

# Nuevos métodos de calibración primarios para medida de la actividad de un radionucleido basados en detectores de baja temperatura. El Proyecto Prima-LTD)

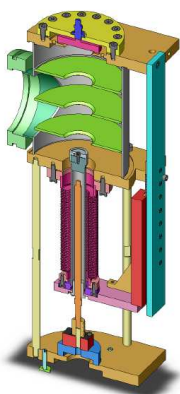
V. Peyres<sup>(1)</sup>, M. Roteta<sup>(1)</sup>, N. Navarro<sup>(1)</sup>, M. Mejuto<sup>(1)</sup> y M.T. Crespo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes, CIEMAT. Avda. Complutense 40, 28040 Madrid.  
<sup>(2)</sup> Tel. 913466225 y Virginia.peyres@ciemat.es

**RESUMEN:** La metrología de radionucleidos se basa en el uso de técnicas de medida bien establecidas que se han utilizado y mejorado durante décadas. Sin embargo, en la calibración en actividad de algunos radionucleidos como los que se desintegran por captura electrónica (<sup>65</sup>Fe) o por emisión beta de baja energía, las incertidumbres que se alcanzan con los sistemas de medida habituales son claramente más altas que las que se obtienen en la calibración de otros radionucleidos con distinto esquema de desintegración. Sería, por ejemplo, el caso del <sup>241</sup>Am, que se desintegra mediante emisión de partículas alfa. El objetivo del proyecto Prima-LTD Towards new Primary Activity standardisation methods based on Low-Temperature Detectors es cerrar esta brecha mediante el desarrollo de nuevas técnicas primarias de medición como son los calorímetros de baja temperatura Metalic Magnetic Calorimeters (MMC) aplicables a todos los tipos de decaimiento radiactivo. La combinación de la espectrometría de alta resolución con los MMC con sofisticados cálculos teóricos novedosos de la forma del espectro permitirá no solo la calibración de los radionucleidos con incertidumbres más bajas, sino también profundizar en otro de los pilares de la metrología de radionucleidos que es la obtención con menor incertidumbre de datos nucleares fundamentales de la desintegración radiactiva.

Una de las fases para el desarrollo del proyecto Prima-LTD, consiste en utilizar técnicas de medida bien establecidas que permitan comparar los resultados obtenidos en la calibración de algunos radionucleidos con los obtenidos con las nuevas técnicas primarias de detección que se pongan en funcionamiento en el proyecto (MMC). A ello, hay que añadir el necesario estudio de métodos de preparación de fuentes radiactivas adecuadas para su calibración en los nuevos sistemas desarrollados. Para llevar a cabo esta fase, se ha escogido el <sup>241</sup>Am como radionucleido y como técnica establecida de la calibración absoluta de fuentes de emisores alfa en contador de ángulo sólido bien definido (DSA).

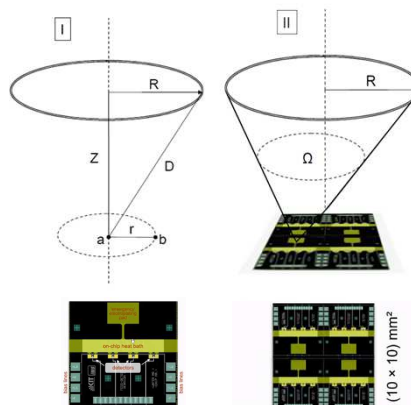
## Descripción de la las fuentes y el contador de ángulo sólido bien definido variable



Debido al corto alcance de las partículas alfa en la materia, el resultado de una calibración es muy sensible a la calidad de la fuente preparada. Por ello, se ha diseñado un procedimiento específico de preparación de fuentes de <sup>241</sup>Am para la calibración mediante MMC. Para esta técnica de medición, las fuentes deben estar encapsuladas. En este trabajo, las fuentes de <sup>241</sup>Am se calibran antes de ser encapsuladas mediante la técnica ya establecida DSA y en la que el LMRI-CIEMAT tiene una dilatada experiencia. Las incertidumbres de medición que se obtienen normalmente con la técnica DSA son inferiores al 1 %, mientras que las previstas para la técnica MMC serán del orden del 0,1 %.

