

### III. OTRAS DISPOSICIONES

## CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

**21210** *Resolución de 14 de diciembre de 2021, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se publica el Convenio con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., y Tecnatom, SA, para la investigación, el desarrollo y la innovación hacia un protocolo nacional para la evaluación del I-131 en situaciones de emergencia.*

El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, el Director General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A.,M.P. y el Director General de la Empresa Tecnatom, SA, han suscrito, con fecha 13 de diciembre de 2021, el Convenio hacia un Protocolo Nacional para la evaluación del I-131 en situaciones de emergencia.

Para general conocimiento, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, dispongo la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» del referido convenio, como anejo a la presente Resolución.

Madrid, 14 de diciembre de 2021.–El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Josep Maria Serena i Sender.

#### ANEJO

**Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear, el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas O.A., M.P., y la Empresa Tecnatom, SA, hacia un protocolo nacional para la evaluación del I-131 en situaciones de emergencia**

#### REUNIDOS

De una parte, don Josep María Serena i Sender, Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear (en adelante, CSN), cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 227/2019, de 29 de marzo (BOE número 77, de 30 de marzo de 2019), en nombre y representación de este Organismo, con domicilio en la calle Pedro Justo Dorado Dellmans, n.º 11, de Madrid, y con número de identificación fiscal Q2801036-A, en virtud de las competencias que le son atribuidas por el Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre (BOE núm. 282, de 22 de noviembre).

De otra parte, don Carlos Alejaldre Losilla, Director General del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. (en adelante, CIEMAT), con CIF n.º Q-2820002J, domiciliado en Avda. de la Complutense, 40, 28040 Madrid, cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 1207/2018, de 21 de septiembre (BOE núm. 230 de 22 de septiembre), 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).

Y, de otra parte, don Francisco Javier Guerra Saiz, Director General de Tecnatom, SA, (en adelante, TECNATOM), en nombre y representación de esta empresa, con sede en la Avenida Montes de Oca, n.º 1, 28703 de San Sebastián de los Reyes (Madrid), con CIF A-28074078, cuyo poder fue conferido por el notario de Madrid don Fernando de la Cámara García, en fecha 7 de junio de 2011, con número de protocolo 1495, que declara enteramente vigente al día de hoy.

Todos ellos, reconociéndose mutuamente plena facultad para la realización de este acto,

## EXPONEN

Primero.

Que el CSN, el CIEMAT y TECNATOM (en adelante las Partes) han venido realizando en el pasado diversas actividades de colaboración en los ámbitos de la seguridad nuclear y de la protección radiológica, mediante los acuerdos correspondientes, y a plena satisfacción de ambas entidades, produciendo resultados de elevado nivel científico-técnico.

Segundo.

Que el Consejo de Seguridad Nuclear suscribe el presente convenio en el ejercicio de la función que le atribuye su Ley de creación (Ley 15/1980, de 22 de abril) en su artículo 2, letra p), que es la de establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

Tercero.

Que el CIEMAT tiene competencia para suscribir el presente convenio al establecerlo la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación cuando en su artículo 34 dispone que: «1. Los agentes públicos de financiación o ejecución del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, incluidas las Administraciones Públicas, las universidades públicas, los organismos públicos de investigación de la Administración General del Estado, los consorcios y fundaciones participadas por las administraciones públicas, los organismos de investigación de otras administraciones públicas, y los centros e instituciones del Sistema Nacional de Salud, podrán suscribir convenios sujetos al derecho administrativo.» Así mismo, tiene entre sus funciones, «la gestión y ejecución de programas de I+D, en materia energética, que se acuerden conjuntamente con empresas u otras instituciones públicas o privadas, nacionales o extranjeras», conforme al artículo 3.1.b) y en desarrollo de las actividades encomendadas, «colaborar con organismos públicos y privados, tanto nacionales como internacionales, para la realización de proyectos de investigación y otras actividades de carácter científico y tecnológico» conforme al artículo 3.2.h) de su Estatuto (Real Decreto 1952/2000, de 1 de diciembre).

Cuarto.

Que, entre los ámbitos de colaboración entre las Partes, destaca la participación de todas en la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI), desde la cual se coordinan proyectos con diversas instituciones del entorno nacional e internacional, habiendo surgido en la misma la necesidad de trabajar en el proyecto objeto de este convenio.

Quinto.

Que este convenio supone una colaboración entre las Partes con la finalidad de lograr conjuntamente avanzar hacia un protocolo nacional para la evaluación del I-131 en población expuesta en situaciones de emergencia nuclear, que permita garantizar el cumplimiento de los estándares internacionales en esta materia, con beneficio para las tres Partes implicadas en su desarrollo, y con la posibilidad de implementar los resultados en sus procedimientos internos.

Sexto.

Que, como resultado de este convenio, las Partes esperan que contribuya a aumentar el conocimiento técnico de su personal, y a establecer nuevas capacidades necesarias en el ámbito de la protección radiológica y las emergencias para una mejor toma de decisiones en su caso.

Conforme a lo anterior, las Partes convienen en formalizar el presente convenio con sujeción a las siguientes

### CLÁUSULAS

Primera. *Objeto del convenio.*

El objeto del presente convenio es la investigación, el desarrollo y la innovación hacia un protocolo nacional para la medida y evaluación rápida del I-131 en tiroides en la población expuesta en una situación de emergencia nuclear o radiológica. Esta propuesta I+D que se describe en el anexo 1 del convenio (Memoria Técnica) se gestó dentro de la plataforma nacional de investigación en protección radiológica (PEPRI), y permite una colaboración científica entre el CSN, el Organismo Público de Investigación CIEMAT y la industria nuclear TECNATOM, con beneficio para las tres Partes implicadas, con la posibilidad de implementar los resultados en sus procedimientos internos, representando el estado del arte en técnicas de medida de la contaminación radiactiva en situaciones de accidente.

El objeto del presente convenio se enmarca dentro de distintas áreas de colaboración que vienen desarrollándose entre las Partes en ámbitos como: «Dosimetría de Radiaciones: interna y externa», «Protección Radiológica de Trabajadores, Público y Medio Ambiente», «Respuesta en Emergencias». Y todo ello con la finalidad de que, en un futuro, se pueda establecer en España una red nacional de instalaciones y centros con equipos adecuados para realizar este tipo de medidas.

Segunda. *Actuaciones a desarrollar.*

Los objetivos científico-técnicos principales de este Proyecto de I+D son los indicados en la Memoria Técnica (anexo 1) que acompaña a este convenio, con sus distintas fases, con la participación conjunta de las Partes y que se resumen en los siguientes:

Desarrollo e investigación de un procedimiento de calibración de equipos, previo conocimiento del inventario de instalaciones y equipos de la red nacional, que puedan realizar mediciones rápidas del I-131 en personas que pudieran estar afectadas por efectos de la radiación derivada de una emergencia nuclear o radiológica.

Desarrollo e investigación de chequeos de comprobación y validación del proceso de calibración establecido, en los centros e instalaciones y con los equipos seleccionados a tal fin.

Tercera. *Obligaciones de las Partes.*

Dentro de este convenio se consideran las siguientes obligaciones de cada una de las Partes:

Son obligaciones del CIEMAT dentro de este convenio:

1. Realizar las actividades que se describen en la Memoria Técnica que se incluye como anexo 1 de este convenio, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula segunda.
2. Contribución a los gastos del convenio en la forma que se describe en la cláusula quinta.

3. Poner a disposición de las Partes las herramientas, métodos, desarrollos y resultados obtenidos en el marco de este convenio, así como, en general, toda la información que se genere durante la realización de las actividades objeto del mismo.

4. Documentar los trabajos realizados dentro del convenio, para contribuir en la elaboración de los informes técnicos, en la forma que se describe en la Memoria Técnica, así como en la publicación de artículos científicos relacionados.

5. Mantener las condiciones de confidencialidad sobre toda la información obtenida y generada en el curso de los trabajos, que se describen en la cláusula sexta.

6. Contribuir a la coordinación técnica para controlar el buen desarrollo conjunto del convenio.

7. Implementar en sus procedimientos los resultados obtenidos al final del proyecto, lo que va a suponer una mejora en las capacidades técnicas de medida de la contaminación interna en el Contador de Radiactividad Corporal del CIEMAT

Son obligaciones del TECNATOM dentro de este convenio:

1. Realizar las actividades que se describen en la Memoria Técnica que se incluye como anexo 1 de este convenio, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula segunda.

2. Contribución a los gastos del convenio en la forma que se describe en la cláusula quinta.

3. Poner a disposición de las Partes las herramientas, métodos, desarrollos y resultados obtenidos en el marco de este convenio, así como, en general, toda la información que se genere durante la realización de las actividades objeto del mismo.

4. Documentar los trabajos realizados dentro del convenio, para contribuir en la elaboración de los informes técnicos, en la forma que se describe en la Memoria Técnica, así como en la publicación de artículos científicos relacionados.

5. Mantener las condiciones de confidencialidad sobre toda la información obtenida y generada en el curso de los trabajos, que se describen en la cláusula sexta.

6. Contribuir a la coordinación técnica para controlar el buen desarrollo conjunto del convenio.

7. Implementar en sus procedimientos los resultados obtenidos al final del proyecto, lo que va a suponer una mejora en las capacidades técnicas de medida de la contaminación interna de las unidades móviles de Contador de Radiactividad Corporal de TECNATOM.

Son obligaciones del CSN dentro de este convenio:

1. Contribuir con el apoyo conjunto necesario para la realización de las actividades que se describen en la Memoria Técnica que se incluye como anexo 1 de este convenio, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula segunda.

2. Contribución a los gastos del convenio en la forma que se describe en la cláusula quinta.

3. Poner a disposición de las Partes la información de que disponga y que pueda ser necesaria para alcanzar los objetivos definidos en este convenio.

4. Contribuir a la elaboración de informes técnicos, que documentan los trabajos realizados dentro del convenio y a la publicación de artículos científicos.

5. Mantener las condiciones de confidencialidad sobre toda la información obtenida y generada en el curso de los trabajos, que se describen en la cláusula sexta.

6. Contribuir a la coordinación técnica para controlar el buen desarrollo conjunto del convenio.

7. Proponer con los resultados obtenidos al final del proyecto el establecimiento de una red a nivel nacional de instalaciones y centros que dispongan de equipos adecuados para realizar medidas de I-131 en tiroides, para un rápido cribado de la población en caso de emergencia nuclear o radiológica.

