

III. OTRAS DISPOSICIONES

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

13442 *Resolución de 17 de mayo de 2023, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., por la que se publica el Convenio con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E., para el proyecto de I+D sobre tecnologías disponibles para la transmutación de radionucleidos de vida larga.*

Suscrito el convenio el 9 de mayo de 2023 entre la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E. y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. y en cumplimiento de lo dispuesto en el apartado ocho del artículo 48 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, procede la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» de dicho convenio, que figura como anexo de esta resolución.

Madrid, 17 de mayo de 2023.—El Director General del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., Yolanda Benito Moreno.

ANEXO

Convenio entre la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E. (Enresa) y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. (Ciemat) para el desarrollo del proyecto de I+D sobre «tecnologías disponibles para la transmutación de radionucleidos de vida larga»

N/Ref CIEMAT: 11062.

Número de Expediente Enresa: CO-IA-22-009.

REUNIDOS

De una parte: Don José Luis Navarro Ribera, con NIF ***876***, en calidad de Presidente, y don Álvaro Rodríguez Beceiro, con NIF ***914***, en calidad de Director Técnico, en representación de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E. (en adelante Enresa), sociedad constituida mediante escritura pública autorizada por el Notario de Madrid, don Mariano Valverde Paradinas, el día 22 de noviembre de 1984, con número de protocolo 1.990, y modificada por escritura otorgada ante el Notario de Madrid, don Ignacio Solís Villa, con el número 768 de protocolo, inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, tomo 27.426, folio 80, sección 8.ª, hoja M-54683, con domicilio social en la calle Emilio Vargas 7, 28043 Madrid y con CIF A-78056124.

Las facultades del Sr. Navarro Ribera y del Sr. Rodríguez Beceiro para formalizar el presente Convenio en representación de Enresa en su calidad, respectivamente, de Presidente y de Director Técnico de la misma, derivan de los poderes conferidos por acuerdo del Consejo de Administración de Enresa, de 28 de septiembre de 2020 y elevados a escritura pública el día 29 de septiembre de 2020 ante el notario de Madrid don Carlos Entrena Palomero, con el número 1580 de su protocolo, inscrita en el Registro Mercantil de Madrid el 9 de octubre de 2020, tomo 40402, folio 61, inscripción 277 con hoja M-54683.

De otra parte: Doña Yolanda Benito Moreno, en su calidad de Directora General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. (en adelante Ciemat), con domicilio en avenida Complutense, 40-28040 Madrid, cargo para el que fue nombrada por el Real Decreto 386/2022, de 17 de mayo (BOE núm. 118,

de 18 de mayo), en nombre y representación del mismo, en virtud de las competencias que le son atribuidas por el Real Decreto 1952/2000, de 1 de diciembre (BOE núm. 289, de 2 de diciembre). Teniendo el Ciemat competencia para suscribir el presente Convenio conforme a sus funciones según artículo 3.1.b) y en desarrollo de las actividades encomendadas según artículo 3.2.h) de su estatuto.

Que actúan con plena capacidad legal, en nombre y representación de sus respectivas entidades,

EXPONEN

Primero.

Que el Ciemat y Enresa llevan décadas colaborando conjuntamente en diferentes actividades de I+D de interés mutuo en materia de gestión de residuos radiactivos. Por ello con fecha 12 de marzo de 2021 firmaron un Protocolo general de actuación para establecer la intención de seguir colaborando en esta materia.

Asimismo, se coordinan para llevar a cabo colaboraciones conjuntas en proyectos concretos que aspire a ambas instituciones a mantener una máxima capacidad tecnológica para su desarrollo y optimización de resultados, con absoluto compromiso con la seguridad nuclear, la protección radiológica y el medioambiente.

Ambas entidades centran sus esfuerzos en aquellas áreas de I+D dónde las soluciones industriales no están plenamente implantadas y en aquellas donde existe posibilidad de mejora, con la finalidad de garantizar que los servicios públicos que les incumben se prestan de modo que logren los objetivos que tienen en común.

Segundo.

Que estas actividades y proyectos de colaboración que se desarrollan conjuntamente son proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de interés para ambas Partes y vinculados con las líneas de I+D y el alcance, tanto del Plan de I+D del Ciemat, como del 8.º Plan de I+D de Enresa vigente a día de hoy, que se formalizan mediante convenio específico para cada proyecto concreto aprobado por las Partes de acuerdo con sus normas internas y en cumplimiento de la legislación vigente.

Tercero.

Que Enresa y Ciemat están interesados en la realización conjunta del proyecto de I+D en «tecnologías disponibles para la transmutación de radionucleidos de vida larga».

Cuarto.

Que es un proyecto que se desarrolla sujeto a lo establecido en el artículo 34.1 apartado a), e) y f) de la Ley 14/2011, de 1 de junio de la Ciencia, la Tecnología, y la Innovación, pudiendo Enresa y Ciemat celebrar convenios para realizar actividades de investigación científica y técnica.

Por cuanto antecede Enresa y Ciemat convienen el otorgamiento del presente convenio, con arreglo a las siguientes

CLÁUSULAS

Primera. *Objeto del convenio.*

El objeto del presente convenio es establecer los términos y condiciones en que Ciemat y Enresa desarrollarán el programa de investigación bajo el título «tecnologías disponibles para la transmutación de radionucleidos de vida larga».

Los trabajos objeto del presente convenio tendrán el alcance descrito en la memoria técnica y económica anexa, que se aprueba y constituye parte integrante del presente convenio.

Segunda. *Obligaciones de las Partes.*

Serán obligaciones de Enresa:

- Para la ejecución del presente convenio, contribuir hasta un importe de 1.215.000 € (un millón doscientos quince mil euros) de conformidad con el detalle que se contiene en la cláusula tercera de este convenio y en la memoria técnica y económica anexa.
- Asesoramiento técnico en base a la experiencia en el área de la gestión del combustible gastado y residuos radiactivos cuando sea necesario.
- Mantener con carácter permanente los equipos de trabajo necesarios para la ejecución de los trabajos objeto de este convenio, de forma que permitan el cumplimiento de los plazos establecidos en la cláusula décima.
- Participar activamente en el seguimiento del proyecto según los mecanismos descritos en la cláusula cuarta.

Serán obligaciones de Ciemat:

- Para la ejecución del objeto del convenio contribuir hasta un importe de 405.000 € (cuatrocientos cinco mil EUROS) de conformidad con el detalle que se contiene en la cláusula tercera de este convenio y en la memoria técnica y económica anexa.
- Mantener con carácter permanente los equipos de trabajo necesarios para la ejecución de los trabajos objeto de este convenio, de forma que permitan el cumplimiento de los plazos establecidos en la cláusula décima.
- Participar activamente en el seguimiento del proyecto según los mecanismos descritos en la cláusula cuarta.

Tercero. *Condiciones económicas.*

Para el desarrollo del objeto del presente convenio, las Partes contribuirán con personal, fungible, material y otros gastos. El coste total previsto para la realización del proyecto asciende a 1.620.000 euros, sumando las contribuciones de Ciemat y Enresa. Enresa contribuirá con el 75 % del coste del proyecto y Ciemat contribuirá con el 25 %.

La contribución se hará en base a los informes técnicos de seguimiento de I+D de periodicidad semestral, especificados en la memoria Técnica, tras su elaboración y aceptación por ambas Partes.

Las Partes soportarán los tributos que a cada una de ellas corresponda con arreglo a las leyes.

El Ciemat asume sus costes de participación con cargo a las aplicaciones presupuestarias 28.103.467H.2 y 28.103.467H.6.

