

### III. OTRAS DISPOSICIONES

#### MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

**16803** *Resolución de 11 de julio de 2023, de la Presidencia de Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P., por la que se publica el Convenio con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E., para el desarrollo del proyecto «Imagen gamma: implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa».*

Suscrito el convenio el 7 de julio de 2023, y en cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 8 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, 11 de julio de 2023.—La Presidenta de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P., Eloísa del Pino Matute.

#### ANEXO

**Convenio para el desarrollo del proyecto de investigación «Imagen gamma: implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa»**

*Convenio entre la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E. (Enresa) y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. (CSIC), a través del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), para el desarrollo del proyecto «Imagen gamma: Implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa»*

En Valencia y Madrid, a fecha de firma.

#### INTERVIENEN

De una parte: Don José Luis Navarro Ribera, en calidad de Presidente y don Mariano Navarro Santos, en calidad de Director de Ingeniería 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, núm. de protocolo 1.990, inscrita en el Registro Mercantil de la provincia de Madrid, tomo 604, general 587, de la sección 3, folio 24, hoja 66083-I. Teniendo la Sociedad el Número de Identificación Fiscal A-78-056124.

Las facultades de don José Luis Navarro Ribera y de don Mariano Navarro Santos para formalizar el presente convenio, 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 núm. 2020/1580 de su protocolo, inscrita en el Registro Mercantil de Madrid el 5 de octubre de 2020, Tomo 40402, Folio 61, Inscripción 277, Hoja M 58683.

De otra parte: Don Carlos Closa Montero, en su condición de Vicepresidente de Organización y Relaciones Institucionales de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. (en adelante, CSIC), nombrado por Acuerdo del Consejo Rector del CSIC, en su reunión de 30 de noviembre de 2022 (BOE 23 de diciembre de 2022. Res. Presidencia CSIC de 14 de diciembre de 2022, por la que se resuelve convocatoria de libre designación), actuando en nombre y representación de esta institución en virtud de las competencias que tiene delegadas por Resolución de 21

de enero de 2021 de la Presidencia del CSIC (BOE de 28 de enero siguiente). Organismo con sede central en Madrid (CP 28006), domicilio institucional en calle de Serrano 117 y NIF Q-2818002-D.

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

#### EXPONEN

Primero.

Que Enresa y el CSIC a través del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), IFIC, centro mixto sin entidad jurídica, participado al mismo porcentaje por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, y la Universidad de Valencia, UV; están interesadas en la realización del proyecto «Imagen gamma: Implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa» que se incluye en el 8.º Plan de I+D de Enresa 2019-2023.

Segundo.

Que el CSIC y Enresa tienen capacidad jurídica para celebrar el presente convenio y reúnen las condiciones de solvencia técnica y económica para obligarse a la realización de las actividades objeto de este convenio.

Tercero.

Que un proyecto de estas características se sujeta a lo establecido en el artículo 34.1 de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología, y la Innovación, pudiendo Enresa y el CSIC, este último en su condición de Organismo Público de Investigación de la Administración General del Estado, de acuerdo con sus respectivos Estatutos, desarrollar actividades de I+D+i y suscribir convenios conforme a lo establecido en el citado artículo.

Por cuanto antecede Enresa y el CSIC 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 el CSIC, a través del IFIC, y Enresa desarrollarán el programa de investigación bajo el título «Imagen gamma: Implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa» que se incluye en el área 1, Tecnología del residuo, línea 1.2, Residuos de Media y Baja y Muy Baja Actividad, del 8.º Plan de I+D de Enresa 2019-2023.

