

Versión inicial del 7º Plan General de Residuos Radiactivos

11 de abril de 2022

7º PLAN GENERAL DE RESIDUOS RADIATIVOS

ÍNDICE

1	Introducción	5
1.1	Consideraciones previas	5
1.2	Marco de referencia	6
1.3	Definición, contenido y seguimiento del Plan	8
1.4	Situación actual de la gestión de los residuos radiactivos en España	10
1.5	Escenario de referencia	13
1.6	Objetivos generales y principios básicos en materia de gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado	17
2	Inventario de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado a gestionar en España	18
2.1	Origen de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado que se generan en España	18
2.2	Inventario a 31 de diciembre de 2020	21
2.3	Previsiones de generación	27
2.4	Inventario Nacional	32
3	Soluciones técnicas para la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado	35
3.1	Gestión de los residuos de muy baja, baja y media actividad.....	35
3.2	Gestión del combustible nuclear gastado, de los residuos de alta actividad y de los residuos especiales	45
4	Desmantelamiento y clausura de instalaciones.....	68
4.1	Situación actual.....	68
4.2	Líneas estratégicas de actuación	72
4.3	Actuaciones programadas.....	75
4.4	Situación internacional	80

5	Logística para la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado	84
6	Otras actuaciones	87
6.1	Vigilancia radiológica de los materiales metálicos	87
6.2	Protocolo Megaport	88
6.3	Apoyo a la respuesta en caso de emergencia	88
6.4	Gestión de pararrayos radiactivos	89
6.5	Otros materiales radiactivos aparecidos fuera del sistema regulador	90
6.6	Gestión de materiales residuales con contenido radiactivo de origen natural	90
7	Actividades de investigación y desarrollo.....	92
7.1	I+D en la gestión de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad	92
7.2	I+D en la gestión de combustible nuclear gastado y residuos de alta actividad	93
7.3	I+D en el desmantelamiento de instalaciones	95
7.4	Coordinación de las actividades de I+D y la gestión del conocimiento	95
7.5	Consolidar y asegurar la accesibilidad del conocimiento y tecnologías	96
7.6	Plataformas tecnológicas de I+D.....	96
7.7	Colaboración internacional.....	97
8	Responsabilidades respecto de la aplicación de este Plan	98
9	Indicadores de resultados para controlar los avances de la ejecución del Plan.....	102
9.1	Indicadores estratégicos	102
9.2	Indicadores operativos	103
9.3	Indicadores económico-financieros	105
10	Costes de las actividades contempladas en el Plan General de Residuos Radiactivos (2023-2100).....	106
10.1	Costes de la gestión de residuos de muy baja, baja y media actividad	106
10.2	Costes de la gestión de combustible nuclear gastado, residuos radiactivos de alta actividad y residuos especiales.....	109
10.3	Costes de desmantelamiento y clausura de instalaciones.....	111
10.4	Costes de otras actuaciones	112

10.5	Costes de I+D y estructura.....	112
10.6	Resumen de los costes de la gestión	113
11	Recursos y régimen de financiación.....	118
11.1	Recursos requeridos para cumplimiento del Plan.....	118
11.2	Fondo para la financiación de las actividades del PGRR	119
12	Política de transparencia y de responsabilidad social.....	123
12.1	Información y participación pública.....	123
12.2	Responsabilidad social corporativa	125
13	Acuerdos con Estados miembros o terceros países sobre gestión de los residuos radiactivos y el combustible nuclear gastado	127
	APÉNDICE: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	129

1 Introducción

1.1 Consideraciones previas

Los residuos radiactivos (RR) se generan como resultado de la utilización de la energía nuclear en la producción de electricidad y del desmantelamiento de las instalaciones nucleares (IINN), así como en la utilización de materiales radiactivos en actividades médicas, industriales, agrícolas, o de investigación. También pueden proceder de actividades llevadas a cabo en actuaciones de descontaminación o intervención. Adicionalmente, en España se han generado importantes cantidades de estériles procedentes de la minería del uranio y la fabricación de sus concentrados, con un bajo contenido de radiactividad de carácter natural.

Teniendo en cuenta su naturaleza específica, en particular, el hecho de que contienen materiales que emiten radiaciones ionizantes, la gestión de los RR exige su contención y su aislamiento a largo plazo, con el fin de proteger de estas radiaciones ionizantes, tanto la salud de las personas como al medio ambiente, adoptando medidas que incluyen el almacenamiento definitivo en instalaciones adecuadas, como punto de destino final.

Dar respuesta a esta necesidad constituye una cuestión de interés nacional y las decisiones que se adopten deben garantizar al máximo la seguridad, además de la transparencia y la participación pública. Se trata de una cuestión en la que están implicadas consideraciones éticas y de justicia intergeneracional, ya que los que en la actualidad nos beneficiamos de las actividades en las que se producen estos RR debemos procurar los recursos técnicos y económicos para que dicha gestión se lleve a cabo sin riesgos para las generaciones futuras.

Para llevar a cabo la gestión segura del combustible nuclear gastado (CG) procedente de los reactores nucleares y de los RR, España cuenta con una infraestructura significativa desde el punto de vista administrativo, técnico y económico-financiero.

En lo referente al ámbito administrativo, en España existe una organización, que más adelante se detalla, basada en un marco legislativo y reglamentario desarrollado de un modo acorde con la evolución de los requisitos reguladores internacionales, particularmente, por lo que respecta al ámbito de la Unión Europea, la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos; y en lo que se refiere al ámbito del Organismo Internacional de Energía Atómica, la Convención conjunta sobre seguridad en la gestión del combustible nuclear gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, que contempla y recoge las principales responsabilidades de las distintas partes implicadas en el proceso.

Por lo que se refiere al ámbito de la gestión técnica, España cuenta con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. (Enresa), como entidad encargada de la gestión del CG y los RR, así como del desmantelamiento de IINN, dotada de los recursos humanos, técnicos y financieros para llevar a cabo la labor que tiene encomendada.

En cuanto al aspecto económico-financiero, existe un sistema que garantiza la financiación de los costes de la gestión de los RR que, en el caso de las centrales nucleares (CCNN), se basa en la generación de unos fondos por anticipado a lo largo de su vida operativa, que se recaudan mediante el pago de unas prestaciones sobre la producción bruta de energía eléctrica.

Para los demás productores de RR, el sistema de financiación se basa en una contraprestación económica por los servicios prestados por Enresa, mediante el pago de las prestaciones correspondientes. Tanto en el caso de las CCNN como en el del resto de los productores de RR, las prestaciones pueden ser revisadas por el Gobierno.

1.2 Marco de referencia

La Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear (LEN) dispone en su artículo 38 bis que la gestión de RR y CG, y el desmantelamiento y clausura de IINN, constituye un servicio público esencial que se reserva a la titularidad del Estado, encomendándose a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E. (Enresa) la gestión de dicho servicio público, estando sus actividades y sistema de financiación actualmente recogidos en el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR. Asimismo, la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, que fue ampliamente modificada por la Ley 11/2009, de 26 de octubre, por la que se regulan las Sociedades Anónimas Cotizadas de Inversión en el Mercado Inmobiliario y declarada vigente por la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, establece el sistema de financiación de este servicio público, consistente en un sistema de cuatro tasas¹ a cargo de los productores de los RR.

El mismo artículo 38 bis de la LEN dispone que corresponde al Gobierno establecer la política sobre gestión de los RR, incluido el CG, y el desmantelamiento y clausura de IINN, mediante la aprobación del Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR), que le será elevado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), una vez oídas las Comunidades Autónomas (CCAA) en materia de ordenación del territorio y medio ambiente, y del que dará cuenta posteriormente a las Cortes Generales.

Por otra parte, la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del CG y de los RR, incorporada al derecho español por el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, dispone que los Estados miembros establecerán un programa nacional para la aplicación de la política de gestión del CG y de los RR.

Esta Directiva también establece que cada Estado miembro se asegurará de la ejecución de este programa nacional, que deberá cubrir todos los tipos de CG y RR bajo su

¹ Estas tasas, en virtud de la disposición final undécima de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, han pasado a tener naturaleza jurídica de prestación patrimonial de carácter público no tributario.

jurisdicción y todas las etapas de la gestión de dichos materiales, desde su generación hasta el almacenamiento definitivo, y que revisará y actualizará periódicamente su programa nacional, teniendo en cuenta los progresos científicos y técnicos, según corresponda, así como las recomendaciones, enseñanzas y buenas prácticas que deriven de los procesos de revisión entre pares que se contemplan en dicha Directiva.

En el sistema de gestión de RR en España, el PGRR constituye el documento oficial que contempla las estrategias, actuaciones necesarias y soluciones técnicas a desarrollar en el corto, medio y largo plazo, encaminadas a la adecuada gestión de los RR, al desmantelamiento y clausura de IINN e IIRR y al resto de actividades relacionadas con las anteriores, incluyendo las previsiones económicas y financieras para llevarlas a cabo.

Por otra parte, el marco regulador también contempla que Enresa remita al MITECO, durante el primer semestre de cada año, un estudio económico-financiero actualizado del coste de las actividades contempladas en el PGRR, así como la adecuación a dicho coste de los mecanismos financieros vigentes. De este modo, las actuaciones previstas en el PGRR y sus costes son objeto de un continuo proceso de actualización, en tanto no se produzcan cambios sustanciales de política y estrategias en los distintos componentes de este.

El 6º PGRR, aprobado por el Gobierno en junio de 2006, contempla las siguientes estrategias para los distintos componentes del Plan:

- Mantenimiento de la estrategia y capacidad de gestión de RR de baja y media actividad (RBMA) y de muy baja actividad (RBBA), cuyo elemento central es su almacenamiento definitivo en el Centro de Almacenamiento de El Cabril (CA El Cabril), situado en el término municipal de Hornachuelos (Córdoba).
- Mantenimiento de la estrategia de gestión temporal unificada del CG, residuos de alta actividad (RAA) y residuos especiales (RE) en una sola instalación, cuyo hito más importante será la puesta en funcionamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC).
- Provisión de capacidad adicional de almacenamiento de CG, RAA y RE en aquellas CCNN en que las necesidades de operación o de desmantelamiento lo requieran, y en tanto no puedan ser cubiertas por la operación del ATC.
- Desarrollo de las capacidades tecnológicas y de aceptación social necesarias para orientar e implantar en el futuro la solución de almacenamiento definitivo del CG, RAA y RE en un Almacén Geológico Profundo (AGP).
- Mantenimiento de la estrategia de desmantelamiento y clausura de IINN hasta la liberación de sus emplazamientos en el menor tiempo posible compatible con los criterios de minimización de dosis y protección de la salud y del medio ambiente.

Aunque la mayor parte de las estrategias del 6º PGRR se consideran válidas, resulta necesario aprobar un nuevo Plan, debido a la antigüedad del 6º PGRR, cuyas soluciones técnicas y previsiones económicas deben actualizarse, y a la necesidad de adecuarlo al marco normativo derivado de la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011. En dicha Directiva se establece que el Plan habrá de ser objeto de revisión

periódica, teniendo en cuenta los progresos científicos y técnicos, la experiencia adquirida, así como las recomendaciones, enseñanzas y buenas prácticas que se deriven de los procesos de revisión internacional inter pares, contemplados en la misma. Asimismo, la Directiva y el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, que la transpone, incluyen contenidos para el PGRR que no están incorporados en el 6º PGRR.

Adicionalmente, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), de 16 de marzo de 2021, contempla el cierre ordenado de las CCNN españolas en el horizonte temporal 2027-2035, lo que supone una modificación del escenario previsto en el 6º PGRR.

Por otro lado, cabe señalar que España, en cumplimiento del artículo 14.3 de la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011, ha realizado, en el año 2018, una revisión internacional inter pares (misión IRRS/ARTEMIS) en relación con la infraestructura reguladora y con el programa de gestión de RR y CG del país, respectivamente, en la que se han abordado aspectos reguladores, técnicos y estratégicos. La misión ARTEMIS efectuó recomendaciones para la actualización del PGRR, instando al Gobierno a adoptar medidas de aplicación inmediata a fin de aprobar las actualizaciones del PGRR.

A la vista de lo anterior, el 16 de marzo de 2020 se inició la tramitación del borrador del 7º PGRR. En base a lo establecido en la normativa, el MITECO ha realizado consultas previas a las Administraciones Públicas afectadas y a las personas interesadas, y aprobó en octubre de 2020 el documento de alcance que ha servido de base para el desarrollo del Estudio Ambiental Estratégico del plan.

1.3 Definición, contenido y seguimiento del Plan

El PGRR es el documento en el que se establece, de conformidad con el artículo 38 bis de la LEN, la política sobre la gestión de los RR, incluyendo el CG, y el desmantelamiento y clausura de las IINN, y constituye, asimismo, el programa nacional de aplicación de dicha política, según lo establecido en la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011.

Así, el PGRR recoge las estrategias, actuaciones necesarias y soluciones técnicas a desarrollar en el corto, medio y largo plazo, encaminadas a la adecuada gestión de los RR, al desmantelamiento y clausura de IINN e IIRR y al resto de actividades relacionadas con las anteriores, incluyendo las previsiones económicas y financieras para llevarlas a cabo.

Estas actividades se agrupan en cinco grandes líneas estratégicas, que se desarrollan a lo largo del documento:

- Gestión de RBBA y RBMA.
- Gestión de CG, RAA y RE.
- Desmantelamiento y Clausura de instalaciones.
- Investigación y Desarrollo.

- Otras actuaciones.

Por su parte, el seguimiento de las actividades que Enresa lleva a cabo para la implementación del PGRR vigente en cada momento se sustancia en la elaboración y remisión al MITECO, como Ministerio de tutela, de los siguientes documentos²:

a) Durante el primer semestre de cada año:

- 1º. Una memoria que incluya los aspectos técnicos y económicos relativos a las actividades del ejercicio anterior, y el grado de cumplimiento del presupuesto correspondiente.
- 2º. Un estudio económico-financiero (EEF) actualizado del coste de las actividades contempladas en el PGRR, así como la adecuación a dicho coste de los mecanismos financieros vigentes.

Este EEF conlleva un proceso de análisis en tres etapas:

- Análisis de la situación actual, valorando aquellos sucesos acaecidos desde la aprobación del último PGRR que tengan impacto en la gestión y presentación del inventario de RR producidos a diciembre del año anterior.
 - Establecimiento del escenario de referencia y evaluación de los inventarios totales de RR en función de las últimas previsiones disponibles.
 - Análisis de las acciones de futuro que permitan cumplir los objetivos fijados de gestión de CG y la clausura de las CCNN.
- b) Antes del 30 de noviembre de cada año, una justificación técnico-económica del presupuesto anual correspondiente al ejercicio siguiente, y su proyección para los cuatro años siguientes, de acuerdo con lo establecido en el estudio económico-financiero actualizado del coste de las actividades contempladas en el PGRR. En el caso de que, excepcionalmente, fuera necesario afrontar costes no previstos en el mencionado estudio económico-financiero, deberá remitir, previamente, la justificación correspondiente.
- c) Durante el mes siguiente a cada trimestre natural, un informe de seguimiento presupuestario correspondiente a dicho trimestre.

Asimismo, durante el primer trimestre de cada año, Enresa debe remitir al CSN la información sobre las actividades desarrolladas en el año anterior y las previsiones para el año en curso en relación con lo establecido en el PGRR, para dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 12.2 del Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero.

² Artículo 10 del Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos.

1.4 Situación actual de la gestión de los residuos radiactivos en España

España dispone de la infraestructura y los recursos necesarios, tanto en el ámbito administrativo, como en el técnico y el económico-financiero, para la gestión de los RR y del CG, y para el desmantelamiento y clausura de IINN.

Desde el punto de vista administrativo, el marco legal y reglamentario para la gestión del CG y los RR se integra en el marco general por el que se regula la energía nuclear en España, que es amplio y desarrollado acorde con la evolución de los requisitos reguladores internacionales. Dicho marco establece, por un lado, las responsabilidades de los diferentes actores y, por otro, la distribución de funciones entre las diversas autoridades competentes.

Los procedimientos básicos del marco regulador de la energía nuclear en los que se concreta la distribución de funciones administrativas entre las diferentes autoridades competentes son:

- Procedimiento de autorización.

Corresponde al MITECO otorgar las correspondientes autorizaciones de las IINN e IIRR, excepto para las IIRR de 2ª y 3ª categoría³, cuando tal competencia se haya transferido a las CCAA que lo hayan solicitado.

Cualquier autorización de una instalación nuclear o radiactiva debe contar con el informe del CSN, único Organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica e independiente del Gobierno. Este informe, además de ser preceptivo, es vinculante cuando es denegatorio, o en cuanto a los límites y condiciones que establezca en materia de seguridad nuclear y protección radiológica cuando es positivo.

Corresponde al MITECO la aprobación de la Declaración Ambiental Estratégica y la Declaración de Impacto Ambiental relativas a los planes y los proyectos de esta naturaleza.

- Procedimiento normativo.

Corresponde al Gobierno aprobar los desarrollos reglamentarios de las leyes aprobadas por el Parlamento, siendo, en la actualidad, el MITECO el departamento ministerial encargado de tramitar y elevar las propuestas normativas en el ámbito de la energía nuclear. Cuando las propuestas se refieren a materias que pueden afectar a la seguridad nuclear o la protección radiológica, la iniciativa le corresponde al CSN, quien da traslado al MITECO de las propuestas para su tramitación ante el Gobierno.

El CSN está facultado para emitir su normativa propia mediante la aprobación de Instrucciones, que son normas técnicas en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, que se integran en el ordenamiento jurídico interno, con carácter

³ Según se clasifican en el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre.

vinculante para los sujetos afectados por su ámbito de aplicación una vez notificadas o publicadas en el Boletín Oficial del Estado y cuyo incumplimiento está tipificado legalmente como infracción administrativa, siendo sancionable con arreglo al régimen sancionador de la LEN. También puede emitir Instrucciones Técnicas Complementarias, que son actos administrativos de carácter vinculante para aquellos sujetos a los que van dirigidas y que tienen por objeto garantizar el mantenimiento de las condiciones y los requisitos de seguridad de las instalaciones y actividades y el mejor cumplimiento de los requisitos establecidos en cada autorización. Por último, el CSN emite Circulares y Guías, que son documentos técnicos de carácter informativo y recomendaciones técnicas, respectivamente, que no tienen carácter vinculante.

- Procedimiento de vigilancia y control.

La revisión y evaluación de la seguridad nuclear y la protección radiológica de las IINN e IIRR, así como la inspección de las mismas, le corresponde, íntegramente, al CSN, como único órgano competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

En lo que respecta a otras materias, tales como la seguridad física, la preparación para las emergencias o el impacto radiológico ambiental, la vigilancia y control se ejercitan coordinadamente con los órganos de otros Departamentos ministeriales o autonómicos que también resultan competentes en razón de la materia.

- Procedimiento sancionador.

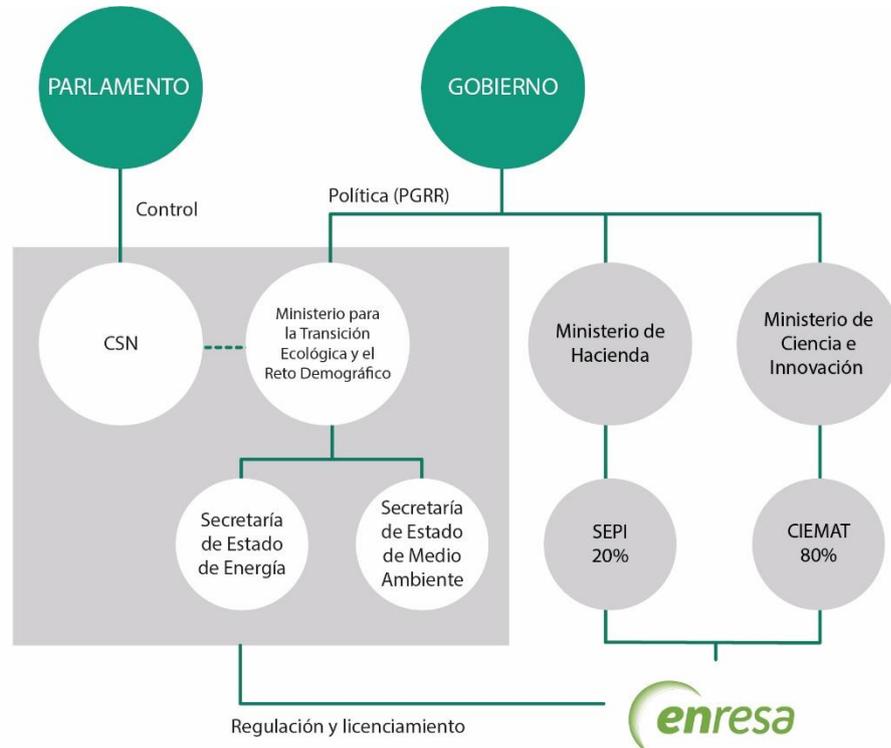
Corresponde a la Dirección General de Política Energética y Minas del MITECO tramitar los expedientes sancionadores a las IINN e IIRR, excepto para las instalaciones de 2ª y 3ª categoría para las que la competencia se haya transferido a las CCAA, así como elevar las propuestas de sanción a la autoridad que determina la legislación de acuerdo con la gravedad de la infracción.

Cuando las infracciones se refieren a materias relacionadas con la seguridad nuclear o con la protección radiológica, la iniciativa le corresponde al CSN, quien propone al MITECO la iniciación del correspondiente expediente. En materia de protección física, el Ministerio del Interior y el CSN pueden proponer el inicio de expedientes sancionadores por infracciones contra el marco normativo de energía nuclear.

Adicionalmente, el CSN está legalmente habilitado para, bajo determinadas circunstancias previstas en la LEN, remitir apercibimientos a los titulares, estableciendo las medidas correctoras. Caso de que los titulares no respondan al apercibimiento, el CSN está habilitado para imponer multas de carácter coercitivo de acuerdo con el procedimiento establecido a tal efecto en la legislación.

En la figura 1 se muestra el sistema nacional establecido para la gestión de los RR y del CG.

Figura 1. Organigrama del control institucional



En lo que respecta a la infraestructura técnica y económico-financiera de la gestión de los RR y el CG en España, desde 1984 esta gestión es competencia de Enresa, empresa instrumental a través de la cual se presta este servicio público esencial. El marco jurídico actual establece también que la financiación de este servicio público se realizará mediante un sistema de prestaciones patrimoniales a cargo de los productores de RR.

En el campo de los RBMA y RBBA se dispone de un sistema integral de gestión consolidado, del que forma parte esencial el CA El Cabril, que es una instalación centralizada de almacenamiento definitivo de este tipo de RR.

En lo que se refiere al CG, se cuenta con capacidad para su almacenamiento temporal en las piscinas de almacenamiento de las CCNN y en almacenes temporales individuales en seco (ATI) en las CCNN.

Asimismo, se ha acumulado experiencia en el programa de gestión definitiva para el CG/RAA en lo que respecta al conocimiento de la geología española, habiéndose estudiado el diseño genérico de una instalación de almacenamiento geológico profundo en las tres litologías (granito, arcilla y sal) existentes en el país y los correspondientes ejercicios de evaluación del comportamiento y la seguridad a largo plazo, los cuales han incorporado los resultados de la I+D realizada a través de los distintos PGRR desde 1987.

Por lo que respecta al desmantelamiento y clausura de IINN e IIRR, existe en la actualidad un sistema establecido para llevar a cabo las actividades necesarias para el desmantelamiento y clausura de las instalaciones reglamentadas y están también definidos los agentes que intervienen en el mismo.

A lo largo de los últimos años se ha acumulado una notable experiencia en este campo a través del desmantelamiento de las instalaciones de tratamiento de mineral de uranio (Antigua fábrica de uranio de Andújar (FUA), La Haba y Saelices el Chico), así como la restauración de las explotaciones mineras, el desmantelamiento parcial de la CN Vandellós I, la clausura de los reactores de investigación (Argos y Arbi), y el desmantelamiento de diferentes instalaciones en el Ciemat dentro del Proyecto Plan Integral de Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC), estando actualmente en desmantelamiento, desde 2010, la CN José Cabrera.

El desarrollo y la continua mejora de este marco y de las actuaciones de Enresa requieren mantener seguimiento constante y participar activamente en los programas de gestión de RR de los organismos internacionales, tales como la Unión Europea (UE), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (NEA/OCDE) o la “*International Nuclear Law Association*” (INLA), y, en su caso, mantener los acuerdos bilaterales o multilaterales con otras organizaciones que tengan funciones y programas de interés para Enresa.

1.5 Escenario de referencia

El escenario de referencia que contempla el PGRR, a efectos de planificación y cálculos, se puede resumir en los siguientes puntos:

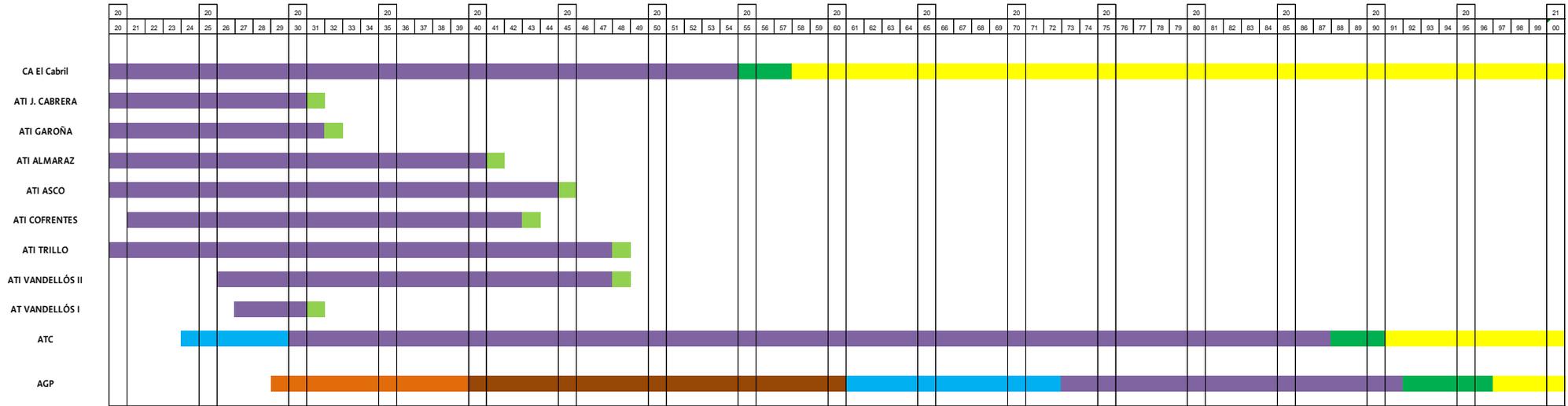
- Cese de la explotación de las CCNN en coherencia con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) y con el Protocolo de cese ordenado de explotación de CCNN firmado entre Enresa y los propietarios, en marzo de 2019.

Central Nuclear	Fecha de cese de explotación (mes/año)
CN Almaraz I	11/2027
CN Almaraz II	10/2028
CN Ascó I	10/2030
CN Cofrentes	11/2030
CN Ascó II	9/2032
CN Vandellós II	2/2035
CN Trillo	5/2035

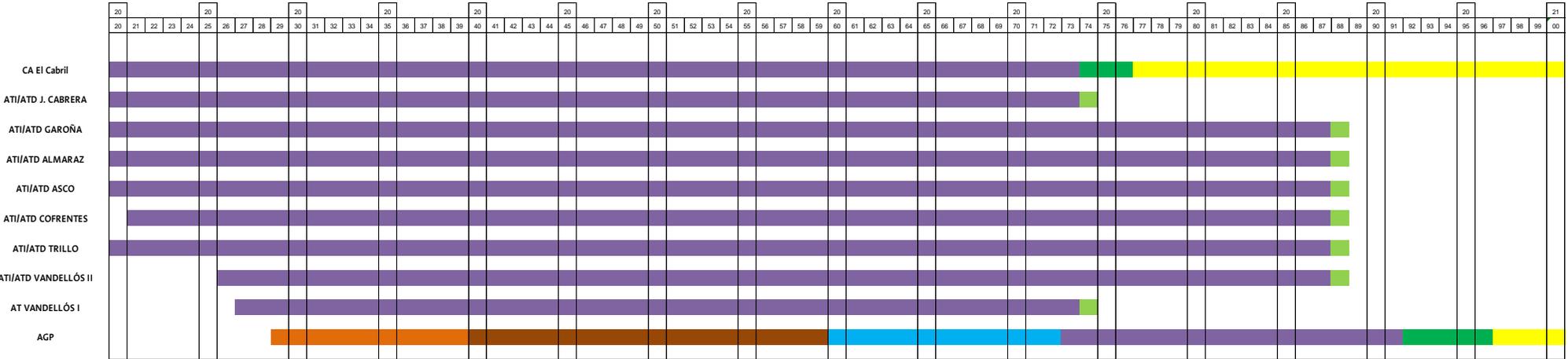
- Ciclo abierto del combustible, es decir, no se contempla la opción del reprocesado del CG.

- Mantenimiento de las capacidades operativas del CA El Cabril, para los RBMA y RBBA procedentes de la operación y desmantelamiento de todas las instalaciones nucleares.
- Mantenimiento de la capacidad de gestión de CG, RAA y RE en las CCNN, mediante ATI.
- Puesta en marcha de un ATC en 2030 o alternativamente de un Almacén Temporal Descentralizado (ATD) para CG, RAA y RE en cada central nuclear (Almaraz, Ascó, Cofrentes, Santa María de Garoña, José Cabrera, Trillo y Vandellós II) antes de iniciar el desmantelamiento de su piscina de combustible. El periodo de operación considerado para estas instalaciones es de aproximadamente 60 años, compatible con la gestión definitiva en el AGP.
- Puesta en marcha en 2027 de un almacén temporal en el emplazamiento de la CN Vandellós I para alojar los RR procedentes del reproceso del CG y en su caso, los RE procedentes del desmantelamiento de la central. El periodo de operación considerado para esta instalación es de aproximadamente 60 años, compatible con la gestión definitiva en el AGP.
- Puesta en marcha del AGP de CG, RAA y RE en 2073.
- Desmantelamiento total inmediato de las CCNN de tipo agua ligera. Las labores previas se iniciarán entre tres y, preferentemente, cinco años antes de la fecha de cese definitivo, de modo que la transferencia de titularidad e inicio de las obras de desmantelamiento pueda llevarse a cabo en un plazo no superior a tres años después del cese definitivo. En estos años se llevarán a cabo las actividades de vaciado de piscinas, las tareas preparatorias del desmantelamiento y la obtención de la autorización de desmantelamiento y transferencia de titularidad a Enresa. Una vez obtenida esta autorización, se iniciarán las obras de desmantelamiento con una duración estimada de diez años. En el caso de la CN Vandellós I se ejecutará la última fase de su desmantelamiento a partir de 2030, con una duración de quince años. El período de vigilancia, una vez finalizadas las obras, se estima en un máximo de diez años, previo a la declaración de clausura.

**INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS Y COMBUSTIBLE GASTADO
ALTERNATIVA ATC**



ALTERNATIVA ATD



OPERACIÓN INST. ALMACENAMIENTO
 SELECCIÓN EMPLAZAMIENTO
 CARACTERIZACIÓN
 CONSTRUCCIÓN INT. ALMACENAMIENTO
 DESMANTELAMIENTO
 CIERRE Y CLAUSURA REPOSITARIOS
 VIGILANCIA INSTITUCIONAL

1.6 Objetivos generales y principios básicos en materia de gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado

Los principios generales en los que se fundamentan las líneas estratégicas de actuación más importantes para la gestión de los RR y del CG que se contemplan en este Plan, son los siguientes:

1º. De acuerdo con el principal fundamento en el que ha de estar basada cualquier política en materia de gestión de RR se establece como principio básico la minimización de su producción, reduciéndose su generación al mínimo razonable, tanto en lo que se refiere a su actividad como a su volumen.

Con este fin, se prevé la continuación y el reforzamiento en la coordinación con los productores, así como un esfuerzo en innovación e investigación en el desarrollo de técnicas de tratamiento que conlleven la reducción del volumen de RR, y el desarrollo complementario de técnicas de descontaminación y medida.

2º. Sin perjuicio de las condiciones de seguridad establecidas en el marco jurídico español, cuya supervisión corresponde al CSN, en la gestión de los RR y del CG se utilizarán preferentemente sistemas de seguridad pasivos, entendiendo por tales aquellos en los que la seguridad está basada en un diseño intrínsecamente seguro, con componentes cuya funcionalidad se asegura por principios físicos no dependientes de energía externa.

3º. El coste de la gestión de los RR y del CG será soportado por quienes hayan generado dichos materiales. El sistema de financiación se basa en dotaciones al denominado “Fondo para la financiación de actividades del PGRR”, de acuerdo con lo establecido en la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Esta ley establece un sistema de financiación basado en cuatro prestaciones patrimoniales en función del tipo de productores o servicios.

Los objetivos generales de este Plan son los siguientes:

1º. Definir la política para la gestión de los RR y desmantelamiento y clausura de las IINN e IIRR.

2º. Establecer las líneas estratégicas de actuación en las distintas etapas de gestión para las tipologías de RR que se generan en la operación y desmantelamiento de las IINN e IIRR, incluido el transporte.

3º. Plantear las principales actuaciones programadas, necesarias para el desarrollo de la estrategia planteada.

4º. Definir las principales líneas de investigación para orientar el planteamiento de los Planes de I+D en relación con la gestión de RR y el desmantelamiento de IINN e IIRR.

5º. Identificar los cauces para la gestión de material radiactivo procedente de instalaciones no reguladas.

6º. Evaluar los costes futuros de todas las actuaciones planteadas en el Plan.

2 Inventario de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado a gestionar en España

En España, los residuos radiactivos (RR) se clasifican en: residuos de muy baja actividad (RBBA), residuos de baja y media actividad (RBMA) - ambos son almacenados definitivamente en el centro de almacenamiento (CA) El Cabril -, y en residuos especiales (RE) y residuos de alta actividad (RAA), incluyendo estos últimos principalmente el combustible nuclear gastado (CG). Esta clasificación se realiza en función de las instalaciones de gestión, que son autorizadas para un determinado volumen, inventario radiológico y unos determinados límites de concentraciones de actividad específica según la naturaleza de los distintos radioelementos presentes.