Las partes en el seno de la Comisión de Seguimiento podrán promover y aprobar posibles reajustes de anualidades de pagos en función de la evolución de la ejecución del objeto y de las actuaciones contempladas en el presente convenio, siempre que estos no supongan un incremento económico global del mismo, ni del plazo del mismo, en cuyo caso ambas partes acordarán la correspondiente adenda de modificación tramitada de acuerdo con los requisitos legalmente previstos.

Al finalizar el proyecto se realizará la liquidación definitiva y se ajustarán las aportaciones realizadas por cada parte con el fin de que se respete y cumpla con el porcentaje de contribución establecido en la presente cláusula para la ejecución del proyecto de investigación.

Cuarta. *Seguimiento del proyecto.*

Para la correcta ejecución y seguimiento de este convenio, se constituirá una Comisión de Seguimiento Técnico compuesto por cuatro miembros, dos personas en representación de cada una de las Partes, nombradas en el plazo de un mes desde la entrada en vigor del convenio, y que podrán estar asesoradas por otros responsables técnicos.

La Comisión de Seguimiento celebrará su sesión constitutiva en el plazo de un mes desde las respectivas comunicaciones.

La Presidencia de esta comisión tendrá carácter rotatorio anual, y la Secretaría será ejercida por uno de sus miembros.

Esta Comisión de Seguimiento Técnico se reunirá con carácter ordinario dos veces al año y con carácter extraordinario a solicitud de cualquiera de las Partes. Las decisiones se adoptarán por unanimidad.

Esta Comisión de Seguimiento Técnico podrá invitar, para que asistan a sus reuniones, con voz pero sin voto, a las personas que considere necesarias en función de los asuntos a tratar.

Serán funciones de la Comisión de Seguimiento Técnico:

- Realizar el control y seguimiento de este convenio, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, y evaluar su desarrollo y cumplimiento, en base a los informes técnicos.

- Interpretar el presente convenio y resolver las controversias que pudieran surgir en la interpretación o cumplimiento de lo pactado.

- Actuar como vehículo de transmisión de las informaciones y comunicaciones que, con carácter global, sean de interés de las Partes para el desarrollo de este convenio.

- Evaluar futuras necesidades de I+D conjuntas, y hacer, en su caso, propuestas de nuevos proyectos.

- Proponer las modificaciones que se consideren necesarias para el buen desarrollo del convenio.

En aquello no previsto en este convenio, el régimen de organización y funcionamiento de la Comisión de Seguimiento será el previsto para los órganos colegiados en la sección 3.ª del capítulo II del título preliminar de la Ley 40/2015 de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Quinta. *Confidencialidad y protección de datos de carácter personal.*

De conformidad con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016 (Reglamento General de Protección de Datos o RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y demás normativa aplicable en materia de protección de datos, las Partes hacen constar de manera expresa que se abstendrán de cualquier tipo de tratamiento de datos personales que dispongan sobre este convenio; exceptuando aquel que sea estrictamente necesario para las finalidades del mismo. En este sentido, se comprometen a no ceder datos personales o archivos que contengan dichos datos a terceros, así como guardar estricta confidencialidad sobre los mismos.

Asimismo, las Partes quedan sometidas a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, y demás normativa aplicable en materia de protección de datos.

Los datos personales que sean objeto de tratamiento con motivo del convenio se incorporarán a los Registros de Actividades de Tratamiento de cada una de las Partes intervinientes, con la finalidad de gestionar la relación descrita en el convenio. Los titulares de los datos personales podrán ejercitar ante el responsable o el encargado del tratamiento de los datos personales los derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de los datos personales, y de limitación u oposición al tratamiento.

La información obtenida y la aportada para la ejecución de este convenio tienen la calificación de reservada, salvo aquella que sea de dominio público. Por ello, la parte que desee utilizar la información científica o técnica perteneciente a la otra parte solicitará por escrito su conformidad, transcurridos treinta días sin respuesta expresa, se entenderá prestada dicha conformidad.

Sexta. Propiedad intelectual e industrial y explotación de resultados.

Los derechos de propiedad industrial o intelectual pertenecientes a Enresa o a Ciemat antes del comienzo de la colaboración objeto de este convenio y, asimismo, aquellos que siendo propiedad de terceros hubieran sido transferidos a alguna de las Partes, continuarán siendo propiedad de sus titulares y no podrán ser utilizados por la otra parte sin su previo consentimiento por escrito.

Si del desarrollo del proyecto realizado al amparo de este convenio se obtuvieran resultados susceptibles de protección mediante derechos de propiedad intelectual o explotación industrial, estos corresponderán a Enresa y a Ciemat, en función de sus aportaciones, sin perjuicio de que se respete el derecho a la autoría o a ser considerados inventores al personal de ambas entidades que lo haya desarrollado.

Como criterio a aplicar para este convenio, la participación de las Partes en la propiedad intelectual e industrial y en la explotación de resultados se establecerá en función de su aportación a los mismos, siguiendo las disposiciones previstas en el artículo 54 y siguientes de la Ley de Economía Sostenible.

Las Partes podrán usar los Resultados Conjuntos, previo consentimiento de la otra Parte. Ninguna de las Partes podrá explotar los Resultados Conjuntos sin permiso por escrito de la otra Parte.

Séptima. Publicaciones.

En las publicaciones se respetará la mención a las personas autoras del trabajo. En cualquiera de los supuestos de difusión de resultados se hará siempre especial referencia al presente documento en el que se concreta la colaboración.

Como principio general de entendimiento se estimará que no podrá ser difundida ni presentada al público ninguna información que pudiera menoscabar los derechos de propiedad industrial e intelectual que se deriven del trabajo común. Por ello, aquellos resultados que no siendo en sí mismos objeto de patente o de otra forma de protección, pudieran inhabilitar, por su publicación o difusión, el reconocimiento de propiedad sobre una obra, proceso o productos, deberán ser considerados como materia reservada y no divulgable.

Octava. Régimen de modificación del convenio.

Las Partes podrán, por unanimidad y por escrito, acordar la modificación de los términos de este convenio, mediante adenda al mismo, conforme a los requisitos legalmente establecidos y previa autorización prevista en el artículo 50 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre.

Novena. Resolución del convenio.

El presente convenio se extingue por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen el objeto, o por incurrir en alguna de estas causas de resolución:

- El transcurso del plazo de vigencia del convenio sin haberse acordado la prórroga del mismo.
- La incapacidad sobrevinida del 50 % del personal adscrito al proyecto de cualquiera de las Partes durante un tiempo superior a la tercera parte de la duración del convenio establecida en la cláusula décima, siempre y cuando no se hayan podido poner los medios para suplir los recursos necesarios.

– El incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por las Partes.

En este caso, por el incumplimiento por cualquiera de las Partes de las cláusulas del presente convenio, previo requerimiento a la parte incumplidora, se le concederá un plazo de quince días desde la recepción de la notificación, para que cumpla sus obligaciones.

Si trascurrido el plazo indicado en el requerimiento persistiera el incumplimiento, a juicio de la Comisión de Seguimiento Técnico, la parte que lo dirigió notificará a las Partes firmantes la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el convenio.

– Decisión de cualquiera de las Partes si sobreviniesen causas que impidiesen o dificultasen de forma significativa la ejecución del convenio.

– Por decisión judicial declaratoria de la nulidad del convenio.

– El mutuo acuerdo entre las Partes.

– Por cualquier otra causa distinta de las anteriores prevista en el convenio o en otras leyes.

La resolución del convenio prevista en la presente cláusula no dará lugar al abono de indemnización alguna por daños y perjuicios o cualquier otro concepto resarcitorio.