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. *Vigencia.*

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

A la vista del desarrollo de los trabajos, las partes podrán acordar expresamente, en cualquier momento anterior a la finalización del plazo de vigencia, la prórroga o prórrogas de la duración del convenio que resulten necesarias teniendo en cuenta el plazo máximo de cinco años adicionales. El acuerdo o acuerdos de prórroga se formalizarán 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 o adendas de prórroga se perfeccionarán con el consentimiento de las Partes, y resultarán eficaces desde el día siguiente a su inscripción en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal (REOICO), y ello sin perjuicio de la necesidad de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Tercera. *Obligaciones de las partes.*

Serán obligaciones de Enresa:

- Financiar las obligaciones económicas que se deriven de la ejecución del presente convenio hasta un importe de 593.389 euros (Quinientos noventa y tres mil trescientos ochenta y nueve euros) de conformidad con el detalle que se contiene en la cláusula cuarta de este convenio y en la memoria técnica y económica anexa.
- La asesoría técnica al CSIC con arreglo a su experiencia en el área de la gestión de residuos/Caracterización radiológica 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 segunda.
- Participar activamente en el seguimiento del proyecto según los mecanismos descritos en la cláusula quinta.

Serán obligaciones del CSIC:

- Financiar las obligaciones económicas que se deriven de la ejecución del objeto del convenio hasta un importe de 221.161 euros (Doscientos veintiún mil ciento sesenta y un euros) de conformidad con el detalle que se contiene en la cláusula cuarta 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 segunda.
- Participar activamente en el seguimiento del proyecto según los mecanismos descritos en la cláusula quinta.

Cuarta. *Condiciones económicas.*

El coste total sin IVA previsto para la realización del proyecto asciende a 884.644 euros (Ochocientos ochenta y cuatro mil seiscientos cuarenta y cuatro euros), sumando las contribuciones del CSIC y Enresa. Enresa financiará el 75 % del coste global del proyecto y el CSIC financiará el 25 %.

La tabla siguiente muestra el desglose de este presupuesto en euros:

Concepto	CSIC – Euros	Enresa – Euros	Total – Euros
Personal.	624.000,00	62.093,55	686.093,55
Material fungible.	20.000,00	5.000,00	25.000,00
Equipos/Detectores.	160.550,00		160.550,00
Asistencia a reuniones.	10.000,00	3.000,00	13.000,00
Total.	814.550,00	70.093,55	884.643,55
Coste del CSIC financiado por Enresa (72,85 %).	–593.389,11	593.389,11	
Total de cada participante.	221.161	663.483	884.644
Contribución de cada participante.	25 %	75 %	100 %

La contribución se hará en función de 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.

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

#### Quinta. *Seguimiento del Proyecto.*

Para la correcta ejecución y seguimiento de este convenio, se constituirá una Comisión de Seguimiento Técnico compuesta por dos miembros, una persona 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, sobre la base de 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.<sup>a</sup> del capítulo II del título preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

#### Sexta. *Confidencialidad y protección de datos de carácter personal.*

De conformidad con Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y en cualesquiera otras normas vigentes o que en el futuro se puedan promulgar sobre esta materia, ambas partes hacen constar de manera expresa que se abstendrán de cualquier tipo de tratamiento de los datos personales de que dispongan como consecuencia de este convenio, exceptuando aquel que sea estrictamente necesario para las finalidades de este. En este sentido, se comprometen, especialmente, a no ceder a terceros los datos mencionados o los archivos que los contengan, así como a guardar estricta confidencialidad sobre dichos datos.

Séptima. *Propiedad intelectual e industrial y explotación de resultados.*

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 al CSIC, 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 las aportaciones al Proyecto por cada una de las partes y de acuerdo con la normativa aplicable.

Octava. *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 documento jurídico en el que se concreta la colaboración.

Como principio general de entendimiento se estimará que los resultados, parciales o totales, fruto de esta colaboración podrán ser difundidos y presentados al público salvo aquella 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.

Ninguna de las condiciones recogidas en esta cláusula podrá ser utilizada para impedir u obstaculizar la defensa y publicación de tesis doctorales, trabajos fin de máster o fin de grado que se basen total o parcialmente en los trabajos desarrollados al amparo de este convenio.