- Los denominados RBMA integran aquellos RR cuya actividad se debe principalmente a la presencia de radionucleidos emisores beta o gamma, de periodo de semidesintegración corto o medio (inferior a 30 años) y cuyo contenido en radionucleidos de vida larga es muy bajo y se encuentra limitado. Este grupo incluye a los RBBA, que forman un subconjunto de los de baja y media actividad y, que, en general, presentan actividades específicas entre 1 y 100 bequerelios por gramo, pudiendo llegar hasta varios miles en el caso de algunos radionucleidos de baja radiotoxicidad o tratándose de cantidades pequeñas.
- Se denominan RAA los que contienen emisores alfa de larga vida, con periodo de semidesintegración superior a 30 años, en concentraciones apreciables, que generen calor por efecto de la desintegración radiactiva, ya que su actividad específica es alta. Su principal exponente es el CG descargado de los reactores nucleares que, de acuerdo con los PGRR aprobados hasta la fecha, se considera RR. En el inventario nacional se computan separadamente, dada su importancia en términos cuantitativos (la mayor parte de los RAA son CG) y de gestión.
- Adicionalmente, se denominan RE los aditamentos del combustible nuclear, las fuentes neutrónicas, la instrumentación intranuclear usada o los componentes sustituidos provenientes del sistema de la vasija del reactor y componentes internos del reactor, generalmente de carácter metálico, que, por sus características radiológicas, no son susceptibles de ser gestionados en las instalaciones del CA El Cabril. Como RR de larga vida y actividad significativa, su gestión temporal y definitiva se plantea de una manera similar a la de los RAA.

2.1 Origen de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado que se generan en España

Los principales centros generadores de RR son las CCNN, resultantes tanto de su operación como de su desmantelamiento. No obstante, existen también IINN e IIRR generadoras de RR como son la fábrica de elementos combustibles de Juzbado, centros

de investigación, universidades, hospitales, industrias, etc. En la figura 3 se localizan estos centros productores en España.

Figura 3. Mapa de las instalaciones generadoras de RR a 31-12-2020



A fecha 31 de diciembre de 2020 en España hay 7 reactores en funcionamiento, en 5 emplazamientos. Las CCNN Vandellós I, José Cabrera y Santa María de Garoña se encuentran paradas y en distinta situación administrativa. La primera cesó su operación en octubre de 1989, encontrándose actualmente en fase de latencia tras su desmantelamiento parcial y en espera, por tanto, de su desmantelamiento total. La CN José Cabrera terminó de operar en abril de 2006, estando actualmente en la fase final de su desmantelamiento total. La CN Santa María de Garoña está en situación de cese definitivo de explotación desde agosto de 2017, pendiente del inicio de su desmantelamiento.

La fábrica de elementos combustibles de Juzbado de Enusa Industrias Avanzadas, S.A., S.M.E. (Enusa), está localizada en la provincia de Salamanca y entró en funcionamiento en el año 1985, dedicando su actividad a la fabricación de elementos de combustible de óxido de uranio para reactores PWR, BWR y VVER.

El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) está situado en Madrid y engloba un conjunto de IIRR operativas y otro conjunto de IINN e IIRR paradas de forma definitiva, que han sido desmanteladas bajo el proyecto PIMIC.

Las IIRR utilizan isótopos radiactivos y, por tanto, están sujetas a control por el organismo regulador. En la actualidad, Enresa tiene contrato de recogida de RR con 927 IIRR para la gestión de sus RR.

Adicionalmente al reactor JEN-1 del Ciemat, cuyo desmantelamiento está finalizado y sus RR inventariados en el proyecto de desmantelamiento Ciemat-PIMIC, en España existieron otros dos reactores denominados Argos (1963-1977) y Arbi (1962-1972), localizados respectivamente en Barcelona y Bilbao.

Estos reactores, ambos del tipo ARGONAUT de 10 kW de potencia máxima, están actualmente desmantelados y su declaración de clausura emitida en los años 2003 y 2005, respectivamente. El reactor Argos no generó ningún RR en su desmantelamiento y los RR procedentes del Arbi se enviaron al CA El Cabril.

Adicionalmente, Enresa gestiona fuentes huérfanas, RR procedentes de instalaciones o empresas convencionales, pertenecientes fundamentalmente a la industria siderúrgica y de recuperación de metales, en las que se detectan materiales radiactivos mezclados en la chatarra metálica que procesan, así como los RR resultantes de los incidentes a que pueda dar lugar la existencia de estos materiales.

El CA El Cabril genera en su operación RR que se gestionan de forma análoga a los residuos externos que recibe para su tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de IIRR y otros productores.

Con el fin de completar el Inventario nacional de RR, se deben incluir aquellos procedentes del reprocesado de CG que fueron en su día enviados a otros países y que tienen que retornar a España en los próximos años, en función de las cláusulas contractuales y de la disponibilidad de instalaciones en España que permitan su gestión ulterior. Actualmente, sólo existen RR españoles en Orano (La Hogue, Francia), generados como consecuencia del reproceso, en el pasado, del CG de CN Vandellós I en las instalaciones de Marcoule (Francia).

En lo que respecta al CG, es necesario gestionar el producido por todas las CCNN españolas, tanto las que están en operación como las que cesaron su operación, a excepción del CG producido en CN Vandellós I.

Por último, hay que tener en cuenta los materiales residuales procedentes de la primera parte del ciclo de combustible nuclear, la operación de la minería y plantas de concentrados de uranio. Estos materiales residuales requieren una gestión específica que, siguiendo la práctica internacional, se basa en la estabilización “in situ” en el propio emplazamiento.

A continuación, en la tabla 1, se indican las cantidades de estériles de minería y de producción de concentrados de uranio a 31 de diciembre de 2020, de las instalaciones específicas a las que se hace mención en la tabla 19 del capítulo 4, apartado 4.1.(Estado actual de actividades de desmantelamiento y clausura de instalaciones de minería y fabricación de concentrados de uranio).

Tabla 1. Estériles de minería y de producción de concentrados de uranio a 31-12-2020, en toneladas (t)

Instalaciones	Estériles de mina (x10 ⁶ t)	Procedentes de eras (x10 ⁶ t)	Procedentes de lodos (x10 ⁶ t)	Procedentes de clasificación (x10 ⁶ t)
Fábrica de Uranio de Andújar (FUA)			1,20	
19 Antiguas minas de uranio (Extremadura y Andalucía)	0,30			
Planta Lobo-G (La Haba)	8,6		0,28	
Planta Elefante (Saelices el Chico)		7,2	0,43	
Saelices el Chico (explo. mineras)	68			
Planta Quercus (Saelices el Chico)		1,15	0,95	2,69
2 Antiguas minas de uranio (Salamanca)	0,02			

2.2 Inventario a 31 de diciembre de 2020

En esta sección se detalla el Inventario de los RR y CG con datos a 31 de diciembre de 2020, indicando su procedencia.

Los datos de los RR cuyo destino previsto sea su almacenamiento definitivo en el CA El Cabril se indican en volumen (m³) de RR acondicionado para su aceptación. Estos RR son acondicionados en unidades de almacenamiento, es decir en contenedores normalizados (tipo CE-2a o equivalente). El CG se indica en número de elementos combustibles, en toneladas de uranio sin irradiar y en volumen (m³) de elementos combustibles en las cápsulas normalizadas (tipo AGP).

A 31 de diciembre de 2020 el grado de ocupación en las celdas de RBMA del CA El Cabril es de 79,92% y en las celdas de RBBA del 43,07%.

2.2.1 Residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad

El inventario de los RBBA y RBMA a 31 de diciembre de 2020 se muestra en las tablas 2, 3 y 4. Se diferencian los RR que se encuentran en las estructuras de almacenamiento definitivo existentes en el CA El Cabril y los que están pendientes de almacenamiento definitivo, bien en los almacenes de esta instalación o en el almacén del centro productor:

Tabla 2. RBBA generados en las CCNN y otras instalaciones

		VOLUMEN DE RBBA (m ³)			
		Producidos	Almacenados temporalmente en el centro productor	Almacenados temporalmente en CA El Cabril	Almacenados definitivamente en CA El Cabril
CN Almaraz	Operación	1.015	724	1	290
CN Ascó	Operación	921	704	27	190
CN Cofrentes	Operación	1.775	860	1	914
CN Garoña	Operación	645	166	14	465
CN José Cabrera	Operación	412			412
	Desmantelamiento	5.996	299	13	5.684
	Total	6.408	299	13	6.096
CN Trillo	Operación	173	53	25	95
CN Vandellós I	Desmantelamiento	1.162	756		406
CN Vandellós II	Operación	298	180	13	105
Enusa	Operación	592	206	49	337
Ciemat	Operación	738	22		716
	Desmantelamiento	6.829		2	6.827
	Total	7.567	22	2	7.543
CA El Cabril / IIRR/Incidentes	Operación	6.538		3.582	2.956
TOTALES		27.094	3.970	3.727	19.397

Tabla 3. RBMA generados en las CCNN y otras instalaciones

		VOLUMEN DE RBMA (m ³)			
		Producidos	Almacenados temporalmente en el centro productor	Almacenados temporalmente en CA El Cabril	Almacenados definitivamente en CA El Cabril
CN Almaraz	Operación	5.415	1.307	43	4.065
CN Ascó	Operación	4.799	645	6	4.148
CN Cofrentes	Operación	7.674	1.387	56	6.231
CN Garoña	Operación	5.261	323	78	4.860
CN José Cabrera	Operación	4.766		1	4.765
	Desmantelamiento	2.021	7	8	2.006
	Total	6.787	7	9	6.771
CN Trillo	Operación	1.647	134	1	1.512
CN Vandellós I	Operación	1.967	1.572		395
	Desmantelamiento	1.773	11		1.762
	Total	3.740	1.583		2.157
CN Vandellós II	Operación	1.630	272	5	1.353
Enusa	Operación	121	72	34	15
Ciemat	Operación	14			14
	Desmantelamiento	175			175
	Total	189			189
CA El Cabril / IIRR/Incidentes	Operación	3.754		128	3.626
TOTALES		41.017	5.730	360	34.927

Tabla 4. Resumen Inventario RBBA/RBMA generados en CCNN y otras instalaciones

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN APROXIMADO (m ³)	%
RBBA	27.100	40
RBMA	41.000	60
TOTAL	68.100	100

Figura 4. Estructura por tipo de residuos RBBA/RBMA generados a 31-12-2020

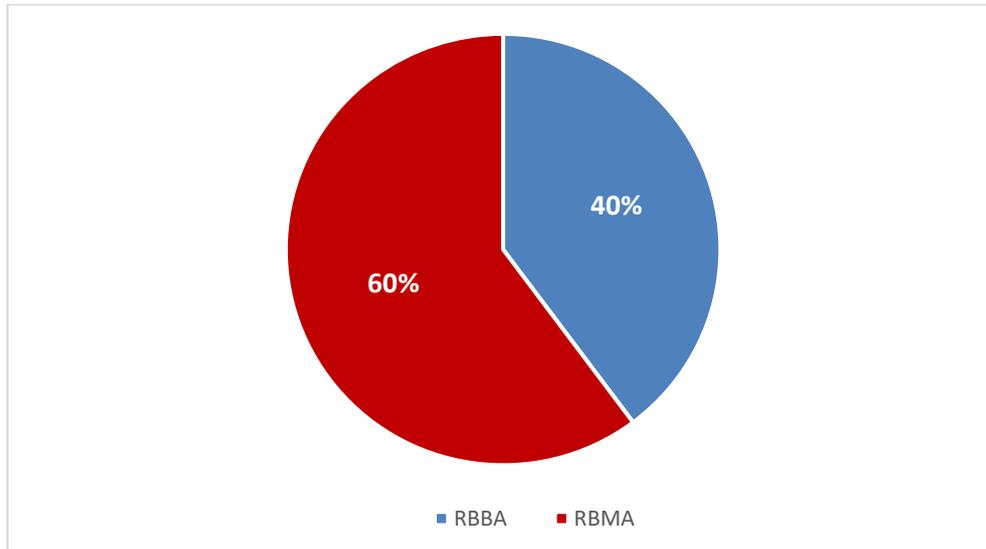
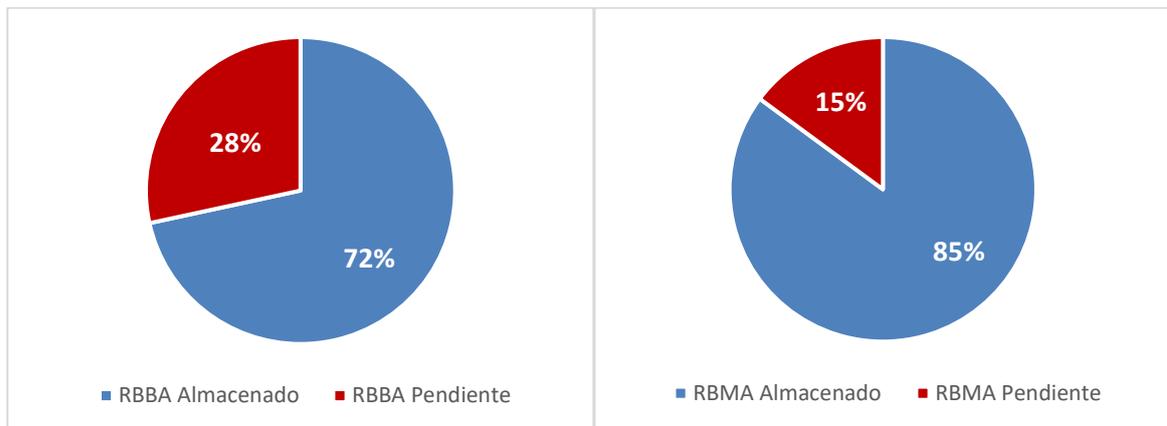


Figura 5. Porcentaje de RR almacenados en celdas de CA El Cabril a 31-12-2020



2.2.2 Residuos especiales

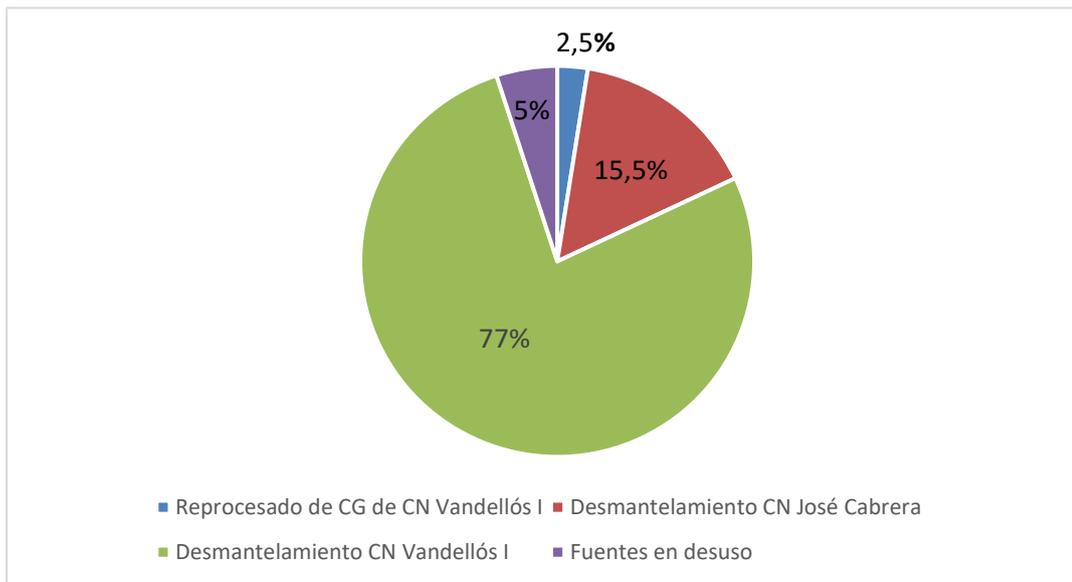
Para la elaboración del inventario de RE a 31 de diciembre de 2020 se han tenido en cuenta los siguientes RR, acondicionados en distintos tipos de contenedores:

- RR procedentes del reprocesado del CG de CN Vandellós I, constituidos por residuos vitrificados de media actividad y residuos supercompactados, que están acondicionados en cápsulas y almacenados actualmente en Francia.
- RR procedentes del desmantelamiento tanto de CN José Cabrera como de CN Vandellós I que tienen condición de RE.
- Fuentes en desuso.

Tabla 5. RE generados a 31-12-2020

TIPO DE RESIDUO		VOLUMEN APROXIMADO (m ³)	%
Reprocesado de CG de CN Vandellós I		5	2,5
Desmantelamiento	CN José Cabrera	31	15,5
	CN Vandellós I	154	77
Fuentes en desuso		10	5
TOTAL		200	100

Figura 6. Estructura por origen de RE generados a 31-12-2020



2.2.3 Combustible nuclear gastado y residuos radiactivos de alta actividad

Para la elaboración del inventario de CG y RAA a 31 de diciembre de 2020 se han tenido en cuenta los siguientes RR:

- RAA: Son los residuos vitrificados procedentes del reprocesado del CG de la CN Vandellós I, y su acondicionamiento se efectúa en cápsulas de acero inoxidable estandarizadas, que ocupan un volumen total aproximado de 13 m³. Actualmente se encuentran almacenados en Francia.
- CG: El inventario de CG procedente de las CCNN españolas a gestionar consta de dos tipos de elementos combustibles (EC), según el tipo de reactor del que proceden: “Pressurized Water Reactor” (PWR) y “Boiling Water Reactor” (BWR).

- Del tipo BWR, hay en la actualidad tres tipos de red: 8x8, 9x9 y 10x10, que se han utilizado indistintamente en las CCNN Santa María de Garoña y Cofrentes. Para cada reactor, dichos tipos de elementos combustibles son dimensionalmente similares, siendo sus principales diferencias la longitud máxima y peso (incluida la masa de uranio), mayores en CN Cofrentes.

Del tipo PWR, existen en España de tres tipos: 14x14, 16x16 y 17x17, con grandes diferencias dimensionales entre sí (CN José Cabrera: 14x14; CN Trillo: 16x16; y el resto, CCNN de Almaraz, Ascó y Vandellós II: 17x17). Adicionalmente, para el combustible con el mismo tipo de red existen diferentes modelos de elementos combustibles con diferencias de diseño y de composición de materiales estructurales.

Actualmente, los elementos de combustible nuclear gastado se encuentran almacenados en las piscinas de cada reactor, salvo en el caso de CN José Cabrera, que se encuentran en su totalidad almacenados en un ATI en el mismo emplazamiento, y en las CCNN de Trillo, Ascó, Almaraz y Cofrentes, que, por no disponer de capacidad suficiente en sus piscinas, disponen de un ATI en su emplazamiento.

A continuación, se muestra de manera resumida, en la tabla 6, el número de elementos de combustible generados que se encuentran en las piscinas de las CCNN o en los ATI a 31 de diciembre de 2020, indicando la masa de uranio sin irradiar por central. El volumen total de estos residuos es aproximadamente 8.500 m³.

Tabla 6. Inventario de CG a 31-12-2020

CENTRAL NUCLEAR	ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE			
	Almacenados			Toneladas de uranio
	Piscina	Seco (ATI)	Total	
CN Almaraz I	1.576	64	1.640	757
CN Almaraz II	1.468	96	1.564	722
CN Ascó I	1.160	384	1.544	705
CN Ascó II	1.196	320	1.516	694
CN José Cabrera		377	377	100
CN Trillo	528	800	1.328	627
CN Vandellós II	1.332		1.332	606
CN Cofrentes	4.736		4.736	851
CN Garoña	2.505		2.505	440
TOTAL	14.501	2.041	16.542	5.502

2.3 Previsiones de generación

Las previsiones de generación a futuro están basadas en el escenario de referencia indicado en la sección 1.5 en sus dos alternativas: ATC y ATD.

2.3.1 Residuos de muy baja, baja y media actividad

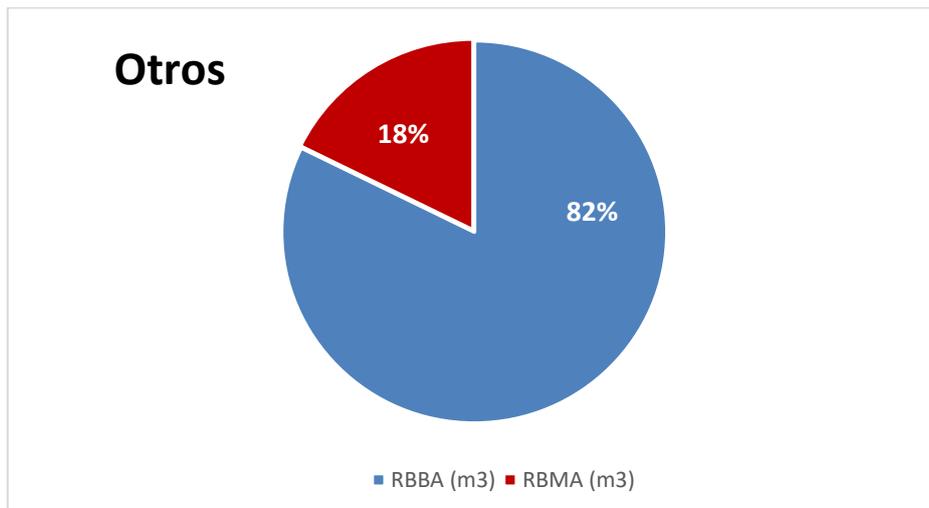
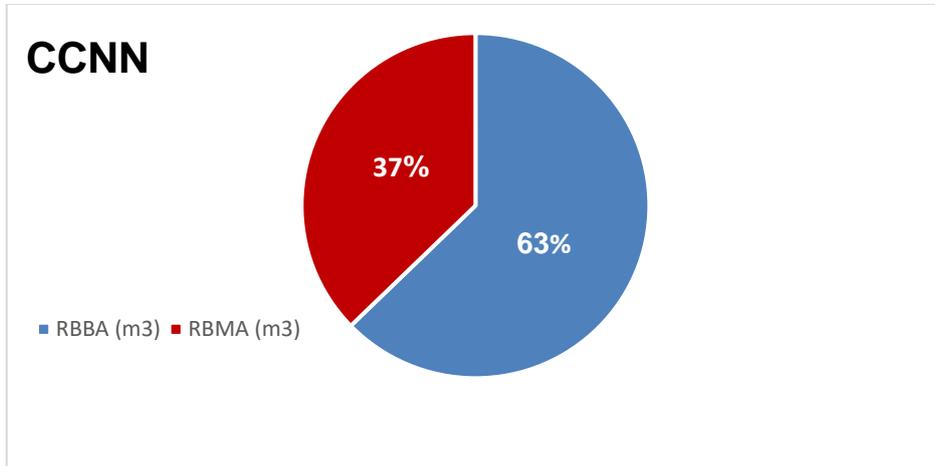
Las previsiones de generación de RBBA/RBMA desde el 1 de enero de 2021, se detallan a continuación:

a) Alternativa ATC

Tabla 7. Previsión de generación de RBBA y RBMA de las CCNN y otras instalaciones (alternativa ATC)

		VOLUMEN DE RBBA (m ³)	VOLUMEN DE RBMA (m ³)
CN Almaraz	Operación	2.700	1.000
	Desmantelamiento	13.600	6.500
	Total	16.300	7.500
CN Ascó	Operación	1.800	2.300
	Desmantelamiento	13.600	6.500
	Total	15.400	8.800
CN Cofrentes	Operación	900	3.400
	Desmantelamiento	11.000	9.200
	Total	11.900	12.600
CN Garoña	Operación	100	100
	Desmantelamiento	7.500	5.900
	Total	7.600	6.000
CN José Cabrera	Desmantelamiento	2.700	
	Total	2.700	
CN Trillo	Operación	200	900
	Desmantelamiento	7.700	3.300
	Total	7.900	4.200
CN Vandellós I	Desmantelamiento	15.400	8.000
	Total	15.400	8.000
CN Vandellós II	Operación	700	800
	Desmantelamiento	7.700	3.300
	Total	8.400	4.100
Enusa	Operación	350	10
	Desmantelamiento	40	0
	Total	390	10
Ciemat	Operación	170	10
	Desmantelamiento	740	
	Total	910	10
Otros (incluye el CA El Cabril)	Operación	11.750	2.880
	Desmantelamiento	480	20
	Total	12.230	2.900
TOTAL		≈99.100	≈54.100

Figura 7. Previsión de generación por tipo de RBBA/RBMA (alternativa ATC)

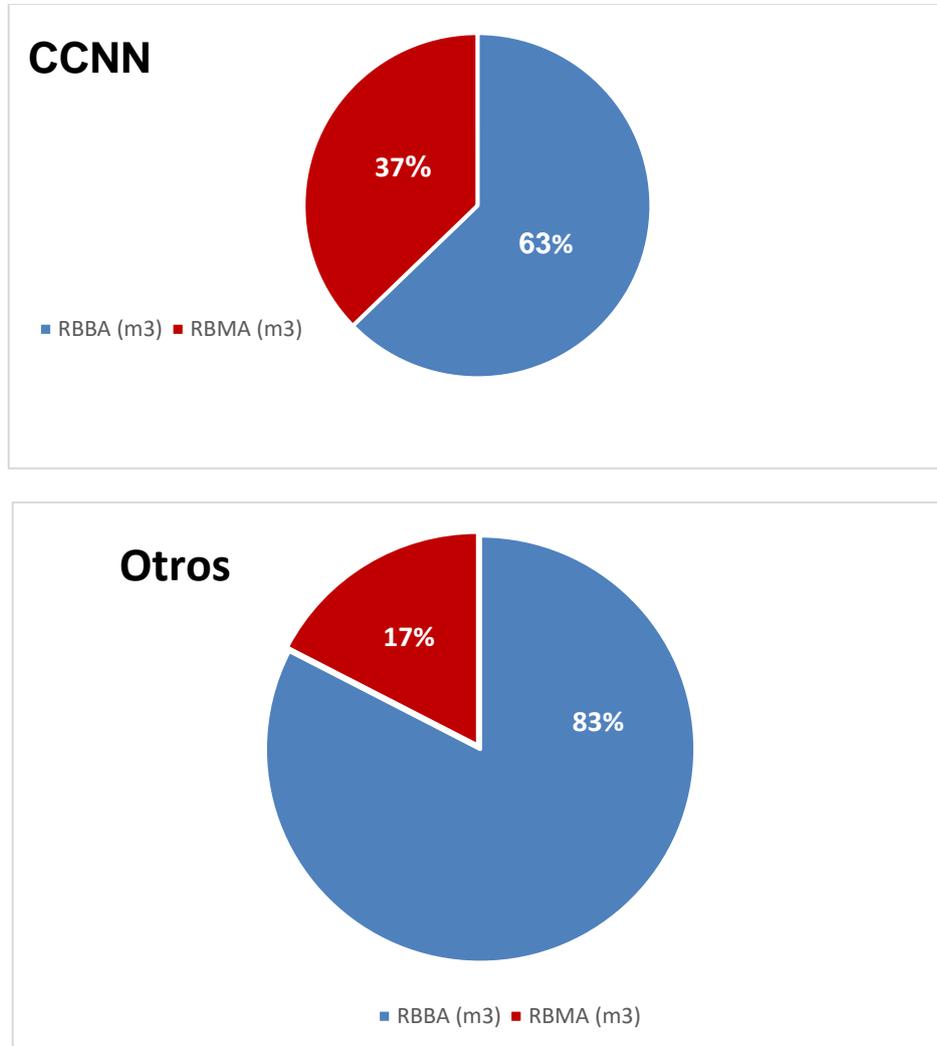


b) Alternativa ATD

Tabla 8. Previsión de generación de RBBA y RBMA de las CCNN y otras instalaciones (alternativa ATD)

		VOLUMEN DE RBBA (m ³)	VOLUMEN DE RBMA (m ³)
CN Almaraz	Operación	2.700	1.000
	Desmantelamiento	13.600	6.500
	Total	16.300	7.500
CN Ascó	Operación	1.800	2.300
	Desmantelamiento	13.600	6.500
	Total	15.400	8.800
CN Cofrentes	Operación	900	3.400
	Desmantelamiento	11.000	9.200
	Total	11.900	12.600
CN Garoña	Operación	100	100
	Desmantelamiento	7.500	5.900
	Total	7.600	6.000
CN José Cabrera	Desmantelamiento	2.700	
	Total	2.700	
CN Trillo	Operación	200	900
	Desmantelamiento	7.700	3.300
	Total	7.900	4.200
CN Vandellós I	Desmantelamiento	15.400	8.000
	Total	15.400	8.000
CN Vandellós II	Operación	700	800
	Desmantelamiento	7.700	3.300
	Total	8.400	4.100
Enusa	Operación	350	10
	Desmantelamiento	40	0
	Total	390	10
Ciemat	Operación	170	10
	Desmantelamiento	740	
	Total	910	10
Otros (incluye el CA El Cabril)	Operación	7.830	1.920
	Desmantelamiento	80	0
	Total	7.910	1.920
TOTAL		≈94.800	≈53.100

Figura 8. Previsión de generación por tipo de RBBA/RBMA (Alternativa ATD)



2.3.2 Residuos especiales

A continuación, se muestra una previsión de generación media de RE, incluidas las fuentes radiactivas en desuso, tanto de operación como de desmantelamiento, desglosados por procedencia y en cada alternativa considerada.

a) Alternativa ATC

Tabla 9. Previsión de generación de RE de las CCNN y otras instalaciones (alternativa ATC)

INSTALACIÓN NUCLEAR	VOLUMEN TOTAL (m ³)
CN Almaraz I	88
CN Almaraz II	88
CN Ascó I	77
CN Ascó II	77
CN Cofrentes	71
CN Garoña	28
CN Trillo	77
CN Vandellós I	99
CN Vandellós II	88
Otros	5.200
TOTAL	≈5.900

b) Alternativa ATD

Tabla 10. Previsión de generación de RE de las CCNN y otras instalaciones (alternativa ATD)

INSTALACIÓN NUCLEAR	VOLUMEN TOTAL (m ³)
CN Almaraz I	88
CN Almaraz II	88
CN Ascó I	77
CN Ascó II	77
CN Cofrentes	71
CN Garoña	28
CN Trillo	77
CN Vandellós I	99
CN Vandellós II	88
Otros	3.400
TOTAL	≈4.100

2.3.3 Combustible nuclear gastado y residuos de alta actividad

A continuación, se presenta una previsión de generación media de RAA y CG, en EC y una vez acondicionado en las cápsulas de almacenamiento para AGP (etapa final de su gestión).

Los datos de la tabla 11 son válidos tanto para la alternativa ATC como para la alternativa ATD.