En caso de resolución del convenio, las Partes quedan obligadas al cumplimiento de sus respectivos compromisos, y deberán en este caso ordenar sus trabajos de forma que puedan documentar, entregar y compartir los realizados hasta la fecha de la resolución. Las dos Partes se comprometen a solucionar la ejecución de los trabajos que pudieran quedar pendientes, particularmente en el caso de los compromisos internacionales adquiridos en el desarrollo de las actividades del convenio, estableciéndose un plazo improrrogable que será fijado por las Partes cuando se resuelva el convenio, transcurrido el cual deberá realizarse la liquidación del mismo con el objeto de determinar las obligaciones y compromisos de cada una de las Partes en los términos establecidos en el artículo 52 de la Ley 40/2015.

Décima. *Vigencia.*

El presente convenio tiene una duración de cuatro años. El cronograma de los trabajos previstos se detalla en la memoria técnica y económica.

A la vista del desarrollo de los trabajos, las Partes podrán acordar expresamente, en cualquier momento anterior a la finalización del plazo de vigencia, una prórroga teniendo en cuenta el plazo máximo de cuatro años adicionales. El acuerdo de prórroga se formalizará en una adenda.

De conformidad con el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen jurídico del Sector Público, el presente convenio y, en su caso, su adenda de prórroga se perfecciona con el consentimiento de las Partes, y resultarán eficaces una vez inscritos, por parte del Ciemat como ente promotor, en el Registro Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal y serán publicados en el «Boletín Oficial del Estado». Permanecerán en vigor desde el día de su registro.

Undécima. *Fuerza mayor.*

Las obligaciones y compromisos derivados del presente convenio quedarán en suspenso por causas comúnmente aceptadas como de fuerza mayor, en cuyo caso las Partes se comprometen a notificarse por escrito, con la máxima antelación posible, la aparición de tales causas.

La parte afectada notificará a la otra parte las circunstancias que constituyen la fuerza mayor y las obligaciones, por tanto, retrasadas o impedidas de realizar, y dicha parte consultará a la otra para decidir si se debe continuar con alguno o ciertos trabajos de acuerdo con este convenio o cesar, suspender o modificar las obligaciones, según acuerden las Partes, tan pronto como sea razonablemente posible en estas circunstancias, incluyendo, en particular, el impacto de las consecuencias producidas por

la fuerza mayor sobre cualquiera de las dos Partes. En todo caso, cualquier modificación o incorporación de obligaciones al convenio se acordarán por las partes mediante adenda de modificación de acuerdo con lo regulado en la Ley 40/2015, de 1 de octubre.

Duodécima. *Jurisdicción.*

El presente convenio se celebra al amparo del artículo 34 punto 1 de la Ley 14/2011 de 1 de junio de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Y se rige por lo dispuesto en el capítulo VI del título preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

El presente convenio está sujeto al derecho administrativo. La interpretación del convenio se realizará bajo el principio de buena fe y confianza legítima entre las Partes. Las cuestiones litigiosas que pudieran suscitarse sobre la interpretación, modificación, efectos o resolución del contenido del presente convenio se resolverán de mutuo acuerdo entre las Partes, mediante diálogo y negociación en la Comisión de Seguimiento Técnico. Si no fuera posible alcanzar un acuerdo, serán sometidas a la jurisdicción contencioso-administrativa.

Y en prueba de conformidad de cuanto antecede, las partes firman el presente documento. Firmado, en Madrid el 9 de mayo de 2023.—La Directora General del CIEMAT, Yolanda Benito Moreno.—El Presidente de Enresa, José Luis Navarro Ribera.—El Director Técnico de Enresa, Álvaro Rodríguez Beceiro.

ANEXO

Memoria técnica y económica para el proyecto: «tecnologías disponibles para la transmutación de radionucleidos de vida larga»

Área de colaboración

El área de colaboración principal es el «Área 2-Tecnología y procesos de tratamiento y acondicionamiento, y desmantelamiento», si bien algunas de las actividades tendrán además interés para las áreas «Área 5-Actividades horizontales: infraestructura de apoyo, coordinación, gestión del conocimiento».

Objeto de la colaboración

Desarrollar un proyecto de investigación sobre las tecnologías potencialmente disponibles para la Transmutación de Radionucleidos de Vida Larga, con el fin de evaluar su aplicabilidad como soporte a la gestión avanzada de residuos radiactivos de alta actividad.

Competencia en que se fundamenta la actuación

La transmutación de radionucleidos de vida larga es un conjunto de tecnologías que incorporadas a los ciclos avanzados del combustible nuclear puede permitir reducir la cantidad de elementos transuránicos presentes en el combustible irradiado, su radiotoxicidad, y la generación de calor. De esta forma, podría contribuir a simplificar el diseño y aumentar la capacidad de su almacenamiento final. Estas tecnologías son de interés para el Ciemat y Enresa y por este motivo, ambas instituciones vienen desarrollando proyectos de colaboración para el desarrollo del conocimiento y la tecnología en estas áreas desde el año 1997.

Mediante los estudios realizados en los proyectos anteriores se ha creado una base científica para el análisis de los sistemas avanzados del ciclo del combustible y su contribución a la gestión de los residuos de alta actividad. Sin embargo, existen varias áreas en las no se han alcanzado respuestas precisas: en concreto, en los programas experimentales (medidas de secciones eficaces y experimentos integrales) que engloban

experimentos durante más de 20 años y que aún necesitarán varios años para completarse. Los estudios realizados hasta la fecha también han permitido identificar datos y necesidades nuevas y/o mejor definidas. El presente convenio cubrirá estos aspectos novedosos y pendientes, avanzará en el análisis de posibilidades y consecuencias de estas tecnologías con un nuevo nivel de realismo, gracias a las herramientas más sofisticadas y potentes que se han ido desarrollando. El proyecto también abordará los nuevos escenarios que se han ido identificando a nivel internacional, haciendo un especial énfasis en las directrices europeas (SET-Plan, Horizonte 2020) y en las posibles sinergias en estados miembros de la Unión Europea.

La investigación a realizar está prevista, a nivel nacional, dentro de los últimos Planes Generales de Gestión de Residuos Radiactivos, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 y los respectivos Planes de I+D de Enresa. Por otra parte, las actividades estarán fuertemente interrelacionadas con programas internacionales, tanto en proyectos de los Programas Marco de EURATOM como en las organizaciones internacionales OCDE/AEN (Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y OIEA (Organismo Internacional de la Energía Atómica).

En EURATOM, el Ciemat ha venido participando en proyectos en transmutación desde el 4.º Programa Marco (PM) con TARC, en el 5.º PM con los proyectos MUSE, nTOF_ND_ADS, PDS-XADS, y ADOPT. En el 6.º PM ha participado en los proyectos IP-EUROTRANS, RED-IMPACT, CANDIDE, PATEROS, MTR+I3 y JHR-CP. En el 7.º PM ha participado en CDT-FASTEF, CP-ESFR, ESNIPLUS, FAIRFUELS, FREYA, MAXSIMA, ARCAS y ANDES (en calidad de coordinador) y en H2020 en los proyectos CHANDA y SANDA (en calidad de coordinador), ARIEL, ESFR-SMART, MYRTE, PUMMA, JHOP2040, TOURR y EURAD (como coordinador de las instituciones españolas). La participación del Ciemat en los Programas Marco de EURATOM durante el periodo de ejecución del presente proyecto de investigación se realizará en SANDA (en calidad de coordinador), PUMMA y EURAD. Además, es previsible que durante el periodo de ejecución el Ciemat participe en alguna propuesta relacionada con transmutación en reactores rápidos de sodio, pequeños reactores modulares (SMR por sus siglas en inglés) y reactores de sales fundidas (MSR por sus siglas en inglés), entre otros. La participación del Ciemat en estos proyectos, con la coordinación de SANDA, múltiples direcciones de paquetes de trabajo y dominios garantiza la formación, visibilidad y mantenimiento de la competencia del equipo humano involucrado a los máximos niveles internacionales.