Novena. *Transmisión de derechos y obligaciones.*

Ninguna de las partes podrá ceder o transmitir derechos y obligaciones a un tercero sin la previa y expresa conformidad de la otra. Los términos y condiciones concretas de la cesión o transmisión se acordarán entre las partes y se formalizarán en una adenda específica a suscribir por las partes.

Décima. *Otras responsabilidades.*

El CSIC y Enresa se comprometen al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia Laboral, de Medicina y de Prevención de Riesgos Laborales, tanto con respecto a su propio personal como al de terceros colaboradores o profesionales libres, por los servicios que les encargue, de forma que el incumplimiento de estas obligaciones por alguna de las partes no implicará responsabilidad alguna para la otra.

Asimismo, cada parte se responsabilizará de las infracciones en las que incurra su personal en relación con la legislación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales, siendo la parte afectada la única responsable de las prescripciones y sanciones que puedan derivarse de dichas infracciones.

Undécima. *Régimen de modificación del convenio.*

Las partes podrán, de mutuo acuerdo y por escrito, acordar la modificación de los términos de este convenio mediante la suscripción de la correspondiente adenda.

Duodécima. *Resolución del convenio.*

Cualquiera de las partes, concurriendo justa causa, podrá resolver este convenio, preavisando a la otra parte con dos meses de antelación a la fecha en que la resolución deba ser efectiva.

De acuerdo con lo previsto en el artículo 51.1 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, el presente convenio se extinguirá por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen el objeto, o por incurrir en alguna de las siguientes causas de resolución:

- El transcurso del plazo de vigencia del convenio sin haberse acordado su prórroga.
- La incapacidad sobrevenida 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 segunda, siempre y cuando no se hayan podido poner los medios para suplir los recursos necesarios.

- El incumplimiento de las obligaciones de las partes recogidas en la cláusula cuarta.

En este caso, por el incumplimiento grave o reiterado 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 de la parte que lo dirigió, se notificará a las partes firmantes la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el convenio.

- Decisión suficiente y razonablemente argumentada 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.

Las dos partes 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.

Enresa y el CSIC se comprometen a abonar exclusivamente el importe de los trabajos y gastos directos que realice la otra parte hasta que se haga efectiva la resolución del convenio. La parte que resuelva el convenio abonará aquellos otros gastos directos en que la otra parte pueda incurrir como resultado de la resolución del convenio, si dicha resolución no se debiera al incumplimiento de sus obligaciones.

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 hasta la fecha en que ésta se produzca, y dará lugar a su liquidación 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.

Decimotercera. *Fuerza mayor.*

La fuerza mayor incluirá causa que provoque inevitables retrasos o imposibilidad de llevar a cabo la ejecución por una o ambas partes de cualquiera de sus obligaciones y los incidentes que pudieran ocurrir fuera del control de cualquiera de las partes, tales como actos de los gobiernos, conflictos bélicos, disturbios, inundaciones, tempestades y otras catástrofes naturales, impedimentos en medios de transporte, tales como ferrocarril, aeropuertos, puertos, servicios marítimos y otros medios de transporte,

huelgas o paradas, cortes de carreteras y otros actos llevados a cabo por trabajadores, empleados o terceros.

Si durante las condiciones de este convenio la fuerza mayor pudiera afectar a las obligaciones de una de las partes, 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.

Decimocuarta. *Régimen jurídico y 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 el Comité de Seguimiento. Si no fuera posible alcanzar un acuerdo, podrán ser sometidas a la jurisdicción Contencioso-Administrativa.

Y en prueba de conformidad, se firma el presente convenio el 7 de julio de 2023.—El Presidente de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E, José Luis Navarro Ribera.—El Director de Ingeniería de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E, Mariano Navarro Santos.—El Vicepresidente de Organización y Relaciones Institucionales de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P, Carlos Closa Montero.