#### Cuarta. *Organización y Comisión de Seguimiento.*

Para la correcta ejecución del convenio, se constituirá una Comisión de Seguimiento compuesta por, al menos, una persona en representación de cada una de las Partes, que podrá estar asesorada por otros responsables técnicos. Dichos tres representantes serán nombrados por sus instituciones respectivas, perteneciendo a la Jefatura de Área de Servicios de Protección Radiológica de la Subdirección de Protección Radiológica Operacional (SRO) del CSN, a la Unidad de Dosimetría del CIEMAT, y a la unidad de Operaciones de PR y Dosimetría de TECNATOM.

Estos representantes serán los responsables técnicos encargados de realizar la coordinación técnica y estarán encargadas de controlar el desarrollo del convenio, y de proponer de mutuo acuerdo, en el seno de la Comisión de Seguimiento, las decisiones necesarias para la buena marcha de las actividades contempladas en el mismo. Para ello, podrán asesorarse por los expertos que consideren oportuno.

Cualquier modificación respecto a las personas nombradas para la coordinación de este proyecto será notificada a las Partes mediante carta, reflejando los motivos del cambio.

Esta Comisión de Seguimiento será la encargada de resolver de mutuo acuerdo los problemas de interpretación y cumplimiento que puedan plantearse.

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.

#### Quinta. *Presupuesto económico.*

Los costes asociados a las actividades incluidas en este convenio se detallan en la Memoria Económica que se incluye como Anexo 2. Con arreglo a las cantidades que figuran en dicha Memoria, el presupuesto total previsto para el proyecto durante los dos años y medio del mismo asciende a ciento setenta y dos mil quinientos diez euros con veintinueve céntimos (172.510,21 €).

El CIEMAT aporta una cantidad de treinta y un mil ochocientos diecinueve euros (31.819,00 €), que corresponderá, parte a la aportación en horas de personal investigador, y parte de otros gastos, y al mantenimiento y amortización de equipos del CIEMAT.

TECNATOM contribuye con una aportación de dieciocho mil quinientos treinta y ocho euros con un céntimo (18.538,01 €), correspondiente a horas de personal, y otros gastos de calibración y validación, y al mantenimiento y amortización de equipos.

Y la contribución del CSN es de ciento veintidós mil ciento cincuenta y tres euros con veinte céntimos (122.153,20 €), de los cuales 4.933,20 euros corresponden a la aportación en horas de personal, y 117.220,00 euros corresponden a una contribución económica a lo largo de varios ejercicios presupuestarios, a fin de coadyuvar a la financiación de los gastos derivados del desarrollo del presente convenio para la consecución de los objetivos planteados, con cargo a la aplicación presupuestaria con código 23.302.424M.640.

La contribución económica del CSN en este proyecto será con cargo a sus presupuestos anuales de gastos, según necesidades del proyecto de acuerdo con la Memoria Técnica y la Memoria Económica que constan como anexos a este convenio.

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.

Sexta. *Confidencialidad.*

Con carácter general, las Partes conceden la calificación de información reservada a la obtenida en las actividades desarrolladas en aplicación de este convenio, por lo que asumen de buena fe el tratamiento de restricción de su utilización por sus respectivas organizaciones, salvo su uso para el destino o finalidad acordados o su divulgación que deberá ser autorizada previamente caso por caso.

La información de propiedad de cualquiera de las Partes que pueda ser necesaria para la realización de las actividades desarrolladas en aplicación de este convenio se tratará como reservada, y solamente podrá ser utilizada para las tareas específicamente acordadas.

Séptima. *Propiedad de los resultados y publicaciones.*

Los derechos de propiedad industrial e intelectual que recaigan sobre los trabajos o resultados de las actividades que se realicen dentro del alcance de este convenio pertenecerán exclusivamente a las Partes, como únicos titulares de los mismos, por lo que ninguna entidad podrá divulgar dichos trabajos o resultados ni realizar explotación alguna de los derechos reconocidos sobre los mismos, incluyendo su cesión a terceros, sin contar con la previa aprobación escrita de las otras Partes. El CSN, en el ejercicio de sus competencias, podrá hacer uso de los resultados obtenidos en este proyecto con el fin de establecer en un futuro una red a nivel nacional de instalaciones y centros que dispongan de equipos adecuados para realizar medidas de I-131 en tiroides, para un rápido cribado de la población en caso de emergencia nuclear o radiológica. Asimismo, CIEMAT y TECNATOM, en el ejercicio de sus competencias, podrán hacer uso de los resultados obtenidos en este proyecto con el fin de pertenecer a una futura red a nivel nacional con capacidades técnicas adecuadas para coordinar y mantener una red de emergencias para la medida de yodo en tiroides, gracias al desarrollo conjunto y avances con este proyecto.

En el caso de que terceras partes deseen obtener la información generada dentro de proyectos concretos, las Partes podrán ceder o transferir esta información. Para ello será necesario el acuerdo unánime.

En caso de que se obtuvieran ingresos económicos derivados de los resultados de estas investigaciones, se repartirán entre las Partes en función de su aportación al proyecto.

La difusión de los resultados del proyecto, ya sea a través de publicaciones o de presentaciones en talleres, conferencias, o mediante cualquier otro medio, hará referencia a la colaboración entre las Partes mencionando expresamente al CSN-CIEMAT-TECNATOM. El contenido de este párrafo permanecerá en vigor de forma indefinida una vez finalizado el presente convenio.

Octava. *Protección de datos de carácter personal.*

En todo cuanto afecte a los datos personales, a que pudieran tener acceso durante el desarrollo de las actividades recogidas en el presente convenio, las Partes se obligan a que éste sea procesado de conformidad a lo estipulado en la Ley 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y Garantía de los Derechos Digitales, derivada del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento General de Protección de Datos).

Novena. *Vigencia del convenio.*

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 se perfecciona con el consentimiento de las Partes y resultará eficaz una vez inscrito, en el plazo de cinco días hábiles desde

su formalización, en el Registro Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal. Asimismo, será publicado en el plazo de diez días hábiles desde su formalización en el «Boletín Oficial del Estado».

Permanecerá en vigor desde el día de su registro y durante dos años y seis meses. En cualquier momento antes de su finalización, podrá prorrogarse por un plazo máximo de dos años, todo ello con los límites que establece la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Décima. *Modificación.*

El presente convenio podrá ser modificado, a propuesta de cualquiera de las Partes, a través de la Comisión de Seguimiento, mediante la suscripción de una adenda al mismo, formalizada antes de la finalización del convenio.

Undécima. *Extinción del convenio.*

El presente convenio se extingue por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto, o por incurrir en alguna causa de resolución.

Son posibles causas de resolución las siguientes:

El transcurso del plazo de vigencia del convenio sin haberse acordado la prórroga del mismo.

El acuerdo unánime de los firmantes.

El incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por parte de alguno de los firmantes.

En este caso, cualquiera de las Partes podrá notificar a la parte incumplidora un requerimiento para que cumpla en un determinado plazo con las obligaciones o compromisos que se consideran incumplidos. Este requerimiento será comunicado a los responsables técnicos de la Comisión de Seguimiento, como mecanismo de seguimiento, vigilancia y control de la ejecución del convenio.

Si trascurrido el plazo indicado en el requerimiento persistiera el incumplimiento a juicio de la Comisión de Seguimiento, la parte que lo dirigió notificará a las Partes firmantes la concurrencia de la causa de resolución y se entenderá resuelto el convenio. La resolución del convenio por esta causa podrá conllevar la indemnización por la parte incumplidora de los perjuicios causados a la parte que haya instado la resolución.

Por fuerza mayor o imposibilidad sobrevenida de cumplir el objeto propuesto.

Por decisión judicial declaratoria de la nulidad del convenio.

Por cualquier otra causa distinta de las anteriores previstas en este convenio o en otras leyes.

La denuncia del convenio se comunicará a través de la Comisión de Seguimiento, con 3 meses de antelación a la fecha en la que desee la terminación del mismo.

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 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.

Duodécima. *Régimen jurídico y resolución de conflictos.*

El presente convenio tiene naturaleza administrativa y será regulado por lo dispuesto en los artículos 47 a 53 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 a las que pueda dar lugar 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 seno de la Comisión de Seguimiento establecida en la cláusula cuarta. Si no fuera posible alcanzar un acuerdo, serán sometidas a la jurisdicción contencioso-administrativa.

Y, en prueba de conformidad, se firma el presente convenio en Madrid, 13 de diciembre de 2021.–Por el Consejo de Seguridad Nuclear, el Presidente, Josep María Serena i Sender.–Por el CIEMAT, el Director General, Carlos Alejaldre Losilla.–Por TECNATOM, el Director General, Francisco Javier Guerra Saiz.

## ANEXO 1

### Memoria técnica

*Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear, el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., y la Empresa Tecnatom, SA*

(Hacia un protocolo nacional para la evaluación del I-131 en situaciones de emergencia)

Contenido.

1. Introducción.
  - 1.1 Resumen ejecutivo.
  - 1.2 Áreas temáticas relacionadas con el proyecto.
  - 1.3 Tipo de I+D+i.
2. Objetivos del proyecto.
3. Antecedentes.
  - 3.1 Chernóbil.
  - 3.2 Fukushima.
  - 3.3 Desarrollos similares al propuesto.
    - 3.3.1 Metodología del estudio japonés.
    - 3.3.2 Metodología del estudio realizado en Suecia.
    - 3.3.3 Otros proyectos: Proyecto CATHYMARA.
4. Desarrollo del proyecto.
  - 4.1 Fase 1: Investigación y desarrollo de un procedimiento de calibración.
  - 4.2 Fase 2: La calibración de equipos y la innovación hacia un Protocolo Nacional.
  - 4.3 Fase 3: Cierre del proyecto, informe final y publicaciones.
  - 4.4 Equipos de medida susceptibles de utilizarse en el proyecto.
5. Organización del proyecto.
  - 5.1 Grupo coordinador del proyecto.
6. Programa del proyecto.
7. Interés del proyecto para CSN, CIEMAT Y TECNATOM.
8. Referencias.

#### 1. Introducción

- 1.1 Resumen ejecutivo.

El presente proyecto tiene como fin la adaptación de las capacidades nacionales para el rápido cribado del Yodo-131 (<sup>131</sup>I) en situaciones de emergencia.