Tabla 11. Previsión de generación de CG y RAA de las CCNN

CENTRAL NUCLEAR	ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE	VOLUMEN TOTAL (m ³)
CN Almaraz I	409	296
CN Almaraz II	481	348
CN Ascó I	541	391
CN Ascó II	605	437
CN Cofrentes	1.720	414
CN Trillo	721	521
CN Vandellós II	729	527
TOTAL	≈5.200	≈2.900

2.4 Inventario Nacional

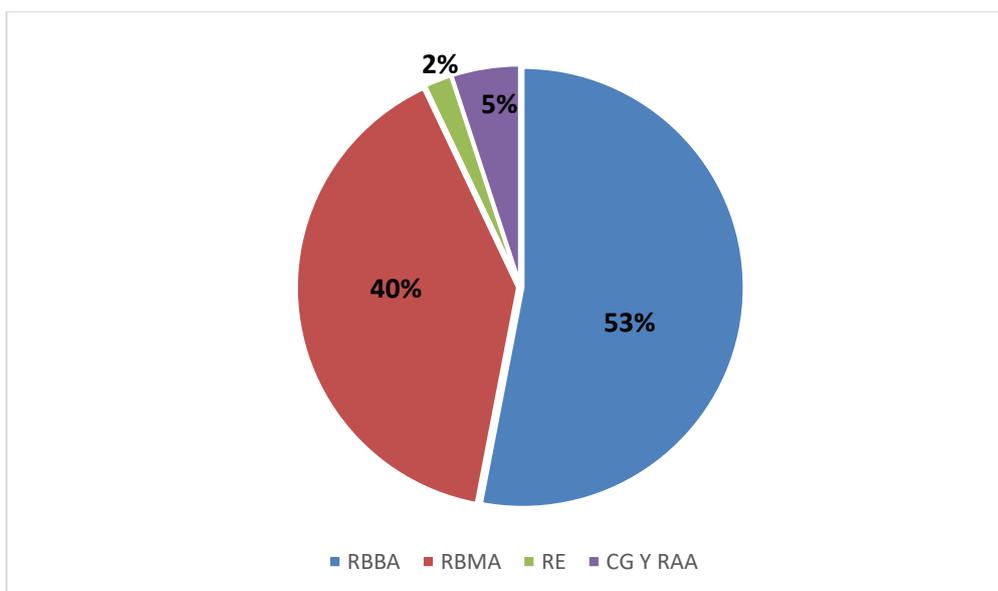
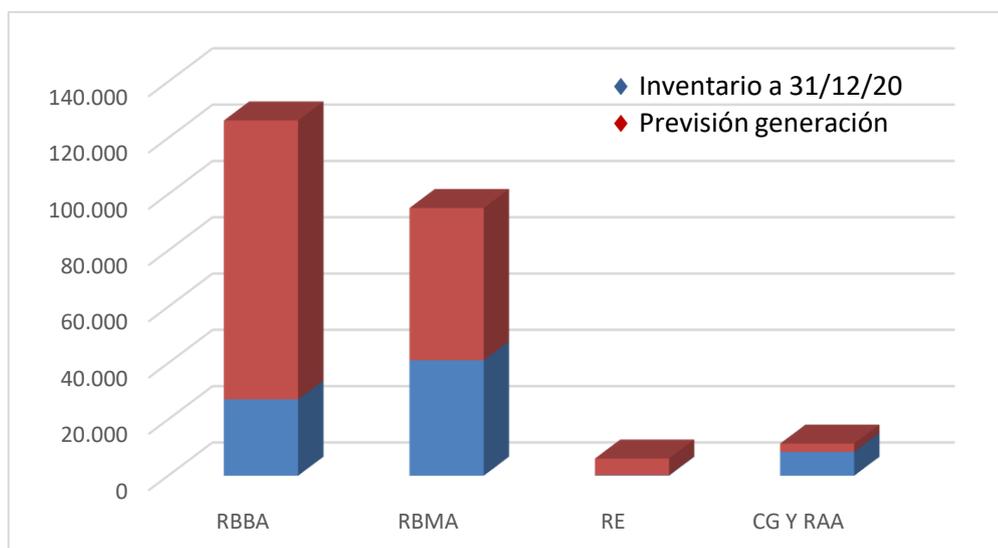
A continuación, se muestra un resumen de las cantidades incluidas en esta sección, tanto de los RR generados a fecha 31 de diciembre de 2020 como de las previsiones de generación futura, para obtención del inventario total.

a) Alternativa ATC

Tabla 12. Resumen del Inventario Nacional (alternativa ATC)

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN APROXIMADO (m ³)			%
	INVENTARIO A 31-12-20	PREVISIÓN GENERACIÓN	INVENTARIO TOTAL	
RBBA	27.100	99.100	126.200	53
RBMA	41.000	54.100	95.100	40
RE	200	5.900	6.100	2
CG Y RAA	8.500	2.900	11.400	5
TOTAL	76.800	162.000	238.800	100

Figura 9. Inventario Nacional por tipo de RR (alternativa ATC)



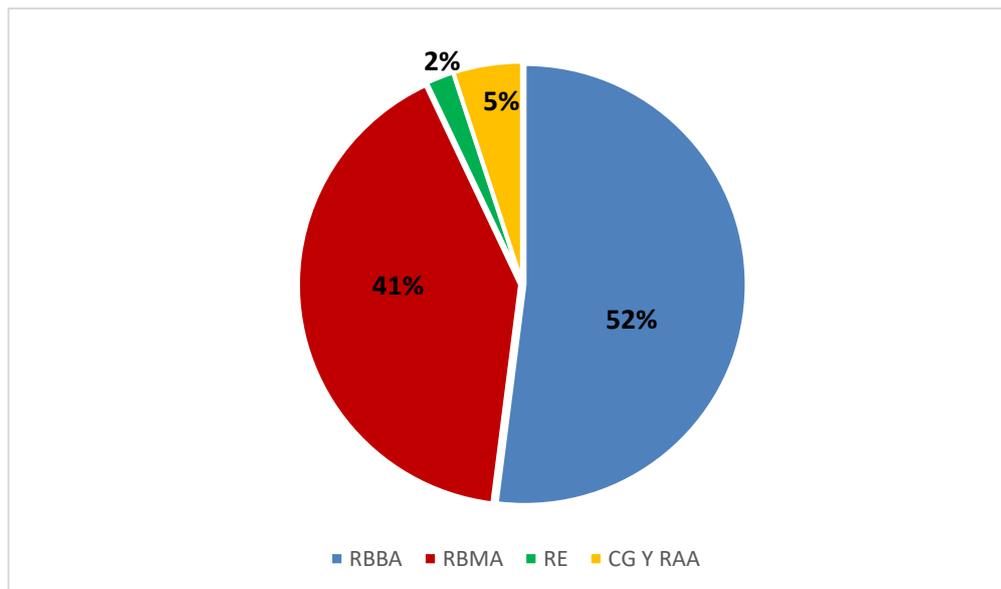
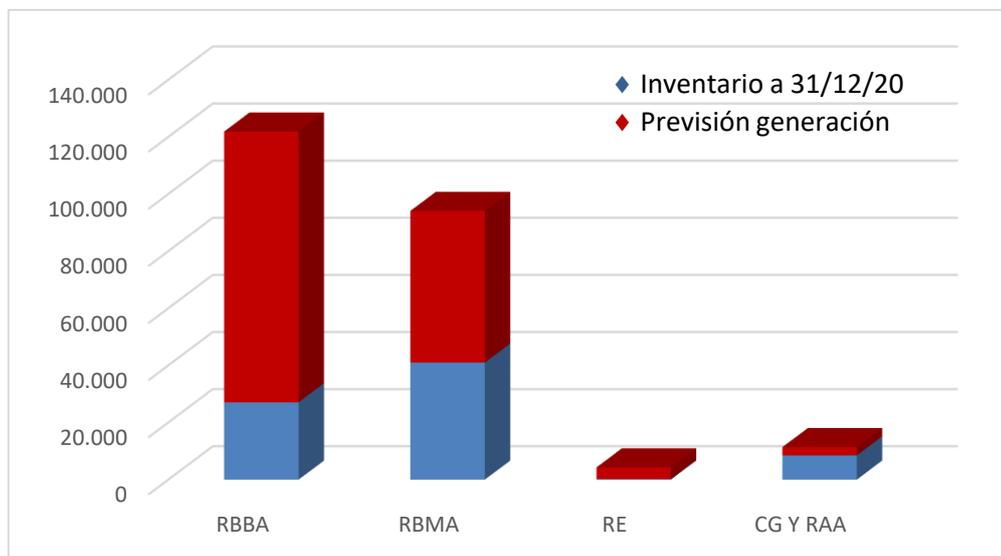
b) Alternativa ATD

Tabla 13. Resumen del Inventario Nacional (alternativa ATD)

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN APROXIMADO (m ³)			%
	INVENTARIO A 31-12-20	PREVISIÓN GENERACIÓN	INVENTARIO TOTAL	
RBBA	27.100	94.800	121.900	52
RBMA	41.000	53.100	94.100	41

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN APROXIMADO (m ³)			%
	INVENTARIO A 31-12-20	PREVISIÓN GENERACIÓN	INVENTARIO TOTAL	
RE	200	4.100	4.300	2
CG Y RAA	8.500	2.900	11.400	5
TOTAL	76.800	154.900	231.700	100

Figura 10. Inventario Nacional por tipo de RR (alternativa ATD)



3 Soluciones técnicas para la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado

Esta sección recoge el detalle de las soluciones técnicas para las líneas estratégicas relativas a la gestión de los RBMA y RBBA, por un lado, y a la gestión de los RAA, CG y RE, tanto temporal como definitiva, por otro. En cada una de ellas se describen la situación actual, las líneas de actuación y actuaciones programadas y se recogen referencias internacionales en la materia.

3.1 Gestión de los residuos de muy baja, baja y media actividad

La gestión de estos RR comprende un conjunto amplio de actividades como son su manipulación, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento temporal o almacenamiento definitivo.

3.1.1 Situación actual

La legislación española exige la transferencia de este tipo de materiales desde su productor o poseedor a Enresa, cualquiera que sea la forma y características de dichos materiales, con posibilidad incluso de la incautación de los mismos, con la correspondiente intervención de la Administración, llegado el caso.

Con los procedimientos administrativos implantados, se puede afirmar que España tiene resuelta de forma global la gestión de estos RR, disponiéndose de un sistema de gestión que está dotado de las capacidades tecnológicas necesarias, y configurado en base a las actuaciones de un conjunto de agentes bien identificados, que operan de forma estructurada.

Los servicios de gestión de RR que presta Enresa a los explotadores de las IINN y las IIRR se rigen por especificaciones técnico-administrativas de aceptación (anteriores contratos tipo aprobados por Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas), en los que se establecen los criterios de aceptación para su posterior acondicionamiento y almacenamiento.

Los titulares de instalaciones reglamentadas que generan RR deben disponer de capacidades para su gestión y ello pueden hacerlo de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por Enresa.

Dentro de este sistema, las IINN disponen de capacidades de tratamiento de RR, preparadas para acondicionarlos, de acuerdo con las referidas especificaciones de aceptación de Enresa para su almacenamiento en el CA El Cabril. En el resto de los casos (IIRR), los productores entregan a esta empresa sus RR en una forma acordada, y es ésta quien realiza las tareas de tratamiento y acondicionamiento necesarias previas a su almacenamiento en CA El Cabril.

El CA El Cabril (figura 11), como parte esencial del sistema nacional, es la infraestructura donde se realiza el almacenamiento definitivo de este tipo de RR en forma sólida.

Figura 11. Vista aérea de la instalación de CA El Cabril



En dicha instalación se dispone de diversas capacidades tecnológicas, incluyendo instalaciones para el tratamiento y acondicionamiento de RR. En el centro se realiza el tratamiento de los RR procedentes de las IIRR, así como los RR resultantes de intervenciones en instalaciones no sometidas a la reglamentación nuclear. Igualmente, se realizan algunos tratamientos complementarios sobre RR de IINN.

El CA El Cabril dispone, asimismo, de laboratorios (figura 12) para la verificación de la calidad y caracterización de los RR, que son la base para la aceptación de los diferentes tipos de RR, así como para la comprobación de sus características. Por último, la instalación dispone de capacidades de almacenamiento temporal, talleres, laboratorios, y los sistemas auxiliares necesarios para su funcionamiento.

Figura 12. Laboratorio del CA El Cabril



Para el almacenamiento definitivo de los RBMA se cuenta con una capacidad de almacenamiento de RR acondicionado de unos 50.000 m³. Se dispone de 28 celdas de almacenamiento construidas, de las que, a 31 de diciembre de 2021, se han completado 22 (figura 13).

Figura 13. Celda de almacenamiento de RBMA



En lo que respecta a RBBA, la instalación complementaria para su almacenamiento (figura 14), tiene autorización para cuatro celdas con una capacidad conjunta de unos 130.000 m³, que se van construyendo de acuerdo con las necesidades. Actualmente se ha completado la sección 1 de la celda 29, y se encuentra en operación la sección 1 de la segunda de las celdas autorizadas, la celda 30. Está construida la sección 2 de la celda 29.

Figura 14. Instalación complementaria para el almacenamiento de RBBA



3.1.2 Líneas de actuación

La experiencia adquirida en España en la gestión de RBMA y RBBA ha permitido identificar las áreas de mejora y definir las actuaciones idóneas para poder acometer su optimización, actuando sobre aquellos elementos del sistema que son más necesarios en el momento actual.

De las estimaciones realizadas sobre la generación de RBMA y RBBA, teniendo en cuenta las incertidumbres propias de la metodología utilizada, pueden identificarse como los ejes básicos de las actuaciones de mejora en la gestión de estos RR los siguientes:

- La coordinación de esfuerzos con los generadores de RR para minimizar la generación de RR y de su volumen, tanto durante la operación como durante el desmantelamiento de las IINN, lo cual aconseja la realización de proyectos conjuntos para acometer la reducción de volumen.
- El análisis permanente de la evolución de la generación de RR y de la consiguiente adaptación del CA El Cabril a las potenciales necesidades futuras, optimizando la ocupación de las celdas, considerando las tipologías de los RR y nuevas tipologías de contenedores y celdas.
- El seguimiento y participación en proyectos que permitan optimizar la gestión, el tratamiento y acondicionamiento de RR de grafito, de cara a su gestión definitiva.
- La evaluación del diseño de las nuevas celdas de RBMA, ya previstas en el 6º PGRR, teniendo en cuenta los resultados de las operaciones de desmantelamiento y la preparación de la documentación soporte para su construcción.
- La posibilidad de implementar sistemas de tratamiento y reducción de volumen en el CA El Cabril.
- La evaluación de los ensayos de capas de cobertura de cara al posterior sellado de las zonas de almacenamiento.
- La mejora continua en el conocimiento de los RR y en los métodos y técnicas de conocimiento del comportamiento del sistema de almacenamiento (barreras de ingeniería) y la evaluación de su seguridad.
- La mejora de las capacidades tecnológicas disponibles, con objeto de optimizar los procesos anteriores, así como para la preparación de medios para hacer frente a situaciones futuras, tanto las ya previstas como otras posibles.

3.1.3 Actuaciones programadas

El sistema de gestión de RBMA y RBBA va a seguir operando normalmente y en condiciones de poder atender y dar la respuesta adecuada a las necesidades de gestión de este tipo de RR generados por las IINN y las IIRR o como consecuencia de otras actividades en instalaciones no reglamentadas.

En este sentido, se mantendrán las capacidades operativas del CA El Cabril y las de apoyo a las mismas, dando cumplimiento al condicionado de la autorización de explotación de la instalación.

El esfuerzo estará centrado en el mantenimiento y optimización de las capacidades adquiridas, incidiendo en la optimización del volumen y actividad de los RR, unidas a técnicas que permiten clasificar los RBMA como RBBA, teniendo en cuenta las disponibilidades existentes y el menor coste de la solución para RBBA.

La capacidad de almacenamiento para la totalidad de los RBBA se presume suficiente con las cuatro celdas autorizadas, encontrándose actualmente en explotación la celda 29 y la celda 30, desde octubre de 2008 y julio de 2016, respectivamente. Según se vaya requiriendo, está prevista la construcción para los mismos fines de la sección 2 de la celda 30 y de las otras dos celdas autorizadas, la 31 y la 32.

Para el almacenamiento de la totalidad de los RBMA se requiere la construcción de las nuevas celdas ya previstas en el 6º PGRR, necesarias en cualquier escenario de operación de las CCNN. Por este motivo se considera estratégica la optimización en la gestión de este tipo de RR.

Adicionalmente, en las estimaciones también se ha de contemplar que, en la capacidad de almacenamiento definitivo, también repercutirían los RR que puedan generarse en futuros incidentes puntuales e, inicialmente, imprevisibles, que puedan tener lugar como resultado de la presencia inadvertida de fuentes radiactivas en los materiales metálicos que se reciclan, así como aquellos otros residuos generados fuera del sistema regulado cuando sea requerida su gestión por resolución del Ministerio competente.

De este modo, el análisis de la capacidad de las 28 celdas de RBMA actualmente existentes concluye en la necesidad de disponer de nuevas celdas en el año 2028, para no afectar a la planificación de operación y desmantelamiento de las CCNN y poder continuar con el normal almacenamiento de estos RR.

La construcción de las nuevas celdas se acometerá por fases, contemplándose en la primera fase la construcción de 12 celdas y, con posterioridad, celdas adicionales (en principio, 15) que se irán construyendo conforme se vayan necesitando, acorde al desarrollo de los desmantelamientos de las CCNN.

De conformidad con uno de los principios que se establecen en este Plan, la minimización de la generación de RR y de su volumen, de cara a la optimización de la ocupación de las celdas, es una línea permanente de actuación. En este sentido, se va a continuar y reforzar la política de colaboración entre Enresa y los principales productores de RR, participando en grupos de trabajo conjuntos, desarrollando y utilizando equipos de tratamiento, descontaminación y caracterización en las distintas CCNN, y llevando a cabo de forma conjunta los proyectos que permitan la aplicación de tecnologías y equipos de reducción de volumen, desclasificación y descontaminación, que permitan la aplicación de vías de gestión que optimicen su gestión.

Entre las líneas a promover en materia de reducción de volumen destacan la desecación, la descontaminación de residuos, el tratamiento mediante fundición de grandes equipos y componentes y los proyectos de desclasificación de materiales residuales.

En relación con las actividades referidas al almacenamiento definitivo, a la caracterización de los RR, a los métodos y técnicas de conocimiento del comportamiento del sistema de almacenamiento y a la evaluación de su seguridad, cabe destacar las siguientes líneas de actuación:

- Análisis de los inventarios previstos y las capacidades disponibles.
- Mejoras en las técnicas de caracterización y medida de los bultos de RR.
- Definición de vías de gestión para RR actualmente pendientes de aceptación para su almacenamiento definitivo en CA El Cabril.
- Adquisición de información y desarrollo de mejoras metodológicas e instrumentales, para optimizar la evaluación de seguridad de estas instalaciones.
- Continuación de los estudios sobre la durabilidad de las barreras de ingeniería del sistema de almacenamiento.
- Continuación de la toma de datos y su análisis en el ensayo de capas de cobertura realizado como soporte del diseño de detalle de la cobertura definitiva del almacenamiento.
- Estudio de nuevas configuraciones de unidades de almacenamiento para la gestión, de grandes equipos y componentes de IINN u otras necesidades.
- Diseño y prueba de nuevos embalajes de transporte que se adapten mejor a las nuevas necesidades de las operaciones de desmantelamiento.

En relación con la adecuación y mejora de las funcionalidades del CA El Cabril y con la disponibilidad de medios ante situaciones futuras, las principales actuaciones a acometer son:

- La dotación de nuevos medios de manejo para aumentar la capacidad operativa de almacenamiento de RBMA y RBBA.
- La evaluación del diseño de las nuevas celdas para RBMA, teniendo en cuenta los resultados de las operaciones de desmantelamiento.
- La continuidad de las actuaciones de apoyo a las IIRR para optimizar la gestión “in situ” de los RR que generan.

3.1.4 Planes para el periodo posterior a la vida operativa del CA El Cabril

Tras el final del desmantelamiento de la última central, estando acondicionados y almacenados definitivamente sus residuos, y existiendo una instalación de almacenamiento centralizada para el CG, los RAA y los RE, Enresa finalizará el cubrimiento de la totalidad de las estructuras de almacenamiento completas del CA El Cabril con una cobertura definitiva formada por varias capas alternas de materiales drenantes e impermeabilizantes. Finalmente, el conjunto se cubrirá con tierra vegetal y se integrará en el paisaje mediante la plantación de especies autóctonas. El proyecto de

cobertura definitiva deberá ser apreciado favorablemente por el CSN previamente a su ejecución.

Para el desmantelamiento y cierre del CA El Cabril, Enresa deberá solicitar la preceptiva autorización, la cual, tal como dispone el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, faculta al titular a iniciar los trabajos finales de ingeniería y de otra índole que se requieran para garantizar la seguridad a largo plazo del sistema de almacenamiento, así como las actividades de desmantelamiento de las instalaciones auxiliares que así se determinen, permitiendo, en último término, la delimitación de las áreas que deban ser en su caso objeto del control y de la vigilancia radiológica, o de otro tipo, durante un periodo de tiempo determinado, y la liberación del control de las restantes áreas del emplazamiento. El proceso de desmantelamiento y cierre terminará en una declaración de cierre emitida por el MITECO, previo informe del CSN.

La LEN establece, en su artículo 38 bis.4, que el Estado asumirá la titularidad de los RR una vez se haya procedido a su almacenamiento definitivo y, por otro lado, el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR dispone, en su artículo 4.4, que el Estado asumirá la vigilancia de las instalaciones de almacenamiento definitivo con posterioridad a su cierre, en los términos que le sean fijados por el CSN.

3.1.5 Situación internacional

A nivel internacional, la gestión definitiva de los RBMA se considera un proceso resuelto a escala industrial, con numerosos ejemplos de sistemas de gestión en funcionamiento desde hace varios decenios. Muchos países disponen ya de instalaciones de almacenamiento definitivo o tienen como objetivo su construcción. Si bien el almacenamiento definitivo de RBMA en instalaciones en superficie o próximas a superficie es la estrategia típica, otros países (como Suecia, Finlandia, Corea, Hungría, Alemania, Suiza y Canadá) han elegido o están considerando la opción de almacenamiento definitivo en instalaciones a una profundidad de entre 50 y 100 metros. El CA El Cabril responde al primer tipo, con barreras de ingeniería para los RBMA y de tipo trincheras para los RBBA.

El CA El Cabril, que comenzó a funcionar en 1992, se ha beneficiado en sus primeras etapas de la experiencia acumulada en instalaciones extranjeras de características similares, empleadas como modelos de referencia. En la actualidad, el CA El Cabril se considera, internacionalmente, un ejemplo de cómo resolver el almacenamiento definitivo de los RBMA y RBBA, lo que motiva el interés de numerosas delegaciones extranjeras, que lo visitan, y su concepto está siendo adoptado en el diseño y construcción de las instalaciones en otros países.

En el medio plazo, es previsible que la situación internacional de este tipo de soluciones para RBMA no tenga grandes variaciones. Aunque quedan por resolver algunos casos particulares en Alemania, Bélgica y Suiza, en donde la implantación de sus almacenes se ha retrasado por cuestiones de aceptación pública, todo parece indicar que en los próximos

años aumentará el número de estas instalaciones en operación a la vez que las instalaciones existentes evolucionarán y se adaptarán a las necesidades operativas de la gestión de RBMA de manera que se optimicen capacidades técnicas y económicas. Lo anterior, a nivel de referencias, afecta al desarrollo y construcción de nuevas celdas de almacenamiento en Francia, China y Japón, a la ampliación de la capacidad para acceso de RR de desmantelamiento a los silos-almacén en Suecia y al diseño y construcción de instalaciones específicas para el almacenamiento definitivo de RBMA y RBBA de desmantelamiento en Lituania, Bulgaria y Eslovaquia.

Por otra parte, los avances en la gestión de RBMA continúan siendo el objeto de discusión e intercambio de experiencias en los principales organismos internacionales (NEA/OCDE y OIEA). España está presente en todos ellos y se beneficia del conocimiento recogido en estos ámbitos.

Tabla 14. Instalaciones de almacenamiento definitivo de RBMA en diversos países

País	Tipo de almacenamiento definitivo	Localización	Estado
Alemania	Mina	Konrad	En construcción
Bélgica	Superficie	Dessel	En licenciamiento
Bulgaria	Superficie	Radiana	En construcción
Canadá	Caverna	Kincardine	En licenciamiento
Corea del Sur	Caverna	Wolseong	Operativo
Eslovaquia	Superficie	Mohovce	Operativo
Estados Unidos	Superficie	Richland (WA)	Operativo
	Superficie	Barnwell (SC)	Operativo
	Superficie	Andrews (TX)	Operativo
	Superficie	Clive (UT)	Operativo
Finlandia	Caverna	Olkiluoto	Operativo
	Caverna	Loviisa	Operativo
Francia	Superficie	La Manche	Clausurado
	Superficie	L'Aube	Operativo
	Superficie	Morvilliers	Operativo
Hungria	Superficie	Püspökszilágy	Operativo
	Caverna	Bátaapáti	Operativo
Japón	Superficie	Rokkasho Mura	Operativo
Lituania	Superficie	Visaginas	En construcción
República Checa	Superficie	Dukovany	Operativo
	Mina	Richard	Operativo
	Mina	Bratrstvi	Clausurado

País	Tipo de almacenamiento definitivo	Localización	Estado
Reino Unido	Superficie Superficie	Drigg Dounreay	Operativo Operativo
Suecia	Caverna	Forsmark	Operativo

3.2 Gestión del combustible nuclear gastado, de los residuos de alta actividad y de los residuos especiales

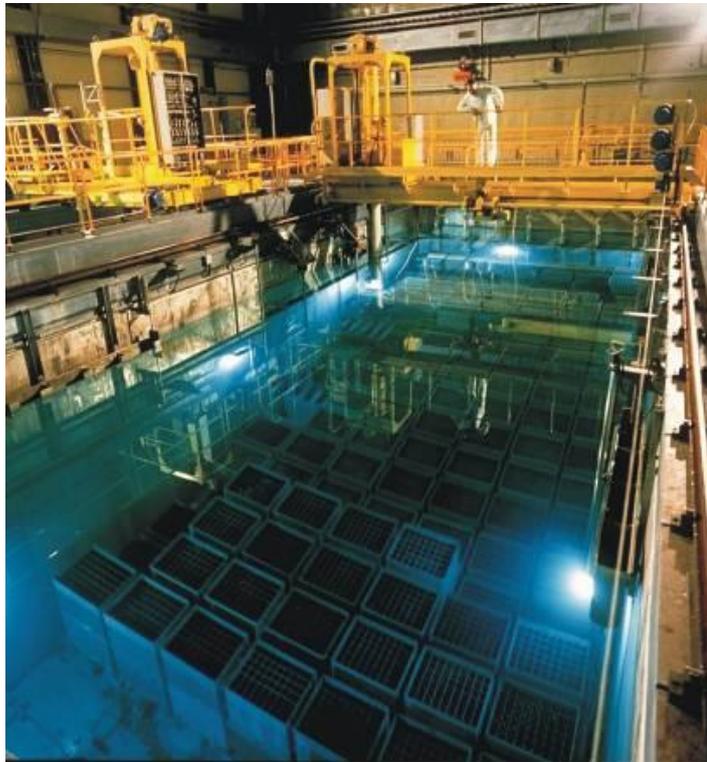
3.2.1 Gestión temporal

3.2.1.1 Situación actual

En España se optó inicialmente por reprocesar el CG de las CCNN Vandellós I, José Cabrera y Santa María de Garoña, en instalaciones de Francia y Reino Unido. Esta práctica se interrumpió en 1982, salvo para la primera de estas CCNN, que dejó de operar en el año 1989 y cuyo CG, de tipo diferente al de las CCNN de tipo agua ligera, hubo de reprocesarse en su totalidad, por razones técnicas. Como resultado de dichas actividades, se obtuvieron RR de reproceso, que dependiendo de los contratos celebrados debían retornar o no a España. Actualmente, aún deben retornar a España RR procedentes del reproceso del CG de CN Vandellós I, que permanecen en Francia.

Desde 1982, todo el CG de las CCNN de tipo agua ligera que se ha generado en el parque nuclear español se ha venido almacenando en las piscinas de las correspondientes CCNN (figura 15). Ante las previsiones de saturación de la capacidad de dichas piscinas, a lo largo de la década de los noventa, se llevaron a cabo distintos proyectos para la sustitución progresiva de los bastidores originales por otros más compactos y de mayor capacidad. Esto permitió, en la mayoría de los casos, diferir notablemente en el tiempo la necesidad de dotar al sistema español de una capacidad de almacenamiento de CG adicional a la de las propias piscinas, asegurando la continuidad de la operación de las CCNN. Por otro lado, en el año 2020, se ha realizado la segunda fase de cambio de bastidores de la piscina de CN Vandellós II, con el que se dan por concluidas las actividades de optimización de la capacidad de piscinas en las CCNN, al no haber opciones técnicas viables adicionales.

Figura 15. Piscina de almacenamiento de CG



A pesar de haber llevado a cabo las actuaciones de sustitución de bastidores anteriormente indicadas, ha sido necesario ir desarrollando otro tipo de actuaciones para dotar a las CCNN de una capacidad de almacenamiento en seco adicional a la de las propias piscinas, en el propio emplazamiento de la correspondiente CN. El sistema de almacenamiento utilizado en cada CN es el resultado de la licitación realizada en su día por Enresa.

- CN Trillo. En el año 2002 se puso en operación un Almacén Temporal Individualizado (ATI), consistente en un edificio de hormigón armado que permite el almacenamiento de hasta 80 contenedores metálicos de doble propósito (almacenamiento y transporte). (figura 16).

Figura 16. ATI de CN Trillo



- CN José Cabrera. Esta central cesó definitivamente su explotación en abril de 2006 y, al objeto de permitir su desmantelamiento, en el año 2009 se puso en operación un ATI en el que actualmente está almacenado todo el CG (12 contenedores) y los RE (4 contenedores) de esta central. Este ATI consiste en una losa de hormigón armado, con 16 posiciones de almacenamiento, todas ellas ocupadas por sistemas de cápsulas metálicas soldadas con envoltorio de hormigón (figura 17).

Figura 17. ATI de CN José Cabrera



- CCNN Ascó I y Ascó II. En el año 2013 se puso en operación un ATI para dar servicio a ambas unidades, compuesto por dos losas independientes con 18 posiciones de almacenamiento cada una. En esta central se seleccionó un sistema de almacenamiento basado en cápsulas metálicas soldadas con envoltorio de hormigón, similar al de la CN José Cabrera (figura 18).

Figura 18. ATI de CN Ascó



- CN Santa María de Garoña. Esta central se encuentra en situación de parada desde el año 2012 y en cese definitivo de explotación desde agosto de 2017. A pesar de lo anterior, y bajo la hipótesis de continuidad de operación de la central, se licenció y construyó un ATI que obtuvo autorización de puesta en servicio en el año 2018. Dicho ATI consta de dos losas de hormigón armado, fue autorizado inicialmente para 10 contenedores y actualmente se está tramitando la autorización para la totalidad del CG de la central. El sistema de almacenamiento seleccionado para esta central consiste en contenedores metálicos de doble propósito (figura 19).

Figura 19. ATI de CN Santa María de Garoña



- CCNN Almaraz I y II. En el año 2018 se obtuvo autorización de puesta en servicio para un ATI basado en dos losas de hormigón armado con capacidad para 20 contenedores (10 contenedores en cada losa). Este ATI presta servicio a las dos unidades de esta central, para las cuales se ha seleccionado un sistema de almacenamiento basado en contenedores metálicos de doble propósito (figura 20).

Figura 20. ATI de CN Almaraz



- CN Cofrentes. Para esta central se ha construido un ATI que se ha puesto en servicio y almacenado los primeros contenedores en 2021. Dicho ATI consiste en dos losas con capacidad para albergar hasta 12 posiciones cada una, lo que supone una capacidad total de almacenamiento de 24 posiciones. Para esta central se ha seleccionado un contenedor metálico de doble propósito (figura 21).

Figura 21. ATI de CN Cofrentes



Por lo que respecta a los RAA y RE (componentes asociados a la operación de los EC tales como barras de control, canales BWR, fuentes primarias y secundarias, dispositivos tapón o restrictores de caudal, etc.), cuya gestión definitiva no está prevista en las instalaciones del CA El Cabril, se almacenan de forma temporal en las piscinas. Debido a que en algunas CCNN se están acumulando una cantidad importante de este tipo de RR que ocupan posiciones en la piscina, y al objetivo de proporcionar espacio adicional para CG y optimizar la gestión de RR, se están desarrollando proyectos de caracterización, segmentación y acondicionamiento específicos para separar las partes más activadas, que se mantendrán en las piscinas, de las menos activadas y gestionables en el CA El Cabril, dependiendo de sus criterios de aceptación.

Por último, en relación con la gestión temporal del CG y los RAA, cabe recordar que, como se ha señalado en el apartado 1.2, relativo al marco de referencia, el 6º PGRR, aprobado el 23 de junio de 2006, mantenía la estrategia de gestión temporal unificada del CG, los RAA y los RE, en una única instalación, contemplando la entrada en funcionamiento de un ATC.

Al objeto de llevar a cabo el proceso de selección del emplazamiento de esta instalación, se aprobó el Real Decreto 775/2006, de 23 de junio, mediante el que se constituyó una Comisión Interministerial para el establecimiento de los criterios que debería cumplir el emplazamiento del ATC, lo que dio lugar a un procedimiento de selección, como resultado del cual, mediante Acuerdo del Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 2011, se aprobó la designación de Villar de Cañas (Cuenca) como emplazamiento de esta instalación y de su Centro Tecnológico Asociado.

En base a lo anterior, en enero de 2014, Enresa presentó ante el entonces Ministerio de Industria, Energía y Turismo la solicitud de autorización previa y de autorización de construcción de esta instalación, emitiendo el CSN su informe favorable en relación con la solicitud de autorización previa el 27 de julio de 2015.

No obstante, sin haberse llegado a conceder ninguna de estas dos autorizaciones, en julio de 2018 la Secretaría de Estado de Energía solicitó al CSN y a la Secretaría de Estado de Medioambiente la suspensión, tanto de la emisión del informe preceptivo sobre la autorización de construcción como de la tramitación del procedimiento de evaluación ambiental, respectivamente, hasta la aprobación del 7º PGRR.

3.2.1.2 Líneas estratégicas de actuación

Dando continuidad a las actuaciones ya realizadas, se ampliará la capacidad de almacenamiento de CG en los ATI de las CCNN, para permitir su explotación y su desmantelamiento, según las necesidades de cada central. En CN Vandellós II se construirá un ATI y en CN Vandellós I un almacén para alojar los RAA y RE procedentes del reproceso en Francia del CG y, en su caso, del desmantelamiento de la central.

Para la definición de la estrategia para la gestión del CG, los RAA y los RE, como fase intermedia posterior a las piscinas y los ATI y previa a su traslado al AGP, se consideran dos alternativas:

1. Un almacén temporal centralizado (ATC) en una única ubicación.
2. Almacenes temporales descentralizados (ATD) en cada una de las siete CCNN.

Dado que la decisión que finalmente se adopte requiere necesariamente de un alto grado de consenso social, político e institucional, el sometimiento de la presente versión inicial del 7º PGRR, así como de su Estudio Ambiental Estratégico, a consultas e información pública, constituye el marco adecuado para que todas las partes implicadas puedan manifestar su posición frente a las dos alternativas.

Para ambas alternativas, y en línea con el cese escalonado de explotación de las CCNN, se requiere mantener la coordinación y cooperación entre los agentes operativos (titulares y Enresa), al objeto de optimizar la gestión del CG de los últimos grupos en cesar su explotación, en relación con la tipología de contenedores y características del CG.

Asimismo, ambas alternativas proporcionan un marco temporal adecuado para desarrollar la solución final de almacenamiento, concediendo el tiempo suficiente para diseñar, licenciar, construir y poner en explotación el futuro AGP.

Alternativa 1: un almacén temporal centralizado (ATC) en una única ubicación.

El ATC centralizará el CG generado en las CCNN; los RR resultantes del reproceso del CG de CN Vandellós I, actualmente almacenados en Francia; así como los RR procedentes de los desmantelamientos y otros pequeños volúmenes de RR generados fuera de las instalaciones o de las actividades de ciclo de combustible nuclear, que por su nivel de actividad no puedan ser almacenados en el CA El Cabril.

Esta instalación tiene un carácter estratégico dado que permite centralizar y por tanto optimizar los esfuerzos dedicados a la gestión de este tipo de RR, reduciendo de forma muy importante los recursos necesarios para mantener los mismos estándares de seguridad de los ATI, a la vez que se liberan totalmente los emplazamientos de las CCNN cuando éstas hayan sido desmanteladas.

Además de la función de almacenamiento de CG, el ATC contará con la de almacenamiento de RE, o la de tratamiento de RR de la propia instalación. A estas funciones se añade la de investigación y desarrollo, al contar con el Laboratorio de Combustible Gastado y Residuos Radiactivos donde se llevarán a cabo labores de apoyo a los planes de I+D destinados a buscar soluciones técnicas y mejoras para el almacenamiento temporal y definitivo del CG y de los RR.

Alternativa 2: almacenes temporales descentralizados (ATD) en cada una de las siete CCNN.

Los siete emplazamientos con CG (Almaraz, Ascó, Cofrentes, Santa María de Garoña, José Cabrera, Trillo y Vandellós II) contarán con un ATD con capacidad de almacenamiento suficiente para albergar la totalidad del CG, RAA y RE que se generen durante la operación y desmantelamiento de cada central, así como con los medios necesarios para su explotación hasta su traslado al AGP.

El almacén temporal de Vandellós I alojará los RAA y RE procedentes del desmantelamiento de la central, hasta su gestión definitiva en el AGP.