## ANEXO

### **Memoria técnica y económica para el proyecto: «Imagen gamma: Implementación de nuevos desarrollos e integración con dispositivos empleados por Enresa»**

#### *Objeto de la colaboración*

El objeto de la colaboración es desarrollar un proyecto de investigación sobre la identificación, cuantificación y distribución de la actividad de emisores gamma presentes en residuos radiactivos procedentes fundamentalmente de centrales nucleares, tanto en operación como en desmantelamiento.

En general en las medidas habituales de espectrometría Gamma se considera homogeneidad radiológica en el objeto medido, siendo una aproximación bastante burda en residuos de naturaleza heterogénea, no pudiendo por tanto detectar las heterogeneidades intrínsecas a esta naturaleza y optimizar la caracterización de este tipo de residuos.

No es muy frecuente el uso en campo de equipos espectrométricos que de manera directa sean capaces de determinar o visualizar la distribución de la actividad en un contenedor de residuos o en un equipo/componente, teniendo que suplir esta carencia por medio de la aplicación de una espectrometría segmentada mediante el uso de colimadores, incrementando notablemente el número de medidas espectrométricas a realizar, lo que claramente resta operatividad al proceso.

*Competencia en que se fundamenta la actuación*

La colaboración entre el CSIC y Enresa para la investigación en Imagen Gamma de residuos se inició en 2014, con los siguientes convenios y contratos:

- 2015-2019, «Desarrollo de un dispositivo para la identificación, cuantificación y distribución espacial de isótopos emisores gamma en una superficie o en un material»
- 2020-2022, «Desarrollo adicional del software de los dispositivos GUALI 1 y 2 para construir un sistema tomográfico pasivo de radiación gamma para la medida de residuos radiactivos»

El CSIC desde el IFIC, junto con el apoyo de Enresa, ha desarrollado cámaras Gamma capaces de visualizar la distribución de los radionúclidos emisores Gamma en el material analizado. Este aspecto supuso un salto de calidad importante en la caracterización de residuos radiactivos.

El desarrollo de nuevos algoritmos de tratamiento de la imagen Gamma adquirida, junto con la cuantificación de la actividad contenida, son los siguientes pasos a realizar. Su integración con los equipos habitualmente empleados por Enresa en la caracterización radiológica es vital para flexibilizar las diferentes posibilidades de caracterización en función de las necesidades.

En este sentido, con el desarrollo del proceso indicado se obtienen varias mejoras significativas respecto de la operativa actualmente empleada por Enresa, que hacen que el proyecto sea económicamente viable:

- El ahorro en el tiempo de procesado o caracterización de contenedores o equipos y componentes.
- La no necesidad de cortar equipos y componentes de tamaño significativo en piezas de menor tamaño para su introducción en contenedor normalizado y posterior caracterización.
- La mejora en la estimación de la incertidumbre de la medida.

En relación con la competencia en la que se fundamenta la actuación de Enresa como entidad integrada en el sector público institucional estatal, en virtud de la ordenación de sus actividades, a tenor de lo establecido en el artículo 38 bis. 1 de la Ley 25/1964, de 29 de abril (modificada por la Ley 11/2009, de 26 de octubre), ésta tiene encomendada la gestión de los residuos radiactivos, incluido el combustible nuclear gastado y el desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares, de acuerdo con el Plan General de Residuos Radiactivos aprobado por el Gobierno. En este sentido es clave el proceso de caracterización radiológica de los residuos radiactivos, necesario para llevar a cabo la gestión y posterior almacenamiento definitivo en celdas, del Centro de almacenamiento de El Cabril, de los residuos radiactivos procedentes de todas las instalaciones nucleares y radiactivas españolas. Se requiere determinar para cada bulto, contenedor o equipo y componente los valores de actividad de los isótopos de fácil medida emisores Gamma pertenecientes al inventario de Referencia del Centro de Almacenamiento de El Cabril.