La experiencia de accidentes como los de Chernóbil y Fukushima ha puesto de manifiesto la importancia de realizar medidas tempranas en casos de exposición a Yodo-131 (en adelante, I-131).

En el caso de verse implicadas gran cantidad de personas, las capacidades de los servicios de dosimetría interna autorizados podrían verse colapsadas, siendo necesario el apoyo externo para realizar un cribado de la población en función de la dosis en tiroides, y para ello se ha de disponer de una red de equipos capaces de realizar este trabajo.

La comunidad internacional y algunos países en particular, se han volcado en resolver el problema planteado tratando de capacitar a diferentes laboratorios con distintos equipos de medida de radiactividad, con el fin de obtener una red de apoyo para la medida de I-131 en tiroides. En este sentido los servicios de dosimetría personal interna españoles han visto la necesidad de poder plantear este proyecto y avanzar en esta línea.

Un producto final que podrá obtenerse gracias a la investigación y desarrollo de este proyecto será la implementación de un protocolo nacional para la evaluación rápida del I-131 en tiroides en la población expuesta en una situación de emergencia nuclear o radiológica.

Dicho protocolo permitirá que, en un futuro próximo, pueda establecerse en España una red nacional de instalaciones y centros, con equipos capaces de realizar este tipo de medidas en situaciones de emergencia.

El proyecto constará de dos fases principales:

Fase 1. Investigación y desarrollo del adecuado procedimiento de calibración.

Fase 2. Desarrollo y validación de la calibración de equipos y la innovación hacia un protocolo nacional.

Por último, se define una fase 3 del proyecto que corresponde al cierre del mismo, con la emisión del Informe final y posibles publicaciones.

Como expertos, podrán participar en dicho proyecto todos aquellos centros nacionales que dispongan de equipos capaces de medir radiación ionizante.

La duración prevista del proyecto es de dos años y medio.

#### 1.2 Áreas temáticas relacionadas con el proyecto.

Este proyecto aborda aspectos que se enmarcan dentro de diversas líneas estratégicas del Plan de I+D del CSN en vigor, así como de interés estratégico para la División de Medio Ambiente Radiológico del CIEMAT y de las líneas estratégicas de TECNATOM, si bien destacamos las siguientes:

##### a) Detección y medida: Metrología y dosimetría.

Metrología: Preparación y certificación de las fuentes radiactivas.

Dosimetría interna: actualización de los conocimientos y capacidades relativos a las técnicas de medida ya disponibles (dosimetría interna mediante bioensayos *in vivo*). Validación de los patrones de referencia.

##### b) Protección del público y del medioambiente.

Fukushima: actividades de I+D relacionadas con las medidas de protección radiológica para la realización de actuaciones de mitigación y recuperación, y con la evaluación de impacto radiológico.

##### c) Gestión de emergencias.

Preparación de la estrategia de respuesta ante emergencias.

### 1.3 Tipo de I+D+i.

Según las definiciones contenidas en la Norma UNE 166000/2006, este proyecto se puede clasificar como una actividad de I+D+i de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico.

## 2. Objetivos del proyecto

El presente proyecto tiene como fin la adaptación de las capacidades nacionales para el rápido cribado del I-131 en tiroides, con un alto grado de fiabilidad, a miembros del público de diferentes grupos de edad, en una situación potencial de emergencia nuclear o radiológica, cuando pueda haber un gran número de personas potencialmente afectadas.

En España, en el caso de ocurrir una emergencia radiológica a nivel nacional, el plan de emergencia se activa a través del Consejo de Seguridad Nuclear [1]. TECNATOM dispone de unidades móviles que permiten la medida en Contador de Radiactividad Corporal *in situ*, tanto para la determinación de emisores gamma incorporados y distribuidos en todo el cuerpo, como para la medida de radioyodo en tiroides. Por otra parte, el CIEMAT, a través de la unidad de Dosimetría Interna está preparado técnicamente en este campo.

Como función del CSN está la de evaluar cuantas medidas de prevención y corrección sean necesarias ante situaciones excepcionales o de emergencia, así como proporcionar esta información al público [2] (artículo 2, apartado r).

Si se consigue avanzar en este proyecto, y realizar un cribado en función de la cantidad de actividad incorporada de I-131 se contribuirá a la prevención de los efectos estocásticos y deterministas asociados a la contaminación interna del mismo, y con ello un avance en el estado de la técnica de interés para las Partes implicadas.

A su vez, tanto CIEMAT como TECNATOM están autorizados por CSN y acreditados por ENAC de acuerdo al sistema de calidad de la norma ISO17025:2017, para la medida *in vivo* e *in vitro* de la contaminación interna, y para la estimación de la dosis efectiva comprometida asociada a la incorporación de radionucleidos al organismo. Los resultados de este proyecto permitirán implementar nuevos procedimientos técnicos y mejorar las capacidades de medida individual especialmente en caso de accidente radiológico o nuclear.

Se desarrollará un plan general de calibración de los equipos de medida de radiactividad que estén disponibles en cada centro participante. Aquí se incluyen en una primera fase la participación de las Partes implicadas en este convenio y podrá valorarse la aportación de otras instituciones, fundamentalmente universidades y hospitales, para el desarrollo del protocolo de calibración; en una segunda fase se podrá contemplar la aportación de otras organizaciones sobre un ejercicio de intercomparación que permita validar dicho protocolo, donde igualmente sería interesante la participación de centrales nucleares españolas junto con otras universidades y hospitales cercanos a los emplazamientos de las centrales nucleares actualmente en operación. Estas actuaciones se podrán realizar mediante maniqués de tiroides especialmente diseñados a tal fin, representando a los grupos de edad especificados en la Publicación 89 de ICRP [3], y cumpliendo las especificaciones de la norma de tiroides ANSI/HPS N13.44-2014[4] en vigor.

Actualmente los servicios de dosimetría personal interna disponen de equipos calibrados con maniqués de tiroides que representan la geometría de conteo de un adulto, que aunque permiten realizar medidas para otros grupos de edad, al calibrar los equipos con diferentes maniqués representando personas de distintas edades, se mejorará la exactitud en la medida de actividad de I-131 en la glándula tiroides para estos grupos de edad. Estudios previos en los que han participado las Partes (fundamentalmente el proyecto Cathymara «*Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident*», Comisión Europea, 7PM-Fission EURATOM), indican que no hay diferencias significativas en la eficiencia de detección entre el grupo de individuos de 15

años, las mujeres adultas y el maniquí ya calibrado para adulto, por lo que se ha decidido no incluir este grupo de edad en el estudio.

Como objetivos de segundo nivel están los siguientes:

Armonizar el proceso de calibración de los equipos usando los mismos maniqués y fuentes de calibración. Desarrollo y aplicación de protocolo de calibración de equipos de medida de la radiación, así como de equipos de diagnóstico médico y de medida de la contaminación ambiental, con maniqués de tiroides representativos de distintas edades, y que contengan fuentes radiactivas de I-131 simulado, de Ba-133 y de Cs-137.

Identificación y capacitación de todos los organismos, públicos y privados, que posean equipos de medida de radiactividad en todo el territorio español para llevar a cabo, con suficiente rapidez y exactitud, la medida directa de actividad del-131 en un accidente nuclear a gran escala.

Una vez calibrados, los diferentes equipos de medida de radiación estarán disponibles para su uso inmediato. Es importante destacar que, durante una emergencia nuclear, algunos de los citados equipos pudieran quedar inutilizados por encontrarse en una zona de alta radiación (elevado fondo ambiental). Por lo tanto, disponer de varios instrumentos de medida calibrados para realizar medidas de actividad de I-131, de forma rápida y eficaz, será fundamental para poder clasificar a la población en función de su dosis en tiroides.

Entre las funciones del grupo radiológico del CSN se encuentra, según la normativa descrita en el PLABEN (Plan Básico de Emergencia Nuclear) «proporcionar sistemas y equipos de medida de la radiación» [5] por lo que, en este sentido, se respaldaría la función del CSN en estos casos.

Calibración de los equipos seleccionados con los patrones de referencia.  
Verificación de la calibración realizada.

El proyecto supone una necesaria inversión en materia de protección radiológica, respaldado por el CSN [6] que refuerza sus funciones, como es la de «establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica»[2] (artículo 2, apartado p), gracias al cual España se posicionará como un referente internacional, «pudiendo asesorar en un futuro a otros países en foros internacionales», tal y como está definido en el Estatuto del CSN y la Ley de Creación del mismo [2] (artículo 2, apartado O).

Por otra parte, este proyecto refuerza las nuevas líneas de investigación estratégicas que se plantean en el CIEMAT para la próxima década, en relación a nuevos desarrollos de dosimetría interna en situaciones de emergencia radiológica y nuclear, y permite mejorar las capacidades de los Contadores de Radiactividad Corporal de CIEMAT y de TECNATOM para la medida de la contaminación interna de población expuesta de distintas edades.

### 3. Antecedentes

#### 3.1 Chernóbil.

La primera manifestación de un efecto clínico estocástico tras el accidente de Chernóbil fue el cáncer de tiroides en el Oblast de Gómel, en el sureste de Bielorrusia, incidiendo sobre todo en la población más joven. Aunque el cáncer de tiroides tiene un tratamiento eficaz, ya que es raramente mortal y de incidencia baja, su aparición entre la población más joven tiene un efecto social de consecuencias dramáticas.

El accidente de Chernóbil puso de manifiesto la ausencia de un plan previamente diseñado para la estimación de la contaminación interna de I-131, la escasez de aparatos de medida, así como la tardía respuesta a la hora de realizar medidas de actividad a la población. Tampoco se realizó un seguimiento médico y epidemiológico de la población expuesta a los efectos nocivos de la radiación.

La gráfica siguiente muestra la incidencia de cáncer de tiroides en la población más joven de Ucrania y Bielorrusia. Se puede observar que el aumento de cáncer de tiroides se produjo cuatro años después del accidente.