3.2.1.3 Actuaciones programadas

Para permitir la gestión inicial del CG y de los RR hasta la disponibilidad del ATC o de los ATD sin afectar a la operación de las centrales ni a su posterior desmantelamiento, pueden destacarse las siguientes actuaciones:

- Inicialmente, se dotará a todas las CCNN de capacidad de almacenamiento en seco en sus emplazamientos (ATI). Los ATI albergarán sistemas de almacenamiento de CG y de RE, para proporcionar espacio adicional en piscina o su vaciado para permitir el desmantelamiento de la central, según se requiera.

Los ATI se diseñan y ejecutan en función del número y tipología del sistema de almacenamiento previsto para su uso en cada CN, así como de las características de los emplazamientos donde se sitúan.

Se han ido desarrollando a lo largo de los años dos tipos de soluciones. La primera consiste en la utilización de contenedores metálicos que permiten la doble función de almacenamiento y transporte de los elementos de combustible (doble propósito). La segunda está basada en acondicionar los elementos de combustible en cápsulas metálicas soldadas que se introducen dentro de módulos de hormigón para la función de almacenamiento; posteriormente dicha cápsula se transfiere a un contenedor metálico apto para transporte.

Cada una de estas soluciones tiene sus propias características diferenciales, siendo en general ambas válidas y utilizables para las distintas tipologías de elementos de combustible y reactores y, por tanto, adaptables a las características particulares de los mismos. Ambas requieren unos procesos de licenciamiento específicos, si bien la solución basada en cápsulas soldadas es la más adecuada cuando es previsible una mayor acumulación de contenedores en un mismo emplazamiento, pues siendo la mayoría de los ATI de tipo losa, permite cumplir con los límites radiológicos impuestos a estas instalaciones. Con contenedores metálicos, para cumplir con los límites radiológicos habría que dotar a los ATI de edificios blindados, alternativa económica más desfavorable.

- Con las actuaciones realizadas en los ATI en unos casos y el cambio de bastidores de las piscinas en otro, las CCNN de Ascó I y II, Vandellós II y Cofrentes pueden seguir operando según cada caso hasta diferentes momentos de 2027 y, en el caso de Almaraz I y II, hasta su cese de operación, en 2027 y 2028 respectivamente.

En las fechas indicadas, el ATI de la CN Ascó habrá llegado al máximo de su capacidad, el ATI de la CN Cofrentes tendrá condicionantes desde el punto de vista de la protección radiológica con los actuales contenedores metálicos y la piscina de la CN Vandellós II estará saturada, por lo que será necesario disponer de nueva capacidad de almacenamiento de CG que esté operativa a finales de 2026 en dichas CCNN. En la CN Almaraz será necesaria nueva capacidad de almacenamiento para

permitir el vaciado de las piscinas. Con el objetivo de optimizar la gestión, simplificando las tramitaciones requeridas y reduciendo los costes, se desarrollará una solución de almacenamiento única para las citadas CCNN.

Esta solución única estará basada en el sistema de cápsulas soldadas, que ofrece un mayor blindaje radiológico. En la actualidad existen este tipo de soluciones basadas en cápsulas soldadas en los ATI de las CCNN de José Cabrera y Ascó.

En el caso de la CN Trillo, cuenta con un ATI tipo edificio y un contenedor metálico licenciado en uso, que permiten la operación de la central hasta su cese y el vaciado de la piscina.

- Para el caso particular de la CN Vandellós I, en periodo de latencia, se prevé la construcción de un almacén, que esté operativo en 2027, para albergar los RAA y los RE actualmente almacenados en Francia, como resultado del reproceso del CG-

Para la gestión del CG, los RAA y los RE, como fase intermedia posterior a las piscinas y los ATI y previa a su traslado al AGP, se consideran dos alternativas:

1. Un almacén temporal centralizado (ATC) en una única ubicación.
2. Almacenes temporales descentralizados (ATD) en cada una de las siete CCNN

Alternativa1: un almacén temporal centralizado (ATC) en una única ubicación.

El ATC contará con sistemas de seguridad pasivos, en particular aquéllos cuya función sea la evacuación de calor en las áreas de almacenamiento. Asimismo, el ATC dispondrá de instalaciones (celda caliente) que permitan el acondicionamiento o re-acondicionamiento, en caso de contingencias, del CG o de cualquier otro tipo de RR durante la etapa de almacenamiento temporal, donde será necesario contar con sistemas activos.

Las CCNN en operación disponen de la capacidad de recuperabilidad a nivel de elementos de combustible que proporciona la piscina de la propia instalación. Estas piscinas quedarán fuera de uso durante el desmantelamiento de la central, garantizándose la recuperabilidad con la entrada en operación del ATC, prevista en 2030. En cualquier caso, el ATC deberá estar plenamente operativo antes de iniciar el desmantelamiento de las piscinas de las centrales que actualmente están en operación.

En el caso de las CCNN José Cabrera y Santa María de Garoña, sus ATI contarán con una instalación de reparación autosuficiente para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación de sus contenedores, equipada con el material y los sistemas auxiliares y de seguridad necesarios para permitir recuperar las condiciones normales de diseño frente a sucesos anómalos. Hasta la entrada en operación del ATC, la recuperabilidad a nivel de elemento de combustible en estas dos centrales se asegurará, como medida de contingencia, mediante el traslado, en condiciones adecuadas de seguridad, en un contenedor autorizado de transporte, del contenedor o cápsula soldada a otra instalación que cuente con los medios adecuados para la recepción y manipulación del contenedor y con capacidad de recuperabilidad a nivel de elemento de combustible.

Alternativa 2: almacenes temporales descentralizados (ATD) en cada una de las siete CCNN.

- Todos los ATD contarán con una instalación complementaria de recuperación autosuficiente para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación de sus contenedores. Dicha instalación estará equipada con el material y los sistemas auxiliares y de seguridad necesarios para permitir recuperar las condiciones normales de diseño frente a sucesos anómalos, adoptando las medidas orientadas a garantizar a corto y medio plazo la función de seguridad de recuperabilidad a nivel de contenedor.
- En las CCNN que están en explotación, la instalación complementaria estará operativa antes de iniciar el desmantelamiento de sus piscinas de CG. En el caso de la CN José Cabrera, próxima a la finalización de su desmantelamiento, la instalación de recuperación estará operativa en 2024. En el caso de la CN Santa María de Garoña, en situación de parada definitiva y con la autorización de desmantelamiento en tramitación, la instalación complementaria estará operativa en 2026.
- Las CCNN en operación disponen de la capacidad de recuperabilidad a nivel de elementos de combustible que proporciona la piscina de la propia instalación. Dado que estas piscinas quedarán fuera de uso durante el desmantelamiento de las centrales, para poder acometer su desmantelamiento y, al mismo tiempo, garantizar la función de recuperabilidad, se dispondrá en el emplazamiento de una de las centrales de los medios que permitan garantizar dicha función durante todo el periodo de vida de los ATD, hasta el traslado del CG, RAA y RE al AGP. Esta instalación dispondrá de una celda caliente de manipulación para el CG y los RR, similar a la del ATC, y de capacidad de almacenamiento para contenedores que permita atender las potenciales contingencias en los ATD durante toda su vida operativa, así como de los medios necesarios para, en su caso, poder verificar e inspeccionar el estado del combustible y los residuos. La recuperabilidad a nivel de elemento de combustible se asegurará, como medida de contingencia, mediante el traslado, en condiciones adecuadas de seguridad, en un contenedor autorizado de transporte, del contenedor o cápsula soldada a la instalación que cuente con la celda caliente de manipulación.
- Para el caso particular de la CN Vandellós I, que se encuentra en periodo de latencia, la construcción de un almacén, que esté operativo en 2027, para la repatriación de los RAA y los RE actualmente almacenados en Francia, como resultado del reproceso del CG, permitirá llevar a cabo en su momento las operaciones de la última fase de desmantelamiento de la central.
- Para los RE, se considerarán contenedores con características y dimensiones adaptadas a las capacidades y características de cada central.

3.2.1.4 Situación internacional

La gestión del CG tras su descarga de los reactores nucleares depende en primera instancia del tipo de estrategia energética adoptada para el ciclo de combustible. En el

ciclo cerrado el combustible es enviado, tras un proceso previo de evacuación de calor en las piscinas de las CCNN, a su reprocesado para la obtención separada de uranio y plutonio. Del reprocesado se obtienen los correspondientes residuos vitrificados de alta actividad y los residuos tecnológicos de media actividad y vida larga. En el caso de que no se quieran aprovechar estos materiales (ciclo abierto), el CG es almacenado en primer lugar en las piscinas de las CCNN y posteriormente en otros sistemas de almacenamiento transitorio, si así se requiere, previos a su gestión definitiva.

Ambas opciones requieren un periodo de almacenamiento temporal intermedio, bien para el CG o para los RR resultantes del reproceso, en tanto no esté disponible la solución de almacenamiento definitivo.

En la actualidad, el reproceso es una estrategia prácticamente limitada a los países que cuentan con instalaciones industriales para ello y, por lo general, con grandes programas de abastecimiento energético de origen nuclear. En Europa, existe una política favorable al reprocesado en Francia, Italia, Países Bajos y la Federación Rusa. En el Reino Unido, el gobierno ha establecido que las prácticas de reprocesado se acabarán en fechas próximas. En Asia, India y Japón tienen políticas o contratos de reproceso y parece existir una significativa intención de seguir esta vía por parte de China. Ningún país americano reprocesa el CG proveniente de centrales comerciales.

Tabla 15. Políticas de reproceso en distintos países

	CG ES RECURSO ENERGÉTICO	ALMACENAMIENTO FINAL DIRECTO	REPROCESA	HA REPROCESADO EN EL PASADO	OBSERVACIONES
Alemania	NO	SÍ	NO	SÍ	Reproceso prohibido desde 2005
Bélgica	NO	SÍ	NO	SÍ	Reproceso en moratoria desde 1993
Canadá	NO	SÍ	NO	NO	
Finlandia	NO	SÍ	NO	NO	
Francia	SÍ	NO	SÍ	SÍ	
Hungría	NO	SÍ	NO		Devolvía el combustible a la Unión Soviética
Italia	NO		SÍ	SÍ	
Japón	SÍ	NO	SÍ	SÍ	Planta industrial propia de reproceso en construcción
Corea del Sur	NO	SÍ	NO	NO	
Países Bajos	SÍ	NO	SÍ	SÍ	

	CG ES RECURSO ENERGÉTICO	ALMACENAMIENTO FINAL DIRECTO	REPROCESA	HA REPROCESADO EN EL PASADO	OBSERVACIONES
Rusia	SÍ	Sin determinar	SÍ	Sí	Sólo reprocesa parte del combustible
Suiza	NO	SÍ	NO	SÍ	Reproceso prohibido en 2016
Suecia	NO	SÍ	NO	SÍ	Reprocesó pequeñas cantidades en los años 70s y 80s
Reino Unido	SÍ/NO	Solo para combustible de PWR	SÍ	SÍ	No reprocesa CG de PWR Previsto abandono
Estados Unidos	NO	SÍ	NO	SÍ	Abandonado el reproceso tras decisión en 1979

Desde la aprobación del 6º PGR, Alemania, Bélgica, Suiza y el Reino Unido han anunciado el abandono de su política de reprocesado. Estos países se unen a otros países como Estados Unidos, Canadá, Finlandia, Suecia, España y Corea del Sur que siguen una política de ciclo abierto desde hace bastante tiempo, aunque algunos de ellos hayan reprocesado en el pasado.

En espera de una solución de almacenamiento definitivo, el CG y los RAA deben ser almacenados temporalmente de forma segura y responsable. Pasada la primera fase tras la descarga del reactor, que requiere su custodia en las piscinas de las CCNN para una retirada rápida y masiva del calor residual, el CG puede continuar almacenado en ellas o ser transferido a otras instalaciones con tecnología húmeda o en seco. Estas instalaciones, a su vez, pueden estar en las propias CCNN o en otros emplazamientos según se hayan establecido las necesidades estratégicas de gestión temporal del CG. Es destacable que las tecnologías de almacenamiento temporal disponen de una vasta experiencia favorable, del orden de 50 años o más en el caso de tecnologías en húmedo, y en torno a los 35 años en las tecnologías de almacenamiento en seco.

En la práctica, este abanico de opciones se resume principalmente en dos estrategias: la de mantener el CG en las CCNN, o, alternativamente, la de centralizar su almacenamiento en uno o varios lugares junto con otros tipos de RR de vida larga. Obviamente, los países que gestionan RAA procedentes del reprocesado suelen reunirlos en un único lugar a la espera de su gestión definitiva.

Tabla 16. Principales instalaciones de almacenamiento temporal centralizado de CG/RAA

País	Instalación	Tecnología	CG /Residuos vitrificados (V)
Alemania	Ahaus	Contenedores metálicos	CG
	Gorleben	Contenedores metálicos	CG y V
Bélgica	Dessel	Bóveda	V
Federación Rusa	Mayak	Piscina	CG
		Bóveda	V
	Krasnoyarsk	Piscina	CG
		Bóveda	V
Zheleznogorsk	Bóveda	CG	
Francia	La Hague	Piscina	CG
	CASCAD	Bóveda	V
		Bóveda	V
Países Bajos	HABOG	Bóveda	CG y V
Reino Unido	Sellafield	Piscina	CG
		Bóveda	V
Suecia	CLAB	Piscina	CG
Suiza	ZWILAG	Contenedores metálicos	CG y V

La casuística de las estrategias de centralización del almacenamiento temporal del CG y los RR de vida larga es muy amplia; hay países, como Estados Unidos, que han planteado estrategias centralizadas del CG cuya puesta en marcha ha sido impedida por problemas de aceptación pública; otros, como Suecia o Países Bajos, han conseguido construir instalaciones con este fin con razonable facilidad, y existen otros, como Alemania, que han centralizado parte del almacenamiento de sus RAA al tiempo que prohibían esta práctica a futuro.

3.2.2 Gestión definitiva

Tal como se señala en el preámbulo de la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del CG y de los RR, la idea generalmente aceptada en la actualidad es que el almacenamiento geológico profundo (AGP) constituye la opción más sostenible y más segura como punto final de la gestión de los RAA y del CG.

Adicionalmente, se plantean opciones complementarias como la separación avanzada y la transmutación, que permitirían, en primer lugar, una separación de los actínidos minoritarios y, posteriormente, mediante la utilización de reactores de diversos tipos o conjuntos subcríticos, obtener menores volúmenes de RAA que, además, teóricamente

serían de periodos más cortos, si bien implicarían un mayor volumen de RE. No obstante, sobre esta opción hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Se trata de una opción teórica para reducir el inventario tóxico de los RR a gestionar.
- Requiere de importantes esfuerzos de I+D, que se deberán abordar desde una perspectiva de cooperación internacional. Se ha aprobado la construcción de un transmutador europeo, con sede en Bélgica.
- No eliminará la necesidad última de gestión definitiva de una cantidad significativa de RR, puesto que, a pesar de la posible reducción de volumen de RAA, aumenta el de RE. Por lo tanto, seguirá siendo necesario un almacenamiento geológico profundo.
- Implicará el reprocesado previo del CG, tratamiento posterior y significativas inversiones en instalaciones de transmutación, que serán difíciles de acometer en un ámbito exclusivamente nacional.

3.2.2.1 Situación actual

Desde 1985 se ha trabajado en la opción del almacenamiento definitivo en cuatro direcciones básicas:

- 1º. Plan de Búsqueda de Emplazamientos (PBE), que se paralizó en 1996 y del que se ha recopilado la información suficiente para asegurar que existen en el subsuelo de la geografía española abundantes formaciones graníticas, arcillosas y en menor medida salinas, susceptibles de albergar una instalación de almacenamiento, con una amplia distribución geográfica.
- 2º. Realización de diseños conceptuales de una instalación de almacenamiento para cada una de las litologías indicadas, buscando la mayor cantidad de puntos comunes entre ellos.
- 3º. Desarrollo de los ejercicios de Evaluación de la Seguridad de los diseños conceptuales (granito y arcilla), en los que se ha integrado el conocimiento alcanzado en los trabajos y proyectos de los sucesivos Planes de I+D realizados, y en los que se pone de manifiesto que los almacenes geológicos permiten cumplir con los criterios de seguridad y calidad aplicables a este tipo de instalaciones.
- 4º. Desarrollo de los sucesivos Planes de I+D, que han ido evolucionando y adaptándose al programa de gestión de CG y RAA de España. Estos planes han permitido adquirir conocimientos técnicos y formar unos equipos de trabajo nacionales, participando en proyectos de investigación nacionales/internacionales y en proyectos de demostración en laboratorios subterráneos extranjeros.

A lo largo de los últimos años también se ha realizado un esfuerzo importante en investigación sobre tecnologías de separación y transmutación en sus distintas versiones, si bien la envergadura de dichos programas hace imprescindible la participación en el contexto internacional. La mayor parte de los trabajos realizados son de carácter preliminar, de obtención de datos básicos y de análisis de viabilidad, con un contenido predominantemente teórico.

Como resultado de los trabajos realizados entre 1986 y 1996, en los que se llevó a cabo un análisis de las formaciones geológicas favorables a albergar el emplazamiento del AGP, se dispone de un Inventario de Formaciones Favorables.

Igualmente se procedió al diseño genérico, y a la evaluación asociada de seguridad de sendos diseños básicos y conceptuales de la mencionada instalación, adaptados a un medio hospedante tipo granito y tipo arcilla. Estos avances constituirán una base sólida para el lanzamiento de las próximas etapas para la selección del emplazamiento y la implantación del AGP.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, tal como se estableció en el 6º PGR, en 2013 se presentaron al entonces Ministerio de Industria, Energía y Turismo los siguientes informes:

- Opciones de gestión del CG y RAA. Este informe describe las características, condicionantes y requisitos de gestión del CG, así como el conjunto de soluciones técnicamente viables de acuerdo con los principios de seguridad nacionales e internacionales. Analiza las ventajas e inconvenientes de dichas soluciones, considerando las opiniones de los organismos internacionales de referencia, así como los aspectos económicos y sociopolíticos asociados.
- Viabilidad de las nuevas tecnologías: separación y transmutación. Este informe describe los principales proyectos internacionales y europeos en el campo de la separación de radionucleidos y de sistemas trasmutadores. A partir de esa información, se indican los principales aspectos que deberán resolverse para conseguir la aplicación industrial de estas tecnologías indicándose también las necesidades tecnológicas y económicas asociadas.
- Proyectos básicos genéricos:
 - Almacenamiento en formaciones arcillosas
 - Almacenamiento en formaciones graníticas

Ambos proyectos describen e integran los resultados obtenidos por Enresa hasta 2004 en lo referente a la "Selección de emplazamiento", "Diseños genéricos de repositorio" y "Evaluaciones de Seguridad Asociadas" como elementos fundamentales de la gestión definitiva del CG. En los documentos se indican también los resultados de la I+D desarrollada como soporte para las tres actividades citadas. Dichos proyectos básicos describen los casos de almacenamiento en formaciones graníticas y almacenamiento en formaciones arcillosas, que fueron los que se consideraron viables desde el punto de vista técnico, de seguridad y de costes.

- Experiencias de toma de decisiones sobre gestión de CG y RAA en algunos países de la OCDE. Analiza las características más relevantes o comunes a los procesos de decisión para la asignación de emplazamientos en diez países de la OCDE, así como de la Unión Europea y la NEA, con el objeto de poder inferir mecanismos de decisión de utilidad para iniciativas futuras de las autoridades españolas.

Estos cuatro documentos completan la recopilación de conocimientos, tecnologías y experiencia relacionados con la gestión definitiva del CG comprometido en el 6º PGR.

Dichos documentos constituyen la base para establecer la estrategia de gestión a largo plazo.

3.2.2.2 Líneas estratégicas de actuación

Se considera, a efectos del presente Plan, que la opción preferente y básica es el almacenamiento temporal, seguido de una instalación de almacenamiento definitivo que, a los efectos de cálculos económicos y de planificación, entraría en operación a partir del año 2073.

En relación con la gestión definitiva, las actividades desarrolladas en planes anteriores se han limitado, fundamentalmente, a la consolidación y actualización del conocimiento adquirido tanto en los proyectos internos con la calidad de la información y los formatos existentes, como con los desarrollos internacionales en la materia.

Las líneas estratégicas de actuación para la gestión definitiva del CG y RAA estarán orientadas, por una parte, a mantener y actualizar la información desarrollada anteriormente y, por otra parte, al análisis y formulación de propuestas legislativas que establezcan el proceso de toma de decisiones y la definición del marco de participación más adecuado.

Adicionalmente, la gestión definitiva del CG y RAA requiere el desarrollo de un marco normativo y regulador que tenga en cuenta sus características específicas y los desarrollos internacionales en la materia.

A continuación, se indican las principales líneas estratégicas de actuación a partir de las cuales se elaborará el programa orientativo para el desarrollo de una instalación de almacenamiento definitivo de CG y RAA:

- Actualización del conocimiento y tecnologías, a partir de la información disponible y los desarrollos de programas internacionales de I+D que soportan las plataformas tecnológicas de la Unión Europea, de los resultados de los Programas Marco Europeos (de Euratom), del OIEA, NEA/OCDE, y de los logros específicos que se generen en otros programas más avanzados.
- Planteamiento en línea con los desarrollos internacionales de un marco legal y de los procedimientos necesarios para apoyar el lanzamiento de un programa para el desarrollo de un AGP en España.
- Elaboración de la documentación de base para la toma de decisiones en la selección del emplazamiento, teniendo en cuenta las experiencias previas, así como las experiencias internacionales en la materia.
- Desarrollo de documentación genérica de la instalación, así como de la metodología de evaluación del comportamiento, teniendo en cuenta los diseños básicos, la influencia positiva del mayor tiempo de enfriamiento proporcionado por el almacenamiento temporal previo, y la actualización del conocimiento.

3.2.2.3 Etapas significativas en relación con la gestión definitiva de los residuos radiactivos de alta actividad y combustible gastado y programa de cumplimiento

El programa para el desarrollo de una instalación de almacenamiento definitivo de CG y RAA tiene una alta dependencia de la disponibilidad de un emplazamiento, no sólo adecuado para cumplir los requisitos técnicos y los criterios de seguridad que una instalación de este tipo exige, sino que también cuente con la aceptación social y política necesaria.

Por lo tanto, esto requiere no solo el conocimiento científico y las tecnologías necesarias para la implantación del proyecto y para ofrecer justificación suficiente en la evaluación del comportamiento de la instalación, dentro del marco temporal de referencia requerido, sino, además, disponer de un procedimiento para la designación del emplazamiento que tenga en cuenta los mecanismos de participación pública que permitan el debate necesario en la sociedad. La aceptación social de una instalación de estas características condiciona todo el proceso y, por tanto, aporta una incertidumbre alta en los programas, por lo cual, el programa debe considerarse como indicativo.

No obstante, en el cumplimiento del objetivo general de disponer de un sistema fiable y seguro de gestión del CG y RAA, la disponibilidad de capacidad de almacenamiento temporal proporciona un marco de seguridad y flexibilidad, con una duración de décadas, lo que podría proporcionar el tiempo suficientemente razonable para el desarrollo del programa de gestión definitiva. El AGP es una solución compleja que implica a varios actores: técnicos, científicos, sociales y políticos, y cuyo desarrollo, según la experiencia internacional, abarca varias décadas. La Misión ARTEMIS reconoció que el establecimiento de un AGP operativo es un proceso iterativo y largo que requiere una planificación cuidadosa y detallada, y considera que es importante iniciar el desarrollo paso a paso del AGP lo antes posible. Se considera, por tanto, necesaria la existencia de un marco legislativo y procedimental específico que dé cobertura, en una primera etapa, al proceso de selección de emplazamiento, que facilite el diálogo operador-regulador en las distintas etapas del proyecto y que cuente con la necesaria participación pública.

El programa de desarrollo del proyecto AGP deberá estar basado en los siguientes principios para su implantación y desarrollo: flexibilidad, aprendizaje sistemático, carácter evaluable, transparencia y auditabilidad.

El programa indicativo contempla las siguientes etapas:

Etapas 1: Actualización del conocimiento (hasta 2025)

Durante esta etapa, prevista hasta 2025, se recopilarán y analizarán las tecnologías disponibles a partir de los documentos previamente elaborados, considerando, además, los desarrollos de los programas internacionales de I+D asociados a las plataformas del Programa Marco de la Unión Europea, así como los programas más avanzados, tanto en los aspectos técnicos como en los sociológicos.

Incluirá las actuaciones siguientes:

- Revisión de información desarrollada hasta la fecha en relación con los emplazamientos, las barreras naturales, las barreras de ingeniería, el diseño y la evaluación asociada del comportamiento.
- Evaluación de necesidades y revisión del correspondiente Plan de I+D, que será desarrollado durante todas las etapas contempladas en este programa.
- Evaluación de las capacidades científicas y tecnológicas disponibles.
- Elaboración de la documentación de base para el planteamiento de un proceso de elección del emplazamiento.
- Desarrollo de documentación técnica genérica de la instalación y su correspondiente metodología de evaluación del comportamiento para las principales litologías favorables disponibles en el país para su propuesta al CSN.

Al final de esta etapa, Enresa presentará un informe detallado que incluirá el estado de la información desarrollada y las capacidades disponibles. Asimismo, se dispondrá de la información de base para el planteamiento de un marco legislativo y procedimental que soporte el programa de AGP, incluyendo el proceso de designación del emplazamiento y su licenciamiento.

Etapa 2: Adopción del marco legislativo y procedimental (2026-2028)

En esta etapa, estimada en tres años, el Gobierno analizará la información presentada y orientará las etapas siguientes en función de la valoración realizada, en especial en lo que se refiere al proceso de designación del emplazamiento. Se adoptará el texto legal necesario que regule el proceso de elección del emplazamiento e identifique a los actores para poder seguir avanzando en las siguientes etapas del programa.

Asimismo, la documentación técnica genérica se presentará al CSN para su evaluación y fijación de los límites y condiciones. Se iniciará el diálogo operador-regulador que permitirá definir, establecer y consolidar las bases de diseño de la instalación del AGP, mejorando así la eficiencia del proceso de licenciamiento.

Por otra parte, continuarán desarrollándose los planes y programas de I+D y las actividades de seguimiento de proyectos internacionales, para permitir avanzar en el conocimiento y estado del arte de estas instalaciones.

Etapa 3: Proceso de selección del emplazamiento (2029-2032)

A partir del marco legislativo y procedimental establecido, se pondrá en práctica el proceso fijado y, a la vista de los resultados, se tomarán las decisiones sobre los pasos siguientes.

Los resultados de esta etapa no son predecibles a priori, por lo que el proceso debe ser suficientemente flexible y reversible, de modo que se permita reformularlo, de acuerdo con la situación, si fuese necesario, tal y como se recoja en la norma y/o procedimiento establecido.

En su caso, al final de esta etapa se dispondrá de un inventario de emplazamientos posibles, que serán analizados en detalle en la etapa siguiente.

Con el resultado de la evaluación de la documentación técnica genérica por parte del CSN y los límites y condiciones emitidos, se procederá a revisarlo y actualizarlo, y con ello se presentará al CSN para su evaluación una propuesta de criterios básicos de diseño de una instalación AGP, así como el Plan preliminar de caracterización de emplazamientos y el Plan y programa de garantía de calidad. El plazo estimado total de esta etapa es de cuatro años.

Etapa 4: Análisis de los emplazamientos y selección del candidato definitivo (2033-2039)

Esta etapa, estimada en siete años, requerirá trabajos preliminares de caracterización de los distintos emplazamientos, aplicando tecnologías principalmente desde superficie (geofísica, sondeos, geología, geoquímica, etc.). La evaluación de sus resultados permitirá analizar la viabilidad de dichos emplazamientos y proponer el emplazamiento definitivo.

Por otra parte, se presentará al CSN, para su evaluación, el plan detallado de caracterización del emplazamiento, y el proyecto de laboratorio subterráneo e instalaciones de apoyo en superficie, y se iniciará la tramitación de la evaluación ambiental de dicho proyecto.

Etapa 5: Caracterización del emplazamiento y verificación de su idoneidad (2040-2059)

Tras la designación del emplazamiento seleccionado, durante esta etapa se realizará la caracterización detallada, incluyendo la construcción de un laboratorio subterráneo en el que se instalarían los dispositivos de ensayo en profundidad que se necesiten para verificar su idoneidad.

Con la información disponible de la caracterización del emplazamiento y verificación de los componentes más importantes se elaborará el diseño detallado de la instalación y los correspondientes estudios de seguridad y de impacto ambiental. Asimismo, se elaborará la documentación correspondiente a la autorización previa o de emplazamiento y a la autorización de construcción y se tramitarán dichas autorizaciones. El plazo total estimado de esta etapa es de 20 años.

Etapa 6: Licenciamiento y construcción (2060-2071)

Con las autorizaciones previa y de construcción obtenidas, se iniciará esta etapa, durante la cual se aportará la información adicional que se requiera y se procederá al aprovisionamiento de equipamientos y a la construcción de la instalación. Se elaborará y presentará la documentación correspondiente para la solicitud de la autorización de explotación, y se tramitará dicha autorización ante el MITECO.

Continuará la toma de datos de ensayos a largo plazo para reforzar las bases de diseño y soportar el licenciamiento de la puesta en marcha.

Opcionalmente, se construirá una instalación piloto de demostración para la verificación de los principales componentes y procesos del sistema de la barrera de ingeniería de la instalación.

El plazo total estimado para esta fase es de doce años.

Etapa 7: Operación inicial o pruebas (2072-2073)

Con la autorización de explotación concedida, en esta fase se comenzará a almacenar en la instalación CG y RAA, considerando una primera etapa de pruebas nucleares. Se estima el inicio de la explotación en 2073.

Etapa 8: Operación normal

Una vez superada la etapa de operación inicial o en pruebas, se pasará a una fase de operación normal, hasta completar su llenado y posterior sellado.

3.2.2.4 Plan para el periodo posterior a la vida operativa del AGP

Una vez acondicionado en el AGP el CG y todos los RR que se alojen en él, Enresa deberá preparar la documentación para solicitar la correspondiente autorización de desmantelamiento de las instalaciones de superficie y cierre del AGP. Tal como dispone el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, esta autorización faculta al titular a iniciar los trabajos finales de ingeniería y de otra índole que se requieran para garantizar la seguridad a largo plazo del sistema de almacenamiento, así como las actividades de desmantelamiento de las instalaciones auxiliares que así se determinen, permitiendo, en último término, la delimitación de las áreas que deban ser, en su caso, objeto del control y de la vigilancia radiológica, o de otro tipo, durante un periodo de tiempo determinado, y la liberación del control de las restantes áreas del emplazamiento. El proceso de desmantelamiento y cierre terminará en una declaración de cierre emitida por el MITECO, previo informe del CSN.

En este sentido, la LEN establece, en su artículo 38 bis.4, que el Estado asumirá la titularidad de los RR una vez se haya procedido a su almacenamiento definitivo y, por otro, el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR dispone, en su artículo 4.4, que el Estado asumirá la vigilancia de las instalaciones de almacenamiento definitivo con posterioridad a su cierre, en los términos que le sean fijados por el CSN.

3.2.2.5 Situación internacional

En la actualidad se mantiene el consenso internacional en cuanto a que el almacenamiento geológico en profundidad es la mejor solución para la gestión definitiva del CG y los RAA. Desde la aprobación del 6º PGRR en 2006 se han producido acontecimientos importantes en los programas de almacenamiento geológico de los países más avanzados en esta estrategia.

En Finlandia, la agencia encargada de la gestión ha iniciado la excavación y construcción de un repositorio geológico que se prevé inicie su operación en torno al año 2025. Este será el primer repositorio operativo del mundo para RAA que desprendan calor.

La empresa gestora de Suecia solicitó el permiso de construcción de su almacén geológico en el año 2011. Tras la aprobación del proyecto por parte del municipio que acogerá la instalación, el siguiente paso es la aprobación del Gobierno.

Por último, Francia está también en una situación muy adelantada, con un emplazamiento designado para construir su almacén y a la espera de presentar su solicitud de construcción en los próximos años.

Por otra parte, existe un grupo de países que han puesto en marcha programas de selección de emplazamientos, actualmente en desarrollo, aunque aún están lejos de seleccionar emplazamientos concretos para construir sus instalaciones definitivas. Los casos más significativos de este segundo bloque de países son Suiza, Canadá y Reino Unido. En los tres se está produciendo una gran interacción con las poblaciones potencialmente candidatas a albergar un AGP en su territorio, en paralelo con una intensa labor de investigación y planificación técnica.

Por otra parte, la entrada en vigor de la Directiva 2011/70/Euratom del Consejo, de 19 de julio de 2011, ha renovado el interés de otros países europeos, con o sin CCNN activas, en la búsqueda de soluciones para la gestión definitiva de RAA y de vida larga mediante soluciones geológicas en profundidad. En algunos casos, como pueden ser países con pequeños programas nucleares y territorio reducido, la opción de soluciones compartidas continúa siendo objeto de atención prioritaria, aunque se anticipa que su puesta en práctica daría lugar a una fuerte problemática de aceptación pública.

Aparte de los esfuerzos en el almacenamiento definitivo de los RAA, un cierto número de países continúa investigando las posibilidades de empleo de tecnologías de separación y transmutación para conseguir reducciones significativas de sus volúmenes y de su radiotoxicidad. En relación con lo señalado en el anterior PGRR, el avance investigador en estas áreas se está produciendo de una manera pausada, a la vista de los complejos requerimientos de tipo tecnológico y financieros que entraña el desarrollo de estos sistemas nucleares. La gran conexión de la separación y transmutación con los procesos de reproceso, por una parte, y con las tecnologías avanzadas de generación nuclear, por otra, favorecen que los países más implicados en su desarrollo sean aquellos que cuentan con una política de generación nuclear más decidida y, a la vez, con un mayor parque de CCNN.

Respecto a la relación entre la aplicación de tecnologías de separación y transmutación y las necesidades de instalaciones de almacenamiento definitivo, existe la opinión común

entre todos los expertos y organismos internacionales de que estas no evitarán la necesidad de disponer de almacenes geológicos en profundidad.