El CSIC, de conformidad con el artículo 47 de la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Ley de la Ciencia), es un Organismo Público de Investigación (OPI) de la Administración General del Estado, adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la Secretaría General de Investigación. La competencia en la que se fundamenta la actuación del CSIC deriva de los fines recogidos en sus estatutos, cuya misión es el fomento, la coordinación, el desarrollo y la difusión de la investigación científica y tecnológica de carácter pluridisciplinar, con el fin de contribuir al avance del conocimiento y al desarrollo económico, social y cultural, así como a la formación de personal y al asesoramiento a entidades públicas y privadas en estas materias. Por su parte, el Instituto de Física Corpuscular, IFIC, es un instituto de investigación de titularidad mixta entre el CSIC y la Universidad de Valencia dedicado a la investigación en Física Nuclear, de Partículas y de Astropartículas y a sus aplicaciones



tanto en Física Médica como en otros campos de la Ciencia y la Tecnología, el cual cuenta con los medios humanos y materiales para el desarrollo de las actividades descritas en este proyecto, y con la experiencia y conocimientos desarrollados durante décadas en este campo.

El CSIC está constituido como agencia estatal y, en dicha condición, se rige por lo establecido en los artículos 108 bis a 108 sexies (introducidos por la Ley de Presupuestos Generales del Estado para 2021) de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, y por las disposiciones de su Estatuto, aprobado por Real Decreto 1730/2007, de 21 de diciembre.

Tanto para el CSIC como para Enresa, los trabajos realizados permiten ampliar los conocimientos de la estimación de la distribución y cuantificación de la actividad en los residuos radiactivos.

#### *Descripción del programa de trabajo y de las actividades*

Las tareas esenciales del proyecto son las siguientes:

- Mejorar las capacidades de las cámaras Gamma creadas en los proyectos previos.
- Incorporar los dispositivos Gamma habitualmente empleados por Enresa en la secuencia de medida junto con las cámaras Gamma.
- Crear una nueva unidad cámara Gamma tipo Pin-Hole con nuevas capacidades.
- Optimizar el procesado de imágenes obtenidas por la cámara Compton mediante un nuevo algoritmo sin aberraciones esféricas.

Estas actividades se desarrollarán en los laboratorios del Instituto de Física Corpuscular, IFIC, y en las instalaciones de Enresa para medida de residuos reales.

Este proyecto permitirá incorporar detectores con campos mayores a las cámaras GAMMA para mejorar la identificación de residuos mediante el uso de detectores de baja resolución espacial y alta resolución energética. Incorporarlo en los algoritmos de reconstrucción.

Así mismo, se estudiarán nuevos desarrollos que permitirán optimizar el proceso de reconstrucción espacial de la imagen Gamma a procesar.

#### *Duración del proyecto*

Las actividades previamente descritas serán realizadas durante cinco años, desde la entrada en vigor del presente convenio.

#### *Recursos humanos*

El equipo del CSIC por medio del IFIC estará dirigido por el doctor Francisco Albiol Colomer y lo formarán en total 4 titulados superiores, entre los que estarán Luis Caballero Ontanaya, Salvador Tortajada Velert. En Enresa estará dirigido por Jose Luis Leganés Nieto, técnico del Dpto. de Ingeniería de Residuos de Baja y Media Actividad. Las tareas eminentemente experimentales se desarrollarán en el IFIC. Desde Enresa también se contribuirá al desarrollo de las actividades mediante medidas reales en las instalaciones de Enresa (Cabrill, Garoña, José Cabrera y Vandellós 1) y puntualmente en centrales nucleares en operación. Tanto Enresa como el CSIC se comunicarán cualquier circunstancia que obligue a modificación de los equipos, que requerirá la aprobación de las dos partes.

#### *Valoración económica*

El coste total previsto para la realización del proyecto asciende a 884.644 euros, sumando las contribuciones del CSIC y Enresa. Enresa financiará el 75 % del coste del proyecto y el CSIC financiará el 25 %.