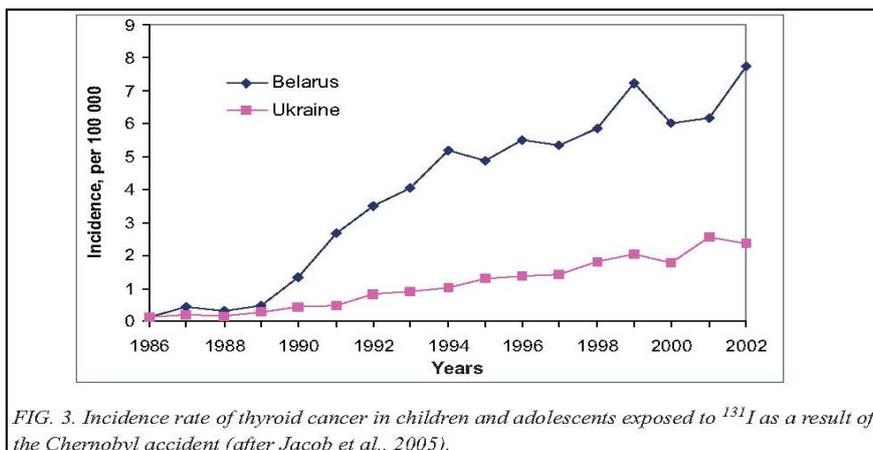


Figura 1. Gráfica que muestra la incidencia de cáncer de tiroides en Ucrania y Bielorrusia en función del tiempo

En Chernóbil la población fue sometida a exámenes radiológicos para identificar a las personas afectadas, y se utilizaron fundamentalmente equipos de detección espectrométricos autorizados.

Estos métodos de vigilancia radiológica son muy eficaces para detectar una exposición interna en el tiroides. Sin embargo, estos equipos no están al alcance o disponibles para uso general en hospitales, en unidades de protección civil o en ambulatorios o centros médicos, por lo que es muy posible que en la zona afectada por el accidente una gran parte de la población, sobre todo los miembros más jóvenes, no fueran identificados a tiempo como grupos de riesgo, impidiendo realizar un seguimiento epidemiológico anticipativo [7].

### 3.2 Fukushima.

Japón tomó en cuenta las lecciones aprendidas del accidente de Chernóbil e inmediatamente después del accidente de Fukushima puso en práctica medidas para identificar, entre la población evacuada y entre los más jóvenes, a los denominados «grupos de riesgo», lo que les ha permitido poder hacer un seguimiento médico y epidemiológico y, ante cualquier síntoma de malignidad en el tiroides, poder iniciar tratamientos médicos a fin de reducir o paliar las consecuencias de la aparición de cáncer en tiroides.

Aunque se utilizaron de forma intensa detectores de NaI(Tl) para la medida de la población, ya sea en contadores de cuerpo entero, de silla, o simplemente sondas de NaI(Tl) acopladas a una escala de medida, llevaron a cabo con rapidez un sencillo experimento metrológico que les permitió poder asociar la actividad depositada en el tiroides (y en consecuencia la potencial dosis recibida) con una medida directa de radiación en  $\mu\text{Sv/h}$  en contacto con la glándula. Hay que tener en cuenta que una actividad en el tiroides del orden de Megabequerelios genera, en contacto con el cuello, una tasa de radiación de decenas de  $\mu\text{Sv/h}$ , fácilmente medible y detectable con detectores de radiación sencillos, baratos y convencionales. Aunque el periodo del I-131 es corto, la alta afinidad de la glándula hacia el yodo permite su detección hasta un mes después de la incorporación.

Para ello, se calibraron los detectores con un maniquí que simulaba la glándula tiroidea de un adulto y se rellenó, en función de la edad de los individuos a medir, con un volumen de solución radiactiva de Ba-133 proporcional al peso de la glándula tiroidea.

En la gráfica se muestra el maniquí utilizado en la calibración de los equipos de medida. Se observa que está formado por dos lóbulos que se podían rellenar con diferentes volúmenes de disolución. Es importante mencionar que al utilizar el mismo maniquí para representar las diferentes edades, el espesor de la pared del maniquí que representa el cuello es el mismo, no siendo una representación realista a la hora de simular maniquíes de niños y adolescentes [8].

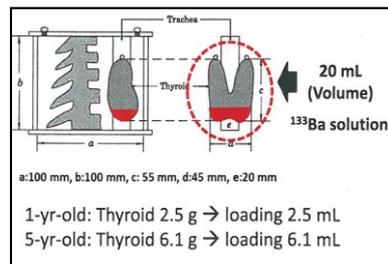


Figura 2. Simulación de la glándula tiroidea con una solución de Ba-133 para diferentes edades

Una vez calibrados los equipos, se obtuvo el factor de calibración, que relacionaba la actividad depositada en la glándula tiroidea con la respuesta obtenida en el equipo.

En la gráfica siguiente se muestran los factores de calibración obtenidos en función de los diferentes grupos de edad. Esta curva tiene gran importancia para la identificación de las personas más expuestas (grupos de riesgo).

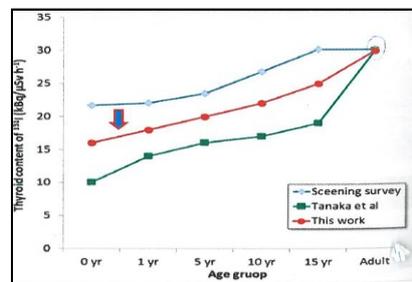


Figura 3. Calibración de los equipos de medida de la contaminación de I-131 en función de la edad de los individuos

### 3.3 Desarrollos similares al propuesto.

#### 3.3.1 Metodología del estudio japonés.

Con un detector de centelleo sólido tipo NaI(Tl) o de estado sólido tipo HpGe es posible detectar actividades en tiroides de baja actividad ( $\sim$  Bq), pero estas medidas no son instantáneas y llevan su tiempo (entre 2 y 5 minutos por persona), y ante un accidente a gran escala con grandes grupos de población afectados, como fue Fukushima, emplear un tiempo de 10 minutos entre contaje y contaje haría muy laboriosa la tarea de medir e identificar a las personas más expuestas. Adicionalmente, hay otra dificultad que procede del hecho de que estos equipos, aunque muy conocidos, son en muchos casos escasos y, en otros, de traslado complicado. Por eso se decidió en Japón emplear otro método alternativo.

Este otro método consistió en realizar medidas directas de los niveles de radiación (tasas de dosis) en contacto con el tiroides empleando para ello detectores portátiles de niveles de radiación (radiómetros convencionales) calibrados al efecto, que son capaces de dar una lectura de tasa de dosis de forma casi instantánea.

Este tipo de detectores son mucho más frecuentes y conocidos que los de estado sólido, están mucho más distribuidos por el país y pueden ser utilizados por personal no necesariamente técnico con una formación inicial rápida y sencilla. La única característica limitante que poseen (característica que puede ser considerada como una virtud) es que solo son capaces de detectar actividades en tiroides por encima de las decenas de miles de Becquerelios. Esto era lo que pretendían las autoridades japonesas: ser capaces de hacer un cribado rápido entre afectados de interés médico, aquellos con actividades en tiroides por encima de los miles de Bq, y aquellos otros por debajo para los que la medida cuantitativa no constituía ya una prioridad de actuación.

Para poder relacionar medidas directas de tasas de dosis con actividad de I-131 en tiroides, hizo falta una «calibración de estos equipos».

Idealmente la curva de calibración debería ser igual para todos ellos, lo cual sería cierto si la medida no se hubiera hecho en contacto con el cuello, pero en este caso entran en juego consideraciones de geometría, ya que la distancia entre glándula y sensor de radiación del detector no es igual en todos los equipos disponibles ni para todos los grupos de edad.

La calibración se puede hacer de dos maneras:

1. Simulando el contenido de I-131 en tiroides de varios miles de Bq para cada uno de los grupos de edades correspondientes (Ej.: 100.000Bq).
2. Rellenando el volumen de la glándula, según cada grupo de edad, con una solución de concentración constante, por ejemplo, del orden de 10.000-20.000 Bq/cc de Ba-133 y Cs-137.

Si se opta por la primera opción, actividad constante, es evidente que, conforme el grupo de edad sea menor, la concentración va a ser mayor, dado que el volumen disminuye al disminuir la edad, por lo que la mayor tasa de dosis la proporcionará el grupo de menor edad. Puesto que la gráfica que se muestra aquí es la inversa de lo indicado en el texto, kBq/ $\mu$ Sv/h, la forma de la gráfica es coherente con las hipótesis de partida.

Si por el contrario, se opta por utilizar una concentración constante, el grupo de menor edad es el que contendrá una menor actividad, pero la tasa de dosis que se mida no va a ir aumentando en la misma proporción que aumente la actividad, también por consideraciones puramente geométricas, con lo que de nuevo la curva que se obtenga será coherente con el experimento.

En teoría, para cada equipo individual se obtendría una curva quizás algo diferente entre unos y otros, pero si la diferencia no fuera elevada, se podría hacer una curva común que fuera igual para cualquier detector de radiación, teniendo en cuenta los errores del método.

El resultado de estas medidas rápidas en Fukushima fue lo que permitió a las autoridades japonesas identificar los «grupos de riesgo» en la población, e iniciar inmediatamente un seguimiento epidemiológico y de exámenes médicos periódicos para poder detectar en el futuro las primeras fases del cáncer de tiroides, e iniciar seguidamente un tratamiento con vistas a su curación.