Tabla 17. Principales programas de implantación de repositorios geológicos

País	Programa actual	Laboratorio subterráneo
Alemania	En marcha proceso de selección de emplazamiento Selección de emplazamiento (previsto): 2031	
Bélgica	Investigación detallada en laboratorio subterráneo de Mol Estudios para el repositorio Propuesta de Plan de Búsqueda de Emplazamientos al Gobierno pendiente de decisión	Mol
Canadá	Inicio de proceso de designación de emplazamiento: 2010 Expresiones de interés con 21 comunidades: 2012 Reducción expresiones de interés a 5 comunidades: 2018 Selección de emplazamiento (previsto): 2023 Inicio operación (previsto): 2043	
Estados Unidos	Investigación viabilidad emplazamiento Yucca Mountain Recomendación del emplazamiento: 2002 Solicitud de licencia: 2008 Decisión de paralización del proyecto: 2010 Elección de emplazamiento (previsto): 2026 Finalización diseño y licenciamiento (previsto): 2042 Inicio de operaciones (estimado): 2048	Yucca Mountain
Finlandia	Investigación detallada en cuatro emplazamientos: 1983-2000 Aprobación gubernamental a la decisión en principio: 2000 Ratificación parlamentaria y designación de emplazamiento (Eurajoki): 2001 Inicio estudios laboratorio: 2006 Solicitada licencia construcción: 2012 Concedida autorización de construcción: 2015 Inicio de construcción instalaciones subterráneas: 2021 Entrada en operación (estimada): 2025	Onkalo (en operación, se integrará en el futuro repositorio)
Francia	Ley de investigación: 1991-2006 Inicio construcción laboratorio: 2000 Informe resultados: 2006 Emplazamiento designado: 2011 Solicitud de autorización de construcción del repositorio (previsto): 2021 Construcción (previsto): 2021-2030 (Primera fase) Inicio operaciones (estimado): 2030	Bure
Reino Unido	Programa revisado de designación de emplazamientos: 2018	-----

País	Programa actual	Laboratorio subterráneo
Suecia	Presentación emplazamientos voluntarios (7): 2001 Programa de investigaciones: 2001-2007 Propuesta de emplazamientos: 2007 Selección de emplazamiento (Östhammar): 2009 Solicitud autorización construcción: 2011 Aprobación del municipio: 2021 Decisión del Gobierno Inicio operaciones (previsto): 2030	Aspö
Suiza	Demostración de concepto: 2006 Inicio de Plan Sectorial: 2008 Selección emplazamiento (previsto): 2022 Operación (previsto): 2045	Grimsel Mt. Terri

4 Desmantelamiento y clausura de instalaciones

Se entiende por desmantelamiento el proceso por el que, una vez obtenida la correspondiente autorización, el titular de la autorización lleva a cabo las actividades de descontaminación, desmontaje de equipos, demolición de estructuras y retirada de materiales para permitir, en último término, la liberación total o restringida del emplazamiento.

Para llevar a cabo el desmantelamiento de una instalación nuclear se requiere, según el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, la preceptiva autorización. Dado que el desmantelamiento de IINN está encomendado a Enresa, dicha autorización conlleva, asimismo, la transferencia de titularidad de la instalación del explotador a Enresa para acometerlo. Según dicho Reglamento, el desmantelamiento culmina con la “declaración de clausura”, que liberará al titular de la autorización de su responsabilidad y definirá, en el caso de la liberación restringida del emplazamiento, las limitaciones de uso que sean aplicables y el responsable de mantenerlas y vigilar su cumplimiento.

4.1 Situación actual

En España existe un sistema establecido para llevar a cabo las actividades conducentes a la clausura de las instalaciones reglamentadas y están definidos también los agentes que intervienen en el mismo.

El sistema contempla el marco general de las actuaciones, el marco normativo, el papel de los agentes, y las condiciones básicas de seguridad y operatividad a cumplir y garantizar en su aplicación, incluyendo los mecanismos de financiación.

Como elemento relevante y en cierto modo diferente al resto de países, Enresa tiene asignadas responsabilidades directas en las actividades de desmantelamiento y clausura de algunas de estas instalaciones y así está recogido en la normativa aplicable.

En este sentido, en el caso de las IINN y, en particular, de las CCNN, la responsabilidad de realizar tal desmantelamiento recae directamente en Enresa, en cumplimiento de lo establecido en la LEN, que otorga a los desmantelamientos de IINN el carácter de servicio público esencial, que se encomienda a Enresa. Los desmantelamientos se efectúan de acuerdo con las especificaciones técnico-administrativas suscritas entre Enresa y las CCNN y los anexos específicos a tal fin, que se complementan con los acuerdos operativos necesarios. También están definidos y plenamente operativos los mecanismos de financiación inherentes al mismo, establecidos en la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

En el caso de las instalaciones de la minería y fabricación de concentrados de Uranio, la responsabilidad corresponde al titular.

En el caso de la fábrica de elementos combustibles de Juzbado, por tratarse de una instalación nuclear, la responsabilidad de realizar el desmantelamiento recae en Enresa.

El mecanismo de financiación de dicho desmantelamiento está igualmente previsto en la citada disposición adicional sexta de la Ley 54/1997.

En el caso del Ciemat, la responsabilidad recae en el titular, habiendo establecido las autoridades el modo de implicación de Enresa en cuanto a los aspectos técnicos y financieros.

En el caso de las IIRR, el contrato con Enresa para la gestión de sus residuos permite que los titulares puedan acordar con Enresa la forma de proceder y los modos de hacer frente a la clausura, aunque debe indicarse que la clausura de este tipo de instalaciones no suele plantear dificultades especiales, una vez retirados los últimos RR de la etapa operativa.

Las actividades de desmantelamiento y la clausura de las CCNN pueden verse afectadas por las de retirada y gestión de los RR y del CG. Asimismo, los desmantelamientos de grandes instalaciones producen cantidades significativas de materiales residuales con contenido radiactivo, tanto RBMA como RBBA, que han de ser gestionados en CA El Cabril. De igual modo, la clausura de estas genera cantidades moderadas de RE cuya gestión definitiva no es posible realizar en CA El Cabril, por lo que deberán almacenarse en un almacén centralizado o en los almacenes temporales en los emplazamientos de las CCNN.

A lo largo de los últimos años, se ha acumulado en España una considerable experiencia en este campo, que incluye los siguientes proyectos:

- Desmantelamiento de las instalaciones existentes y restauración del emplazamiento de la fábrica de uranio de Andújar (FUA).
- Restauración ambiental de espacios afectados por exploraciones y explotaciones de minería del uranio en diversos emplazamientos.
- Desmantelamiento y restauración ambiental del emplazamiento de las instalaciones de tratamiento de mineral de uranio de La Haba y de las existentes en Saelices el Chico, que incluyen actividades de minería y de fabricación de concentrados de uranio a gran escala.
- Desmantelamiento parcial de la CN Vandellós I (460 MWe), de grafito-gas.
- Clausura de reactores de investigación del sector universitario (Argos y Arbi).
- Desmantelamiento y restauración de instalaciones obsoletas del Ciemat (proyecto PIMIC).
- Desmantelamiento de la CN José Cabrera (160 MWe), de tecnología PWR, actualmente en curso, próximo a su finalización.

Entre los proyectos mencionados destacan, por su envergadura y relevancia, el desmantelamiento parcial llevado a cabo en la CN Vandellós I y el desmantelamiento total de la CN José Cabrera, en curso desde 2010, que han permitido ubicar a España en el grupo de países con experiencia integral en esta área. La realización del proyecto de almacenamiento de la CN José Cabrera ha sido posible por la existencia de una infraestructura técnica, jurídica, institucional y empresarial suficiente en el país para

garantizar la financiación de los costes, la aplicación de las tecnologías necesarias y la gestión adecuada de los RR generados, incluido su almacenamiento definitivo.

La experiencia descrita ha permitido el desarrollo de un conjunto de capacidades de diverso tipo que están plenamente disponibles en la actualidad. De forma ligada a lo anterior, se han desarrollado y se dispone de herramientas genéricas y específicas para la planificación, organización, gestión y optimización de las actividades de desmantelamiento. Asimismo, se han actualizado los costes de desmantelamiento previstos para las CCNN, tomando como referencia las lecciones aprendidas del análisis de costes reales del desmantelamiento de CN José Cabrera.

La experiencia acumulada en los proyectos de CN Vandellós I y CN José Cabrera, tanto en los aspectos organizativos y documentales como en las interacciones con el CSN y otras autoridades implicadas, será clave para la planificación y ejecución del resto de desmantelamientos y, particularmente, del desmantelamiento de CN Santa María de Garoña, en parada definitiva desde agosto de 2017.

Asimismo, la experiencia adquirida en la integración de las actividades de desmantelamiento y la gestión de residuos, en las tecnologías aplicadas para el desmantelamiento de los grandes componentes y en las prácticas de reducción de volumen implantadas, será muy relevante en la planificación y ejecución de futuros proyectos de desmantelamiento.

En las tablas 18 y 19 se presentan el estado actual de actividades de desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares e instalaciones relativas a la minería y fabricación de concentrados de uranio, respectivamente.

Tabla 18. Estado actual de actividades de desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares

Nombre Instalación	Ubicación (Provincia)	Situación Actual	Hitos de la Clausura y el desmantelamiento
CN Vandellós I	Tarragona	Desmantelamiento parcial concluido en 2003 Fase de Latencia desde 2005	1990. Fin del permiso de operación de la CN tipo uranio natural-grafito-gas tras 17 años de operación 1994. Presentación del Plan de clausura y desmantelamiento 1998. Autorización de desmantelamiento 2003. Finalización obras desmantelamiento parcial 2005. Autorización de latencia
Reactor de investigación Argos	Barcelona	Desmantelado en 2002	1977. Parada definitiva 1992. Retirada de combustible 1998. Orden Ministerial por la que se autoriza el desmantelamiento 2003. Declaración de clausura
Reactor de investigación Arbi	Bilbao	Desmantelado en 2004	1972. Parada definitiva 1992. Retirada del combustible 2002. Orden Ministerial por la que se autoriza el desmantelamiento 2005. Declaración de clausura
Instalaciones del Ciemat	Madrid	En proceso de finalización	2001. Aprobación del Plan Director para la Mejora de las Instalaciones del Ciemat 2002. Presentación del Plan de Desmantelamiento al MINECO, CSN. Presentación del Estudio de Impacto Ambiental al MINMA. Solicitud de licencia de obras al Ayuntamiento de Madrid 2005. Autorización de desmantelamiento 2006-2012. Ejecución de las obras de desmantelamiento 2013-2015. Retirada y gestión de terrenos contaminados 2017- ...Retirada y Expedición de RR
CN José Cabrera	Guadalajara	En proceso de ejecución	2006. Parada definitiva 2009. Traslado del combustible gastado al ATI 2010. Autorización de desmantelamiento 2010-2022. Ejecución de las obras 2013. Traslado de RE al ATI
CN Santa María de Garoña	Burgos	En parada definitiva desde 2017	Inicio de actividades preparatorias de desmantelamiento en 2019

Tabla 19. Estado actual de actividades de desmantelamiento y clausura de instalaciones de minería y fabricación de concentrados de uranio

Instalaciones de minería y concentrados de uranio	Ubicación (Provincia)	Situación Actual	Hitos del proceso
Fábrica de Uranio de Andújar (FUA)	Jaén	Fase de vigilancia y mantenimiento	Terminados los trabajos de desmantelamiento y restauración en 1994. En 1995 se inició el periodo de vigilancia.
19 Antiguas minas de uranio	Extremadura y Andalucía	Restauradas	Los trabajos de restauración comenzaron en 1997 y terminaron en 2000.
Planta Lobo-G (La Haba)	Badajoz	Fase de vigilancia a largo plazo	Terminados los trabajos de desmantelamiento y restauración. En 2004 se obtuvo la declaración de clausura.
Planta Elefante (Saelices el Chico)	Salamanca	Fase de vigilancia y mantenimiento	Los trabajos de desmantelamiento y restauración se ejecutaron entre 2001 y 2004. En 2005 se inició el periodo de vigilancia.
Saelices el Chico (explo. mineras)	Salamanca	Fase de vigilancia y mantenimiento	Las obras de Restauración Definitiva se realizaron entre 2004 y 2009. Actualmente en fase de mejora y reducción del tratamiento de aguas ácidas; para lo que en 2017 se puso en marcha un proyecto de I+D.
Planta Quercus (Saelices el Chico)	Salamanca	Parada definitiva	Actualmente en proceso de evaluación, por el CSN, la documentación para solicitud de autorización de la primera fase del desmantelamiento.
Antiguas minas de uranio	Salamanca	Fase de vigilancia y mantenimiento	Las obras de restauración se realizaron entre 2006 y 2007.

4.2 Líneas estratégicas de actuación

La estrategia del país consiste en el desmantelamiento total e inmediato de las CCNN de tipo agua ligera, que son todas las existentes, a excepción de la CN Vandellós I. A efectos de planificación y costes, se prevé que las labores previas se inicien entre tres y, preferentemente, cinco años antes de la fecha de cese definitivo, de modo que la transferencia de titularidad e inicio de las obras de desmantelamiento pueda llevarse a cabo en un plazo no superior a tres años después del cese definitivo. Este plazo de seis años es el mínimo necesario para llevar a cabo las actividades de vaciado de piscinas, las actividades preparatorias del desmantelamiento y obtener la autorización de desmantelamiento y transferencia de titularidad a Enresa. Una vez obtenida esta autorización, se iniciarán las obras de desmantelamiento con una duración estimada de diez años. Esta estrategia tiene tres objetivos fundamentales:

- Asegurar un tiempo suficiente antes del cese de operación de la CN, durante al menos los tres últimos años de explotación, para diseñar y planificar adecuadamente el

desmantelamiento teniendo en cuenta los plazos de evaluación del CSN, e iniciar las actividades relativas al vaciado de piscinas.

- Aprovechar los tres años inmediatamente posteriores al cese definitivo (etapa de transición) para completar las actividades preparatorias del desmantelamiento, asegurando así el comienzo del desmantelamiento propiamente dicho una vez se obtenga la autorización de desmantelamiento, y concluir el vaciado de piscinas, incluido el último núcleo, siempre que sea posible.
- Disponer de un programa de desmantelamiento (de una duración estimada de diez años) que tenga en cuenta tanto los plazos de ejecución de las actividades como los necesarios para su licenciamiento y autorización.

Con la experiencia ya acumulada en los últimos años, el planteamiento básico de las actividades de Enresa en esta área, se recoge en las siguientes líneas de actuación:

- Realizar, en colaboración con los titulares, los estudios básicos de desmantelamiento de las CCNN en operación para una mejor definición de tipologías y volúmenes de RR, así como estimaciones más precisas de coste, alimentándose de la experiencia adquirida.
- Mantener la coordinación y cooperación con los titulares, para la optimización del proceso de transición desde la etapa operativa al desmantelamiento. Esta optimización se fundamenta en una anticipación de la planificación del desmantelamiento que contemple el desarrollo del plan de desmantelamiento, las actividades preparatorias y el vaciado de piscinas durante la fase final de la operación y en la de transición, si ello es posible.

Durante la fase final de operación y la de transición, Enresa desarrollará las siguientes actividades, en colaboración con el titular:

- Estudio básico de estrategias, incluido el Plan de gestión del combustible.
- Plan de desmantelamiento y desarrollo de la documentación necesaria para solicitar la autorización de desmantelamiento y la transferencia de titularidad a Enresa.
- Actividades preparatorias del desmantelamiento. Estas actividades tienen por objeto recopilar información esencial para el diseño del proyecto y adecuar los sistemas e instalaciones de la central a las necesidades del desmantelamiento e incluyen, entre otras, la caracterización física y radiológica de la central, descontaminaciones de sistemas, descargo de sistemas, desmontajes convencionales, modificaciones de sistemas o montaje de nuevos sistemas para el desmantelamiento, acondicionamiento de almacenes o preparación de nuevas instalaciones de almacenamiento y tratamiento de RR, y cualquier otra actividad adicional que se autorice como preparatoria en la declaración de cese definitivo.
- Adicionalmente, se podrán analizar juntamente con el titular y, en su caso, implementar de manera coordinada, actuaciones relacionadas con el tratamiento y acondicionamiento de determinadas corrientes de residuos de operación, tales como grandes componentes o piezas metálicas, que permitan

tanto la optimización de las capacidades de almacenamiento de Enresa como la puesta en servicio de instalaciones que vayan a ser utilizadas durante el desmantelamiento.

- Acometer el desmantelamiento de las CCNN, asegurando la transferencia de la experiencia adquirida de unos desmantelamientos a otros, y llevando a cabo las actividades de desmontaje de sistemas, descontaminación y desclasificación de materiales y superficies, demolición de edificios, gestión de RR y restauración del emplazamiento, de forma que se pueda liberar para un uso industrial.
- Mantener el esfuerzo en la integración entre el desmantelamiento y la gestión de RR con objeto de obtener un sistema conjunto más eficiente para futuros desmantelamientos. Especial mención merece la gestión de los grandes componentes, dado que las estrategias de segmentación de los mismos impactan directamente en la posterior gestión de los residuos primarios y secundarios, incluido su acondicionamiento y empaquetamiento.
- Continuar con la implantación de actuaciones que permitan una reducción del volumen de RR generados durante el desmantelamiento, tales como la segregación, la desclasificación, la descontaminación, la compactación, la fundición, la utilización de contenedores para grandes piezas y de aquellos que maximicen la cantidad de RR incorporados por unidad de volumen.
- Continuar con la participación, cooperación y seguimiento de los proyectos internacionales de CCNN de tipo agua ligera (PWR y BWR) al objeto de poder trasladar las experiencias internacionales relativas al desmontaje y gestión de grandes componentes, así como a la gestión de desmantelamientos simultáneos en un mismo y en diferentes emplazamientos con el fin de optimizar la duración y coste de los mismos.
- Continuar con la participación, cooperación y seguimiento de los proyectos internacionales que en el ámbito de la gestión de grafito se desarrollen, al objeto de definir, para el caso español, soluciones contrastadas internacionalmente, integrando esta vía de gestión en la última fase de desmantelamiento de CN Vandellós I.
- Participar con el titular en la finalización de las actividades de desmantelamiento y restauración ambiental de Saelices el Chico y de otras minas de uranio, utilizando la experiencia previa acumulada.
- Mantener líneas de actividad y cooperación para optimizar y llevar a cabo el futuro desmantelamiento de la fábrica de elementos combustibles de Juzbado.
- Mantener el apoyo necesario a Ciemat en la finalización de las actividades de gestión de RR y restauración precisas de sus instalaciones de Madrid, aportando la experiencia acumulada.
- Mantener el esfuerzo en la optimización de los planes de vigilancia a largo plazo de las instalaciones cuyo desmantelamiento ha finalizado, especialmente los relativos a la primera parte del ciclo.

- Incrementar los medios humanos de Enresa, con la antelación suficiente, para afrontar el calendario previsto, que requerirá la ejecución de varios desmantelamientos simultáneos.

4.3 Actuaciones programadas

4.3.1 Optimización de los desmantelamientos

La optimización de los desmantelamientos se basa en un análisis de las lecciones aprendidas en los proyectos ejecutados hasta el momento, y en particular en CN José Cabrera y las necesidades de mejora allí identificadas. En particular, se propone acometer las siguientes actuaciones desde el punto de vista de la planificación:

- Análisis de la planificación de los desmantelamientos, desde los puntos de vista de su autorización y ejecución, de manera que se asegure el cumplimiento de los requisitos y plazos establecidos para la transferencia de titularidad y de las condiciones y plazos de ejecución de las obras de desmantelamiento.
- Análisis de los desmantelamientos simultáneos de varios reactores, en el mismo o diferente emplazamiento, con vistas a facilitar su ejecución en los plazos previstos y reforzar los recursos humanos y técnicos requeridos, teniendo en cuenta los procesos de desmantelamiento y licenciamiento.
- Análisis y planificación de los recursos técnicos y humanos de Enresa necesarios para llevar a cabo, de acuerdo con el programa previsto, los desmantelamientos de todas las CCNN.
- Desarrollo de metodologías y herramientas que faciliten la transferencia y gestión del conocimiento a lo largo de todo el programa de desmantelamientos.

Asimismo, se propone acometer las siguientes actuaciones desde el punto de vista de los procesos de desmantelamiento:

- Digitalizar el desmantelamiento mediante el desarrollo de herramientas basadas en modelos 3D de las instalaciones a desmantelar, que facilite su planificación, la gestión de la información tanto física como radiológica, la definición de las estrategias y los planes de gestión de RR. Asimismo, durante la fase de ejecución, estas herramientas facilitarán el seguimiento y supervisión de los trabajos.
- Analizar los planes y técnicas de desmontaje y de gestión de grandes componentes de las CCNN, con vistas a utilizar tecnologías avanzadas que permitan reducir costes y plazos y optimizar los volúmenes de RR acondicionado.
- Analizar mejoras que faciliten la descontaminación de superficies con nuevas tecnologías que sustituyan a los procesos manuales e incrementen la productividad, especialmente en paramentos de gran altura.
- Analizar la mejora y la extensión a futuros desmantelamientos de los procesos de descontaminación y reducción de volumen aplicados en el proyecto de CN José

Cabrera, tanto a materiales como a terrenos. Estas actividades de reducción de volumen de los RR generados en los desmantelamientos contemplan, entre otras, la segregación, compactación y fundición, así como la utilización de nuevos contenedores para grandes piezas y de aquellos que maximicen la cantidad de RR incorporados por unidad de volumen.

- Analizar mejoras en los procesos de caracterización in situ de corrientes de materiales y RR que permitan optimizar la segregación en las diferentes categorías, así como la reducción de rechazos posteriores tanto en los procesos de caracterización de RBBA como de desclasificación.
- Analizar mejoras que faciliten los procesos de desclasificación de materiales y superficies con técnicas de medida que sustituyan los procesos manuales, que requieren gran cantidad de recursos humanos y tiempo, por otros más avanzados, tales como equipos de medida de bajo fondo, uso de drones y automatización de los procesos de medida en el caso de grandes superficies, etc., que incrementen la productividad.
- Continuar con la mejora y automatización de las tecnologías de medida para la restauración de terrenos contaminados que faciliten la caracterización final del emplazamiento.

4.3.2 Actuaciones programadas en los diferentes emplazamientos

4.3.2.1 CN Vandellós I

En lo que se refiere a la CN Vandellós I y finalizado el desmantelamiento y la demolición de los edificios y plantas exteriores al blindaje biológico del reactor, ésta ha quedado transformada en una instalación pasiva, que permanecerá de este modo durante el periodo de latencia (25 años) hasta que, una vez definida una vía de gestión para el grafito, se acometa el desmantelamiento total de la misma, previsto a partir de 2030. Continúa la actividad del centro de consolidación de experiencias denominado Centro Tecnológico Mestral situado en el emplazamiento (figura 22).

Figura 22. Aspecto del emplazamiento de la CN Vandellós I antes y después del desmantelamiento parcial



La instalación en latencia de Vandellós I posee sistemas estáticos y pasivos que requieren necesidades mínimas de operación y que son de gran simplicidad, ya que los parámetros a vigilar son de lenta evolución y no requieren ningún tipo de intervención inmediata.

Las actividades previstas durante la latencia de Vandellós I consisten en:

- Continuar con la optimización de la vigilancia del cajón del reactor en base al análisis de los resultados del plan de vigilancia.
- Efectuar el seguimiento y análisis de posibles vías de gestión del grafito irradiado que permanece en la instalación y participar en programas de I+D internacionales.
- Continuar con las actividades de reacondicionamiento de los RBMA y RBBA almacenados, para reducir su volumen y planificar las futuras expediciones a CA El Cabril.
- Continuar los estudios y trabajos del Plan de detalle del desmantelamiento total y preparar la documentación necesaria para solicitar la siguiente fase de la autorización de desmantelamiento.

4.3.2.2 CN José Cabrera

Respecto al desmantelamiento de CN José Cabrera (figura 23), cuyas obras se iniciaron en febrero de 2010, hasta la fecha se han ejecutado prácticamente la totalidad de las obras: la segmentación de la vasija y los internos del reactor, la descontaminación, desclasificación y demolición de sus principales edificios radiológicos (contención, auxiliar, evaporador, almacenes de residuos) y la demolición de diversos edificios convencionales.

Figura 23. Aspecto del desmantelamiento de CN José Cabrera: antes y después (figurado) del desmantelamiento total



Las actividades previstas en los próximos años se resumen a continuación:

- Desmontaje y demolición de las últimas instalaciones y sistemas auxiliares soporte del desmantelamiento, tales como sistemas e instalaciones de tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de RR.
- Demolición de los últimos edificios convencionales.
- Excavación y lavado de terrenos contaminados como paso previo a la vigilancia radiológica final del emplazamiento.
- Restauración y vigilancia radiológica final.
- Una vez concluidas las tareas de desmantelamiento, los RR remanentes se expedirán al CA El Cabril, y se continuará con la operación y vigilancia del almacén temporal, hasta que los contenedores que alberga se trasladen al ATC o al AGP.

4.3.2.3 CN Santa María de Garoña

En el caso concreto de esta central, debido a las circunstancias particulares de la misma, y dado que no ha sido posible planificar su desmantelamiento ni las actividades preparatorias durante la etapa final de operación, se ha seleccionado la alternativa de desmantelamiento en dos fases, que permite adelantar el inicio del desmantelamiento y reducir el plazo global de ejecución.

Como regla general, el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, exige que antes de conceder la autorización de desmantelamiento se haya descargado el CG del reactor y de las piscinas. No obstante, permite excepcionalmente iniciar un desmantelamiento con CG en la piscina siempre que se disponga de un Plan de gestión de combustible aprobado por el MITECO, previo informe del CSN.

Bajo el requisito anterior, la alternativa de desmantelamiento inmediato en dos fases implica realizar la primera fase con CG en la piscina y, la segunda, una vez éste haya sido evacuado al ATI y hayan finalizado las actividades de desmantelamiento y remodelación del edificio de turbina previstas para la fase inicial.

Las actividades previstas para esta alternativa identifican tres períodos claramente definidos:

- Fase de transición: finaliza con la obtención de la autorización de la fase 1 de desmantelamiento y de transferencia de titularidad a Enresa. Comprende fundamentalmente las actividades siguientes:
 - Ingeniería y licenciamiento para solicitar la autorización de la fase 1 de desmantelamiento y de transferencia de titularidad.

- Actividades preparatorias, que se llevan a cabo bajo la titularidad de Nuclenor, mediante la firma de un acuerdo Enresa-Nuclenor.
- Carga y traslado de cinco contenedores de CG al ATI.
- Elaboración de un plan de implantación de Enresa, incluyendo las necesidades de contratación y formación de personal especializado.
- Fase 1 de desmantelamiento: finaliza cuando se haya evacuado el CG de la piscina, ejecutado las actividades de desmantelamiento previstas para la fase 1 y obtenido la autorización de la fase 2 de desmantelamiento. Comprende fundamentalmente las siguientes actividades:
 - Ingeniería y licenciamiento para solicitar la autorización de la fase 2 de desmantelamiento.
 - Desmantelamiento de equipos y remodelación del edificio de turbina.
 - Evacuación del resto de CG.
- Fase 2 de desmantelamiento: con finalización prevista siete años después. Comprende fundamentalmente las actividades siguientes:
 - Desmantelamiento del resto de edificios e instalaciones de la CN incluyendo el desmontaje de sistemas y componentes, seguida de la descontaminación y demolición de aquellos edificios que así se determine, para finalizar con la restauración y vigilancia radiológica final del emplazamiento.

4.3.2.4 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Enresa ha colaborado con Ciemat en el desmantelamiento de instalaciones obsoletas en Madrid (proyecto PIMIC), incluida la expedición de RR al CA El Cabril, en el período 2006 a 2018.

Enresa continuará apoyando a Ciemat en la fase final de este proyecto en el ámbito de la gestión de RR remanentes, incluidos los procesos de caracterización, descontaminación, desclasificación y retirada de terrenos contaminados.

4.3.2.5 Instalaciones de minería y fabricación de concentrados de uranio

Se continuará con las actividades de vigilancia y mantenimiento de la antigua fábrica de uranio de Andújar (Jaén), y participando con el titular en las tareas de desmantelamiento, restauración y vigilancia de los emplazamientos e instalaciones de minería y planta de concentrados de uranio según se detalla a continuación:

- Emplazamiento de la Haba (Badajoz): Programa de vigilancia y control a largo plazo del emplazamiento de la antigua planta Lobo-G en La Haba.

- Emplazamientos de antiguas minas de uranio de Castilla y León: Programa de vigilancia y mantenimiento de las minas de Casillas de Flores y Valdemascaño.
- Emplazamiento del Centro de Saelices el Chico (Salamanca): Programa de vigilancia y mantenimiento de explotaciones mineras.

Desde la finalización de las obras de restauración definitiva de las explotaciones mineras de Saelices el Chico, en Salamanca, en 2009, continúan generándose aguas ácidas que requieren un tratamiento adecuado. Con el objetivo de minimizar el volumen anual de agua que aún requiere tratamiento antes de su vertido y reducir los costes derivados de esta actividad, se han adoptado en el emplazamiento acciones correctoras de tipo hidráulico. Además, en 2017 se puso en marcha un proyecto de I+D cuyo objetivo es la aplicación de combinaciones de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos e inorgánicos (tecnosoles) de manera que se evite la generación de aguas ácidas y eliminar los actuales tratamientos, muy costosos. En función de los resultados de este proyecto, está prevista la aplicación de tecnosoles a la totalidad del emplazamiento.

Las actividades de vigilancia y mantenimiento, con el alcance y duración requerido por el CSN, en todos aquellos emplazamientos restaurados de la minería/fabricación de concentrado de uranio que se encuentran en fase de cumplimiento (Planta Elefante y explotaciones mineras restauradas en Saelices el Chico, minas de Castilla y León y FUA) o en vigilancia a largo plazo posterior a la declaración de clausura (Planta Lobo-G), tienen como fin principal verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales y radiológicos del Proyecto de Restauración. La responsabilidad de las actuaciones en los emplazamientos de estas instalaciones corresponde a sus titulares, encargándose Enresa de la supervisión técnica y de la financiación que le corresponda, según lo establecido en los acuerdos suscritos con dichos titulares.

4.4 Situación internacional

El desmantelamiento de IINN está cobrando una relevancia creciente en los últimos años pues un importante número de éstas han alcanzado ya el final de su vida operativa y se prevé un incremento importante de su número en los próximos años. Este panorama pone de manifiesto los retos en relación con la planificación para el desmantelamiento, su ejecución, su financiación y, en particular, la gestión de los importantes inventarios de materiales y RR resultantes.

El desmantelamiento de IINN se viene realizando durante los últimos cincuenta años en distintos países del mundo. Si bien se considera que se ha adquirido una considerable experiencia en lo referido a sus aspectos técnicos y tecnológicos y en el conocimiento e interpretación de los elementos fundamentales para su planificación, gestión y financiación, en la práctica sólo algunas grandes IINN y reactores comerciales de potencia han sido totalmente desmanteladas. Hasta la fecha, solo ha sido así en unos pocos de los más de 160 reactores comerciales que han cesado su operación.

Tabla 20. Principales CCNN completamente desmanteladas

País	Instalación	Tipo	Potencia eléctrica (MWe)	Año de parada definitiva	Año de finalización desmantelamiento
Alemania	Grosswelzheim	Prototipo HDR	25	1971	1998
	Greifswald 1-5	VVER	408	1990	2014
	Wuergassen	BWR	640	1994	2014
	Kahl	Experimental BWR	16	1985	2010
	Niederaichbach	GCHWR	106	1974	1995
Estados Unidos	Pathfinder	Superheat BWR	63	1967	1992
	Elk River	BWR	58	1968	1974
	Shippingport	PLWBR	60	1982	1988
	Fort St Vrain	HTGR	330	1989	1997
	Rancho Seco	PWR	913	1989	2009
	Shoreham	BWR	820	1989	1994
	Yankee Rowe	PWR	180	1991	2007
	Trojan	PWR	1130	1992	2005
	Haddam Neck	PWR	582	1996	2007
	Big Rock Point	BWR	71	1997	2006
	Maine Yankee	PWR	860	1997	2005

En la actualidad, se están ejecutando proyectos de desmantelamiento de reactores de potencia en diferentes países, entre ellos, Estados Unidos, Alemania, Francia, Japón, el Reino Unido y España. Como se ha anticipado, está previsto que un importante número de CCNN deban ser desmanteladas en los próximos años en otros países como Suecia, Suiza, Canadá, Corea del Sur o la Federación Rusa, por acabar su vida útil. También habrá desmantelamientos como resultado del cierre anticipado de instalaciones, como en los casos de Bulgaria, Lituania, Italia y Eslovaquia.

En este sentido, la tendencia a nivel mundial para las CCNN es hacia la adopción de estrategias de desmantelamiento total e inmediato, coincidentes con la política española. En algunos casos, la ausencia de capacidades de gestión para los RR bloquea el inicio y progreso del desmantelamiento. La disponibilidad de estas capacidades e infraestructuras para acomodar importantes volúmenes de RR generados durante un periodo relativamente corto de tiempo se convierte en un aspecto crítico, en particular para aquellos casos donde se prevé un programa acelerado y la coincidencia en el tiempo de varios proyectos de desmantelamiento.

La cooperación internacional y el intercambio de experiencias es particularmente importante hoy en día en tanto que la mayoría de las organizaciones cuentan con una experiencia limitada en proyectos de desmantelamiento. A este respecto, Enresa participa activamente en los grupos de trabajo promovidos por la NEA/OCDE y el OIEA y colabora con organizaciones responsables del desmantelamiento de otros países aportando la

experiencia adquirida, fundamentalmente, en los proyectos de CN Vandellós I y CN José Cabrera.

En lo que respecta a la gestión de los residuos procedentes de la minería y la fabricación de concentrados de uranio, en Europa, la industria de minería del uranio se halla en claro retroceso, habiendo sido la mayor parte de las minas clausuradas tras sus actividades en décadas pasadas. Hoy, la extracción de uranio se concentra sobre todo en seis potencias productoras: Canadá, Australia, Níger, Rusia, Namibia y Kazajstán.

Puede afirmarse, en primer lugar, que todos los países, dadas las características volumétricas, radiológicas y temporales de este tipo de residuos, acometen su gestión de manera diferenciada respecto a los residuos radiactivos que se producen en los demás ámbitos (la producción de energía nucleoelectrónica o las aplicaciones médicas, industriales, etc., de la energía nuclear).