La tabla siguiente muestra el desglose sin IVA de este presupuesto en euros:

Concepto	CSIC – Euros	Enresa – Euros	Total – Euros
Personal.	624.000,00	62.093,55	686.093,55
Material fungible.	20.000,00	5.000,00	25.000,00
Equipos/Detectores.	160.550,00		160.550,00
Asistencia a reuniones.	10.000,00	3.000,00	13.000,00
Total.	814.550,00	70.093,55	884.643,55
Coste del CSIC financiado por Enresa (72,85 %).	-593.389,11	593.389,11	
Total de cada participante.	221.161	663.483	884.644
Contribución de cada participante.	25 %	75 %	100 %

#### *Responsables de la ejecución y supervisión del proyecto*

Por parte del CSIC-IFIC:

Responsable de la dirección del Proyecto: Don Francisco Albiol Colomer.  
CSIC-IFIC.  
Catedrático José Beltrán, 2.  
E-46980 Paterna-Valencia-España

Por parte de Enresa:

Responsable de la dirección del Proyecto: Don Jose Luis Leganés Nieto.  
Enresa.  
Emilio Vargas, 7.  
28043 Madrid.

#### *Cronograma de actividades*

Las actividades se desarrollarán de acuerdo con el siguiente cronograma aproximado:

	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mejora GUALI 1.	x	x	x	x	x	x														
Incorporación de otros Equipos Gamma.				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Imagen de GUALI 2, nueva patente.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Guali 1+.				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						

#### *Informes periódicos y finales*

El CSIC y Enresa se comprometen a la realización de informes técnicos de seguimiento de I+D semestrales, que comprenderán el trabajo realizado en el periodo enero-junio, a entregar en la primera quincena de julio, y el periodo de enero-diciembre, a presentar en la primera quincena de enero del año siguiente, y un informe final.

La transferencia entre las partes de documentación generada como resultado de la actividad desarrollada en el proyecto deberá realizarse en formato digital, preferentemente PDF para documentos electrónicos textuales. Los formatos de los documentos electrónicos no

textuales (vídeo, audio, fotografía etc.) se entregarán en su formato original y, además, en formato PDF aquellos que sean susceptibles de dicha conversión (esquemas, planos, etc.).

### Apéndice I: Plan de trabajo

Personal de plantilla incluido.

- Francisco Albiol Colomer.
- Luis Caballero Ontanaya.
- José Bernabeu Verdú.
- José Vicente Civera.

Desarrollo Enresa 2023-2028.

Resumen ejecutivo.

De los desarrollos de reconstrucción 3D realizados durante el último trabajo con el Instituto de Física Corpuscular para la generación de software de reconstrucción se han identificado nuevos desarrollos y cuestiones técnicas a abordar, que se resumen en las siguientes:

- Dotar de mejoras al equipo GUALI 1 para soportar las nuevas características que se han ido implementando, estas mejoras incluyen la actualización de la CPU y el mantenimiento del material que esté aún disponible en mercado. Es decir, facilitar el uso en campo por parte de Enresa como parte del nuevo proyecto.
- Incorporar en un trabajo detectores con campos mayores a las cámaras GAMMA para mejorar la identificación de residuos mediante el uso de detectores de baja resolución espacial y alta resolución energética. Incorporarlo en los algoritmos de reconstrucción.
- Desarrollar los elementos de GUALI 2 de reconstrucción de imagen plana, para que pueda hacerse uso de los algoritmos de reconstrucción de la entrega anterior mediante el empleo de la nueva patente o desarrollos de geometría esférica.
- Desarrollo y entrega de detector colimado empleando las tecnologías de adquisición de GUALI 2 que en estos momentos son el estado del arte respecto a adquisiciones. Este detector permitirá obtener ganancias en resolución espacial y de apertura de campo respecto a las técnicas de adquisición de GUALI 1.
- Facilitar el soporte para procesar las medidas en campo, así como, la colaboración del personal del IFIC en una tesis industrial guiada en los principios de este proyecto.