¿Qué se entiende por «grupos de riesgo»? Aquellas personas susceptibles de recibir una dosis interna comprometida elevada como consecuencia de la incorporación de radionucleidos. En Fukushima se estableció una clasificación de los grupos de riesgo

teniendo en cuenta las cantidades de los radioisótopos  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$  depositadas en el suelo, tal y como se indica a modo de ejemplo.

|   |                               |                               |                                       |   |   |
|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Depósito Cesio<br>Cs-134+Cs-137                         | >300.000<br>Bq/m <sup>2</sup> | >600.000<br>Bq/m <sup>2</sup> | >10 <sup>4</sup><br>Bq/m <sup>2</sup> | >3x10 <sup>4</sup><br>Bq/m <sup>2</sup> | 6x10 <sup>4</sup> - 30x10 <sup>4</sup><br>Bq/m <sup>2</sup> |
| Dosis externa<br>proyectada 1 año                       | >5 mSv                        | >10 mSv                       | >16 mSv                               | >50 mSv                                 | 100 - 500 mSv   |
| Dosis externa<br>proyectada 10 años                     | >19 mSv                       | >38 mSv                       | >63 mSv                               | >190 mSv                                | 300 - 1.900 mSv   |
| Dosis externa vida<br>(proyectada 70 años)              | >41 mSv                       | >82 mSv                       | >136 mSv                              | >408 mSv                                | 816 - 4.080 mSv   |
| Población<br>afectada<br>(excluida área<br>restringida) | 292.000                       | 43.000                        | 21.100                                | 3.100                                   | 2.200   |
|   |                               |                               | 69.400                                |   |   |
|   |                               |                               | 26.400                                |   |   |

ICRP 103 y 109  
Criterio 20-100 mSv

Figura 4. Distribución de los grupos de riesgo implicados en el accidente de Fukushima

Clasificación que, a su vez, es semejante a esta otra definida en la publicación TIARA Booklet [9] de la Health Protection Agency de Reino Unido:

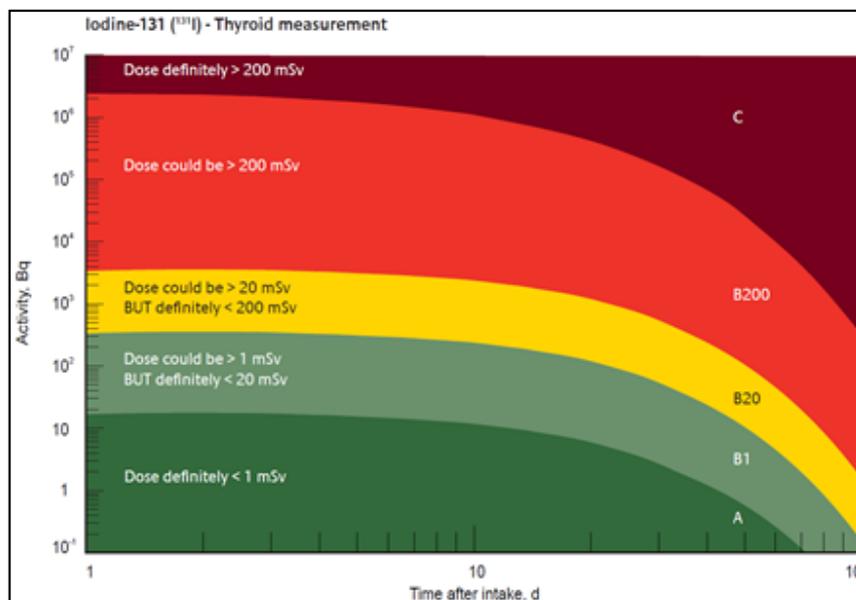


Figura 5. Clasificación de grupos de riesgo según Health Protection Agency de Reino Unido

Las dosis equivalentes medias en tiroides debidas al I-131 estimadas tras el accidente de Fukushima fueron de 4,2 mSv en niños y 3,5 mSv en adultos, siendo mucho menores que las detectadas en Chernóbil [10].

### 3.3.2 Metodología del estudio realizado en Suecia.

Como ya se ha visto la principal lección aprendida de Fukushima y de Chernóbil fue la necesidad de contar con equipos correctamente calibrados en función de los distintos grupos de edad para poder clasificar a la población en grupos de riesgo, permitiendo realizar un seguimiento epidemiológico y médico de la población afectada con el fin de evitar, en la medida de lo posible, una futura incidencia de cáncer de tiroides.

A la vista de esta situación, los países escandinavos (Suecia, Noruega y Dinamarca) decidieron realizar un proyecto cuyo objetivo era establecer un protocolo nacional de medidas rápidas en tiroides y calibrar los equipos de medida de radiactividad, incluyendo distintos equipos portátiles, de los diferentes laboratorios participantes en el proyecto para poder realizar medidas rápidas de I-131 en una situación de emergencia nuclear a diferentes grupos de población.

La calibración se efectuó con tres maniqués de tiroides representando tres grupos diferentes de edad (niño, adolescente y adulto), de manera que se pudieran utilizar para mediciones de control de la contaminación interna.

El centro de investigación NKS (Nordic Nuclear Safety Research) se encargó de adquirir los tres maniqués con fuentes certificadas del-131 simulado con Ba-133 y Cs-137, distribuirlos entre los diferentes centros participantes en el estudio, y recoger los resultados de las calibraciones de los equipos.

Posteriormente se organizó una validación de las calibraciones, realizando una nueva campaña de medidas con fuentes certificadas de <sup>133</sup>Ba y <sup>137</sup>Cs de actividad

desconocida entre todos los equipos, con el fin de validar los resultados y ajustar los valores de las curvas de eficiencias obtenidas en las calibraciones [11].



Figura 6. Maniqués de tiroides utilizados en el proyecto de Suecia

La experiencia de este proyecto fue importante para el proyecto IRADES, cuyo principal objetivo es la preparación de los equipos y del personal que los utiliza ante una gran cantidad de medidas de I-131 en tiroides a realizar. El proyecto IRADES se enmarcó a su vez en otro proyecto europeo llamado EURANOS [12].

Finalmente, la autoridad reguladora sueca publicó una guía resumiendo los procedimientos de medida de I-131 en tiroides, así como directrices para distinguir «grupos de riesgo» entre un gran número de personas a medir, en equipos de medida de radiación sencillos [13].

### 3.3.3 Otros proyectos: CATHYMARA.

El Proyecto CATHYMARA «Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident» fue aprobado en el 2nd OPERRA Call de EURATOM FP7, 2015-2017 en relación a la medida de I-131 en tiroides para la población (adultos y niños) en caso de emergencia nuclear. El escenario es un accidente en un reactor nuclear con incorporación de I-131 por Inhalación aguda en adultos y niños. Los objetivos generales del proyecto se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Evaluar las capacidades de respuesta existentes para la medida de radioyodo en tiroides en Europa en caso de accidente nuclear a gran escala, incluyendo medidas a la población expuesta.
2. Armonizar los procedimientos de medida y establecer un protocolo robusto y común en el caso de control de la exposición interna en niños.
3. Organización de 2 campañas de intercomparación para equipos espectrométricos y no espectrométricos respectivamente, para la determinación de actividad de I-131 en tiroides, con el fin de que los laboratorios participantes pudieran calibrar o validar sus equipos con maniqués que representan niños, jóvenes y adultos.
4. Configurar las bases de una red sostenible de operadores disponibles en situaciones de emergencias incluyendo operadores entrenados pero no especializados («Trained but non specialized responders»).
5. Desarrollar métodos de evaluación de dosis orientados a emergencias en base a la estimación de la dosis absorbida en tiroides.
6. Desarrollar una estrategia óptima de vigilancia y guías técnicas de apoyo para medidas de la exposición interna y estimación de dosis a gran escala después de un accidente nuclear.
7. Emitir recomendaciones acerca de desarrollos técnicos que se necesiten, colaboración internacional y la adecuación de los medios existentes y necesarios en estos casos.

Cathymara finalizó en junio de 2017. CIEMAT es uno de los socios del proyecto, y TECNATOM y CSN han participado en algunas de las actividades propuestas. Las conclusiones del mismo en forma de guías y recomendaciones, en relación a la medida de I-131 en tiroides para miembros del público, adultos y niños, podrán ser referencia en el desarrollo del nuevo proyecto PEPRI español.

Otros proyectos a nivel internacional similares a los anteriores están referenciados en [14], [15], [16].

En el último trabajo [16], se describe la calibración de diferentes equipos de medida de actividad con fuentes radiactivas simuladas de I-131, representando varias geometrías en adultos, jóvenes y niños. El motivo del estudio fue la fuga de 45 GBq de yodo radiactivo acaecido en 2008 en una fábrica de radionucleidos (IRE).

En enero de este año (2017) se han detectado trazas de I-131 en algunos países europeos. De momento no se ha realizado un estudio científico del caso.

La medida de I-131 a gran escala con el fin de clasificar a la población en grupos de riesgo es una necesidad (y debería ser un requerimiento) para todos los países que realizan actividades nucleares pacíficas, sean del ámbito que sean, con el fin de evitar, en la medida de lo posible, los efectos estocásticos y deterministas que se pudieran derivar de dichas acciones.

Como se ha detallado en los puntos anteriores, numerosos países han realizado (o están realizando) proyectos similares al que se pretende ejecutar, por lo se puede afirmar que es una problemática común que afecta a todos los países, incluso aquellos que no tengan desarrollada la industria nuclear de producción energética. Esto es debido a que, en caso de suceder un accidente o incidente nuclear, la nube radiactiva se desplazará por la atmósfera, pudiendo afectar a países cercanos al emplazamiento del accidente, como ocurrió en Chernóbil.

#### 4. Desarrollo del proyecto

El desarrollo del proyecto se plantea en dos fases principales y una tercera fase de cierre de proyecto, con las siguientes acciones en cada una de ellas:

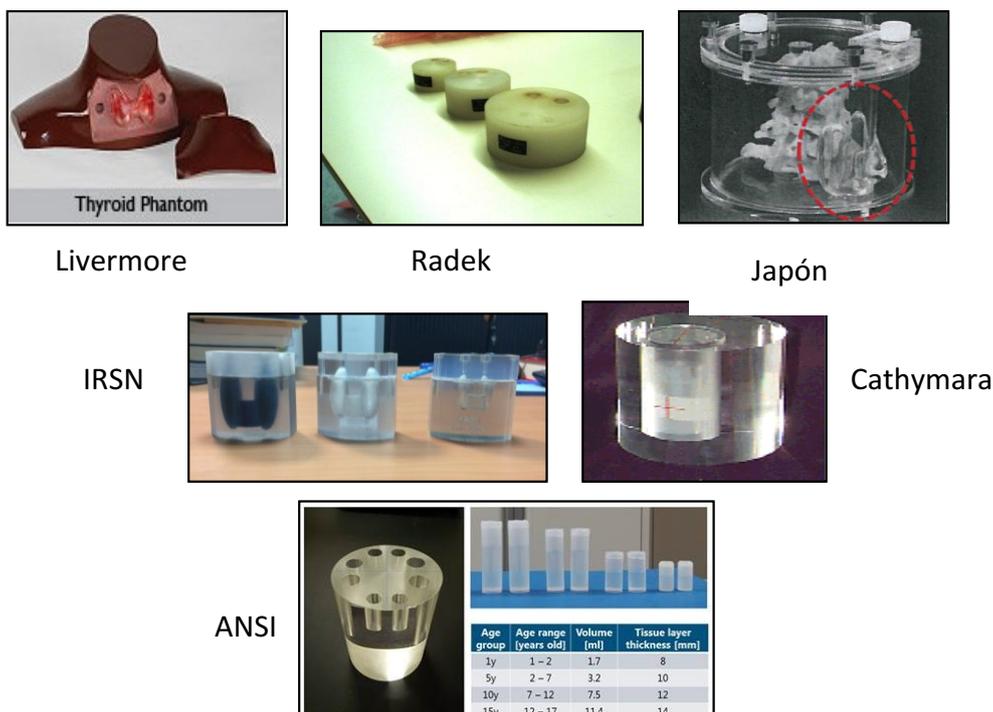
##### 4.1 Fase 1. Investigación y desarrollo de un procedimiento de calibración.