Este tratamiento diferenciado es observable tanto en la normativa internacional como en la regulación, gestión y configuración de inventarios nacionales que, en relación con estos residuos, llevan a cabo los distintos países que los han generado. Por lo que respecta a la Directiva 2011/70/Euratom, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos, no resulta de aplicación a los residuos de la minería de uranio. Asimismo, los datos de los inventarios nacionales presentados en los sucesivos ciclos de revisión de la Convención Conjunta para la seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de residuos radiactivos se muestran de manera independiente para las actividades de minería y fabricación de concentrados, por una parte, y para el resto de las aplicaciones de la energía nuclear, por otra.

Atendiendo no al modo en que se registran en los inventarios, sino a las prácticas de gestión de los residuos procedentes de minería y fabricación de concentrados de uranio, se pueden observar los siguientes rasgos comunes en el contexto internacional:

- Las responsabilidades para su gestión recaen de manera directa sobre aquellas empresas que los han generado en el ámbito de la primera parte del ciclo de combustible, no atribuyéndose a los organismos e instituciones que se ocupan de la gestión del resto de residuos radiactivos.
- En el caso de legados de empresas mineras que dejaron de existir hace décadas, el Estado asume su gestión, bien de forma directa o a través de encomiendas. En Estados Unidos, el Departamento de Energía ha asumido la gestión de los residuos de minería que fueron generados antes de 1978, momento en que se aprobó la ley norteamericana de control de residuos de minería. En Alemania se ha reconvertido la empresa que había generado esos mismos residuos, dotándole de fondos públicos: Wismut GmbH.
- Una vez concluidas las actividades de restauración ambiental, la vigilancia institucional corre a cargo del Estado transcurrido un periodo de tiempo variable.
- Se establecen responsabilidades financieras con anterioridad o durante el periodo de gestión de residuos y los años subsiguientes (el denominado en España “período de cumplimiento”, antes de que comience la vigilancia institucional), con el objetivo de

que el explotador de la mina o planta de concentrados afronte costes sobrevenidos por su restauración. Estas responsabilidades pueden adoptar la forma de mecanismos de garantía financiera.

- En cuanto a los modos de gestión, la práctica común es el tratamiento, estabilización y supervisión de los residuos “in situ”, es decir, en el mismo emplazamiento en que fueron generados.

5 Logística para la gestión de los residuos radiactivos y del combustible nuclear gastado

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR, Enresa es responsable de establecer sistemas para la recogida, transferencia y transporte del CG y los RR y de adoptar medidas de seguridad, tanto en lo que respecta a la seguridad tecnológica como a la seguridad física, en su transporte, de acuerdo con lo previsto en la reglamentación específica en materia de transporte de mercancías peligrosas y con lo que determinen las autoridades y organismos competentes.

En el cumplimiento de esa responsabilidad, Enresa está comprometida con todas aquellas actividades encaminadas a garantizar el transporte seguro de los RR, incluyendo tanto la seguridad vial activa, poniendo en servicio equipos de transporte y embalajes más seguros y específicos para el traslado de los RR, como la pasiva, colaborando con las diferentes administraciones en la mejora de las rutas de transporte y los accesos a sus instalaciones.

Dentro del cumplimiento de las responsabilidades anteriormente citadas, Enresa asume la función de “remitente” en el transporte de RR, de tal manera que independientemente del origen o tipo del RR, la transferencia de responsabilidad se efectúa cuando el vehículo ha traspasado la valla de la instalación productora.

La aplicación de este criterio ha exigido el desarrollo de dos tipos de acciones fundamentales. En primer lugar, el establecimiento de un sistema de inspección del 100% de los RR, previamente a la salida del vehículo y, en segundo lugar, el desarrollo de equipos y embalajes de transporte adecuados para llevar a cabo las expediciones de RR, que permiten cumplir estrictamente la reglamentación aplicable y aportan medidas adicionales de seguridad a los transportes.

En función de la naturaleza del productor, Enresa ha establecido dos sistemas diferenciados de trabajo. Uno para los RR procedentes de instalaciones no nucleares (principalmente las IIRR reguladas por el título III del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas), y otro para los RR generados en IINN.

En el primer caso, si bien el volumen retirado anualmente no es muy relevante (entre 15 y 20 m³), el sistema de inspección previo se desarrolla en dos etapas. La primera incluye una inspección preliminar a su programación de retirada, y aplica fundamentalmente a residuos que no disponen de datos radiológicos, son dudosos, o son producto de nuevas técnicas establecidas.

Una vez caracterizados radiológicamente los RR, por inspección previa o por datos fiables enviados por la instalación generadora, Enresa suministra a los productores los embalajes adecuados para su transporte. En el momento de la carga, en la mayoría de las ocasiones, se realiza una segunda inspección con el fin de verificar el cumplimiento de los criterios de aceptación establecidos en las especificaciones técnico-administrativas de aceptación de RR, conformando de manera simultánea los bultos de RR a retirar.

En lo referente a los equipos y embalajes de transporte, la seguridad fundamental de estos transportes está basada en el concepto “bulto”, elemento que forman el RR a transportar y el

embalaje que lo contiene. En ese sentido, Enresa ha desarrollado más de una veintena de embalajes de transporte diferentes adaptados al tipo de RR a albergar y que garantizan el cumplimiento de la reglamentación vigente.

Es de destacar que, desde la entrada en vigor del Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, las fuentes radiactivas procedentes de los detectores iónicos de humo son gestionadas dentro del sistema establecido para RR procedentes de instalaciones no nucleares.

Los RBMA y RBBA procedentes de IINN suponen el mayor volumen de entrada en el CA El Cabril, actualmente entre 2.000 y 3.000 m³ al año lo cual supone unas 250 expediciones anuales en promedio. Si bien estos valores pueden considerarse razonables, para los próximos años, la tendencia será creciente con el paso del tiempo, alcanzando valores pico en la etapa coincidente con el solape del desmantelamiento de varias CCNN. En estos casos, una vez aceptados los RR por Enresa para su gestión mediante el correspondiente proceso de caracterización, la inspección se focaliza fundamentalmente en su verificación en el momento de la retirada y en la adecuada conformación de la carga del vehículo que los transporta.

Dada la naturaleza de las IINN, el suministro del embalaje lo hace el propio productor, de tal manera que Enresa centra su labor en el desarrollo de equipos de transporte que permitan una menor interacción con los RR, tanto en los procesos de carga en origen como de descarga en el CA El Cabril, de tal forma que se minimicen las dosis de radiación tanto al personal implicado en ambas operaciones como al público en general durante la circulación del vehículo.

Enresa utiliza para estos transportes vehículos diseñados específicamente para el tipo de RR a transportar. En el caso de los transportes con origen en las IINN, se utilizan vehículos articulados de 40 toneladas de masa máxima autorizada y, para los procedentes de hospitales, laboratorios y centros de investigación, se utilizan vehículos de menor tamaño que permitan una mayor accesibilidad a los lugares de carga.

Otro requisito fundamental es la formación de los conductores, encaminada a una actuación adecuada en caso de incidentes. Se les dota de los conocimientos suficientes para ser capaces de desplegar los correspondientes sistemas de seguridad que lleva el vehículo. En cualquier caso, los imprevistos o accidentes que pudieran ocurrir durante las expediciones quedan recogidos en el "Plan de actuación ante contingencias o accidentes en transporte de RR". De este modo, pueden llevarse a cabo y coordinarse las medidas y procedimientos adecuados para gestionar el incidente, minimizando tiempos de intervención y riesgos.

El transporte de CG, junto con su condición de transporte de una mercancía peligrosa, tiene unas características físicas (longitud y masa) que hacen necesario implementar medidas de seguridad vial adicionales por aplicación de la correspondiente reglamentación. El transporte del CG y los RE se realizará por medio de contenedores aprobados por las autoridades competentes, los cuales son diseñados, licenciados y fabricados teniendo en cuenta las características específicas del CG y RE de cada CN. Actualmente Enresa dispone de contenedores metálicos de doble propósito y de contenedores específicos de transporte para las capsulas metálicas como se describe en la sección 3.2. Esta flota de contenedores se irá completando según las necesidades y características del CG y RE de cada CN. En la

alternativa de un ATC para la gestión temporal de CG, RAA y RE es necesario transportar dichos residuos desde los emplazamientos en los que se han generado hasta el ATC, lo cual puede suponer unas 30 o 40 expediciones al año. Para la gestión definitiva en un AGP será necesario transportar los residuos, bien desde el ATC o desde los emplazamientos de los ATD al emplazamiento del AGP, lo cual supone una ruta única en el primer caso y siete rutas diferentes en el segundo.

De acuerdo con la reglamentación, los transportes deberán tener una autorización especial de circulación que establecerá las condiciones de seguridad vial aplicables. En ella se incluye, entre otros requisitos, la obligatoriedad del uso de un vehículo piloto.

La utilización de un vehículo piloto tiene por objeto advertir a los demás vehículos de la circulación de un vehículo de dimensiones y masa por encima de los considerados normalizados (40 toneladas y 18 metros) y que, en general, circula a una velocidad inferior a los máximos establecidos en función del tipo de carretera.

Independientemente de lo establecido en las diferentes reglamentaciones, Enresa implementará medidas adicionales de seguridad que garanticen el correcto desarrollo de los transportes, y que en el caso de un accidente o incidente minimicen los impactos, tanto a las personas como al medio ambiente.

Este paquete adicional de medidas de seguridad está enfocado en dos aspectos fundamentales:

- En caso de avería, evitar las paradas no programadas en ruta.
- En caso de accidente, establecer las medidas de seguridad radiológicas correspondientes en el plazo mínimo posible.

Con objeto de evitar paradas no programadas en ruta, como consecuencia de una avería del vehículo, Enresa dispondrá, a lo largo de los diferentes itinerarios a utilizar, de una red de talleres de reparación para que, en un tiempo no superior a dos horas, se presente en el lugar de la avería un coche taller que proceda a la reparación. En este sentido, al objeto de minimizar el tiempo de parada, especialmente dada la peculiaridad de los semirremolques, se prevé que en el propio vehículo se lleven aquellas piezas de reparación que se consideren sensibles de avería en ruta y que por sus dimensiones y pesos puedan ser transportadas.

Por lo que se refiere al establecimiento de medidas de seguridad radiológica en caso de accidente, Enresa, adicionalmente a las medidas establecidas en el “Plan de actuación ante contingencias o accidentes en transporte de RR”, durante el desarrollo de los transportes de CG, dispondrá un equipo de personal capacitado en protección radiológica que acompañe al vehículo de transporte, desde su origen hasta su destino, con objeto de que, en caso de cualquier incidente, se puedan tomar de manera inmediata las correspondientes medidas de seguridad radiológica que eviten dosis de radiación tanto al personal que forma parte de la expedición, como al público que pudiera estar en las inmediaciones.

6 Otras actuaciones

6.1 Vigilancia radiológica de los materiales metálicos

Tras el incidente que tuvo lugar en mayo de 1998 en una planta siderúrgica ubicada en el sur de España, en el que se produjo la fundición inadvertida de una fuente radiactiva de Cesio-137, procedente del exterior del país, que se encontraba entre la chatarra que esta factoría utiliza en su proceso productivo, se puso de manifiesto la necesidad de adoptar medidas destinadas a tratar de evitar la repetición de hechos similares y, en el caso de que ocurrieran, limitar sus consecuencias.

Por ello, con el fin de tratar de evitar incidentes en las instalaciones industriales de recuperación o procesado de materiales metálicos y controlar los RR que se puedan producir en el caso de que estos incidentes ocurran, en noviembre de 1999 se firmó un “Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos” entre los Ministerios implicados en la materia, el CSN, Enresa, las asociaciones industriales con actividad en la recuperación y fabricación de metales y los sindicatos más representativos, al que se han ido adhiriendo otras organizaciones desde su constitución.

En este Protocolo se establecen una serie de compromisos y actuaciones a llevar a cabo por cada una de las partes firmantes y por todas aquellas empresas que a él deseen adscribirse, con el objeto de garantizar la vigilancia radiológica de los materiales metálicos y la gestión de los materiales radiactivos que sean detectados en éstos, o que se puedan generar como consecuencia de un incidente. Las empresas que se adscriban a este Protocolo son inscritas en el Registro de Instalaciones de vigilancia radiológica, cuyo mantenimiento y gestión corresponde a la Dirección General de Política Energética y Minas del MITECO.

Desde la firma del Protocolo, se han producido un número significativo de detecciones de material radiactivo contenido o acompañando a esos materiales metálicos de diversa entidad. También se han producido algunos incidentes a causa de la fusión o el procesamiento inadvertido de fuentes radiactivas. En todos los casos, Enresa ha efectuado las retiradas y gestión correspondientes de los RR generados. Asimismo, Enresa organiza e imparte diversos cursos cada año para el personal relacionado con el Protocolo.

Dentro de este mismo ámbito, el Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, sobre control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas, que transpone la Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, 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, en lo relativo a las fuentes huérfanas, tiene por objeto evitar o reducir en lo posible la exposición a las radiaciones ionizantes como consecuencia de la existencia de este tipo de fuentes que, en esencia, son aquellas que, por cualquier motivo, están fuera del control reglamentario y, por lo tanto, carecen de supervisión en este ámbito.

Este Real Decreto establece las medidas, los requisitos de vigilancia y control, y los procedimientos de actuación, en caso de detección o procesamiento de fuentes, que se deberán adoptar en las instalaciones destinadas a la recuperación, almacenamiento o

manipulación de materiales metálicos para su reciclado, así como el papel a desarrollar por Enresa en estos casos.

Con la aprobación de este Real Decreto, algunos de los compromisos asumidos voluntariamente por las partes firmantes del Protocolo se incorporan al ordenamiento jurídico.

6.2 Protocolo Megaport

El “Protocolo de actuación en caso de detección de movimiento inadvertido o de tráfico ilícito de material radiactivo en puertos de interés general” (Protocolo “Megaport”) se firmó en el año 2010, a iniciativa de las autoridades nacionales, dentro de las actuaciones inducidas por el acuerdo establecido entre España y Estados Unidos, en el marco de su colaboración al servicio de la lucha contra el terrorismo. En su contenido y mecanismos operativos se tuvo en cuenta la experiencia acumulada en el “Protocolo” anterior, con las adaptaciones necesarias a la materia. Enresa es una de las organizaciones firmantes del Protocolo Megaport, en su calidad de gestor de los RR generados en territorio nacional y prestador del correspondiente servicio público esencial, en nombre del Estado.

Desde su entrada en vigor se ha producido un reducido número de detecciones, ninguna de carácter criminal, que han sido resueltas en base a los mecanismos establecidos.

Enresa ha retirado algunos materiales y fuentes radiactivas detectadas en los puertos, previa obtención por parte del “poseedor” de los mismos de una autorización del MITECO que le permite su transferencia a Enresa en calidad de RR. Asimismo, Enresa participa en los cursos de formación organizados por la Agencia Estatal de Administración Tributaria para los operadores del sistema de control radiológico.

6.3 Apoyo a la respuesta en caso de emergencia

Una de las funciones asignadas a Enresa en el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR, es la de actuar, en caso de emergencias nucleares o radiológicas, en la forma y circunstancias que requieran los organismos y autoridades competentes. El alcance de estas actuaciones está definido a nivel muy básico en la normativa aplicable y en mayor detalle en ciertos planes y programas de carácter y alcance nacional.

Enresa, además de responder ante emergencias que se puedan producir en sus instalaciones, y emergencias en el transporte de material radiactivo de acuerdo a su propio Plan de actuación ante contingencias o accidentes en el transporte de RBMA, basado en la “Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril”, aprobada por Real Decreto 387/1996, de 1 de marzo, actúa como apoyo al Sistema Nacional de Protección

Civil y a los servicios de seguridad, en la forma y circunstancias que requieran los organismos y autoridades competentes en caso de:

- Emergencias en CCNN, reguladas por el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN), aprobado por Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, como miembro del “Grupo Radiológico” de la respuesta, dirigido por el CSN.
- Emergencias que se produzcan en instalaciones radiactivas y las reguladas por la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Radiológico, aprobado por Real Decreto 1564/2010, de 19 de noviembre.

Para cumplir las tareas que tiene encomendadas, Enresa se ha dotado de una serie de capacidades complementarias a las que le son propias, entre las que se pueden mencionar:

- Mecanismo de cobertura integrada de activación.
- Servicio de apoyo con cobertura temporal completa, para realizar intervenciones y retiradas de materiales radiactivos.
- Servicios de apoyo de capacidades de medida y análisis radiológicos.

El sistema nacional realiza periódicamente ejercicios y simulacros de preparación, en los que Enresa participa de forma regular.

Complementariamente, Enresa coopera en actividades formativas, en materia de protección radiológica y de gestión de RR, de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado y de otros colectivos institucionales, cuya participación en este tipo de situaciones es ineludible.

6.4 Gestión de pararrayos radiactivos

Mediante el Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, sobre pararrayos radiactivos, se obligaba a formalizar la existencia de este tipo de aparatos según la reglamentación en materia de instalaciones radiactivas, o a su retirada por Enresa como RR.

Enresa ha venido realizando la retirada y gestión de los cabezales de pararrayos radiactivos y de las fuentes radiactivas que contenían, mediante su exportación para reciclado. El proceso se dio por finalizado a todos los efectos formales en la primavera de 2004. No obstante, de una manera regular siguen apareciendo este tipo de dispositivos, del orden de decenas anualmente, por lo que es necesario mantener una capacidad suficiente de retirada y desmontaje para estos casos. Se han retirado más de 22.000 cabezales sin ninguna incidencia digna de mención.

6.5 Otros materiales radiactivos aparecidos fuera del sistema regulador

Además de los casos específicos descritos en los epígrafes anteriores, el sistema nacional tiene establecidos dos mecanismos básicos para que se lleve a cabo la retirada y gestión segura de cualquier material radiactivo que pudiera aparecer fuera del control regulador. Las autoridades ponen en marcha tales mecanismos, mediante la aprobación de órdenes de intervención o resoluciones de transferencia, involucrando a Enresa como proceda en cada caso. En este apartado es de especial relevancia la Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, 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, en proceso de transposición, que modificará y deroga parte de la legislación vigente aplicable.

Enresa ha realizado un número limitado de actuaciones, respondiendo a órdenes de intervención, que han abarcado la retirada y gestión de fuentes radiactivas de uso médico utilizadas a principios de la segunda mitad del siglo XX, algunos casos de comercializadores de productos de consumo que se encontraban intervenidos por la administración y en casos de instalaciones reglamentadas de otro tipo sin titular localizable.

Las actuaciones relativas a resoluciones de transferencia son más habituales y esencialmente se refieren a fuentes y otros materiales radiactivos existentes en instalaciones (reglamentadas o no) a causa de actividades llevadas a cabo en los tiempos en que no existía un marco normativo en materia de protección radiológica y seguridad nuclear y que, por lo tanto, no siguieron en su día los procedimientos actualmente establecidos.

El tipo de fuentes y materiales radiactivos retirados por estos mecanismos es variado y los volúmenes no son, en general, significativos.

6.6 Gestión de materiales residuales con contenido radiactivo de origen natural

Otra actuación contemplada en el sistema nacional es la retirada por Enresa de aquellos materiales NORM (materiales con contenido radiactivo de origen natural) que sean clasificados como residuos radiactivos, existentes en instalaciones y actividades no sujetas al régimen de autorizaciones de la legislación nuclear. En España, al igual que en otros muchos países, se desarrollan algunas actividades industriales que utilizan y procesan materias primas con contenido radiactivo de origen natural, con la consiguiente generación de materiales residuales que tienen contenido radiactivo. Siguiendo las normas de la Unión Europea, la reglamentación española en el ámbito radiológico contempla este tipo de actividades y establece las condiciones en las que es preciso algún tipo de control de las mismas por razones radiológicas.

Así, en la Orden IET/1946/2013, de 17 de octubre, por la que se regula la gestión de los residuos generados en las actividades que utilizan materiales que contienen radionucleidos naturales, se establecen los valores de las concentraciones de actividad (niveles de exención/desclasificación) que, en caso de no superarse, permiten que la

gestión de estos residuos se haga de forma convencional, o, en caso contrario, obliga a que se lleve a cabo, por parte del titular de la actividad, un estudio de impacto radiológico para conocer cuál puede ser la dosis efectiva anual resultante para los miembros del público y para los trabajadores, estableciéndose que, en el caso de que se superen ciertos valores, dichos materiales han de ser gestionados por Enresa como RR.

El tipo de residuos radiactivos retirados por este mecanismo es variado y los volúmenes no son, en general, significativos, aunque la experiencia adquirida no se puede considerar representativa de las posibles retiradas a realizar en un futuro. Por este motivo, será necesario cuantificar los materiales provenientes de las industrias que generan materiales NORM y que sean clasificados finalmente como residuos radiactivos. Para su gestión en el CA El Cabril, estos residuos tendrán que cumplir necesariamente con los requisitos establecidos en el permiso de explotación de dicha instalación.

7 Actividades de investigación y desarrollo

La Investigación y Desarrollo (I+D) es uno de los elementos básicos en la generación de los conocimientos, las tecnologías y la experiencia necesarias para el desarrollo de las actividades a aplicar en las distintas etapas de gestión de RR y en el desmantelamiento y clausura de instalaciones, a fin de garantizar su seguridad y viabilidad, por lo que sus objetivos y prioridades están estrechamente asociados a la gestión que se establezca.

En su ejecución, la I+D sigue unas pautas que intentan combinar, de forma equilibrada, la puesta a punto de capacidades españolas desarrolladas en colaboración con las universidades, los centros de investigación (en particular el Ciemat) y otras organizaciones, con la adquisición de desarrollos en otros países; la utilización conjunta de las instalaciones de los agentes implicados en el país, de las universidades y de otros centros de investigación y la participación en proyectos de la Unión Europea, el OIEA y la NEA/OCDE.

Enresa viene desarrollando sistemáticamente programas de I+D desde 1986. El 8º de ellos cubre el periodo 2019-2023. La financiación de la I+D establecida en dicho Plan es realizada mayoritariamente por Enresa, con pequeñas contribuciones de la Unión Europea, a través de la participación en los Programas Marco, y de otras organizaciones en particular el Ciemat, a través de acuerdos de colaboración. Por otra parte, el CSN ejecuta su propio Plan de I+D (con carácter quinquenal), que comprende líneas estratégicas, entre las que se incluyen las relativas a la operación y gestión del CG (incluido su almacenamiento en seco y su transporte una vez finalizada su vida útil), el comportamiento de materiales y gestión de vida, y los RR.

7.1 I+D en la gestión de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad

La optimización de la capacidad de almacenamiento del CA El Cabril es un objetivo estratégico y prioritario en la gestión de este tipo de RR que fundamentalmente se generan en la operación y desmantelamiento de las CCNN españolas. Además, se ha de continuar potenciando las actividades de mejora de la eficiencia y seguridad de la operación de las instalaciones del CA El Cabril.

Las actuaciones previstas en este ámbito se agrupan en las tres áreas siguientes:

- a) Mejoras de la gestión de RBMA y RBBA.
 - Apoyo a las actividades de aumento y optimización de la capacidad de almacenamiento del CA El Cabril (existente y futura).
 - Potenciación de las actividades de reducción de volumen y acondicionamiento de nuevas corrientes.
 - Mantenimiento de la I+D aplicada a la mejora de la seguridad: mejor conocimiento de la interacción radionucleido/barreras y materiales de confinamiento.
 - Mejora tecnológica de caracterización y monitorización de emplazamientos, así como de su representación visual.

- Protección radiológica y restauración ambiental: análisis, verificación y selección de tecnologías adecuadas a su aplicación en la restauración de terrenos.
 - Mejora de conocimientos y tecnologías aplicables en la gestión de residuos procedentes del desmantelamiento de CCNN.
- b) Mejora de la operación del CA El Cabril.
- Optimización general de los procesos mediante aplicación de tecnologías más avanzadas que simplifiquen la operación sin merma de la seguridad.
 - Mejora del conocimiento de las características del inventario de bultos a través de la aplicación de técnicas analíticas cada vez más precisas.
 - Optimización y mejora de las tecnologías de control ambiental.
- c) Gestión del grafito irradiado.
- Continuación de las actividades de tratamiento y gestión.
 - Participación en proyectos de colaboración internacional relacionados con la gestión de grafito irradiado.
 - Estudio de otras actuaciones sobre el grafito, como tratamientos con microorganismos, y utilización del mismo en morteros.

7.2 I+D en la gestión de combustible nuclear gastado y residuos de alta actividad

La I+D debe contribuir a corto plazo con actividades que apoyen y soporten la gestión temporal del CG y RE y de sus instalaciones (emplazamiento, barreras de ingeniería, monitorización y soporte de estudios de seguridad y medioambientales), a través de proyectos específicos.

En lo relativo al almacenamiento definitivo, a nivel nacional y durante los últimos años se ha realizado una labor de síntesis de las actividades realizadas en las líneas de caracterización de emplazamientos, diseños genéricos, evaluaciones de la seguridad y opciones de gestión que han quedado plasmadas en los correspondientes documentos. Además, y a través de la participación en los Programas Marco Europeos, se viene participando en proyectos, relacionados con el comportamiento del combustible, de las barreras de ingeniería, la monitorización de instalaciones, la protección radiológica y separación y transmutación.

A nivel continental se creó, a instancia de la Unión Europea, la plataforma tecnológica de I+D para la implementación de un almacenamiento geológico (IGD-TP), cuyo objetivo es disponer en Europa de un repositorio geológico profundo operativo de manera segura en el año 2025. Enresa forma parte de dicha plataforma con objeto de, por una parte, participar en la toma de decisiones sobre las actividades de I+D que se propongan abordar y, por otro, mantener capacidades y disponer del conocimiento y de las tecnologías más avanzadas que se vayan generando.

Las actuaciones previstas en este ámbito se centrarán en:

a) Almacenamiento temporal.

- Programas orientados a la mejora del conocimiento de las barreras de ingeniería (fundamentalmente cápsulas metálicas y hormigones) y su monitorización.
- Programas orientados a la gestión de vida y la mejora del conocimiento del comportamiento durante el almacenamiento en seco del combustible y los sistemas que lo contienen.
- Programas de soporte a la caracterización, acondicionamiento, aceptación del CG, así como de su transporte y almacenamiento a largo plazo en seco.
- Programa de desarrollo de tecnologías para la reparación de un sistema de almacenamiento o transporte, fuente o elemento de combustible dañado de instalaciones de almacenamiento a largo plazo en seco.
- Programas asociados a la verificación y aceptación de componentes, sistemas y materiales.
- Análisis del impacto en el programa del almacenamiento definitivo, para tener en cuenta el tiempo adicional de enfriamiento y las condiciones del almacenamiento temporal, desde el punto de vista de la seguridad, la operatividad y los costes.
- Programa de monitorización integral de la instalación y el entorno.
- Modelización y evaluación de la seguridad de la instalación de manera continua, incorporando las mejoras desarrolladas.

b) Almacenamiento definitivo.

- Revisión y análisis de la información generada por la I+D asociada a la gestión a largo plazo; valoración, selección y gestión del conocimiento, tecnologías, modelos aplicables, etc.
- Continuación de los proyectos de I+D asociados al comportamiento del combustible en condiciones de almacenamiento a largo plazo. Seguimiento de programas internacionales.
- Continuación de los proyectos de I+D asociados al desarrollo de sistemas de confinamiento y caracterización del emplazamiento relacionados con la evaluación de la seguridad de las instalaciones de almacenamiento a largo plazo. Seguimiento de programas internacionales, aplicaciones, etc.
- Contribución al desarrollo del programa de I+D asociado a los laboratorios del Centro Tecnológico con vistas al almacenamiento a largo plazo.
- Mantenimiento del seguimiento de las actividades europeas en el campo de la transmutación y la separación asociada.

7.3 I+D en el desmantelamiento de instalaciones

La I+D debe profundizar en los sistemas y tecnologías de reducción de volumen de los residuos de desmantelamiento, tanto en lo referente a los directamente asociados con los materiales de la propia instalación, como a los producidos en actuaciones encaminadas a la liberación de los terrenos. También la mejora de las tecnologías de caracterización facilita la desclasificación de materiales, superficies y terrenos.

Con vistas al desmantelamiento de CN Santa María de Garoña y otros futuros desmantelamientos de CCNN, se plantea continuar con la innovación y mejora de los procesos de planificación y seguimiento, caracterización, desclasificación, reducción de volumen y automatización.

Las actuaciones previstas en este ámbito se centrarán en:

- Puesta a punto y aplicación de tecnologías de reducción de volumen de los residuos generados.
- Puesta a punto de técnicas específicas de tratamiento y descontaminación de terrenos reduciendo al máximo la generación de RR.
- Aplicación de técnicas avanzadas para caracterización y desclasificación.
- Mejora de las técnicas de descontaminación de los diferentes materiales a desmantelar.
- Mejora de las técnicas de control y gestión de materiales.
- Diseño y verificación de contenedores de almacenamiento y transporte para los diferentes tipos de RR generados.
- Mejora y puesta a punto de métodos de planificación y seguimiento de procesos de desmantelamiento de instalaciones nucleares.
- Participación en proyectos del programa marco europeo (Euratom), Horizonte 2020 y en su continuación, Horizonte Europa.

7.4 Coordinación de las actividades de I+D y la gestión del conocimiento

La coordinación de las actividades de I+D realizada en Enresa ha facilitado la consecución de objetivos, el ajuste de costes, así como la obtención de resultados homogéneos y equilibrados entre las distintas áreas de actividad y las necesidades de gestión. Ha sido también objetivo de la coordinación la transmisión inmediata de los resultados de la I+D a la gestión de RR.

Estas actividades se han reforzado en los últimos años con objeto de actualizar y revisar el importante volumen de activos generados por la I+D asociada con la gestión a largo plazo de los RAA y que, junto con otras consideraciones relativas a diseños previos, constituyen una base de partida importante para el plan de gestión a largo plazo de los RAA.

Se plantea como idea fundamental dentro de la gestión del conocimiento el asegurar su transferencia a las nuevas generaciones de técnicos que se vayan incorporando a Enresa, habida cuenta de los prolongados plazos de gestión, desarrollo, operación y vigilancia tras su clausura, de las diferentes opciones de gestión utilizadas.

A tal efecto, se consideran las siguientes actividades a desarrollar:

- Análisis y actualización de activos de la I+D para su consideración en el programa de almacenamiento a largo plazo. Completar la revisión, actualización y reordenación de los activos generados en cada uno de los planes, para, posteriormente, integrarlos en una base de datos única.
- Vigilancia tecnológica, con el objeto de disponer de información precisa sobre las capacidades y conocimientos existentes en ámbitos incluso ajenos a la gestión de RR y potencialmente aplicables. Seguimiento de resultados de programas externos y de las plataformas tecnológicas IGD-TP (enfocada al AGP), SNE-TP (relacionada con la energía nuclear) y las que realizan tareas equivalentes en temas de protección radiológica incluidas en el programa conjunto europeo EJP Concert (MELODI, ALLIANCE, NERIS y EURADOS). Destaca desde 2019 el primer European Joint Programme (EJP) en gestión de RR que surgió como producto del proyecto JOPRAD del Horizonte 2020. Este EJP tiene actividades muy ambiciosas en las áreas de gestión y transmisión del conocimiento y formación.

7.5 Consolidar y asegurar la accesibilidad del conocimiento y tecnologías

- Organizar y difundir los conocimientos adquiridos.
- Colaborar con organismos y centros de investigación (como el Ciemat) en las líneas de I+D de interés común.
- Dar apoyo en aspectos de formación y comunicación que sean requeridos.
- Participación en iniciativas y proyectos de la NEA/OCDE, OIEA y otros foros de I+D nacionales y europeos relacionados con la preservación del conocimiento, de la documentación y de las capacidades en la gestión de RR.

7.6 Plataformas tecnológicas de I+D

Las actividades de I+D se definen y desarrollan considerando tanto la experiencia de programas propios como los derivados de las plataformas existentes.

En ese sentido se tendrá una participación activa en las plataformas españolas de I+D CEIDEN (Plataforma tecnológica de energía nuclear de fisión), PEPRI (Plataforma nacional de I+D en Protección Radiológica), y en las europeas IGD-TP (Plataforma europea para el almacenamiento geológico), SNE-TP (Plataforma europea de la energía de fisión sostenible), así como en otras plataformas de I+D en protección radiológica

europas. Si bien estas plataformas en general no tienen entidad jurídica, la búsqueda de sinergias con sus miembros tales como Ciemat, Enusa o ENSA ha sido muy beneficiosa en el conjunto del programa.

7.7 Colaboración internacional

Se mantendrá la participación en los Programas Marco Europeos (Programa Euratom) así como en los proyectos propuestos por las agencias internacionales NEA/OCDE y OIEA, así como en aquellos proyectos multilaterales que sean de interés para Enresa en el campo de la I+D.

La Comisión Europea ha promovido la creación de un Programa Conjunto Europeo (EJP), en el que participa España, que recoge las necesidades comunes en relación con la I+D para la gestión de RR de los diferentes programas nacionales de países de la Unión Europea y de otros estados asociados, que se evaluará en 2023; este EJP se puede replicar en un EJP-2 para el periodo 2025-2029.

En este programa se ha definido una agenda estratégica de investigación (AEI) y unos planes de implementación, que periódicamente se revisan y actualizan. En la gestión del programa y en la preparación de los documentos estratégicos (visión, AEI, etc.) participan tres grupos, uno constituido por las agencias de residuos radiactivos de cada país, un segundo que está integrado por las organizaciones de apoyo técnico (a los organismos reguladores) y un tercero que reúne a centros públicos de investigación (universidades y otros). Enresa está incluido en el primero de ellos, y Ciemat en el segundo.

8 Responsabilidades respecto de la aplicación de este Plan

El actual marco legal y reglamentario establecido en España para la gestión de RR y el CG, que se integra en la legislación de la energía nuclear en España, es coherente con la evolución de los requisitos reguladores internacionales.