La proyección de la investigación a la cooperación con EE. UU., Japón y otros países de la OCDE se realiza dentro de los grupos de expertos de la OCDE/AEN y, de manera muy destacada, en el *Working Party on Scientific Issues on Advanced Fuel Cycles*, WPFC, en el que uno de los investigadores del Ciemat preside el *Expert Group on Advanced Fuel Cycle Scenarios*. Finalmente, la participación en grupos de expertos del OIEA y el ISTC (International Science and Technology Center) ha permitido el intercambio de resultados con otros países que también investigan en transmutación, notablemente Rusia, Bielorrusia, China y países sudamericanos.

Adicionalmente, en el año 2008 se constituyó la Plataforma Tecnológica Europea para la Energía Nuclear Sostenible, SNETP por sus siglas en inglés, en la que el Ciemat participa desde su fundación como miembro de su Consejo de Gobierno y en la que uno de los investigadores de este convenio con Enresa actúa como presidente del Comité Ejecutivo. La plataforma reúne a los principales actores de la industria, la seguridad, la generación eléctrica y la investigación y ha propuesto una Agenda Estratégica de Investigación e Innovación, SRIA por sus siglas en inglés, para los próximos diez y veinte años. Esta Agenda responde a las necesidades de la UE y a las prioridades identificadas por la Comisión Europea, en particular, en el Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan). En la SRIA se hace especial énfasis en la aplicación de sistemas neutrónicos rápidos combinados con ciclos cerrados avanzados, incluyendo transmutación, para mejorar la sostenibilidad a largo plazo de la Energía Nuclear.

Todas estas actividades y la participación en colaboraciones internacionales capacitan al equipo de trabajo para ejecutar el proyecto de investigación en el desarrollo

del conocimiento, tecnologías y aplicaciones de la Transmutación dentro de la gestión de residuos de alta actividad, cubriendo las áreas de interés en este campo para Ciemat y Enresa, y para mantener esta investigación actualizada respecto a los últimos desarrollos internacionales.

Descripción del programa de trabajo y de las actividades

Se incluye una descripción de las actividades previstas al principio del proyecto. Debido a su gran relevancia a nivel internacional y su actualidad, la mayor parte de las líneas de investigación de interés para este convenio son objetivos de proyectos de EURATOM y de otros organismos internacionales con participación del Ciemat y/o Enresa. Aunque la descripción temática y el tipo de trabajos desarrollados por Ciemat/Enresa son comunes a esos proyectos, el presente convenio cubre actividades independientes y complementarias, tras aplicar los criterios propios del Ciemat y Enresa a los principios y a la definición de problemas genéricos abordados en los proyectos internacionales.

Las líneas de actividad podrán adaptarse en cualquier momento a la evolución del campo de investigación, siempre por mutuo acuerdo entre Ciemat y Enresa. En particular, se podrá decidir, de mutuo acuerdo, incluir variantes de los estudios realizados en grupos internacionales para tener en cuenta las especificaciones correspondientes a opciones propuestas por Enresa en función del progreso de su propio programa de I+D. El alcance del proyecto se define a continuación:

1. Ciclos de combustible nuclear con gestión avanzada de los residuos radiactivos

La transmutación y su posible papel en la gestión de residuos deben entenderse de forma global en el ciclo del combustible. Además, dado que el ciclo del combustible nuclear se ve influido por diferentes condicionantes y recursos externos, éste se entiende mejor en un contexto internacional, aunque sin perder la perspectiva de cada país.

La investigación que desarrollará en esta línea contribuirá a la identificación de las sinergias entre países en los escenarios regionales y globales, que son los considerados más probables para países que no hayan optado por un desarrollo decidido y mantenido de la energía nuclear. En estos estudios se incorporarán los desarrollos de los programas internacionales mencionados. Por otra parte, se progresará en las implicaciones del ciclo del combustible nuclear sobre los diseños de sistemas transmutadores, sistemas subcríticos asistidos por acelerador (ADS por sus siglas en inglés) o críticos (reactores de sodio, plomo y gas y de sales fundidas), y en actualizar la información sobre evaluaciones de costes en los escenarios avanzados.

1.1 Estudios de ciclos de combustible avanzados.

A nivel europeo (EURATOM y organismos internacionales como el OIEA y la OCDE/AEN) se están proponiendo nuevas actividades que darán lugar al estudio de nuevos ciclos de combustible avanzados. El objetivo de esta actividad es ampliar el estudio de dichos ciclos, considerando parámetros como propagación de incertidumbre, el coste o la optimización, no tenidos en cuenta hasta la fecha en dichos grupos.

1.2 Análisis de escenarios con rotura.

El estudio de escenarios de ciclos de combustible optimizados o muy cerca de la optimización lleva en muchas ocasiones a que el resultado de un análisis computacional no se puede completar por una rotura del ciclo, esto es, por alguna modificación de los parámetros de entrada se produce una falta de material indispensable para que el escenario continúe y el código de simulación se interrumpe. Esta actividad consiste en el desarrollo e implementación de un modelo automático en el código de simulación que detecte que se va a producir la rotura y realice un rediseño automático del escenario.

1.3 Cálculos de isotopía del combustible irradiado de LWR.

La caracterización del combustible irradiado en reactores de agua ligera (LWR) es un aspecto fundamental para la gestión de residuos de alta actividad. Esta tarea consiste en el desarrollo de una metodología de simulación para la caracterización del quemado de un elemento de combustible irradiado a partir de las partículas que se emiten. Mediante simulación Monte Carlo, se pretenden simular muchos tipos de elementos de combustible irradiados (distinto enriquecimiento, potencia, etc.) y encontrar una función respuesta que permita predecir el quemado de dicho combustible. Esta tarea es ampliable con el desarrollo de detectores, medidas experimentales, etc.

1.4 Cálculos de calor residual, emisión de neutrones y fotones en el combustible nuclear irradiado en LWR.

Dentro de la línea de caracterización del combustible irradiado, el calor residual es uno de los parámetros derivados clave para el diseño de contenedores de transporte o manejo en instalaciones de almacenamiento o reproceso. Acaba de crearse un subgrupo (SG12) dentro de la OCDE/AEN dedicado a la realización de estimaciones fiables del calor emitido por un elemento de combustible irradiado, que incluyen valores estimados con incertidumbres. Esta actividad consiste en la participación en este grupo, donde se pretenden analizar datos experimentales existentes y proponer nuevos experimentos para la mejora de la fiabilidad en estos cálculos. La participación en este subgrupo sería fundamental para encontrar puntos débiles en las metodologías actuales y validar las herramientas desarrolladas en el Ciemat (EVOLCODE). La actividad también incluye la determinación (con incertidumbres) de las partículas emitidas por el elemento de combustible irradiado, que son fundamentales por temas de blindaje y detección para caracterización.

1.5 Comparativa de la generación de residuos generados en SMR-LWR y LWR de potencia.

Existen numerosísimas propuestas de pequeños reactores modulares con potencia inferior a 300 MWe (SMR por sus siglas en inglés) a nivel mundial. Aunque los diseños pueden estar basados en transformaciones más o menos complejas de reactores de potencia ya existentes, no existen publicaciones exhaustivas que determinen si los residuos de alta actividad (RRAA) generados por los SMR y por los reactores de agua ligera son similares. Se realizaría un diseño de SMR con información publicada y se comparará su generación de RRAA (combustible irradiado/gastado) con la del LWR de potencia.