Para el desarrollo de un procedimiento que sirva como base para un Protocolo Nacional de calibración y medida de I-131 en tiroides, se requieren las siguientes etapas:

##### 4.1.1 Selección y definición de los maniqués y fuentes a utilizar.

- Maniqués:

Se han identificado las distintas propuestas de maniquí disponibles en el mercado, utilizados en proyectos similares o por instituciones de referencia para la realización de calibración de equipos.



En principio, se decide fabricar los maniqués en metacrilato, conforme a las especificaciones de la nueva norma de tiroides ANSI/HPS N13.44-2014 [3], con un solo orificio cilíndrico para albergar la fuente, tal y como indica la siguiente figura:

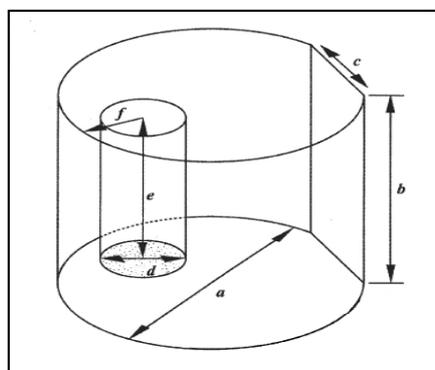


Figura 7. Maniqué de tiroides especificado en la nueva norma ANSI

Se pretende simular 4 geometrías: Adulto, niños de 10 años, 5 años y 1 año. Se realizarán dos maniqués por geometría para disminuir los plazos en las campañas de calibración y validación de las calibraciones. Cada geometría se va a simular en un maniqué independiente a diferencia del modelo utilizado en el proyecto Cathymara.

La experiencia de Tecnatom en este proyecto muestra los problemas de este maniqué en equipos tipo cama y con detector fijo en los CRC del sector nucleoelectrónico español. El problema de utilizar un mismo maniqué para representar los diferentes grupos de edad es que, al calibrar en las distintas geometrías en CRC tipo cama, la distancia entre detector y maniqué se reduce, sobreestimando la actividad medida.

Tras la experiencia de otros países, se valora la posibilidad de tener que incluir algún blindaje en los maniqués para evitar la influencia de emisiones de baja energía presentes en los viales de  $^{133}\text{Ba}$  y  $^{137}\text{Cs}$  que simulan el I-131. Esta diferencia podría

afectar a las medidas en algunos equipos de los que pueden participar en el proyecto por lo que, en caso necesario, se procederá a realizar simulaciones Monte Carlo.

- Fuentes:

Los viales se rellenarán de fuentes de I-131 simulado mediante  $^{133}\text{Ba}$  y  $^{137}\text{Cs}$ .

En total será necesario disponer de:

Una fuente para cada maniquí para la realización de las calibraciones: 8 viales.

Una fuente adicional para los maniqués de adulto y 5 años para la fase de validación: 4 viales.

Se ha valorado la opción de preparar los mismos en formato resina, con objeto de tratar de minimizar los riesgos en la manipulación de los viales. Sin embargo, la experiencia internacional indica que esta solución no es sencilla, por lo que finalmente los viales se prepararán en forma líquida.

#### 4.1.2 Fabricación de los maniqués y adquisición de las fuentes.

Tanto para la fabricación de los maniqués, como la preparación de las fuentes, se contará con el apoyo de los laboratorios de Dosimetría Internay del Laboratorio de Metrología del Ciemat. El suministro de las fuentes radiactivas se realizará a través del Laboratorio de Metrología. La preparación de las fuentes radiactivas se realizará en un laboratorio radioquímico adecuado para tal fin en el CIEMAT (Laboratorio de Bioeliminación, Dosimetría interna).

Tanto los maniqués como las fuentes serán propiedad de todos los participantes, siendo Tecnatom y CIEMAT los encargados de almacenarlos una vez que el proyecto finalice, quedando a disposición de los centros participantes y de posibles usos futuros como intercomparaciones a nivel nacional o internacional.

#### 4.1.3 Identificación de instalaciones y centros.

Como punto de partida, se realizará un listado de posibles instalaciones y centros que pudieran estar en disposición de equipos susceptibles de ser calibrados y formar parte de la red nacional de entidades capacitadas para la medida de I-131 en tiroides en caso de emergencia. Se trata de centros médicos, universidades, centrales nucleares, centros de investigación, empresas de servicios, servicios de dosimetría, unidades técnicas de protección radiológica (UTPR's), servicios de protección radiológica y radiofísicos del medio hospitalario, etc.

Cuando se disponga de dicho listado, se deberá realizar una selección de los centros e instalaciones a contactar en función de los siguientes criterios:

Situación geográfica (proximidad a CCNN).

Disponibilidad de equipos susceptibles de ser utilizados.

Cualquier otro criterio que, a juicio las entidades que forman parte del convenio, fuera necesario incluir con vistas a una futura Red Nacional en caso de emergencia.

Una vez identificados, se contactará con los mismos para presentarles el proyecto y, obtener información de los equipos que disponen para poder participar, realizando un inventario de equipos disponibles, así como de las características técnicas de los mismos.

#### 4.1.4 Realización de inventario de equipos de medida disponibles.

Este inventario de equipos disponibles y centros quedará debidamente documentado, pudiendo publicarse atendiendo a lo que disponga la normativa vigente de protección de datos.

#### 4.1.5 Definición de un protocolo de calibración.

Previo a la fase de calibración de los equipos disponibles en el territorio nacional, y entre los miembros del Grupo Investigador, se definirá un «Protocolo de calibración» para cada tipología de equipo, en base a la experiencia que se obtenga de la calibración de sus propios equipos.

Dicho «Protocolo de Calibración» será enviado a los participantes durante la Fase 2, junto con los maniqués y fuentes.

#### 4.1.6 Simulación de la respuesta de los detectores.

Tras la experiencia de otros países, se valora la posibilidad de tener que incluir algún blindaje en los maniqués para evitar la influencia de emisiones de baja energía presentes en los viales de  $^{133}\text{Ba}$  y  $^{137}\text{Cs}$  que simulan el I-131. Esta diferencia podría afectar a las medidas en algunos equipos de los que pueden participar en el proyecto, por lo que se considera necesaria la realización de simulaciones Monte Carlo de la respuesta de los equipos de detección.

### 4.2 Fase 2. Calibración de equipos y la innovación hacia un Protocolo Nacional.

#### 4.2.1 Circulación de los maniqués entre los centros e instalaciones seleccionados.

Los maniqués con actividad conocida, simuladores de I-131 en tiroides, para distintos grupos de edad de población expuesta, se enviarán a los laboratorios de los miembros del equipo investigador del proyecto y al resto de emplazamientos identificados en la Fase 1 (distintos centros e instalaciones establecidos en el inventario como «interesados en participar en el proyecto»). Se procederá entonces a la calibración de los equipos para la obtención de la eficiencia de detección dependiente de la edad del individuo expuesto, de acuerdo al protocolo de calibración desarrollado. Esto permitirá caracterizar distintos sistemas de medida, de forma que se pueda establecer una relación rápida entre respuesta del detector y la actividad de I-131 retenida en tiroides.

Lo que se pretende conseguir es que cada equipo tenga su curva o factor de calibración en eficiencia de detección para las energías características del I-131 y, aun siendo equipos con distintas metodologías de medida, en una emergencia nuclear se pueda identificar rápidamente y en cualquier comunidad autónoma de España, los grupos de población afectada definidos como «Grupos de Riesgo».

#### 4.2.2 Análisis de resultados de calibración.

Se analizarán los resultados de las calibraciones realizadas, para los distintos equipos utilizados: Contadores de Radiactividad Corporal, Detectores de espectrometría gamma portátiles, gammacámaras de hospitales, monitores de radiación,... especificándose claramente la geometría de contaje y las características de los sistemas de medida utilizados. Se hará un estudio comparativo de los valores de eficiencia obtenidos y se determinará una geometría de medida óptima, recomendable para las calibraciones de los equipos del resto de emplazamientos.

#### 4.2.3 Acciones correctivas.

En aquellos casos que aplique, se notificarán acciones correctivas y se modificará el protocolo de calibración si fuera necesario.

#### 4.2.4 Validación de las calibraciones realizadas. Circulación de los maniqués entre los centros e instalaciones seleccionados.

Se realizará una campaña de intercomparación con distribución de maniqués de actividad desconocida para la validación del proceso de calibración. Se analizarán los resultados de actividad enviados por los emplazamientos y se llevarán a cabo acciones correctivas si procede.

4.2.5 Análisis de los resultados de las calibraciones de los equipos y avance hacia un Protocolo Nacional.

Finalmente se establecerá el Protocolo Nacional para la calibración y medida de I-131 en tiroides en población expuesta, consensado por el equipo investigador tras las lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto. Este protocolo permitirá identificar y cuantificar en términos de actividad, el radioyodo incorporado y retenido en tiroides, con gran fiabilidad.

Además se presentará un informe con las eficiencias de detección asociadas a los distintos equipos utilizados en el proyecto, de forma que dicho valores puedan utilizarse en una futura Red Nacional para la medida de I-131 en tiroides, que actuaría en caso de emergencia nuclear o radiológica para el cribado de la población expuesta.

#### 4.3 Fase 3. Cierre del proyecto, informe final y publicaciones.

El Proyecto finalizará con la emisión de un Informe Final elaborado entre las tres Partes implicadas, que incluirá, entre otros aspectos:

La relación de inventario de instalaciones y centros, con los equipos disponibles a lo largo de todo el territorio español.

Informes periódicos presentados con vistas a la certificación de resultados.

Informe de las eficiencias de detección asociadas a los distintos equipos utilizados en el proyecto.

Protocolo Nacional para la medida del I-131 en tiroides, que asocie la respuesta del equipo con una actividad en el tiroides y una dosis efectiva y equivalente, en situación de emergencia nuclear o radiológica.