En él se definen las siguientes responsabilidades:

Gobierno

Tal como dispone la LEN, en su artículo 38 bis.2, corresponde al Gobierno establecer la política sobre gestión de los RR, incluido el CG, y el desmantelamiento y clausura de las IINN, mediante la aprobación del PGRR. Dicho Plan será aprobado por el Gobierno, a propuesta del MITECO, previo informe del CSN y oídas las CCAA en materia de ordenación del territorio y medio ambiente. Del Plan aprobado se dará cuenta posteriormente a las Cortes Generales.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

Le corresponden las siguientes funciones:

- Definición de RR, de acuerdo con lo establecido en la LEN, previo informe del CSN.
- Establecimiento de la estrategia en relación con los RR, proponiendo al Gobierno la aprobación del PGRR.
- Tutela de Enresa, a través de la Secretaría de Estado de Energía, que lleva a cabo el seguimiento y control de las actuaciones y de los planes técnicos y económicos.
- Concesión de autorizaciones para IINN e IIRR, incluidas las relativas a protección física, excepto para las radiactivas de 2ª y 3ª categoría en aquellas CCAA a las que se ha transferido esta función.
- Elaboración de normativa nuclear.
- Instrucción y resolución de expedientes sancionadores.
- Autorización de transportes de material radiactivo y aprobación de contenedores para su almacenamiento y transporte.
- Gestión de los registros administrativos en la materia.
- Seguimiento del cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos por España, incluidos los derivados de la aplicación de las salvaguardias nucleares.
- Relaciones con los organismos internacionales especializados en la materia.
- Tramitación y resolución del procedimiento de evaluación ambiental estratégica del PGRR de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Tramitación y resolución de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental de proyectos de competencia estatal que lo requieran de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

Ministerio del Interior

Le corresponden las siguientes funciones:

- Elaboración, desarrollo y ejecución de planes estatales de protección civil y emergencias relacionados con las IINN y, en su caso, con las instalaciones radiactivas (IIRR).
- Competencias asignadas por la normativa vigente en materia de protección física de las IINN e IIRR

Consejo de Seguridad Nuclear

Es el único Organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica y tiene las siguientes funciones:

- Emitir los informes, relativos a la seguridad nuclear, protección radiológica y protección física, preceptivos para la concesión de las autorizaciones de las IINN y de las IIRR.
- Informar la propuesta del MITECO de PGRR.
- Conceder licencias al personal de operación de las IINN y de las IIRR.
- Realizar toda clase de inspecciones en las IINN e IIRR, con facultad para suspender su funcionamiento por razones de seguridad.
- Proponer reglamentación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica y aprobar instrucciones, circulares y guías de carácter técnico.
- Colaborar con las autoridades competentes en la elaboración de los criterios a los que han de ajustarse los planes de emergencia exterior y los planes de protección física de las IINN e IIRR y, una vez redactados los planes, participar en su aprobación.
- Proponer la apertura de expedientes sancionadores por incumplimientos en materia de seguridad nuclear, protección radiológica y protección física.
- Controlar y vigilar la calidad radiológica del medio ambiente en todo el territorio nacional.
- Colaborar en materia de emergencias.
- Emitir informes en circunstancias excepcionales sobre la retirada y gestión segura de RR.
- Establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materias de su competencia.
- Informar a la opinión pública en materias de su competencia.
- Informar al Parlamento anualmente sobre sus actividades.

Comunidades Autónomas

- Informar previamente a la concesión de las autorizaciones de las IINN e IIRR de 1ª categoría del ciclo de combustible en materia de ordenación del territorio y medio ambiente.
- Emitir informe sobre el PGRR en materia de ordenación del territorio y medio ambiente.

- Concesión de autorizaciones para las IIRR de 2ª y 3ª categoría, en aquellas a las que hayan sido transferidas las funciones del MITECO. Instrucción y resolución de expedientes sancionadores relativos a estas instalaciones.

Enresa

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR, le corresponden las siguientes funciones:

- Tratar y acondicionar el CG y los RR, sin perjuicio de las responsabilidades que correspondan a los generadores de estos materiales o a los titulares de las autorizaciones a quienes se haya encomendado dicha responsabilidad.
- Buscar emplazamientos, diseñar, construir y operar instalaciones para el almacenamiento temporal y definitivo del CG y los RR.
- Establecer sistemas que garanticen la gestión segura del CG y los RR en sus instalaciones para almacenamiento temporal y definitivo.
- Establecer sistemas para la recogida, transferencia y transporte del CG y los RR.
- Elaborar y gestionar el Inventario Nacional de CG y RR. En este inventario seguirán incluidos el CG y los RR almacenados con carácter definitivo, tras el cierre de la instalación en la que estén depositados.
- Adoptar medidas de seguridad en el transporte de CG y RR, de acuerdo con lo previsto en la reglamentación específica en materia de transporte de mercancías peligrosas y con lo que determinen las autoridades y organismos competentes.
- Gestionar las operaciones relativas al desmantelamiento y clausura de IINN y, en su caso, IIRR.
- Actuar, en caso de emergencias nucleares o radiológicas, en la forma y circunstancias que requieran los organismos y autoridades competentes.
- Establecer planes de formación y planes de I+D en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, que cubran las necesidades del PGRR y permitan adquirir, mantener y seguir desarrollando los conocimientos y destrezas necesarios.
- Efectuar los estudios técnicos y económico-financieros necesarios que tengan en cuenta los costes diferidos derivados de sus cometidos para establecer las necesidades económicas correspondientes.
- Gestionar el Fondo para la financiación de las actividades del PGRR.
- Cualquier otra actividad necesaria para el desempeño de los anteriores cometidos.
- Presentar al MITECO, cada cuatro años o cuando lo requiera este Ministerio, una revisión del PGRR.
- Remitir al MITECO para seguimiento y control de las actividades que Enresa lleva a cabo en cumplimiento del PGRR, con la periodicidad que corresponda:

- El estudio económico-financiero actualizado del coste de las actividades contempladas en el PGRR, así como la adecuación a dicho coste de los mecanismos financieros vigentes.
- Una memoria que incluya los aspectos técnicos y económicos relativos a las actividades del ejercicio anterior, y el grado de cumplimiento del presupuesto correspondiente.
- Un informe de seguimiento presupuestario correspondiente a cada trimestre natural.
- Una justificación técnico-económica del presupuesto anual.
- Remitir al CSN la información sobre las actividades desarrolladas en el año anterior y las previsiones para el año en curso en relación con lo establecido en el PGRR.

Titular de la instalación en la que se generan los RR o el CG

El Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR, establece lo siguiente:

- La responsabilidad principal respecto del CG y los RR será de quienes los hayan generado o, en su caso, del titular de la autorización a quien se haya encomendado esa responsabilidad, en las circunstancias previstas por la LEN y en el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre.
- Los titulares de las IINN e IIRR estarán obligados a suscribir las especificaciones técnico-administrativas de aceptación de CG y RR, con vistas a su recogida y gestión posterior por Enresa.
- Esta misma obligación se extenderá a los titulares de instalaciones o actividades no sujetas al régimen de autorizaciones de la legislación nuclear, en los que eventualmente se pueda producir residuos radiactivos.

9 Indicadores de resultados para controlar los avances de la ejecución del Plan

La evolución del Plan, según lo establecido en este documento, debe ser objeto de seguimiento mediante unos parámetros que indiquen el grado de ajuste de la realidad a lo previsto. Estos indicadores deben informar sobre la consecución de los objetivos, desde el punto de vista estratégico, el desarrollo de las actividades previstas, desde el punto de vista operativo y, por último, el aspecto económico-financiero.

9.1 Indicadores estratégicos

El objetivo básico de la gestión es almacenar de forma segura los RR de acuerdo con los modelos aceptados, dependiendo en cada caso del tipo de RR a gestionar. De forma simple hay dos tipos de RR a considerar, los RBBA/RBMA y el CG/RAA/RE. En el caso de los RBBA/RBMA, el modelo de gestión está definido y operativo, por lo que el indicador asociado debe consignar si el objetivo está asegurado en el tiempo, es decir, si existe capacidad de almacenamiento suficiente para las necesidades previstas. En el caso de CG/RAA/RE, el modelo de gestión definitiva está definido pero su implantación final está lejana en el tiempo, debiendo disponer, mientras tanto, de la suficiente capacidad temporal de almacenamiento hasta la implementación de dicha solución.

En el caso de la gestión de los RBBA/RBMA, existe capacidad autorizada para los RBBA superior al inventario previsto y, en el caso de los RBMA, se prevé la construcción de nuevas celdas, cuya primera fase esté operativa en el año 2028. El indicador, en este caso, es el grado de cumplimiento del programa de construcción de nuevas celdas para los RBMA y la consecución en dicho año de la nueva capacidad.

En relación con el CG/RAA/RE, los indicadores deben establecerse en función de los periodos en su gestión (temporal y definitiva), de tal manera que en la gestión temporal los indicadores deben estar asociados a la capacidad de almacenamiento en los emplazamientos de las CCNN y a la puesta en explotación del ATC en la alternativa que lo contempla. Por otra parte, en la gestión definitiva y la puesta en explotación del AGP, los indicadores deben estar asociados al inicio del proceso de selección del emplazamiento; a la elaboración de un procedimiento y de un programa para la toma de decisiones en la selección del emplazamiento; al planteamiento de un marco regulador y normativo, como pasos previos a la designación del emplazamiento; al inicio del proceso de licenciamiento; al inicio de la construcción y, por último, a la puesta en explotación de la instalación.

Los proyectos de desmantelamiento y clausura de las CCNN están ligados a variables de escenario, como son la vida útil de los reactores y los periodos previstos para su desarrollo (descarga de CG y actividades preparatorias, ejecución de obras y obtención de la declaración de clausura). Dado el número de casos y las peculiaridades de cada uno, es difícil establecer un indicador estratégico global, no obstante, la retirada de CG tiene impacto en el desmantelamiento y la ejecución del desmantelamiento, con la consiguiente retirada de RBBA/RBMA, condiciona la gestión del CA El Cabril. Por todo lo anterior, un

indicador de la clausura se relaciona con el cumplimiento de las fechas antes mencionadas sobre disponibilidad de capacidad de almacenamiento para el CG y la construcción de las nuevas celdas de RBMA del CA El Cabril.

Los indicadores para la ejecución de proyectos tanto de capacidad de almacenamiento como de desmantelamiento son los de Gestión de Proyectos.

El indicador de disponibilidad de capacidad de almacenamiento se establece en función del cumplimiento de las fechas de los hitos en cada una de las etapas significativas:

- Designación del emplazamiento, si aplica.
- Presentación de la documentación de licencia ante los organismos reguladores.
- Presentación del proyecto de ejecución de la obra ante el ayuntamiento.
- Inicio de ejecución de la obra.
- Inicio de las pruebas nucleares si aplica.
- Inicio de la explotación de la instalación.

9.2 Indicadores operativos

Los indicadores operativos considerados se definen para el control de las capacidades y disponibilidad de almacenamiento en la gestión de los residuos radiactivos, y para el seguimiento y control de los plazos de ejecución en los proyectos y actividades de desmantelamiento y clausura de CCNN recogidos en el Plan.

Respecto de los RBBA/RBMA se han considerado indicadores que relacionan el inventario estimado para cada tipo de residuos con la capacidad de almacenamiento y grado de ocupación disponible.

En los cálculos del Plan se establecen unos programas de retirada de residuos que suponen un determinado grado de ocupación de las celdas de almacenamiento y que es preciso controlar, en cada momento, en función de la capacidad disponible permitiendo la adecuación de la realidad a las previsiones. Los principales indicadores definidos son:

- **Índice de grado de ocupación de celdas de RBBA**

Índice de grado de ocupación = Posiciones ocupadas / Posiciones totales construidas

- **Índice de grado de ocupación de celdas de RBMA**

Índice de grado de ocupación = Posiciones ocupadas / Posiciones totales construidas

- **Índice de capacidad total necesaria de almacenamiento de RBBA**

Índice de Capacidad total necesaria = (Volumen RBBA ocupado (m³) + Volumen RBBA previsto (m³)) / Volumen total autorizado de almacenamiento RBBA (m³)

- **Índice de capacidad total necesaria de almacenamiento de RBMA**

Índice de Capacidad total necesaria = Volumen RBMA ocupado (m³) + Volumen RBMA previsto (m³) / Volumen total autorizado de almacenamiento RBMA (m³)

En el caso del CG/RAA/RE, al ser necesaria capacidad adicional en el emplazamiento de las CCNN, se necesita comprobar que esta capacidad es suficiente hasta la operación del ATC o del AGP. Los indicadores se relacionan con la capacidad de los ATI. Una medida relevante es el número de descargas que pueden almacenarse con la capacidad disponible (piscina + ATI) y cómo el real se ajusta al previsto. Por lo tanto, los principales indicadores definidos son:

- **Índice de capacidad de descargas por CN**

Índice de capacidad de descargas por CN = (Posiciones libres en piscina + capacidad disponible del ATI (en elementos de combustible gastado)) / N° de elementos por descarga

- **Índice de posibilidad de recarga por CN**

Posibilidad de recarga = Posiciones libres en piscina - Posiciones necesarias para descargar en la piscina

- **Índice de grado de ocupación de la piscina por CN**

Índice de grado de ocupación piscina = Posiciones ocupadas / Posiciones totales disponibles

- **Índice de grado de ocupación de ATI por CN**

Índice de grado de ocupación ATI = Posiciones ocupadas / Posiciones totales

Los proyectos de desmantelamiento y clausura de las CCNN suponen tres etapas básicas: retirada del CG y actividades previas, desmantelamiento, y obtención de la declaración de clausura. Los indicadores operativos deben comparar la ejecución de los trabajos realmente realizados con los previstos por realizar, en los plazos programados para su desarrollo en el Plan. Por lo tanto, los indicadores de seguimiento están vinculados a las fechas de cumplimiento de hitos temporales como, por ejemplo:

- Hito de retirada del CG
- Hito de entrega de la documentación de licencia
- Hito de inicio del proyecto de desmantelamiento y clausura
- Hito de obtención de la declaración de clausura.

Asimismo, cada proyecto de desmantelamiento contará con los indicadores establecidos para el seguimiento y control de un proyecto, tales como:

- **Índice de grado de avance técnico (%)**

(Trabajo realizado / Trabajo planificado) * 100

- **Valor ganado**

El valor ganado de un proyecto a fecha de situación partiendo del presupuesto total previsto, del coste real acumulado una fecha y el porcentaje de avance en la ejecución calculado como media ponderada de los grados de avance técnicos de las fases de un proyecto. Además, se utilizarán los índices estándar asociados a esta técnica de gestión de proyectos.

9.3 Indicadores económico-financieros

Para el establecimiento de los indicadores económico-financieros debe considerarse, por un lado, el coste de la gestión y, por otro, la disponibilidad de fondos.

El indicador de costes se deriva de comparar el coste previsto en el Plan con la última estimación disponible.

- **Índice de Desviación económica del PGRR**

Costes estimados en la versión actual del PGRR y la actualización de estos en cada EEF.

El indicador financiero está relacionado con la evolución del Fondo para la financiación de actividades del PGRR, es decir, comprobar que el Fondo en un momento dado es el previsto, en el Plan, para cubrir los costes futuros. Un indicador complementario sería la relación entre el valor del Fondo a una fecha dada y el coste futuro desde dicha fecha, es decir, el grado de cobertura del sistema de financiación.

- **Evolución del Fondo**

Valor del fondo estimado y real.

- **Grado de cobertura del sistema de financiación**

Valor del Fondo a una fecha dada y el coste futuro desde dicha fecha.

10 Costes de las actividades contempladas en el Plan General de Residuos Radiactivos (2023-2100)

Esta sección tiene por objeto la evaluación de los costes futuros asociados a las distintas actividades contempladas en el PGRR, acordes con el escenario, estrategias y programas de actuación contemplados en las secciones anteriores, así como resumir el coste global de la gestión, teniendo en cuenta los costes incurridos en el pasado.

Los costes globales de la gestión se evalúan como suma de los correspondientes a las distintas actividades, agrupadas en las siguientes líneas de actuación: gestión de RBBA y RBMA, gestión de CG, RAA y RE, clausura de instalaciones, otras actuaciones e I+D y costes estructurales de Enresa.

Los costes de gestión de los años 1985 a 2022 (con cierre provisional del año 2021 y estimado del año 2022) se separan de los costes futuros (2023-2100), desagregándose estos últimos, mediante la aplicación de coeficientes de reparto por productores. Desde un punto de vista práctico, Enresa efectúa una distinción entre los costes relativos al corto-medio plazo, que se obtienen de la actualización del presupuesto correspondiente de Enresa para dichos años y que son revisados y controlados periódicamente, y los costes del largo plazo, que se evalúan, bien en función de extrapolaciones de datos actuales (gestión RBMA, I+D, estructura), o bien de estimaciones propias basadas en estudios específicos realizados (almacenes temporales; AGP, desmantelamiento CCNN).

A continuación, se definen y detallan los costes incurridos desde 1985 a diciembre de 2022 (con cierre provisional del año 2021 y estimado del año 2022) y los costes futuros previstos de la gestión para cada una de las líneas de actuación o conceptos básicos como suma de las etapas correspondientes desde su retirada a su almacenamiento definitivo final, en el caso de los RR, o las actividades involucradas, en el resto.

10.1 Costes de la gestión de residuos de muy baja, baja y media actividad

La gestión de residuos radiactivos de baja y media actividad se subdivide en los cinco apartados que a continuación se describen, incluyendo tanto los relativos a los RBBA como a los RBMA.

- Gestión previa.

Contempla todas aquellas actividades de gestión anteriores a la entrada de los RBBA/RBMA en el CA El Cabril, incluyendo inventariado y aceptación de los RR, programación de retiradas, caracterización y verificación de la calidad de bultos, programas de reducción de volumen de los RR de operación de las CCNN en origen y transporte de los RBBA/RBMA desde los productores a los centros de tratamiento o gestión definitiva. La única excepción de estas actividades en cuanto a su localización es la de verificación de la calidad que se realiza en los laboratorios del CA El Cabril.

- Gestión definitiva.

Es el núcleo de la gestión y comprende el tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento definitivo de los RR en el CA El Cabril. El tratamiento considera los procesos físicos o químicos a los que se someten los RR para reducir su volumen y/o incorporarlos a una matriz sólida estable (incinerar, compactar, inmovilizar, fundir, etc.), el acondicionamiento tiene en cuenta la producción de unidades de almacenamiento (básicamente la fabricación de contenedores y su bloqueo) y el almacenamiento incluye la construcción de celdas o sistemas de almacenamiento, colocación en los mismos de las unidades de almacenamiento, cerramiento y cobertura definitiva de zonas de almacenamiento, así como la vigilancia institucional posterior al cierre de la instalación.

- Servicios de apoyo.

Bajo esta denominación se incluye el conjunto de actividades que complementan directa o indirectamente las actividades del apartado anterior, es decir: operación y mantenimiento de instalaciones distintas a las de gestión definitiva (incluidos los almacenes transitorios), protección física y administración del centro de almacenamiento, protección radiológica y ambiental, así como los costes de personal del CA El Cabril.

- Asignaciones a ayuntamientos.

Son los pagos derivados de la normativa vigente por el almacenamiento de residuos. Actualmente, estos pagos se derivan de la Orden IET/458/2015, de 11 de marzo, por la que se regulan las asignaciones a los municipios del entorno de las instalaciones nucleares, con cargo al Fondo para la financiación de las actividades del PGRR, para los municipios del entorno del CA El Cabril, por el almacenamiento de RR en éste.

- Impuesto ecológico.

En este apartado se engloban los costes históricos por el impuesto de la Ley 12/2006 de 27 de diciembre, sobre fiscalidad complementaria del presupuesto de la Comunidad Autónoma de Andalucía y los pagos a efectuar por el impuesto en cumplimiento de la Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética, en concepto de almacenamiento de RBBA y RBMA.

A continuación, se presentan los costes de la gestión de los RBBA/RBMA del periodo 1985-2022.

Tabla 21. Costes de la gestión RBBA/RBMA del periodo 1985-2022

GESTIÓN RBBA/RBMA	COSTE A 31-12-2022 (miles de €)	COSTE A 31-12-2022 (miles de €2022)
Gestión previa	135.942	187.239
Gestión definitiva	348.077	547.606
Servicios de apoyo	424.151	581.003
Asignaciones ayuntamientos	71.103	95.937
Impuesto ecológico	122.731	137.963
TOTAL	1.102.004	1.549.748

El resumen de los costes previstos de la gestión de RBBA/RBMA, en miles de € de 2022 (miles de €2022), para el periodo 2023-2100, se presenta a continuación.

Tabla 22. Costes previstos de la gestión RBBA/RBMA para el periodo 2023-2100

GESTIÓN RBBA/RBMA	COSTE PREVISTO Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE PREVISTO Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión previa	241.766	239.426
Gestión definitiva	585.037	654.548
Servicios de apoyo	604.301	699.736
Asignaciones ayuntamientos	167.737	190.385
Impuesto ecológico	729.061	710.621
TOTAL	2.327.901	2.494.716

En la tabla siguiente se resumen de los costes totales de la gestión de RBBA/RBMA, en miles de €2022, para el periodo 1985-2100.

Tabla 23. Costes totales de la gestión RBBA/RBMA para el periodo 1985-2100

GESTIÓN RBBA/RBMA	COSTE TOTAL Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE TOTAL Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión previa	429.004	426.664
Gestión definitiva	1.132.643	1.202.154
Servicios de apoyo	1.185.304	1.280.739
Asignaciones ayuntamientos	263.674	286.322
Impuesto ecológico	867.024	848.584
TOTAL	3.877.649	4.044.464

10.2 Costes de la gestión de combustible nuclear gastado, residuos radiactivos de alta actividad y residuos especiales

Los costes de esta línea de actuación se desglosan en los siguientes conceptos:

- Gestión previa.

Incluye el inventariado del CG, estudios, programación y seguimiento de proyectos genéricos, caracterización, proyectos de optimización de gestión de RAA, así como el futuro transporte de CG y residuos vitrificados desde su origen al ATC y, posteriormente, desde éste al AGP en la alternativa ATC, y directamente al AGP en la alternativa ATD.

- Almacenamiento temporal.

Se refiere al cambio de bastidores en las piscinas de las CCNN, al diseño, construcción y explotación de los almacenes temporales en las CCNN, vaciado del CG de las piscinas de las CCNN, así como, en su caso, todos los costes relativos al proyecto, licenciamiento, construcción, operación y clausura del ATC y todos los costes relativos al licenciamiento, construcción, operación y clausura de las instalaciones necesarias para poder dar cumplimiento a la función de recuperabilidad a nivel de elementos de combustible y poder realizar las funciones de inspección y caracterización del combustible y de los RR, en función de la alternativa seleccionada.

- Reprocesado.

Engloba todos los costes relativos al reprocesado en Francia del CG de la CN Vandellós I y en el Reino Unido de parte del CG de la CN Santa María de Garoña, enviado a principio de los años ochenta.

- Gestión definitiva.

Incluye todo lo relativo al almacenamiento definitivo del CG y RAA, es decir búsqueda y caracterización de emplazamientos, diseño, construcción, operación, cierre, sellado y vigilancia institucional de las instalaciones necesarias (AGP), así como el seguimiento de los nuevos desarrollos tecnológicos.

- Asignaciones a ayuntamientos.

Son los pagos derivados de la normativa vigente por el almacenamiento de residuos. Actualmente, estos pagos se derivan de la Orden IET/458/2015, de 11 de marzo, para los municipios del entorno por el almacenamiento temporal del CG, RAA y RE.

- Impuesto ecológico.

Es el impuesto a pagar por Enresa en cumplimiento de la Ley 15/2012, de 27 de diciembre, por almacenamiento centralizado de CG, RAA y RE.

A continuación, se presentan los costes de la gestión de CG/RAA/RE del periodo 1985-2022.

Tabla 24. Costes de la gestión CG/RAA/RE del periodo 1985-2022

GESTIÓN CG/RAA	COSTE A 31-12-2022 (miles de €)	COSTE A 31-12-2022 (miles de €2022)
Gestión previa	9.589	11.228
Almacenamiento temporal	779.749	946.686
Reprocesado	877.650	1.382.430
Gestión definitiva	113.201	225.103
Asignaciones ayuntamientos	615.125	846.071
Impuesto ecológico	0	0
TOTAL	2.395.314	3.411.517

El resumen de los costes de la gestión de CG/RAA/RE para el periodo 2023-2100, se presenta a continuación:

Tabla 25. Costes previstos de la gestión CG/RAA/RE para el periodo 2023-2100

GESTIÓN CG/RAA	COSTE PREVISTO Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE PREVISTO Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión previa	110.912	81.848
Almacenamiento temporal	3.189.677	4.616.284
Reprocesado	38.043	38.043
Gestión definitiva	3.617.643	3.617.643
Asignaciones ayuntamientos	792.565	1.383.671
Impuesto ecológico	601.760	547.640
TOTAL	8.350.600	10.285.129

En la tabla siguiente se resumen los costes totales de la gestión de CG/RAA/RE, en miles de €2022, para el periodo 1985-2100.

Tabla 26. Costes totales de la gestión CG/RAA/RE para el periodo 1985-2100

GESTIÓN CG/RAA	COSTE TOTAL Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE TOTAL Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión previa	122.140	93.076
Almacenamiento temporal	4.136.363	5.562.970
Reprocesado	1.420.472	1.420.472
Gestión definitiva	3.842.746	3.842.746
Asignaciones ayuntamientos	1.638.636	2.229.742
Impuesto ecológico	601.760	547.640
TOTAL	11.762.117	13.696.646

10.3 Costes de desmantelamiento y clausura de instalaciones

En relación con el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares, se han diferenciado los siguientes conceptos por tipos de instalación:

- Desmantelamiento y clausura de CCNN.

Son los costes relativos a los estudios, actividades preparatorias y ejecución del desmantelamiento de todas las CCNN españolas (incluidas las actividades complementarias para su desarrollo), así como la latencia de CN Vandellós I, sin considerar la gestión definitiva de los RR generados en el desmantelamiento.

- Desmantelamiento y clausura de instalaciones de la 1ª parte del ciclo del combustible nuclear (CCN).

Se refiere al futuro desmantelamiento de la fábrica de elementos combustibles de Juzbado, sin incluir la gestión de los RR generados; a la restauración y vigilancia de antiguas minas de uranio; y a la clausura y vigilancia de fábricas de concentrados de uranio (FUA, La Haba y Saelices el Chico) según la participación establecida en los acuerdos suscritos con Enusa para las instalaciones de su titularidad.

- Desmantelamiento y clausura de otras instalaciones.

Se refiere básicamente al Plan integrado para la mejora de las instalaciones del Ciemat (Proyecto PIMIC).

- Asignaciones a ayuntamientos.

Consiste en los pagos a los municipios del entorno de las CCNN en desmantelamiento, actualmente los derivados de la Orden IET/458/2015, de 11 de marzo.

A continuación, se presentan los costes de desmantelamiento y clausura de instalaciones del periodo 1985-2022.

Tabla 27. Costes de desmantelamiento y clausura de instalaciones del periodo 1985-2022

CLAUSURA	COSTE A 31-12-2022 (miles de €)	COSTE A 31-12-2022 (miles de €2022)
Clausura de CCNN	543.316	676.840
Clausura inst. 1ª parte CCN	128.201	205.162
Clausura otras instalaciones	34.955	45.086
Asignaciones ayuntamientos	15.101	18.592
TOTAL	721.574	945.680

Los costes de desmantelamiento y clausura de instalaciones para el periodo 2023-2100, se presenta a continuación:

Tabla 28. Costes previstos de desmantelamiento y clausura de instalaciones para el periodo 2023-2100

CLAUSURA	COSTE PREVISTO Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE PREVISTO Alternativa ATD (miles de €2022)
Clausura de CCNN	4.401.163	4.401.163
Clausura inst. 1ª parte CCN	39.337	39.337
Clausura otras instalaciones	3.884	3.884
Asignaciones ayuntamientos	22.785	46.356
TOTAL	4.467.169	4.490.740

En la tabla siguiente se resumen los costes totales de desmantelamiento y clausura de instalaciones, en miles de €2022, para el periodo 1985-2100.

Tabla 29. Costes totales de desmantelamiento y clausura de instalaciones para el periodo 1985-2100

CLAUSURA	COSTE TOTAL Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE TOTAL Alternativa ATD (miles de €2022)
Clausura de CCNN	5.078.003	5.078.003
Clausura inst. 1ª parte CCN	244.499	244.499
Clausura otras instalaciones	48.971	48.971
Asignaciones ayuntamientos	41.377	64.948
TOTAL	5.412.849	5.436.420

10.4 Costes de otras actuaciones

En este concepto se incluyen la gestión de residuos atípicos (pararrayos radiactivos, fuentes huérfanas y de instalaciones no reguladas, etc.), intervenciones por incidentes (incluido el tratamiento en CA El Cabril de los RR generados en ellos), así como el apoyo al sistema operativo en emergencias.

10.5 Costes de I+D y estructura

A las cuatro líneas o conceptos descritos hay que añadir los proyectos de I+D y los costes de estructura. La I+D está asociada a las líneas de actuación anteriormente indicadas (baja, alta y clausura) y se derivan de los correspondientes Planes de I+D de Enresa, elaborados en estrecha conexión con los Programas Marco de la UE. Los costes estructurales están referidos a los de la sede social de Enresa y aquellos que no se imputan, en principio, a ninguno de los conceptos descritos anteriormente, correspondiéndose con tareas de dirección, relaciones internacionales, administrativas o

técnicas de carácter horizontal, así como los costes de personal de la sede central de Enresa en Madrid.

10.6 Resumen de los costes de la gestión

A continuación, se presenta el resumen de los costes de las seis líneas de actuación del periodo 1985-2020.

Tabla 30. Resumen de costes del periodo 1985-2022

COSTE TOTAL	COSTE A 31-12-2022 (miles de €)	COSTE A 31-12-2022 (miles de €2022)
Gestión RBBA/RBMA	1.102.004	1.549.748
Gestión CG/RAA	2.395.314	3.411.517
Clausura	721.574	945.680
Otras actuaciones	39.041	61.734
I+D	174.897	279.493
Estructura	764.401	1.078.034
TOTAL	5.197.232	7.326.207

El resumen de los costes futuros de los seis conceptos básicos, para el periodo 2023-2100, se presenta a continuación:

Tabla 31. Resumen de costes previstos para el periodo 2023-2100

COSTE TOTAL	COSTE PREVISTO Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE PREVISTO Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión RBBA/RBMA	2.327.901	2.494.716
Gestión CG/RAA	8.350.600	10.285.129
Clausura	4.467.169	4.490.740
Otras actuaciones	14.145	14.145
I+D	373.679	373.679
Estructura	1.576.145	1.576.145
TOTAL	17.109.640	19.234.554

En la tabla siguiente se resumen los costes totales de la gestión, en miles de €2022, para el periodo 1985-2100.

Tabla 32. Costes totales para el periodo 1985-2100

COSTE TOTAL	COSTE TOTAL Alternativa ATC (miles de €2022)	COSTE TOTAL Alternativa ATD (miles de €2022)
Gestión RBBA/RBMA	3.877.649	4.044.464
Gestión CG/RAA	11.762.117	13.696.646
Clausura	5.412.849	5.436.420
Otras actuaciones	75.879	75.879
I+D	653.172	653.172
Estructura	2.654.180	2.654.180
TOTAL	24.435.846	26.560.761

De los valores anteriores, se observa que la gestión del CG/RAA es la que supone un mayor coste futuro, cercano al 50% en la alternativa ATC y del orden del 54% en la alternativa ATD.

La estructura de costes futuros se representa en las figuras 24 y 25 en función de la alternativa de gestión temporal.

Figura 24. Estructura de los costes futuros de la gestión por grandes conceptos en la alternativa ATC

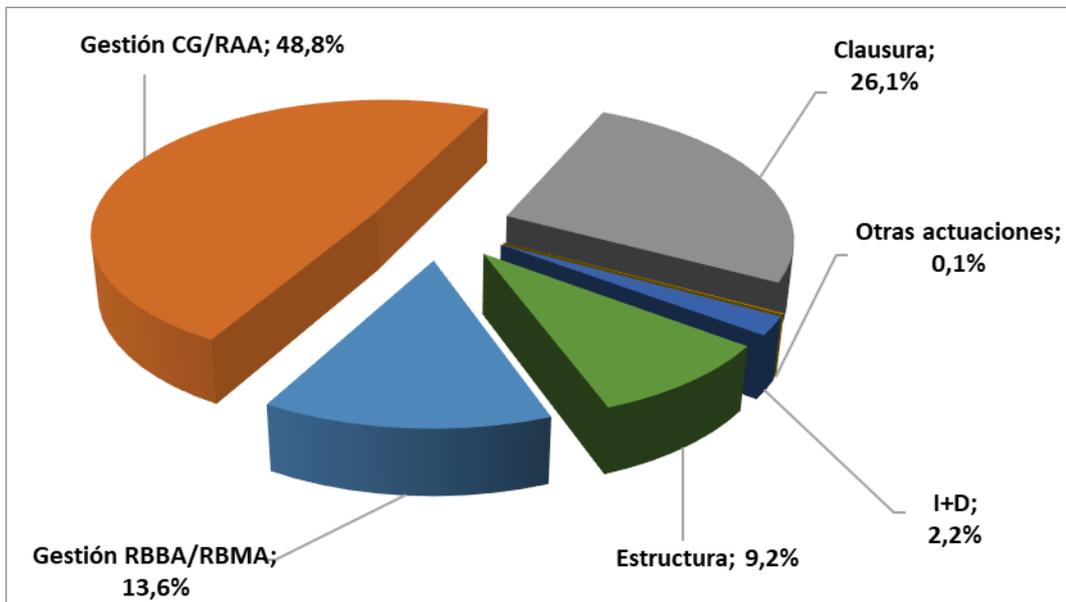
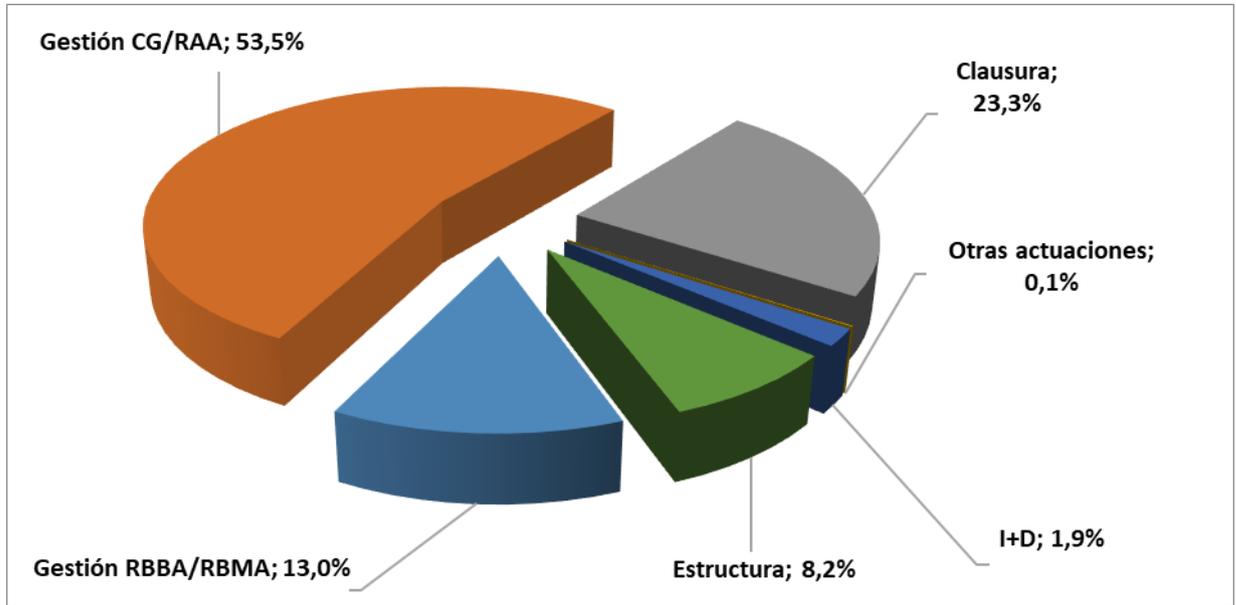


Figura 25. Estructura de los costes futuros de la gestión por grandes conceptos en la alternativa ATD



La distribución de los costes en el periodo 2023-2100 para los distintos conceptos considerados, cuyo perfil es acorde con la ejecución y valoración económica de los programas y actuaciones previstos, se presenta en las figuras 26 y 27, en función de alternativa de gestión temporal.