1.6 Diseño de un reactor de sodio quemador de plutonio.

El diseño del reactor rápido refrigerado por sodio desarrollado dentro del proyecto ESFR-SMART consiste en un reactor isogenerador (mantiene la misma cantidad de plutonio entre el comienzo de la irradiación y su final) o algo reproductor (generador) de plutonio. Aunque es posible hacer eliminación de actínidos minoritarios en este reactor, no se puede decir lo mismo de la gestión del Pu. Para ello, sería necesario realizar una serie de cambios en el diseño del núcleo de forma que el reactor resultante sea quemador de plutonio. Se propone realizar los cambios necesarios para diseñar un núcleo de reactor rápido quemador operativo desde el punto de vista neutrónico, que pueda ser usado también para cálculos de escenarios de ciclos avanzados de combustible nuclear.

1.7 Reactores de sodio con diferentes combustibles.

Los reactores rápidos refrigerados por sodio están comenzando a ser licenciados en el mundo, en especial sus versiones SMR. Está previsto que estos reactores utilicen combustible HALEU, esto es, combustible de uranio enriquecido aproximadamente a un 20 % en ^{235}U . Sin embargo, los diseños de reactores rápidos avanzados se han

realizado suponiendo que el combustible está formado por óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX). En esta actividad se pretende caracterizar la evolución del núcleo del reactor rápido, suponiendo que al comienzo de su vida el combustible es sólo uranio enriquecido y que éste va siendo sustituido por MOX a medida que va estando disponible tras su generación en el mismo reactor por capturas en ^{238}U , pasando por composiciones que contienen distintas fracciones de HALEU y MOX, hasta llegar a un núcleo con un 100 % de óxidos mixtos.

1.8 Diseño del núcleo de un reactor de sales fundidas.

Los reactores de sales fundidas (MSR por sus siglas en inglés) emplean un combustible en forma sales que llevan incorporadas a los actínidos. El estado líquido en el que se encuentran presenta una serie de ventajas, tales como que no es necesaria la fabricación del combustible, aunque también conlleva algunos retos que solventar. Otra de las ventajas que presenta es que puede contener cualquier actínido, lo cual hace del MSR un reactor con un gran potencial de transmutación. Desafortunadamente, no hay diseños publicados con suficiente detalle como para poder realizar una caracterización neutrónica adecuada del núcleo de un MSR. La tarea que se propone se basa en realizar una búsqueda bibliográfica intensiva para adquirir la mayor cantidad de información posible y desarrollar un diseño de MSR que pueda ser usado para simular su ciclo de quemado.

1.9 Modelo de MSR en el código de ciclo de combustible TR_EVOL.

Continuando con la tarea de desarrollo de un modelo de MSR, hasta ahora estos reactores no han podido ser simulados en códigos de ciclos de combustible, debido a la poca precisión en sus diseños o a la dificultad de estos códigos de simular un reactor con el combustible líquido. La tarea consiste en, una vez se haya conseguido diseñar un modelo neutrónico de MSR, realizar la transformación del mismo y la mejora en el código fuente de TR_EVOL para que pueda ser utilizado en la simulación de escenarios de ciclos de combustible nuclear que utilicen dicho reactor.

2. Mejora y adaptación de sistemas de simulación

La mayoría de los estudios realizados por el Ciemat requieren de sofisticadas simulaciones por ordenador para optimizar y evaluar ciclos avanzados y sistemas transmutadores. La simulación detallada de estos sistemas es un problema complejo, que combina el transporte de neutrones (y protones en el caso de los ADS) a todas las energías, desde valores térmicos hasta uno o varios GeV, con la evolución de los materiales por activación y fisión.

El Ciemat ha desarrollado el código EVOLCODE 2.0 que combina distintas versiones de MCNP o MCNPX con ORIGEN2 y ACAB, además de una serie de módulos desarrollados por el propio Ciemat. EVOLCODE 2.0 permite realizar un amplio rango de simulaciones de las diversas opciones del ciclo de combustible, desde el nivel del reactor hasta el resto de las instalaciones del ciclo de combustible nuclear (combustible en los reactores, combustible fresco o irradiado en almacenes, residuos, etc., y sin límite para el número de corrientes o instalaciones), aprovechando con técnicas de programación paralela el gran número de procesadores disponibles en la máquina de supercomputación del Ciemat. Adicionalmente, se ha desarrollado el módulo económico en el código TR_EVOL de ciclos de combustible, que permite hacer estimaciones del coste nivelado (con incertidumbres) de la energía para el ciclo de combustible nuclear. Además de EVOLCODE 2.0 y TR_EVOL, el Ciemat ha desarrollado el código neutrónico termohidráulico COUNTHER, mediante el acoplamiento de MCNP con SUBCHANFLOW o COBRA.

El objetivo de esta tarea es el de disponer de sistemas de computación más realistas y avanzados para el análisis de conjuntos críticos y subcríticos, teniendo en cuenta las variables de estado del sistema en un mapa 3D.

2.1 Implementación del tratamiento de incertidumbres en el código de simulación de ciclos de combustible TR_EVOL.

El código TR_EVOL desarrollado en el Ciemat permite el cálculo de incertidumbres debidas a los parámetros de entrada en análisis de ciclos de combustible. Además, el código permite separadamente el cálculo de costes en dicho escenario, incluyendo la propagación de la incertidumbre en los mismos. Esta tarea consiste en acoplar dichas incertidumbres para obtener una incertidumbre conjunta en costes debida a ambas fuentes de incertidumbre, parámetros y costes.

2.2 Mejora del código TR_EVOL mediante cálculos realizados con redes neuronales.

El código TR_EVOL desarrollado en el Ciemat permite el cálculo de las corrientes de residuos en todas las instalaciones del ciclo del combustible nuclear. Para ello, emplea el código ORIGEN, que realiza los cálculos de desintegración y de irradiación para las distintas instalaciones o reactores. Esta tarea propone sustituir el código ORIGEN con una red neuronal para la realización de los cálculos de irradiación, pues la bibliografía indica que dicha solución, empleada en otros códigos de ciclos de combustible, obtiene una mayor velocidad de ejecución, manteniendo la precisión en los resultados.

2.3 Validación y participación en ejercicios de intercomparación con EVOLCODE.

Dentro de la línea de caracterización del combustible irradiado, la puesta a punto de las herramientas computacionales usadas a tal efecto es fundamental para poder realizar estimaciones precisas y fiables del contenido isotópico de un elemento de combustible irradiado. Esta tarea se realiza mediante la validación continua de los códigos, comparando los resultados que proporcionan con datos experimentales. En particular, estos datos experimentales se encuentran en la base de datos SFCOMPO de la OCDE/AEN. La tarea consiste en la validación tanto del código EVOLCODE desarrollado en el Ciemat como el código MCNP/CINDER, usado frecuentemente en la comunidad internacional.