Todos los desarrollos mencionados anteriormente, se enmarcan en las mejoras de las medidas de reconstrucción 3D, en distintos aspectos que van desde el desarrollo de componentes hardware hasta el desarrollo de elementos software, de cuantificación y de análisis.

En todo el documento se distingue la tecnología de colimación como equipo GUALI 1 donde el funcionamiento de generación de imagen se basa en colimación directa y GUALI 2 donde la colimación es Compton. Estas características no afectan a las características de la electrónica, donde existen dos versiones, la del equipo original GUALI 1, equipado con electrónica desarrollada en el ámbito de investigación y la de cualquier equipo de nueva generación (con electrónica que puede obtenerse de forma comercial).

Mejoras y mantenimiento del equipo GUALI 1.

El equipo de GUALI 1 consta de los siguientes elementos hardware:

- ASIC es un componente que permite codificar las señales de 64 detectores y mediante una salida de 5 canales recomponer tanto la energía como la posición de la señal. Este elemento es frágil en el sentido de que ya no existe reemplazo en caso de rotura.

– Fotomultiplicador. Elemento convencional de Hamamatsu de 64 canales acoplado al componente ASIC de lectura. En caso de rotura puede ser reemplazado.

– STRUCT sistema de adquisición que integra 8-16 canales, de los que se emplean al menos 4 para la lectura del ASIC. Es un dispositivo comercial. En caso de rotura puede ser reemplazado.

– Sistema de cómputo: Se encarga de la adquisición tanto de imágenes como de datos, este sistema se ha quedado obsoleto comparado con el acceso a nuevos ordenadores más compactos, además actualmente es el cuello de botella de las adquisiciones y debería ser reemplazado. Al ser un elemento doméstico existe reemplazo y oferta, y las adquisiciones con un nuevo conjunto mejorarían las prestaciones. En todo caso la unidad de cómputo o reemplazo debería contar con acceso al bus I2C, esto se puede realizar mediante USB o manteniendo la unidad anterior únicamente para este propósito.

– Otros componentes como cámaras, SAI's etcétera son también componentes de uso doméstico, en el sentido de que hay una amplia oferta que en caso de rotura podría reemplazarse a precio de mercado.

Dado que algunos de los componentes cuando se diseñó GUALI 1 no estaban disponibles comercialmente (los ASICs provienen del mundo académico), se propone dentro del plan de mantenimiento incorporar el desarrollo del sensor de cámara estenopeica, electrónica y demás aprovechando elementos como el colimador y si fuese posible el cristal centelleador.

Esto proporciona la ventaja de mejorar las prestaciones del GUALI 1 mientras que la operación en campo del sistema durante el proyecto se mantiene (es decir favorecer el I+D).

El mantenimiento propuesto para GUALI 1 se centra en los siguientes aspectos:

Mantenimiento preventivo y de mejora:

1. Actualización de la unidad de cómputo por un procesador más potente, con mayor memoria y con el disco duro integrado (en vez de externo), manteniendo al menos acceso al I2C.

2. Recalibración de todas las bases de datos y revisión de todos los componentes.

3. Ayudas en la puesta en funcionamiento del sistema en condiciones de campo.

4. Una vez comprobado el funcionamiento del nuevo sensor basado en la tecnología de GUALI 1 esté operativo, actualizar la electrónica con la del anterior.

Mantenimiento paliativo (roturas):

Únicamente se puede proceder a reemplazo o cambio de aquellos componentes de uso comercial, y se valorará los costes de adquisición en caso de incidencias.

Medidas de campo.

Integración de nuevos detectores con resolución espectral y baja resolución espacial. Se procederá a los siguientes pasos:

– Estudio de incorporación de las adquisiciones realizadas por estos detectores.

– Cálculo de las matrices de aceptación del detector, es decir realización de las medidas de calibración necesarias para incorporar la información del detector en el sistema de reconstrucción. Estas medidas incluyen la adquisición de fuentes conocidas en un patrón espacial que permita conocer la aceptación geométrica del sensor en distintas condiciones conocidas. Estas medidas se realizarán juntamente con Enresa.