Los resultados obtenidos serán objeto de publicación por acuerdo de las Partes.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende disponer, en un futuro próximo, de una Red Nacional para la medida del I-131 en tiroides en situación de emergencia nuclear o radiológica, permitiendo la identificación de los grupos de riesgo de la población expuesta (cribado de la población), para la toma de decisiones.

#### 4.4 Equipos de medida susceptibles de utilizarse en el proyecto.

Los equipos de medida que se podrían utilizar y calibrar serían, entre otros, de los siguientes tipos:

Contadores de radiactividad corporal: Actualmente, los equipos de radiactividad corporal utilizados en las centrales nucleares españolas y de TECNATOM, disponen únicamente de calibración de I-131 en tiroides en adultos, utilizando un algoritmo matemático para corregir la medida de actividad en el caso de realizar medidas de actividad en niños.

Gamma-cámaras: Los equipos hospitalarios que podrán participar son gamma-cámaras que, aunque generan una imagen del órgano irradiado, podrían también con este protocolo convertir la imagen radiográfica en actividad y dosis en tiroides.

Radiómetros convencionales: Los detectores de radiación que podrán utilizarse en las medidas directas son los Radiómetros convencionales.

Espectrómetros portátiles: Se podrán calibrar también espectrómetros portátiles, como son las sondas de centelleo sólido de NaI, detectores de Ge o semejantes.

### 5. Organización del proyecto

El proyecto nace en el seno de la Plataforma Nacional de I+D en Protección Radiológica (PEPRI), impulsado por su Consejo Gestor a propuesta de TECNATOM.

El proyecto está dirigido a todas aquellas instituciones y empresas interesadas en el mismo y que ya disponen de equipos adecuados, con lo que se aprovecharán estas

organizaciones y equipos para el desarrollo de una nueva capacidad nacional de respuesta en caso de emergencia nuclear con un coste mínimo.

CIEMAT y TECNATOM actuarán como coordinadores de esta parte del proyecto y se encargará de diseñar y fabricar los maniqués, dotarlos de la actividad de I-131 simulado y distribuirlos entre los centros participantes, así como desarrollar el procedimiento de medidas rápidas de los niveles de radiación del tiroides y convertir esta medida en actividad y dosis proyectada.

Las funciones del Comité de Dirección del proyecto integrada por las Partes serán las siguientes:

Identificar las entidades que dispongan de capacidades necesarias y equipos de medida en el país.

Definir las condiciones de participación en el proyecto.

Definir especificaciones técnicas de los maniqués a utilizar.

Gestionar su fabricación o adquisición.

Organizar transportes de las fuentes y maniqués.

Recopilación y análisis de datos.

Realizar el informe final.

En otro nivel se podrá contemplar aportaciones de otras instituciones y organismos interesados en la realización de las medidas para la calibración y capacitación de sus medios técnicos, con el objeto de integrarse en la futura Red Nacional de medida de I-131 en emergencias. Realizando actividades como:

Calibrar los equipos disponibles.

Realizar las medidas de validación.

En un futuro, cuando se haya creado la Red Nacional, se buscará un mantenimiento de ésta para poder dar respuesta en emergencia. Como expertos podrán estar invitadas instituciones que den su opinión, y se tenga en consideración dado el proyecto I+D realizado.

#### 5.1 Grupo investigador del proyecto.

– Coordinadores:

CIEMAT, Madrid:

IP: María Antonia López Ponte.

Juan Francisco Navarro Amaro.

Begoña Pérez López.

Inmaculada Sierra Bercedo.

Carolina Hernández González.

Para las tareas de dirección y coordinación de este proyecto de I+D, el CIEMAT designa expertos del Grupo de Dosimetría Interna (Unidad de Dosimetría de Radiaciones-División de Medio Ambiente Radiológico).

TECNATOM, Madrid:

Borja Bravo Pérez-Tinao,

Javier Tenajas Polo,

Estela García Elena.

Para las tareas de dirección y coordinación de este proyecto de I+D, TECNATOM designa expertos en Operaciones de Dosimetría y Emergencias.

CSN, Madrid.

Para las tareas de supervisión y coordinación de este proyecto de I+D, el CSN designa a una persona experta de la Subdirección de Protección Radiológica Operacional (con puesto de trabajo de nivel 25), conocedora de las aplicaciones de esta I+D a la función reguladora.

Otras posibles instituciones y organismos interesados como expertos pueden ser:

HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITECNICA LA FE, Valencia. Juan Ignacio Villaescusa Blanca, Juan Manuel Campayo Esteban, Alegría Montoro Pastor, Irene Torres Espallardo.

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU, Barcelona. Agustín Ruiz Martínez, Montserrat Ribas Morales, Mar Adrià Mora.

UNIVERSIDAD DE BALEARES, Palma de Mallorca. Laura Ferrer Trovato, Antoni Borrás López.

UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, Bilbao. Raquel Idoeta, Fernando Legardalbáñez, Margarita Herranz Soler, Natalia Alegría Gutiérrez

UNIVERSIDAD DE VALENCIA, Laboratorio de Radiactividad Ambiental (LARAM). José Díaz Medina.

#### 6. Programa del proyecto

El tiempo de duración del proyecto será de dos años y medio (30 meses), dividido en tres fases. El inicio del mismo coincidirá con la fecha de inscripción de este convenio en el Registro Electrónico Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal.

A continuación, se muestran cronogramas estimativos por cada una de las fases.

| Acción  | Mes 1   | Meses 2-3       | Meses 4-5 | Meses 6-7 | Mes 8   |
|---|---------|-----------------|-----------|-----------|---------|
| <i>Fase 1: Desarrollo de procedimiento de calibración (8 Meses)</i> |         |                 |           |           |         |
| Selección y definición de maniqués y fuentes a utilizar.            | X X X X |                 |           |           |         |
| Fabricación de los maniqués y adquisición de las fuentes.           |         | X X X X X X X X |           |           |         |
| Identificación de instalaciones y centros.                          |         | X X X X X X X X |           |           |         |
| Realización de inventario de equipos de medida disponibles.         |         |                 | X X X X   | X X X X   |         |
| Definición de un protocolo de calibración.                          |         |                 |           | X X X X X | X X X X |
| Simulación respuesta de detectores.                                 |         |                 |           | X X X X   | X X X X |

| Acción  | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23-24 |
|---|------|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| <i>Fase 2: Calibración de equipos y elaboración de protocolo nacional (16 meses)</i>                |      |       |       |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
| Circulación de los maniqués entre los centros e instalaciones seleccionados. Dos juegos de maniqués | X    |       |       |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
| Análisis de los resultados de calibración   |      |       | X     |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
| Acciones correctivas (si aplica).   |      |       |       | X  |    |    |    |    |    |    |    |       |

| Acción  | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23-24 |
|---|------|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Validación de las calibraciones realizadas. Circulación de los maniqués entre los centros e instalaciones seleccionados. Dos juegos de maniqués |      |       |       |    | X  |    |    |    |    |    |    |       |
| Análisis de resultados de las calibraciones de los equipos de los centros e instalaciones   |      |       |       |    |    |    |    |    |    |    | X  |       |

| Acción  | Mes 25 | Meses 26-27                               | Mes 28 | Mes 29 | Mes 30 |
|---|--------|---|--------|--------|--------|
| <i>Fase 3: Cierre del proyecto, informe final y publicaciones (6 meses)</i> |        |   |        |        |        |
| Cierre de proyecto, conclusiones e informe final                            | X      | X |        |        |        |
| Preparación de la memoria, desarrollo de documentación y Publicaciones      | X      | X |        |        |        |

#### 7. Interés del proyecto para CSN, CIEMAT y TECNATOM.

El proyecto anteriormente descrito contribuirá al avance del conocimiento entre las Partes en materia de evaluación del I-131 en situaciones de emergencia, al desarrollo de las funciones reguladoras del Consejo de Seguridad Nuclear, y al refuerzo y apoyo de las labores de las Partes implicadas de acuerdo a sus competencias:

a) Mejorar la preparación y gestión de emergencias en el campo de la protección radiológica, así como el refuerzo de la protección radiológica ocupacional y no ocupacional.

b) Establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica [5] (artículo 2), gracias al cual España se posicionará como un referente mundial, «pudiendo asesorar en un futuro a otros países en foros internacionales», tal como está definido en la Ley de Creación del CSN y en su Estatuto [5], [6].

c) Evaluar cuantas medidas de prevención y corrección sean necesarias ante situaciones excepcionales o de emergencia, así como proporcionar esta información al público [1].

Las medidas de actividad que se realicen con aparatos de medida de la radiación correctamente calibrados para la medida de I-131 en los distintos grupos de población, serán más precisas y realistas que las que se podrían obtener con aparatos que no estén calibrados para medir la actividad del mismo en diferentes geometrías.

d) Proporcionar sistemas y equipos de medida de la radiación [4].

La realización del citado proyecto supone un incremento considerable de equipos de medida correctamente calibrados para ser utilizados para la medida de actividad de I-131 en tiroides para los diferentes grupos de edad representativos de la población.

La elaboración y ejecución de dicho proyecto constituye una necesidad en vista a los antecedentes presentados en el mismo y la experiencia tras los accidentes acaecidos en Fukushima y Chernóbil principalmente.

A la finalización del proyecto se dispondrá de un listado de eficiencias de detección asociadas a una gran variedad de equipos de medida para la determinación de I-131 en población expuesta, que podrían aplicarse en condiciones de triage (sin necesidad de disponer de fuentes de calibración, a aplicar en los mismos equipos que han participado en el proyecto o en otros similares) para situaciones de accidente nuclear.

El presente proyecto se enmarcaría dentro de un plan estratégico tecnológico [17] con el objetivo de tener personal formado y equipos capacitados para poder medir I-131 en tiroides en un potencial accidente nuclear que tuviera lugar en un emplazamiento dentro del territorio español, o en otro país próximo con instalaciones nucleares. Este

proyecto también se enmarca en las líneas de I+D y de desarrollos tecnológicos planteados por CIEMAT y TECNATOM, para la dosimetría interna en situaciones de emergencia radiológica y nuclear.

Como retorno de este proyecto de I+D, tanto para el CSN como para CIEMAT y TECNATOM, se trata de disponer de una capacidad adecuada para realizar medidas tempranas de I-131 en tiroides a miembros del público de diferentes grupos de edad, en una situación de emergencia nuclear o radiológica, en el que pudiera verse afectado un elevado número de personas, y donde se requiriese una actuación rápida, efectiva y eficiente.