2.4 Acoplamiento del código de evolución EVOLCODE con el código neutrónico termohidráulico COUNTER.

Continuando con la línea de validación de las herramientas computacionales, hasta ahora el código EVOLCODE ha sido validado con los datos de experimentos incluidos en la base de datos SFCOMPO de la OCDE/AEN. Dentro de esta base de datos se incluyen reactores PWR, los cuales pueden simularse generalmente con simples pastillas representativas, y reactores de agua en ebullición (BWR), los cuales incluyen irradiaciones realizadas a distintas alturas en el combustible. Para lograr una simulación precisa, se requiere la simulación de un elemento de combustible completo. En la actualidad, los códigos de simulación generalmente simulan el perfil axial de densidades del agua, aunque consideran una temperatura constante para todo el combustible, perdiendo precisión en el cálculo. Por otra parte, el código COUNTER, también desarrollado por el Ciemat, realiza un acoplamiento neutrónico y termohidráulico (TH) que permite obtener el perfil axial de temperaturas de combustible y vaina, pero no es capaz de realizar evolución isotópica. La tarea consiste en desarrollar el acoplamiento EVOLCODE con COUNTER, para poder obtener simulaciones de reactor más precisas, que tengan en cuenta también el perfil axial de temperaturas del combustible y la vaina.

2.5 Incorporación del tratamiento de incertidumbres en el código neutrónico termohidráulico COUNTER.

Continuando con la actividad de Estudios de sensibilidad e incertidumbre en sistemas transmutadores propuesta en la tarea 3.2, se propone acoplar los resultados obtenidos para el cálculo de la propagación de incertidumbres en cálculos TH con cinética puntual. Estos cálculos pueden realizarse pues la cinética puntual utiliza

parámetros del reactor como la reactividad, la fracción de neutrones retardados o el tiempo medio de generación de neutrones, para los cuales el código SUMMON (mencionado en la tarea 3.2) ya es capaz de calcular la incertidumbre. La tarea consiste en desarrollar una metodología para mejorar el código COUNTER, de forma que propague la incertidumbre en dichos parámetros a los resultados de cálculos TH.

2.6 Acoplamiento de EVOLCODE con Serpent y OpenMC.

El código EVOLCODE se basa en MCNP para la realización de los cálculos neutrónicos y en ORIGEN o ACAB para los cálculos de quemado. Aunque estos códigos han sido validados para la realización de sus funciones, en la actualidad se encuentran disponibles otras opciones que pueden realizar estas tareas de forma adecuada, pues han sido también validados por sus empresas desarrolladoras o la comunidad internacional. Con las sustituciones de MCNP por los códigos de simulación Monte Carlo Serpent (desarrollado en Europa por VTT) u OpenMC (desarrollado de forma abierta por la comunidad) y de ORIGEN/ACAB por un solucionador (programa específico de resolución de ecuaciones diferenciales), podrían obtenerse velocidades de cálculo mucho mayores en las simulaciones de EVOLCODE y conseguir mejoras en la precisión de los cálculos, manteniendo los mismos requisitos computacionales.

2.7 Desarrollo y mejora del código GEANT4.

GEANT4 es el código estándar para la simulación de experimentos de datos nucleares y el cálculo de las funciones de respuesta de todo tipo de detectores de radiación. El Ciemat es responsable a nivel internacional del mantenimiento y mejora del paquete de simulación de las interacciones neutrónicas y de la producción de sus bibliotecas de datos nucleares. Se mejorarán los modelos de transporte de neutrones y de partículas cargadas a las energías de varios cientos de MeV empleadas en fuentes de espalación y sistemas subcríticos asistidos por acelerador como la instalación MYRRHA, actualmente en construcción en las instalaciones del SCK CEN en Bélgica.

3. Transmutación en sistemas nucleares

El objetivo de esta línea de actividad es la evaluación y optimización de sistemas nucleares críticos y subcríticos dedicados a la transmutación de radionucleidos de vida larga. En la actualidad, los escenarios más probables para realizar la transmutación de residuos radiactivos contemplan el uso de dos tipos de sistemas nucleares: los reactores rápidos críticos y los ADS de espectro rápido.

Dichos proyectos están relacionados con los dos principales demostradores de las tecnologías mencionadas: MYRRHA, un ADS refrigerado por plomo que también podrá operar en crítico, y ASTRID, un reactor rápido refrigerado por sodio cuyo diseño está siendo actualmente reelaborado. Ambos demostradores han sido destacados como prioridades por la plataforma ESNII (*European Sustainable Nuclear Industrial Initiative*), dentro de la SNETP (*Sustainable Nuclear Energy Technology Platform*).

3.1 Análisis de datos obtenidos en experimentos en sistemas transmutadores.

A lo largo de la participación del Ciemat en diferentes proyectos de programas marco (FP5 MUSE, FP6 EUROTRANS, FP7 FREYA, H2020 MYRTE) se ha reunido una importante base de datos experimentales medidos en reactores críticos y (principalmente) subcríticos. Estos datos ya han sido parcialmente analizados en el marco de estos proyectos, pero es posible realizar análisis adicionales sobre ellos. En particular, resulta de interés reanalizar los resultados del proyecto de los proyectos más antiguos a la luz de los avances realizados en los proyectos subsecuentes, así como la documentación adecuada de los datos disponibles para garantizar su uso futuro y continuar con la mejora y/o propuesta de nuevas técnicas de monitorización de la reactividad basándose en estos datos. Asimismo, hay constancia de que en el pasado se

realizaron en el Ciemat experimentos subcríticos que son poco conocidos (F. J. Olarte-Martín, Estudio de medios multiplicativos fuertemente subcríticos con fuente pulsada de neutrones, JEN 220-DF/I 63) y que pueden analizarse con herramientas modernas. Finalmente, también será posible realizar dentro de esta línea la preparación de propuestas de nuevas medidas experimentales, en función de la disponibilidad de instalaciones experimentales.

3.2 Estudios de sensibilidad en sistemas transmutadores.

Como continuación de las actividades llevadas a cabo dentro de los proyectos CHANDA (FP7) y SANDA (H2020) se propone realizar estudios de sensibilidad e incertidumbre (S/U por sus siglas en inglés) en sistemas de particular interés para la transmutación de residuos radiactivos (p.e., EFIT, MSR), con el fin de mejorar los márgenes de seguridad de estos sistemas y determinar los isótopos cuyas secciones eficaces requieren ser medidas con mayor precisión. En esta misma línea, también es posible la realización de análisis de sensibilidad e incertidumbre sobre los experimentos reseñados en la tarea 3.1, con el fin de asistir en el análisis de los resultados experimentales. Estas actividades incluirán la verificación y validación continua de las herramientas ya desarrolladas por el Ciemat para este fin (p.e., SUMMON), así como la mejora y adaptación de dichas herramientas para hacerlas compatibles con otros códigos (p.e. Serpent) o extender su capacidad a realizar cálculos S/U en parámetros no considerados hasta ahora (p.e. flujos neutrónicos).

3.3 Evaluación de técnicas de medida de criticidad en almacenes de combustible irradiado.

Cálculos y posibles medidas de criticidad (o más específicamente, del Rossi-alfa) en almacenes de combustible irradiado permitiría validar los cálculos de seguridad y asegurar el mantenimiento de los niveles de subcriticidad requeridos. Estas medidas pueden realizarse con técnicas de ruido neutrónico. Las técnicas de ruido neutrónico se aplican en sistemas con muy bajos flujos de neutrones y son mínimamente disruptivas (únicamente necesitan introducir un detector de neutrones en el almacén). El Ciemat tiene experiencia en la aplicación de estas técnicas de ruido en reactores críticos y subcríticos, este último caso es similar al de un almacén de combustible gastado.

El objetivo de esta tarea es evaluar la viabilidad de medir la criticidad de los diseños propuestos de almacenes de combustible gastado individuales o centralizados (ATI, ATC) mediante técnicas de ruido neutrónico, como apoyo al licenciamiento de los mismos.