Figura 26. Distribución de los costes futuros de la gestión en el tiempo en la alternativa ATC

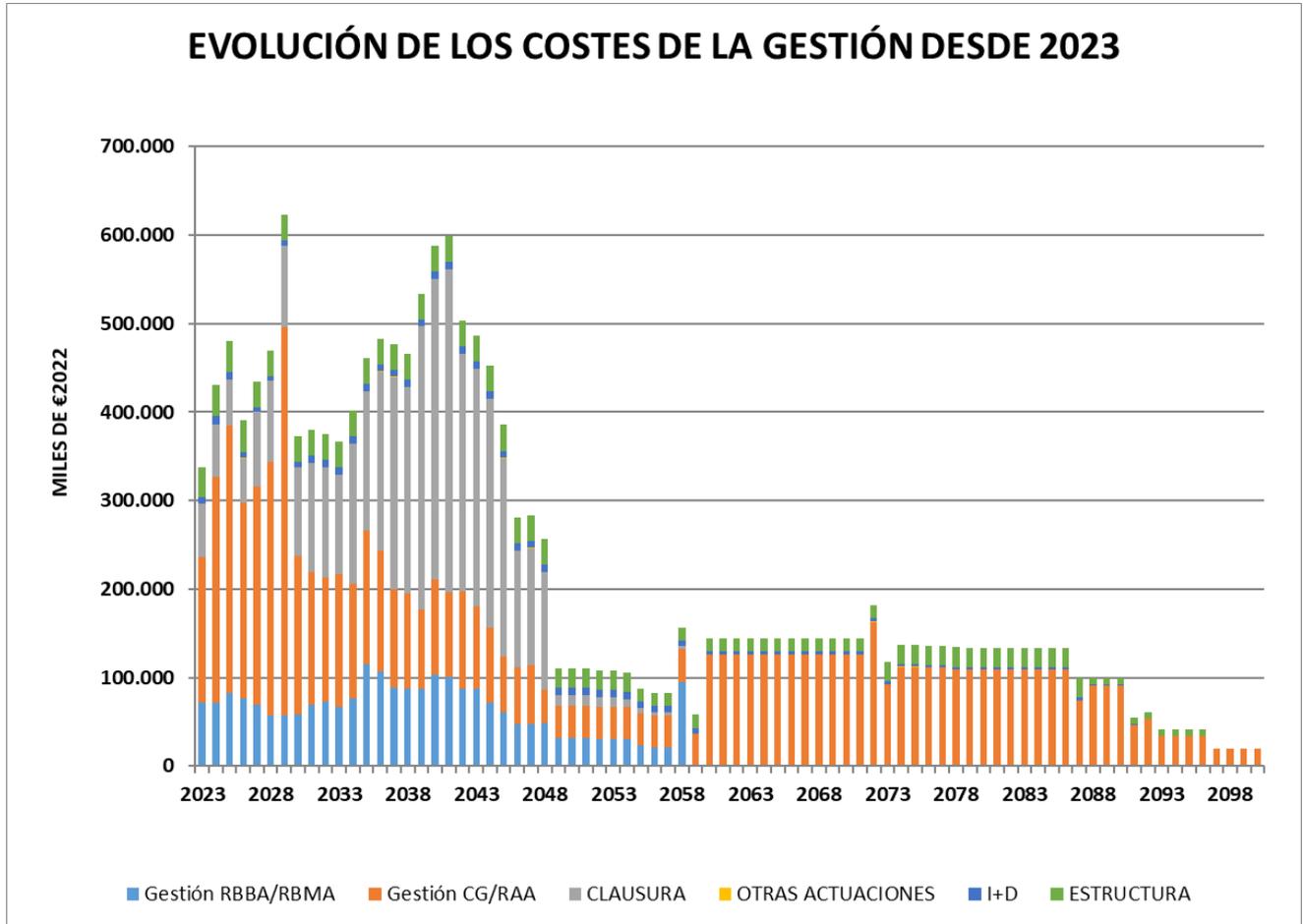
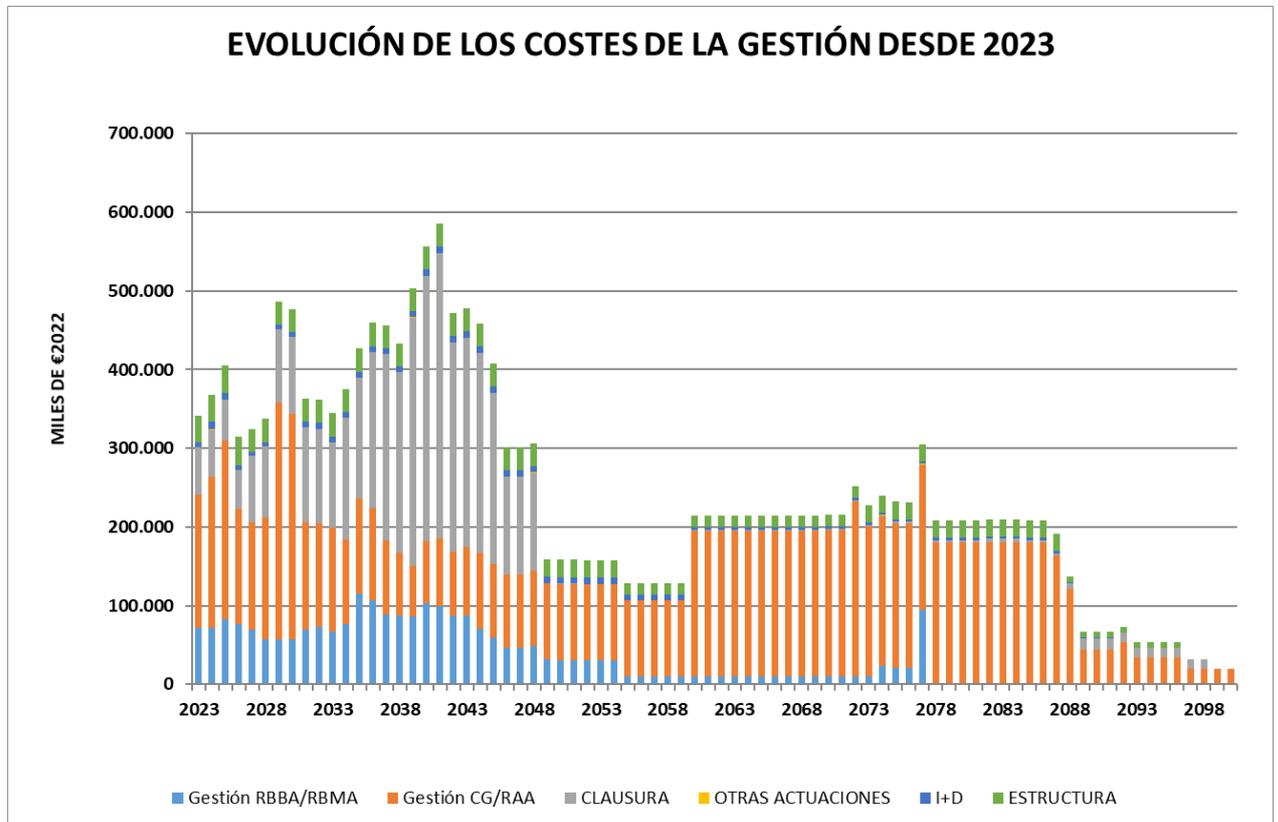


Figura 27. Distribución de los costes futuros de la gestión en el tiempo en la alternativa ATD



Enresa, en el marco de sus obligaciones derivadas del Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del CG y los RR, presenta cada año al MITECO un informe económico-financiero actualizado del coste e ingresos de las actividades contempladas en el PGRR.

11 Recursos y régimen de financiación

Los recursos necesarios para la realización de las actividades del Plan son, por una parte, los recursos humanos correspondientes a la dotación de la plantilla de personal de Enresa y las contrataciones necesarias de recursos materiales y servicios para la ejecución de los proyectos y, por otra parte, los recursos financieros necesarios para cubrir los costes de los proyectos.

Las previsiones de recursos humanos necesarios a medio plazo se incluyen en los planes plurianuales de la empresa y el régimen de financiación se describe en la sección 11.2.

11.1 Recursos requeridos para cumplimiento del Plan

Para el desarrollo de las actividades contempladas en el presente Plan, es necesario que todos los agentes, públicos y privados involucrados en estas actividades se doten de las capacidades y de los recursos humanos y materiales necesarios, con antelación suficiente.

Enresa, como empresa pública que tiene encomendada la gestión de los RR, CG y el desmantelamiento y clausura de IINN, es la responsable de cumplir con los objetivos, estrategias y actividades establecidos definidos en este Plan en cuanto a su alcance y plazos establecidos. Para cumplir este cometido debe dotarse de una plantilla que habrá de configurarse y ajustarse en función de la planificación de tareas y proyectos a corto, medio y largo plazo, que responda a las necesidades previstas en cada momento, requiriendo de la contratación continuada de recursos humanos propios.

Adicionalmente a la plantilla base, Enresa se dotará de los recursos humanos necesarios para cumplir con sus objetivos. Con carácter previo al inicio de cada proyecto de envergadura o nueva actividad se estimarán los recursos necesarios para su ejecución en base al desarrollo de las planificaciones y los organigramas de detalle de perfiles y roles. A continuación, se revisará su disponibilidad dentro de la plantilla base del momento, junto con las necesidades de formación y capacitación que sean requeridas, y en caso de no disponibilidad se planificarán las incorporaciones previstas.

Esta estimación de incorporaciones se realizará con la antelación suficiente y su formalización se incluirá dentro de los planes de gestión de recursos humanos de Enresa. Asimismo, los requerimientos de formación y capacitación quedarán definidos e integrados en los diferentes planes de formación de la compañía, según las necesidades identificadas por cada área.

Las estimaciones actuales de recursos humanos de Enresa indican que, para la operación del ATC, serán necesarias unas 75 personas. Para cada una de las instalaciones de almacenamiento temporal ubicadas en los emplazamientos de las CCNN en la alternativa ATD, serán necesarias unas 12 personas y para el AGP del orden de 125 personas, considerando en ambos casos los recursos en sede central y en las propias instalaciones.

En cuanto a la necesidad de recursos de Enresa para ejecutar el desmantelamiento y clausura de una CN se ha estimado en unas 35 personas, considerando los recursos en

sede central y en la instalación. En el caso de los emplazamientos con 2 reactores a desmantelar las estimaciones actuales indican que serán necesarias unas 15 personas adicionales a las anteriores. Asimismo, la operación del CA El Cabril requerirá de unas tres personas adicionales por cada desmantelamiento en curso.

Por otro lado, en cuanto a la provisión de los recursos materiales (materiales, equipos, consumibles, etc.) y servicios (ingeniería, consultoría, soporte, etc.) se gestionan dentro de los propios proyectos y actividades planificadas. Su contratación se enmarca dentro la Ley de Contratos del Sector Público y política de compras corporativa.

11.2 Fondo para la financiación de las actividades del PGRR

El sistema de gestión de RR y CG, incluido el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares, dispone de un sistema de financiación que se fundamenta en el principio de que “quien contamina, paga”, y que se basa en dotaciones al denominado “Fondo para la financiación de actividades del PGRR” (en adelante, el Fondo), de acuerdo con lo establecido en la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

La citada disposición adicional sexta fue modificada ampliamente por la Ley 11/2009, de 26 de octubre, por la que se regulan las Sociedades Anónimas Cotizadas de Inversión en el Mercado Inmobiliario, que estableció un sistema de financiación basado en cuatro tasas en función del tipo de productores o servicios. Desde dicha modificación legal, que entró en vigor el 1 de enero de 2010, el Fondo se dota mediante ingresos procedentes de las tasas que se indican a continuación, incluidos los rendimientos financieros generados por los mismos. La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, en su disposición final undécima, modifica la Disposición adicional primera de la Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria, de tal manera las tasas para la financiación de las actividades del Plan General de Residuos Radiactivos pasan a tener naturaleza jurídica de prestaciones patrimoniales de carácter público no tributario.

- **Prestación patrimonial de carácter público no tributario relativa a peajes:** Constituye la vía de financiación de los costes correspondientes a la gestión de los RR y del CG generados en las CCNN cuya explotación haya cesado definitivamente con anterioridad al 1 de enero de 2010, así como a su desmantelamiento y clausura, aquellos costes futuros correspondientes a las CCNN o fábricas de elementos combustibles que, tras haber cesado definitivamente su explotación, no se hubiesen previsto durante dicha explotación, y los que, en su caso, se pudieran derivar del cese anticipado de la instalación por causa ajena a la voluntad del titular.

También se incluyen en esta prestación las cantidades destinadas a dotar la parte del Fondo para la financiación de los costes de la gestión de RR procedentes de aquellas actividades de investigación que el MITECO determine que han estado directamente relacionadas con la generación de energía nucleoelectrónica, las operaciones de desmantelamiento y clausura que deban realizarse como consecuencia de la minería

y producción de concentrados de uranio con anterioridad al 4 de julio de 1984, los costes derivados del reproceso del CG enviado al extranjero con anterioridad a la entrada en vigor de la ley que lo establece y aquellos otros costes que se especifiquen mediante Real Decreto.

La disposición adicional sexta de la Ley 54/1997 establece el tipo de gravamen sobre la recaudación total derivada de la aplicación de los peajes a que se refiere esta ley.

- **Prestación patrimonial de carácter público no tributario relativa a las CCNN en explotación:** Constituye la vía mediante la cual todos los costes en los que se incurra a partir del 1 de enero de 2010, correspondientes a la gestión de los RR y del CG generados en las CCNN en explotación, serán financiados por los titulares de las CCNN durante dicha explotación, con independencia de la fecha de su generación, así como los correspondientes a su desmantelamiento y clausura.

Asimismo, serán financiadas por los titulares de las CCNN las asignaciones destinadas a los municipios afectados por CCNN o instalaciones de almacenamiento de CG o RR, en los términos establecidos por el MITECO, así como los importes correspondientes a los tributos que se devenguen en relación con las actividades de almacenamiento de RR y CG, con independencia de su fecha de generación.

La cuota a ingresar por cada una de las CCNN durante la explotación de la instalación es la resultante de multiplicar la energía nucleoelectrica bruta generada, medida en kWh y redondeada al entero inferior, por la tarifa fija unitaria y el coeficiente corrector aplicable de acuerdo con la escala definida en la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997.

- **Prestación patrimonial de carácter público no tributario relativa a la fábrica de elementos combustibles de Juzbado:** Cubre la prestación de servicios de gestión de los RR derivados de la fabricación de elementos combustibles, incluido el desmantelamiento de las instalaciones de fabricación de los mismos. La disposición adicional sexta de la Ley 54/1997 establece el tipo de gravamen sobre la cantidad de combustible nuclear fabricado en cada año.
- **Prestación patrimonial de carácter público no tributario relativa a otras instalaciones:** Cubre la prestación de servicios de gestión de RR generados en otras instalaciones distintas a las anteriormente indicadas, como pueden ser las instalaciones radiactivas (medicina, industria, agricultura e investigación), Ciemat u otras empresas. A todos ellos se les imputa directamente los costes en el momento de la prestación de los servicios. La cuota a ingresar por las instalaciones es la resultante de multiplicar la cantidad o unidad de residuos entregados para su gestión por los tipos de gravamen definidos en la disposición adicional sexta de la Ley 54/1997.

Las dotaciones al Fondo sólo se pueden destinar a costear las actuaciones previstas en el PGRR y al concluir el período de gestión de los RR y del desmantelamiento de las instalaciones contempladas en el PGRR las cantidades totales ingresadas en el Fondo, a través de las distintas vías de financiación, deberán cubrir los costes incurridos de tal manera que el saldo final resultante sea cero.

En el estudio económico-financiero que Enresa remite al MITECO durante el primer semestre de cada año, se incluye una actualización de los costes de las actividades contempladas en el PGRR vigente, así como el análisis de la adecuación a dichos costes de los elementos que conforman las cuotas relativas a las cuatro prestaciones patrimoniales, mediante las que se financian el Fondo.

El cálculo de los ingresos, que se obtendrán a través de las prestaciones patrimoniales, se basa en la recaudación pendiente, esto es, en la diferencia entre el valor presente de los costes futuros actualizados mediante una tasa de descuento del 1,5%, imputables a cada prestación patrimonial, y el fondo disponible para cada una. La obtención del coste futuro imputable a cada prestación patrimonial supone proceder al reparto de los costes por productores o servicios prestados que componen la gestión. El valor de la tasa de descuento podrá ser actualizado en el estudio económico-financiero que Enresa remite al MITECO durante el primer semestre de cada año.

En virtud de la Ley, los tipos de gravamen y elementos tributarios para la determinación de la cuota de estas prestaciones patrimoniales pueden ser revisados por el Gobierno mediante Real Decreto, en base a una memoria económico-financiera actualizada del coste de las actividades correspondientes. Actualmente están vigentes las cuotas fijadas por la mencionada Ley 11/2009, de 26 de octubre, a excepción de la prestación patrimonial relativa a otras instalaciones, que fue modificada por la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, y la tarifa fija unitaria de la prestación patrimonial relativa a las CCNN en explotación, que fue modificada por el Real Decreto 750/2019, de 27 de diciembre, como se ha indicado.

La gestión del Fondo, responsabilidad de Enresa, se rige por los principios de seguridad, rentabilidad y liquidez, existiendo un Comité de Seguimiento y Control, adscrito al MITECO a través de la Secretaría de Estado de Energía, al que corresponde la supervisión, control y calificación de las inversiones transitorias relativas a la gestión financiera del Fondo.

El esquema de la figura 28 proporciona una visión general del sistema de financiación para las actividades del PGRR y de los mecanismos para su control:

Figura 28. Esquema de financiación de las actividades del PGRR



12 Política de transparencia y de responsabilidad social

La ejecución del PGRR plantea no sólo cuestiones de carácter técnico y financiero, sino también de índole social y medioambiental. Las actividades relacionadas con la energía nuclear no siempre son bien comprendidas y aceptadas por los sectores sociales, unas veces por desconocimiento y desinformación, y otras por la propia naturaleza de las actividades. De ahí la importancia que la comunicación y la participación de la sociedad, así como la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), tienen en la ejecución del PGRR.

12.1 Información y participación pública

12.1.1 Normativa de aplicación en relación con la información y la participación pública

El derecho de la población a acceder a información ambiental está regulado en la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE), derecho que se ve reforzado por la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno. Ambas leyes son, según el caso, de aplicación en el ámbito de las actividades del PGRR, y los diferentes agentes involucrados en el PGRR están sometidos a dichas normas, en particular las Administraciones públicas, el CSN y Enresa.

Por su parte, la participación de la población en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de los residuos radiactivos está prevista, tanto en la referida Ley 27/2006, de 18 de julio, como en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

La Ley 27/2006, de 18 de julio, regula, entre otros, los derechos de los ciudadanos a participar de manera efectiva y real en los procedimientos para la toma de decisiones sobre asuntos que incidan directa o indirectamente en el medio ambiente, y cuya elaboración o aprobación corresponda a las Administraciones Públicas, tales como la elaboración, modificación y revisión de aquellos planes, programas y disposiciones de carácter general relacionados con el medio ambiente incluidos en su ámbito de aplicación.

Por su parte, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible.

En materia de seguridad nuclear y protección radiológica, ámbitos de competencia exclusiva del CSN, la Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación de este Organismo, reformada ampliamente en el año 2007 en línea con la referida Ley 27/2006, de 18 de julio, regula la información y participación pública por parte del CSN.

12.1.2 Transparencia en las actividades del Plan

La gestión de los RR tiene un componente estratégico de gran importancia para su óptimo desarrollo: la aceptación social. Dicha gestión se mueve en un ámbito de percepción personal del riesgo que, en ocasiones, no obedece a parámetros científicos al tratarse de actitudes cuya base tienen un fuerte componente emocional.

En este sentido, resulta notable la influencia de los medios de comunicación en la población, además de jugar un papel fundamental la credibilidad y la confianza que otorgue la sociedad a las fuentes de información, ya sean éstas provenientes de las administraciones, organismos públicos o sectores privados, industrias, etc.

Por ello, las soluciones técnicas desarrolladas en el ámbito de las actividades del PGRR, la realidad presente y las perspectivas de futuro en materia de gestión de RR, han de ir acompañadas de un esfuerzo divulgador que facilite su comprensión por parte de la sociedad. Todos los agentes implicados y, en particular, Enresa, continuarán orientando sus esfuerzos hacia la divulgación de sus actividades y proyectos a través de diversos canales y soportes de información.

Las entidades locales y regionales que puedan verse involucradas en la toma de decisiones tendrán un papel preponderante siempre en el contexto de voluntariedad, transparencia de la información y diálogo y participación abierta de sus ciudadanos.

Las características de las actividades de Enresa hacen necesaria, por tanto, una fuerte imbricación social, con apertura y transparencia y un empeño notable en comunicación hacia la sociedad en general y las zonas donde desarrolla sus actividades en particular, que permitan percibir claramente cuál es la función y cuáles son las garantías que ofrece su gestión. Por este motivo, cada uno de los centros de trabajo de la empresa cuenta con un espacio informativo en el que la ciudadanía puede conocer de primera mano las características de los materiales a gestionar, así como la tecnología y experiencia con la que cuenta Enresa para una gestión segura. Los espacios informativos se actualizarán cuando los avances tecnológicos o el desarrollo de las actividades de Enresa así lo justifiquen.

Además, una de las herramientas claves de Enresa es su página web, un portal dirigido tanto a expertos del sector, como a periodistas, estudiantes y usuarios legos en la materia. Por otra parte, esta actividad divulgadora también se desarrolla mediante publicaciones, audiovisuales y colaboraciones con museos, exposiciones, así como con otros canales y ámbitos, adaptándose a las nuevas formas de comunicación. Dentro de la web corporativa, Enresa cuenta con un Portal de Transparencia propio, de conformidad con la Ley 19/2013, de 9 de diciembre.

Por su parte, la Administración General del Estado cuenta con su propio Portal de Transparencia, igualmente regulado en la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, y en el ámbito específico de las actividades del PGRR es el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el que informa en su página web no solo de cuestiones generales y actuaciones, sino particularmente de los proyectos de normas que deben someterse a información pública y consultas de acuerdo con la normativa aplicable, o de aquellos proyectos o planes y programas que deben someterse a evaluación ambiental.

De la misma forma, en aplicación de su política de transparencia, uno de los instrumentos principales que emplea el CSN, es su página web, que utiliza para informar de sus actividades, proyectos normativos, etc. Igualmente, está presente en redes sociales. Asimismo, desde el año 2010, funciona un Comité Asesor para la información y participación pública, encargado de emitir recomendaciones para garantizar y mejorar la transparencia, así como proponer medidas que incentiven el acceso a la información y la participación ciudadana en las materias de competencia del CSN.

12.2 Responsabilidad social corporativa

Se ha puesto de manifiesto, a través de diferentes iniciativas institucionales a nivel europeo y nacional, la vital importancia que para las empresas y administraciones públicas están teniendo las actuaciones en materia de RSC. Por tanto, ésta debe ser identificada como vehículo de competitividad, sostenibilidad y cohesión social, dando relevancia al valor compartido y estableciendo confianza en el largo plazo a través de la integración y gestión de los riesgos y oportunidades derivados del desarrollo económico, social y medioambiental.

La RSC de Enresa consiste en una visión sobre cómo dirigir la empresa, teniendo en cuenta los impactos que su actividad genera sobre sus clientes, empleados, accionistas, comunidades locales, medioambiente, es decir, sobre la sociedad en general y su entorno. Ello implica, no sólo el cumplimiento de la normativa nacional, como la Orden IET/458/2015, de 11 de marzo, por la que se regulan las asignaciones a los municipios del entorno de las instalaciones nucleares, con cargo al Fondo para la financiación de las actividades del PGRR, y la normativa internacional, en el ámbito social, laboral, medioambiental y de Derechos Humanos, sino también otro tipo de acciones voluntarias que la empresa emprenda, desde el convencimiento de la necesidad de promover la iniciativa empresarial y la acción social en proyectos que redunden en beneficio de colectivos y grupos de interés identificados, a estos efectos, como de acción preferente de la empresa.

Por tanto, las líneas estratégicas a seguir están directamente relacionadas con la sostenibilidad ambiental, la mejora del conocimiento de la actividad de Enresa, la contribución al desarrollo económico y social de los municipios de las zonas de influencia de las instalaciones nucleares, en particular de las instalaciones propiedad de Enresa, la excelencia en la gestión de RR (fomento de la I+D en la gestión de RR, promoción de la formación y transferencia del conocimiento, etc.), y la promoción de la RSC y su gestión integral transversal, el buen gobierno y la transparencia.

Enresa, como empresa pública, trabaja para cumplir con la hoja de ruta de la comunidad internacional y las líneas estratégicas nacionales en el reto de colaborar en la construcción de un futuro más cierto, solidario y sostenible para las personas y el medio ambiente, adoptando las medidas necesarias en el ámbito de su gestión para la lucha contra los grandes problemas del planeta en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo

Sostenible y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados en 2015 por Naciones Unidas.

Enresa elaborará planes específicos, en los que se concretarán las acciones a desarrollar anualmente, enmarcadas en las líneas estratégicas indicadas y en los ODS.

13 Acuerdos con Estados miembros o terceros países sobre gestión de los residuos radiactivos y el combustible nuclear gastado

En la actualidad, España no tiene Acuerdos con terceros países sobre gestión de RR o CG, si bien continúa vigente un Acuerdo suscrito con un Estado miembro de la Unión Europea, Francia, consecuencia del reprocesado en dicho país del CG procedente de CN Vandellós I, que se decidió reprocesar por cuestiones técnicas, mediante un contrato firmado entre Hifrensa, como empresa explotadora de la CN, y Cogema (posteriormente, Areva y, actualmente, Orano), como la empresa francesa encargada del reproceso.

Ello requirió un Acuerdo entre España y Francia sobre los residuos radiactivos resultantes del reproceso, efectuado en forma de canje de notas, en el año 1989. En dicho Acuerdo, el Gobierno español se comprometía a no tomar ninguna iniciativa que pudiera impedir a Cogema la posibilidad de retornar los residuos radiactivos resultantes a España, y a facilitar dicho retorno. Por su parte, el Gobierno francés se comprometía a no tomar ninguna iniciativa que pudiese impedir la ejecución del contrato entre las empresas. Enresa, que pasó a ser titular de la CN en 1998 para acometer su desmantelamiento, se subrogó en la posición de Hifrensa para el citado contrato, en el año 2001.

El objeto del contrato era el cierre de las actividades de reproceso de los núcleos I, II y III de la CN Vandellós I, con devolución a España de los RR generados, y cediendo la titularidad a Francia del uranio y del plutonio resultantes del reproceso. Como consecuencia de las negociaciones posteriores entre Enresa y Areva, las cláusulas fueron modificadas. De esta manera, durante 2012, se enmendó el contrato, concretándose en el compromiso de devolución a España de tres tipos de RR: residuos vitrificados de alta actividad, residuos vitrificados de media actividad y residuos tecnológicos compactados de media actividad, en los que se conseguía una notable reducción de los volúmenes correspondientes.

De acuerdo con la estrategia española, los residuos que Francia devuelva serán gestionados en un almacén en la CN Vandellós I previamente a su traslado al ATC o al AGP. El contrato mencionado establece una fianza diaria por incumplimiento de los plazos establecidos para el retorno de los RR. Las fianzas comenzaron a aplicarse el 1 de julio de 2017 y serán devueltas cuando los RR retornen a España.

Por otra parte, en 1974, la empresa Nuclenor, explotadora de la CN Santa María de Garoña, suscribió un contrato, renegociado posteriormente en varias ocasiones, con la empresa *British Nuclear Fuel Limited* (BNFL), encargada de las instalaciones de reproceso británico, para el tratamiento del CG correspondiente a los primeros ciclos de operación de esta CN, que fue enviado a Sellafield (Reino Unido) en dicha época.

El contrato entre Nuclenor y BNFL, que no requirió ningún acuerdo entre Estados, no preveía la devolución de los RR resultantes del reproceso a España, si bien sí preveía la puesta a disposición de la empresa española de los materiales físi les obtenidos (uranio y plutonio). Como consecuencia de la aplicación de este acuerdo, BNFL y su sucesora, la *Nuclear Decommissioning Agency* (NDA), pusieron a disposición de Nuclenor las cantidades correspondientes.

Mientras que la titularidad del uranio resultante del reprocesado se transfirió en el mercado internacional, no ocurrió lo mismo con el plutonio resultante, que permanecía almacenado en Reino Unido. Las negociaciones llevadas a cabo entre Nuclenor, la NDA y Enresa concluyeron, a principios de 2017, con un acuerdo de transferencia de la titularidad de este material en favor de la compañía británica, que pasó a ser su propietaria.

APÉNDICE: GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Se presenta a continuación un glosario de los acrónimos y abreviaturas más comúnmente utilizadas, todo ello por orden alfabético.

AGP: Almacenamiento Geológico Profundo.

ALLIANCE: “*European Radioecology Alliance*” Plataforma de investigación para promover la investigación en radioecología.

Areva: Grupo francés especializado en el sector de la energía nuclear y renovables. Creada a partir de la fusión de, entre otras empresas, CEA (“*Commissariat à l’énergie atomique*”) -Industrie, Cogema (“*Compagnie générale des matières nucléaires*”), Framatome. Actualmente Orano.

ARTEMIS: “*Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*”.

ATC: Almacén Temporal Centralizado para el combustible gastado y residuos de alta actividad de todas las centrales nucleares y de otros orígenes.

ATD: Almacén Temporal Descentralizado para el combustible gastado y residuos de alta actividad de una central nuclear. Dispone de una instalación complementaria autosuficiente para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación de sus contenedores, equipada con el material y los sistemas auxiliares y de seguridad necesarios para permitir recuperar las condiciones normales de diseño frente a sucesos anómalos.

ATI: Almacén Temporal Individualizado para el combustible gastado y residuos de alta actividad de una central nuclear.

BWR: “*Boiling Water Reactor*”. Reactor de agua ligera en ebullición.

CA El Cabril: Nombre con el que se conoce a la instalación de Sierra Albarrana (Córdoba).

CCAA: Comunidades Autónomas.

CCN: Ciclo de combustible nuclear.

CCNN: Centrales nucleares.

CE: Comisión Europea.

CEIDEN: Plataforma tecnológica de energía nuclear de fisión.

CG: Combustible nuclear gastado.

Ciemat: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

CN: Central nuclear.

CSN: Consejo de Seguridad Nuclear.

€: Euro.

EC: Elemento de combustible.

EEF: Estudio económico-financiero.

EJP Concert: “*European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research*”, dentro del Programa Marco Horizonte 2020.

Enresa: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A., S.M.E.

ENSA: Equipos Nucleares, S.A., S.M.E.

Enusa: Enusa Industrias Avanzadas, S.A., S.M.E.

Euratom: Comunidad Europea de la Energía Atómica.

EURADOS: “*European Radiation Dosimetry Group*”.

FUA: Fábrica de Uranio de Andújar.

I+D: Investigación y Desarrollo.

IGD-TP: “*Implementing Geological Disposal Technology Platform*”.

IINN: Instalaciones nucleares.

IIRR: Instalaciones radiactivas.

INLA: “*International Nuclear Law Association*”.

IRRS: “*Integrated Regulatory Review Service*”.

JOPRAD: “*Towards a Joint Programming on Radioactive Waste Disposal*”.

LEN: Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear.

LWR: “*Light Water Reactor*”. Reactor de agua ligera.

MELODI: “*Multidisciplinary European Low Dose Initiative*”.

MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

MWe: Megavatios eléctricos. Unidad de potencia = 10⁶ vatios.

NEA: “*Nuclear Energy Agency*”. Agencia de Energía Nuclear de la OCDE.

NERIS: “*European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery*”.

NORM: “*Naturally Occurring Radioactive Material*”.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica.

PBE: Plan de Búsqueda de Emplazamientos susceptibles de albergar un Almacenamiento Geológico Profundo.

PEPRI: Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica.

PGRR: Plan General de Residuos Radiactivos.

PIMIC: Plan Integral de Mejora de las Instalaciones del Ciemat.

PLABEN: Plan Básico de Emergencia Nuclear (de carácter y alcance nacional).

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

PWR: "*Pressurized Water Reactor*". Reactor de agua ligera a presión.

RAA: Residuos radiactivos de alta actividad.

RBBA: Residuos radiactivos de muy baja actividad.

RBMA: Residuos radiactivos de baja y media actividad.

RE: Residuos especiales.

RR: Residuos radiactivos.

RSC: Responsabilidad social corporativa.

SNE-TP: "*Sustainable Nuclear Energy Technology Platform*".

UE: Unión Europea.

VVER: "*Water-Cooled Water-Moderated Power Reactor*".