferentes cadenas, la decisión de desclasificación se basará en el uso de la regla de la unidad:

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

Donde

C_i	Concentración de cada isótopo precursor de la cadena i-ésima presente en los materiales, obtenida garantizando un 95% de confianza [Bq/g]
ND_i	Nivel de desclasificación aplicable para la cadena i-ésima [Bq/g]

4. Los productores de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo de origen natural deberán disponer de los correspondientes documentos técnicos que reflejen los métodos y procedimientos de control implantados para llevar a cabo la caracterización radiológica y gestión posterior de los materiales residuales.
5. La trazabilidad del proceso de gestión de los materiales residuales, hasta su entrega a los gestores finales, estará garantizada por el titular de la instalación mediante el correspondiente sistema de registro y de archivo que deberá encontrarse en todo momento actualizado y a disposición del Consejo de Seguridad Nuclear.

3.3. Deficiencias de la evaluación

No aplica.

3.4. Discrepancias respecto de lo propuesto

No aplica.

4. Conclusiones y acciones

Se propone informe favorable sobre los niveles de desclasificación específicos para la eliminación en vertedero de material radiactivo de origen natural (NORM), de conformidad con el artículo 115.2.c) del RINR.

Se propone remitir a la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética el escrito que se incluye como anexo I de la presente propuesta de dictamen técnico.

4.1. Requerimientos del CSN

No.

4.2. Compromisos del titular

No aplica.