4. Datos nucleares para la transmutación y la gestión avanzada de residuos radiactivos

La simulación por ordenador es clave para evaluar la viabilidad de distintos sistemas nucleares como transmutadores, acometer la fase de diseño de demostradores a escala industrial (MYRRHA y ASTRID), analizar la relevancia e impacto de estas técnicas en la gestión de residuos, y para asistir en la elección de las mejores opciones y tecnologías para desarrollar transmutación. Los diferentes estudios de la OCDE/AEN, IP-EUROTRANS, ANDES y CHANDA han concluido que, para realizar las funciones previstas, las simulaciones de diferentes sistemas nucleares en fase de diseño conceptual necesitan unas bases de datos nucleares más precisas y con una mejor definición de sus incertidumbres. Para conseguir este objetivo sigue y seguirá siendo necesario realizar nuevas medidas diferenciales, que posteriormente deberán ser contrastadas con experimentos integrales. En todo el proceso también será necesario mejorar y validar los modelos de altas energías, necesarios para modelar el proceso de espalación en el que se basan los diseños industriales de ADS.

Se participa en un programa internacional de medidas en instalaciones internacionales de primera línea como n_TOF (CERN), Neutrons For Science (Francia), GELINA (Bélgica) y FAIR (Alemania), así como en laboratorios nacionales JYFL-Universidad de Jyväskylä

(Finlandia), el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (Huesca) y el Centro Nacional de Aceleradores (Sevilla) y el Centro de Análisis de Micromateriales (Madrid).

A continuación, se detallan las actividades concretas a realizar.

4.1 Medida de la sección eficaz de captura neutrónica del Pu-239.

La medida de la captura neutrónica del ^{239}Pu viene listada como de muy alta prioridad en la *High Priority Request List* de la OCDE/AEN. Se lidera un experimento en la instalación n_{TOF} del CERN, realizado en colaboración con la Universidad de Lodz (Polonia) y el JRC-Geel. Para el experimento se ha desarrollado una cámara de fisión, testeada en 2022 en el JRC de Geel con blancos de ^{239}Pu de alta pureza isotópica (>99.9%). La medida en n_{TOF} se realizará en el 2023, y el análisis se completará a finales del 2024.

4.2 Medidas en n_{TOF} y otras instalaciones.

Además de la realización de la medida del ^{239}Pu , se participará de forma activa en el programa científico de la colaboración n_{TOF} y está preparando nuevas propuestas de nuevos experimentos. Como ejemplo están la fisión o captura de varios isótopos del Th y Pu, reacciones productoras de partículas cargadas relevantes para blancos de producción de neutrones y reacciones de captura neutrónica para materiales estructurales (tántalo) y relacionados con combustibles nucleares tolerantes a fallos (ATF) como el molibdeno o el cromo. Así mismo, hay varios experimentos planeados para determinar la tasa de producción de neutrones mediante reacciones (alfa,n) en materiales estructurales (aluminio, acero) y materiales ligeros (silicio, carbono). Dichas reacciones son relevantes para estimar el término fuente de neutrones en contenedores de residuos radiactivos e identificar la presencia de emisores alfa en arenas y escombros (compuestos de silicio).

4.3 Técnicas e instrumentación nucleares.

El Ciemat posee una amplia experiencia en el desarrollo de instrumentación y técnicas de detección de radiación. Se desarrollará nueva instrumentación que permitirá mejorar la calidad y precisión de experimentos de datos nucleares para las tres líneas de haz de la instalación n_{TOF} del CERN a 185 m (EAR1), 20 m (EAR2) y 6 m (NEAR). En concreto:

- El desarrollo de un detector segmentado de energía total, que permitirá medir con mayor eficiencia y segmentación las reacciones de captura neutrónica. El detector permitirá medir muestras con una eficiencia hasta 10 veces superior a los dispositivos empleados actualmente en la instalación n_{TOF} .
- El desarrollo de un dosímetro capaz de medir la dosis gamma y de neutrones de manera simultánea. Dicho detector podrá ser útil para calcular la dosis fuera de contenedores de combustible gastado y en condiciones de ATC o ATI.
- Desarrollos de electrónica y caracterización de detectores innovadores de rayos gamma y neutrones que puedan ser empleados para mejorar medidas espectrométricas y de dosis.

5. Actividades en organismos internacionales

La investigación en transmutación y la posibilidad de desarrollar la tecnología necesaria exceden las capacidades de un solo país, por lo que es esencial participar en los foros internacionales en los que se presentan y discuten los resultados de I+D en este campo de investigación, así como las tendencias en las posibles políticas para su implementación, y la identificación de prioridades para la I+D futura.

A nivel europeo, los foros de colaboración son los proyectos de I+D del H2020 y Horizonte Europa, que ya han sido descritos en las líneas anteriores. La colaboración con

EE. UU., Canadá, Japón y Corea del Sur tiene lugar fundamentalmente a través de la OCDE/AEN. La colaboración con los países no integrados en la OCDE como India y China (mediante acuerdos especiales) tendrá lugar en el marco del OIEA. La colaboración con Rusia dependerá enormemente de la evolución del escenario internacional.

En el caso de la OCDE/AEN, la participación se encauzará a través del Working Party on Scientific Issues of the Fuel Cycle, WPFCC, en el Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation, WPEC y en diferentes grupos del proyecto Joint Evaluated Fission and Fusion nuclear data library (JEFF). El Ciemat tiene una presencia muy activa en el WPFCC y el WPEC, que se mantendrá durante la duración de este proyecto. El equipo de trabajo participará además en grupos de expertos y ejercicios de intercomparación relacionados con la transmutación de residuos radiactivos.

En el caso del OIEA, se mantendrá la participación en propuestas relacionadas con transmutación. Estos mecanismos son los grupos de expertos de consulta (CEG), los proyectos de colaboración en materias concretas (CRP), la preparación de documentos técnicos o reuniones de intercambio de información, y la organización de ejercicios de intercomparación.

5.1 Actividades de datos nucleares en el OIEA y OCDE/AEN.

El OIEA está poniendo en marcha periódicamente Coordinated Research Projects (CRP) y reuniones de grupos de expertos (INDEN) sobre datos nucleares. Se participará activamente mediante la presentación de resultados de medidas, evaluación de datos y ejercicios de intercomparación. Así mismo, el Ciemat es miembro de JEFF y participa en diferentes subgrupos relacionados con medida y evaluación de datos nucleares.

5.2 Grupos de expertos de ciclos de combustible y reactores avanzados del OIEA y OCDE/AEN.

El Grupo de Expertos de ciclos avanzados (AFCS) de la OCDE/AEN propone y acomete estudios de nuevos ciclos de combustible avanzados para una gestión optimizada de los residuos radiactivos. Un investigador del Ciemat coordina dicho grupo cuyas actividades han sido renovadas para los próximos años.

Duración del proyecto: las actividades previamente descritas serían llevadas a cabo durante cuatro años, desde la entrada en vigor del convenio.

Recursos humanos: el equipo investigador del Ciemat estará formado por un Jefe de Proyecto, 9 Titulados Superiores y un técnico de grado medio.

Por parte de Enresa, se compondrá de un Jefe de Proyecto y dos Técnicos Superiores Sénior.

Las Partes, en la primera reunión de la Comisión de Seguimiento Técnico notificarán los integrantes del grupo de trabajo, y cualquier circunstancia que obligue a la modificación del equipo investigador será notificada y requerirá de la aprobación de las dos partes.

Valoración económica: por la envergadura de este proyecto se ha acordado una estimación total de la contribución por valor de 1.620.000 €. Con un reparto del proyecto que corresponderá a Enresa el 75 % del total y el Ciemat correrá a cargo de un 25 %.