– Medidas combinadas de GUALI 1 y el detector de resolución energética.

– Integración de cámaras de visible para localizar el detector y poder aplicar este al sistema descrito en la patente.

El objetivo de estas medidas es facilitar la integración. Adicionalmente a los métodos de captura que sean de uso en estos detectores, una parte fundamental de este sistema es poder localizar la posición del detector en los sistemas de coordenadas de GUALI 1,

para ello se incorporará un sistema de cámaras donde localizar el detector en las distintas posiciones donde se ubique.

Por tanto se deberá disponer de un sistema de computo, y de almacenamiento para proceder a las siguientes lecturas, y procesar la imagen.

Desarrollo enfocado a las mejoras de GUALI 2.

El desarrollo de GUALI 2 (cámaras Compton) ha demostrado dificultades a la hora de realizar cálculos precisos de la intensidad de la señal, esto tal como se ha ido explicando en los informes del proyecto anterior se debe fundamentalmente a que la medida que realiza (los puntos de intensidad) no están del todo correlacionados con la intensidad (cuentas) del origen de las fuentes.

Una forma de paliar esta carencia es mediante el desarrollo de nuevos sistemas basados en inteligencia artificial que permitan traducir la señal que se observa directamente en una magnitud similar a las cuentas.

Durante las fases previas al proyecto y durante el desarrollo final del proyecto anterior, se están desarrollando técnicas basadas en una patente que tiene en cuenta los problemas geométricos asociados a la cámara Compton traduciendo la señal en imágenes proyectadas a esferas.

Las tareas para desarrollar en este proyecto son:

- Incorporación de métodos de captura para las nuevas necesidades del proyecto basadas en histogramas esféricos.
- Incorporación de métodos de reconstrucción.
- Modelado de señal, cuantificación y reducción de ruido basados en algoritmos de inteligencia artificial.
- Según los avances del proyecto incorporación de esta señal en la reconstrucción 3D del proyecto anterior.

Desarrollo detector colimado GUALI 1+.

Este proyecto se basa en la incorporación de los sistemas de adquisición de GUALI 2, que están comercialmente soportados (a diferencia del prototipo actual) con una tecnología similar a la de reconstrucción de GUALI 1.

El desarrollo incorpora los siguientes elementos:

- Sistema de adquisición PetSYS.
- Cristal centellador, tamaño de 64 x 64 fotomultiplicadores de silicio.
- Fotomultiplicadores de silicio, soportes, cableados y elementos adicionales para la conexión al sistema PetSYS.
- Ordenador.
- Colimador.
- Cámara de visible.
- Elementos de transporte, como ruedas, integración de componentes, sistema de visualización (iPad o similar).

En cuanto a las tareas:

- Integración de componentes.
- Calibración espacial.
- Calibración energética.
- Desarrollo de software y drivers específicos de esta adquisición.
- Pruebas en campo preliminares del sistema y comprobación de prestaciones.

Es de esperar que este dispositivo mejora características del GUALI 1 tales como:

- Resolución energética.
- Campo.
- Resolución angular.

Integración general con los algoritmos desarrollados en la fase previa.  
De forma continua se realizará supervisión y vigilancia de los algoritmos realizados durante las fases previas y se emitirán informes respecto a las incidencias sobre el proyecto.

## Apéndice II

### Estimación económica

Concepto	Presupuesto (IVA no incluido) - Euros
GUALI 1+ Cost (€).	53.000,00
GUALI 1+ Cost (€).	107.550,00
Personal CSIC.	624.000,00
Fungibles CSIC.	20.000,00
Viajes CSIC.	10.000,00
Personal Enresa.	62.093,55
Viajes Enresa.	3.000,00
Fungibles Enresa.	5.000,00
Total.	884.643,55
75 % Aportación Enresa.	663.482,66
25 % Aportación IFIC.	221.160,89