Finalmente, el proyecto tiene como retorno, además de la obtención del propio Protocolo, poder crear una futura Red Nacional de entidades con capacidad contrastada de medida de I-131 a la población expuesta ante una emergencia nuclear o radiológica, debiendo realizarse posteriormente ejercicios, simulacros, intercomparaciones, etc. para mantener la red operativa.

Esta red podría estar permanentemente abierta a otros centros e instalaciones que, o bien desarrollen nuevas capacidades o quieran incorporarse a la misma.

#### 8. Referencias

[1] *Guía de seguridad 7.5. Guía técnica para el desarrollo y la implantación de los criterios radiológicos de la Directriz Básica de la planificación de protección civil ante el riesgo radiológico. Protocolo nacional para la evaluación de yodo-131 en situaciones de emergencia.* Rev.:1 Fecha: 06/06/2017.

[2] Ley 15/1980, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, modificada por la Ley 33/2007.

[3] International Commission on Radiological Protection Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection. Reference Values. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3-4). 2002.

[4] ANSI/HPS N13.44-2014. Thyroid phantom used in occupational monitoring. Health Physics Society.

[5] Real Decreto 1546/2004, de 25 de Junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear.

[6] Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Estatuto del Consejo de Seguridad Nuclear.

[7] «Exposures and effects of the Chernobyl accident». United Nations Scientific Committee of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 report.

[8] «Screening Survey on Thyroid exposure for children after Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident». The first NIRS Symposium on Reconstruction on early internal dose.

[9] TIARA Booklet «Dose assessment of inhaled radionuclides in emergency situations». Health Protection Agency.

[10] «Thyroid Equivalent Doses due to Radioiodine-131 intake for evacuees from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident». The first NIRS Symposium on Reconstruction on early internal dose.

[11] «Assessment of accidental uptake of Iodine I-131 in emergency situations» (NKS298). Nordic nuclear safety research (NKS).

[12] «European Approach to Nuclear and Radiological Emergency Management and Rehabilitation Strategies» (EURANOS), fundado por la Comisión Europea y 23 países miembros (2004-2009)

[13] «Guide for thyroid monitoring in the event of release of radioactive iodine in a nuclear emergency», MatsIsaksson, Lilian del Risco Norrliid. Swedish Radiation Safety Authority.

[14] «Monitoring and Dose Assessment for Children for Internal Radiation Contamination Following a Radiological or Nuclear Emergency», presentado en el

congreso de Irpa 2016, coordinado por «Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network» (REMPAN). Canadá.

[15] «Large Scale Monitoring of Radioiodine in Thyroid: Preparedness and Equipment in the Czech Republic», presentado en el congreso de IRPA de 2014.

[16] «Investigation and calibration of various detection systems which can be used for emergency internal contamination checks», Eleftherios D. Karachalias, S.

[17] CSN «Plan estratégico de I+D del CSN 2020-2025».

## ANEXO 2

### Memoria económica

*Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear, el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P., y la Empresa TECNATOM, SA*

(Hacia un protocolo nacional para la evaluación del I-131 en situaciones de emergencia)

#### 1. Duración de proyecto.

La duración del proyecto es de dos años y seis meses, a contar desde su inscripción en el Registro Electrónico Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal.

#### 2. Costes del proyecto.

Para este proyecto se ha previsto la dedicación de cinco personas de la plantilla del CIEMAT, tres personas de la plantilla de TECNATOM, y una persona del CSN.

La distribución de las horas de dedicación previstas se hará en función al programa de trabajo en las 3 fases definidas en el proyecto.

Atendiendo al interés mostrado en reuniones de la plataforma PEPRI y a consideraciones técnicas y estratégicas, sería interesante contar con expertos de entidades externas a las que se podría invitar: Universidad del País Vasco, Hospital de la Santa Creu i San Pau (Barcelona), Hospital Universitari i Politecnic La Fe (Valencia), el Laboratorio de Radiactividad Ambiental de la Universidad de Valencia y el Laboratorio de Radiactividad.

En lo que respecta a los gastos de personal del CIEMAT se estima una contribución total de 180 horas al año de personal titulado superior. Considerando que el coste de la hora de titulado superior del CIEMAT a la fecha del convenio es de 61,82 euros, el coste de personal del CIEMAT asciende a 11.127,60 euros al año. En el periodo de dos años y medio que dura el proyecto, el CIEMAT asumirá un coste total de 27.819,00 euros por el trabajo de dicho personal técnico.

Además, se incluye una aportación del CIEMAT de 2.000,00 euros en relación a gastos de amortización del equipo BE Ge de detectores semiconductores de germanio de amplio espectro, adquirido en 2020. En lo que se refiere a la dirección técnico-científica, durante los 2,5 años de duración del proyecto, el CIEMAT asumirá un coste total de 2.000 euros por el trabajo de dirección.

Por lo tanto, la aportación total del CIEMAT en el proyecto asciende a 31.819 euros.

En lo que respecta a los gastos de personal de TECNATOM se estima una contribución de 22,86 horas al año de personal titulado Superior. Considerando que el coste de la hora de titulado superior es de 61,82 euros, el coste de personal de TECNATOM asciende a 1.413,21 euros al año. En el periodo de dos años y medio que dura el proyecto, TECNATOM asumirá un coste total de 3.533,01 euros por el trabajo de su personal técnico.

Además, se incluye una aportación de TECNATOM de 2.000 euros en relación a gastos de amortización de equipos propios. Y para la codirección técnico-científica, en los 2,5 años de duración del proyecto, TECNATOM asumirá un coste total de 2.000

euros por el trabajo de dirección. Así como para calibración y verificación un coste total de 11.005 euros.

Por lo anterior, la aportación total de TECNATOM en el proyecto asciende a 18.538,01 euros.

En cuanto a la aportación del CSN, se han estimado 4.933,20 euros asociados a la dedicación del personal técnico del CSN al proyecto, correspondiente a 60 horas de dedicación con un coste/hora de 82,22 euros, incluyendo costes indirectos y administrativos. Dicho coste/hora se corresponde con el establecido en la «Resolución de la Secretaría General del CSN por la que se aprueba la tabla anual de costes de las direcciones técnicas del CSN» aprobada el 23 de abril de 2021. En dicha resolución se establecen, para un nivel 25 (correspondiente a la persona experta que realizará tareas de coordinación) de la Dirección Técnica de Protección Radiológica, los siguientes costes a considerar:

|  | Euros |
|--|-------|
| Costes directos. Costes de personal.   | 30,55 |
| Costes indirectos DTPR.                | 18,63 |
| Repercusión de costes administrativos. | 33,04 |
| Total coste/hora.                      | 82,22 |

Asimismo, para equilibrar las aportaciones de las instituciones participantes, teniendo a su vez en cuenta la disposición al proyecto del conocimiento aportado para la consecución de los objetivos, se incluye una contribución económica del CSN a fin de coadyuvar a la financiación de los gastos derivados, se ha estimado en 117.220,00 euros. Esta aportación económica del CSN se destinará a cubrir diversos gastos previstos de: material fungible, viajes, transporte de maniqués entre los distintos emplazamientos, diseño y fabricación de los maniqués, calibraciones de equipos, atendiendo a lo indicado en la tabla 1.

Por lo anterior, la aportación total del CSN en el proyecto asciende a 122.153,20 euros.

De las actividades previstas en este convenio no se deriva ninguna prestación de servicios ni suministro alguno, por lo que el mismo no está sujeto a la normativa de aplicación del Impuesto sobre el Valor Añadido. Sus fines son de interés general, promoviendo la I+D+i, con la transferencia de la misma hacia el tejido productivo como elemento impulsor de la productividad y competitividad.

Tabla 1: Desglose de los costes totales del proyecto (durante 2,5 años)

| Presupuesto de ejecución  | Euros      |
|---|------------|
| 1. Costes de personal.  | 40.285,21  |
| 2. Otros gastos:  |            |
| Material Fungible metacrilato + Fuentes radiactivas.                        | 10.000,00  |
| Viajes, reuniones, dietas.  | 3.500,00   |
| Transporte de maniqués.   | 20.000,00  |
| Equipos mantenimiento.  | 4.000,00   |
| Diseño y fabricación de los maniqués.                                       | 20.000,00  |
| Unidades móviles.<br>Equipos de detección y gamma-cámaras, y otros equipos. | 74.725,00  |
| Costes totales.   | 172.510,21 |

Para el buen desarrollo de los hitos del proyecto, se estima un calendario para la contribución económica del CSN a fin de coadyuvar a la financiación de los gastos derivados, que irán con cargo a la aplicación presupuestaria con código 23.302.424M.640, y de la siguiente forma:

1. Una primera contribución por importe total de 22.000,00 euros, a efectuar tras la firma del convenio.
2. Una segunda contribución por importe total de 20.000,00 euros, tras 7 meses de la vigencia del convenio.
3. Una tercera contribución por importe total de 20.000,00 euros, tras 12 meses de la vigencia del convenio.
4. Una cuarta contribución por importe total de 20.000,00 euros, tras 19 meses de la vigencia del convenio.
5. Una quinta contribución por importe total de 20.000,00 euros, tras 24 meses de la vigencia del convenio.
6. Una última contribución por importe total de 15.220,00 euros, antes de la finalización del convenio, una vez acordado el informe final de los resultados.

La primera aportación económica se realizará previa entrega de un informe inicial de progreso de las tareas y objetivos marcados, y las siguientes se harán previo informe de seguimiento del proyecto. La distribución será la siguiente:

| Contribución anualidad   | AI CIEMAT<br>-<br>Euros | A TECNATOM<br>-<br>Euros |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. <sup>a</sup> en 2021. | 10.000,00               | 12.000,00                |
| 2. <sup>a</sup> en 2022. | 8.500,00                | 11.500,00                |
| 3. <sup>a</sup> en 2022. | 8.500,00                | 11.500,00                |
| 4. <sup>a</sup> en 2023. | 8.500,00                | 11.500,00                |
| 5. <sup>a</sup> en 2023. | 8.500,00                | 11.500,00                |
| 6. <sup>a</sup> en 2024. | 8.000,00                | 7.220,00                 |
| Total.                   | 52.000,00               | 65.220,00                |