El coste total del proyecto será distribuido como se indica a continuación:

	Euros
Aportación Ciemat 25 % del total de los costes estimados para la realización del proyecto.	405.000
Aportación Enresa 75 % del total de los costes estimados para la realización del proyecto.	1.215.000
Costes totales estimados del proyecto.	1.620.000

La aportación del Ciemat será por valor de 405.000 euros, que corresponderá a la aportación en horas de personal investigador, material inventariable, puesta a disposición de infraestructuras, y al mantenimiento y amortización de equipos del Ciemat.

El Ciemat asume sus costes de participación con cargo a las aplicaciones presupuestarias 28.103.467H.2 y 28.103.467H.6.

La aportación de Enresa será por valor de 1.215.000 euros, que corresponderá a la aportación en horas de personal propio y de gastos necesarios para la ejecución de las actividades propuestas, como adquisición de material, fungible, gastos derivados de la asistencia a reuniones, congresos y conferencias y otros que se hayan valorado necesarios para el buen desarrollo y viabilidad del proyecto. Enresa, dada su aportación al desarrollo del proyecto se compromete a una contribución económica máxima de 1.099.500 euros a lo largo de varios ejercicios presupuestarios, a fin de coadyuvar la financiación de los gastos derivados del desarrollo del presente convenio para la consecución de los objetivos planteados. Y con una distribución de la contribución económica aproximada condicionada a la elaboración conjunta de los informes técnicos de seguimiento de I+D, que se indica en la siguiente tabla:

Ejecución de la actividad	Importes totales - Euros
A los seis meses desde la eficacia del convenio.	137.500,00
A los 18 meses desde la eficacia del convenio.	275.000,00
A los 30 meses desde la eficacia del convenio.	275.000,00
A los 42 meses desde la eficacia del convenio.	275.000,00
A la finalización del convenio.	137.000,00
Totales.	1.099.500,00

Enresa transferirá al Ciemat los fondos necesarios para la correcta ejecución del convenio. Previamente a la contribución, el coordinador técnico de Enresa emitirá certificado de conformidad sobre los trabajos desarrollados conjuntamente.

La contribución de las Partes al presente convenio quedará condicionada a la previa existencia de crédito específico y suficiente en cada ejercicio económico, con cumplimiento de los límites establecidos en el artículo 47 de la Ley General Presupuestaria.

Viajes y comisiones de servicio: viajes a reuniones, *workshops* y congresos nacionales e internacionales. Participación en diversos experimentos en laboratorios e instalaciones nacionales e internacionales.

Fungible: el desarrollo de las actividades del proyecto requerirá la adquisición de materiales consumibles, cuotas de participación en congresos internacionales, publicaciones, software, adquisición de libros y revistas científicas, material de laboratorio y contratación de pequeños servicios específicos.

Material Inventariable: se prevé la realización de inversiones en sistemas de toma de datos e instrumentación nuclear para el desarrollo de las actividades experimentales. Además, será necesaria la actualización de equipos informáticos.

Personal: para la valoración económica se utilizarán la jornada laboral anual por parte del personal de las instituciones.

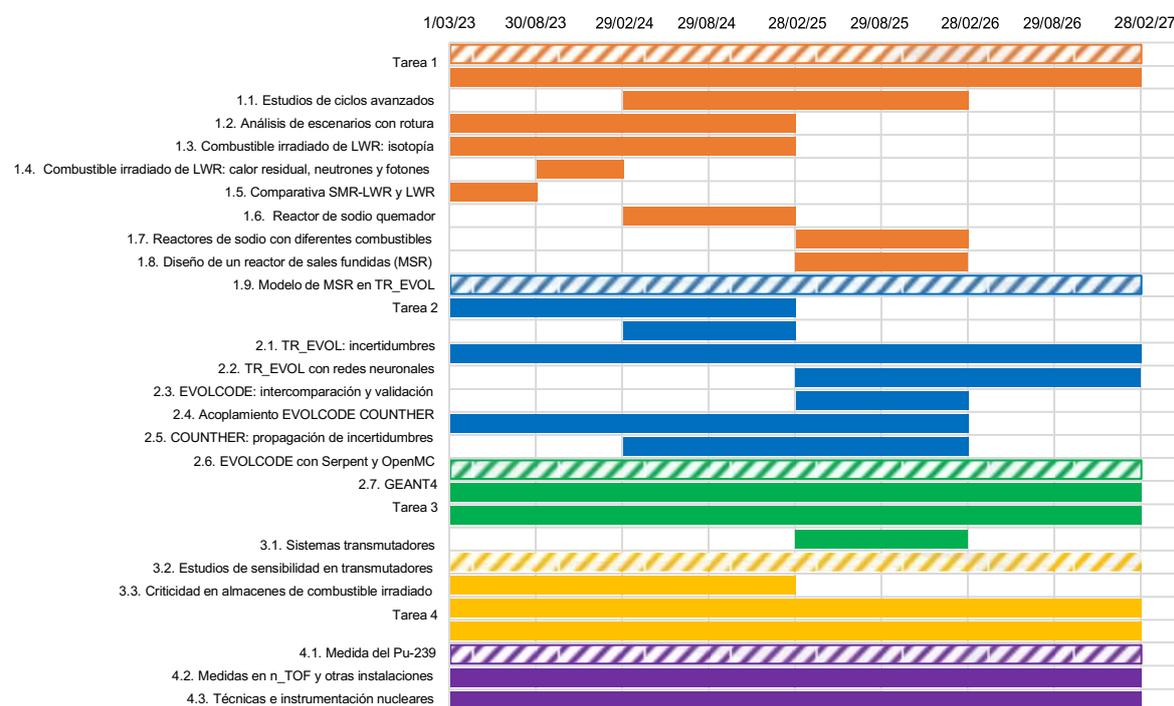
El equipo está formado por 11 técnicos superiores y un técnico de grado medio, con una dedicación total conjunta para el proyecto de 3 personas/año. En el coste total de personal estimado se incluyen los gastos de personal propio de las actividades, así como de asesoría y la redacción de los informes.

Las Partes se comprometen a mantenerse informados sobre el progreso de actividades y de los principales resultados de los acuerdos identificados nominalmente como relacionados con el convenio.

Cronograma de actividades: el plazo previsto para la realización de la primera fase es 48 meses desde la entrada en vigor del convenio, dentro de la Planificación Estratégica del Ciemat, del 8.º Plan de I+D de ENRESA, del Programa Horizon2020 y Horizonte Europa de la Comisión Europea.

Los trabajos a realizar durante la primera fase se desarrollarán de acuerdo con el siguiente cronograma, comenzando durante la anualidad 2023:

Proyecto Transmutación CIEMAT-ENRESA



Informes periódicos y finales:

– Ciemat y Enresa se comprometen a la realización de informes técnicos de seguimiento de I+D semestrales, que comprenderán los trabajos realizados durante los periodos enero-junio, con fecha de emisión durante la primera quincena de julio, y julio-diciembre, con fecha de emisión durante primera quincena de enero, y un informe final.

– Toda la documentación que se genere en el desarrollo del convenio estará de forma electrónica y en formato pdf siempre que sea posible. En particular, para el informe final, se realizará una compilación de toda la documentación en un soporte del tipo CD/DVD u otro medio de transmisión equivalente.

– Todas las publicaciones generadas se incluirán en los informes de seguimiento del período en que se generan y referenciadas en el informe anual.

– Toda la documentación o comunicación escrita remitida por Ciemat a Enresa y viceversa referente al proyecto objeto de este convenio, deberá ir acompañada de los números de referencia del convenio.