Los detectores de ángulo sólido pequeño y bien definido (DSA) para la medida de muestras de emisores alfa se basan en la emisión isotrópica de la radiación. La interacción de las partículas alfa con la propia muestra, incluido el soporte, rompe esa isotropía, que solo se conserva para un ángulo de medida pequeño centrado en la normal a la superficie de la muestra. En un sistema basado en un detector cuya eficiencia geométrica sea suficientemente pequeña, las únicas correcciones necesarias son las puramente geométricas, que pueden conocerse con buena precisión, de forma que la actividad de la muestra se obtiene directamente a partir de la tasa de recuento y del ángulo sólido de la medida.

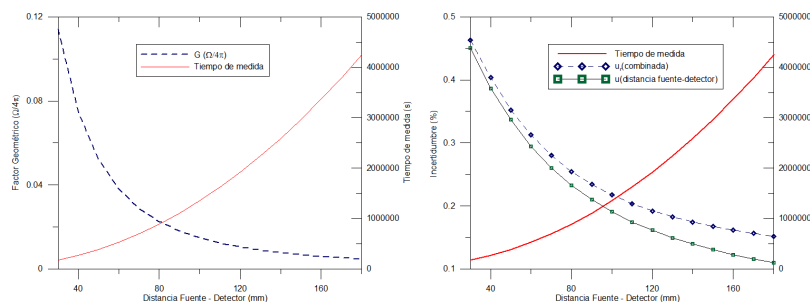
El sistema DSA del LMRI-CIEMAT es un contador de ángulo sólido variable en el que la distancia entre fuente y detector se puede cambiar de forma continua con una guía de precisión entre 4 cm y 18 cm, lo que corresponde a eficiencias de recuento entre 11% y 0,4 % para fuentes de pequeño tamaño. Se pueden llegar a obtener incertidumbres por debajo del 0,1 % en las condiciones óptimas de medida. Con este sistema DSA se ha estudiado la viabilidad de las fuentes preparadas para el sistema MMC analizando las incertidumbres para las características de las fuentes.



Sección del detector

## Resultados

Representación esquemática de la las fuentes



Componentes de incertidumbre típicos para una actividad de 50 Bq mediante recuento por DSA

Distancia Fuente - Detector	40 mm	180 mm
Factor geométrico $\Omega/4\pi$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$
Tiempo de medida para una incertidumbre de recuento inferior al 0,1 % (días)	2	50
<b>Componentes de la incertidumbre</b>		
Distancia fuente detector	$u_c(\%)$ 0,451	$u_c(\%)$ 0,109
Radio del diafragma	0,022	0,030
Distribución de actividad	0,017	0,001
Estadística de recuento ( $1 \times 10^6$ cuentas)	0,1	0,1
Incertidumbre combinada ( $k=1$ )	0,46	0,15

Las gráficas muestran el estudio realizado para alcanzar un compromiso entre el tiempo de recuento y la incertidumbre alcanzable en función del factor de geometría. Se han considerado las características de la fuente (50 Bq) diseñada para la calibración mediante MMC y el contador de ángulo sólido de baja geometría del CIEMAT. En la tabla se muestran las principales contribuciones a la incertidumbre. La evaluación se ha realizado para el caso de obtener una incertidumbre estadística de recuento de menos de un 0,1 %. En la segunda gráfica se representan la incertidumbre total y la incertidumbre debida a la distancia fuente detector, al ser ésta la contribución más destacada.

## Conclusiones

1) El contador de ángulo sólido definido DSA con geometría variable permite alcanzar las especificaciones previstas en el proyecto Prima-LTD. Las pruebas han demostrado que se pueden alcanzar incertidumbres (excluyendo la contribución de la estadística de recuento) por debajo del 0,1 % para distancias fuente-detector de 18 cm. 2) Para fuentes de 50 Bq se necesitarían tiempos de medida superiores a 50 días para alcanzar incertidumbres de recuento por debajo del 0,1 %. 3) Para medidas del orden de 2 días no se podrían alcanzar incertidumbres inferiores al 0,5 %, estando dentro de las especificaciones previstas.

## Agradecimientos

El proyecto 20FUN04 Prima-LTD ha recibido financiación del programa EMPIR cofinanciado por los Estados Participantes y el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea.