



## ACTA DE INSPECCIÓN

Dña. \_\_\_\_\_ y Dña. \_\_\_\_\_, Inspectoras del  
Consejo de Seguridad Nuclear,

### **CERTIFICAN:**

Que los días 12, 13 y 16 de diciembre de 2019 se personaron en las dependencias del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), centro de Moncloa, considerado como instalación nuclear única por Resoluciones de la Dirección General de la Energía de 15 de julio de 1980 y de 3 de febrero de 1993.

En contestación a los escritos del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), de referencias CSN/C/DPR/18/172 de 18 de julio de 2018 y CSN/C/DPR/CiE/19/57, de 11 de julio de 2019, en los que se requería a Ciemat llevar a cabo diversas investigaciones y actuaciones en ese centro en relación con los altos niveles de radón detectados en el edificio 19, Ciemat remitió al CSN los siguientes documentos:

- Escrito de 23 de enero de 2019 (nº registro de entrada 755)
- Escrito de 22 de abril de 2019 (nº registro de entrada 6662)
- Escrito de 25 de septiembre de 2019 (nº registro de entrada 44371), que contiene los siguientes anexos:
  - o Anexo I.-Certificados de acreditación para la medida de radón en aire según la ISO 17025 de RADONOVA Y LARUC
  - o Anexo II.- "Medida de la tasa de exhalación superficial de radón en el entorno de los edificios 19 y 23 del Ciemat"
  - o Anexo III.- "Medida de la concentración de radón en suelo en el entorno de los edificios 19 y 23 del Ciemat"
- Escrito de 21 de noviembre de 2019 (nº registro de entrada 45433), que contiene los siguientes anexos:
  - o Anexo I.- "Estudio dosimétrico asociado a los resultados de medida del radón en el edificio 19 del Ciemat"
  - o Anexo II.- "Resultados del estudio previo de la concentración de radón en lugares de trabajo del Ciemat"
  - o Anexo III.- "Tabla resultado del estudio de la exposición al radón en las dependencias del Ciemat"

La inspección tuvo por objeto verificar el cumplimiento de la reglamentación y normativa en materia de exposición al radón en los lugares de trabajo: concentraciones de radón en las instalaciones, dosis a los trabajadores y medidas de protección



radiológica aplicadas. La inspección se desarrolló de acuerdo con la Agenda que figura en el Anexo I de esta acta, la cual había sido remitida previamente al Titular.

La inspección fue recibida por los siguientes representantes de Ciemat, que asistieron, total o parcialmente, a la inspección:

- Dña. . Subdirectora General de Seguridad y Mejora de las Instalaciones.
- Dña. . Jefa de la Unidad de Seguridad Radiológica y Licenciamiento.
- D. . Jefe de la Unidad de Gestión de Residuos (UGR).
- Dña. . Jefa del Servicio de Protección Radiológica (SPR).
- Dña. . Subjefa del SPR.
- D. . Técnico Experto del SPR.
- D. . Técnico Experto del SPR.
- D. . Jefe de la División de Medio Ambiente Radiológico y Dosimetría de las Radiaciones.
- Dña. . Jefa del SPR.

Todos ellos manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la misma.

La Inspección puso de manifiesto que el acta que se levante, así como los comentarios recogidos en la tramitación de la misma, tendrán la consideración de documentos públicos y podrán ser publicados de oficio, o a instancia de cualquier persona física o jurídica. Lo que se notifica a los efectos de que el Titular exprese qué información o documentación aportada durante la inspección podría no ser publicable por su carácter confidencial o restringido.

De las comprobaciones documentales y visuales realizadas por la Inspección, así como de las manifestaciones de los representantes de Ciemat, resulta:

**En relación con la concentraciones de radón (Rn-222) en el edificio 19. Actuaciones adoptadas en relación con la protección radiológica de los trabajadores y estimación de dosis individuales:**

Además de las medidas de radón de corta duración hechas por los trabajadores y por el SPR del Ciemat, cuyos resultados se recogen en la documentación remitida al CSN por la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en abril de 2018, Ciemat ha tomado medidas durante más de un año completo en todas las dependencias del edificio 19. En cada una de ellas se han expuesto dos detectores de trazas, uno de y otro de (ambos laboratorios acreditados según la ISO/IEC 17025 para la medida de radón en el aire con detectores pasivos). A efectos de la estimación del



promedio anual de concentración de radón, los detectores se expusieron durante periodos consecutivos de tres meses, desde el 1 de junio de 2018 al 3 de junio de 2019, aunque se continuó tomando medidas durante un trimestre adicional. Según se refirió a la Inspección, Ciemat, además, colocó detectores pasivos de tipo electrete en algunas de las dependencias, a modo de control de calidad de sus propias medidas.

La Inspección solicitó y obtuvo copia de los informes de resultados proporcionados por los dos laboratorios ( : números de informe 18333, 18441, 19059, 19178, 19290; Ranova: números de informe 4846809, 4046811, 4846821, 4846812, 5450623), a partir de los cuales verificó que los valores reportados en estos son coherentes con las concentraciones de radón consignadas en los documentos remitidos por Ciemat al CSN.

Según manifestaron los representantes de Ciemat, al inicio de las medidas de larga duración, todos los trabajadores cuyos puestos de trabajo se encontraban en el edificio habían sido reubicados. Los únicos trabajadores que continúan accediendo a este de forma habitual son los usuarios del laboratorio 13, donde la concentración de radón (una vez instalada una ventana oscilobatiente que permite su ventilación) es inferior a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ .

Todos los accesos al edificio (con hora de entrada y de salida) se registran en una hoja, según el modelo entregado a la Inspección. Además, la Inspección pudo examinar las hojas rellenas correspondientes a distintos meses de 2019.

Los representantes de Ciemat informaron a la Inspección de que las medidas de radón se hicieron en condiciones de edificio cerrado (salvo para accesos puntuales y para el uso del laboratorio 13), y con el edificio calefactado. Estas condiciones fueron acordadas en el Comité Radón, un órgano integrado por el Presidente de Ciemat, la Jefa del Servicio de Protección Radiológica, el Jefe de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, así como por trabajadores del edificio 19 y por otros responsables orgánicos de Ciemat.

A partir de las medidas de un año completo, Ciemat ha estimado las dosis que se recibirían en cada estancia, utilizando para ello los coeficientes de dosis de la Publicación 137 Parte 3 de la ICRP y un factor de equilibrio  $F=0.4$ . Ciemat ha considerado, además, un tiempo de permanencia en el edificio de 1.500 h. Se informó a la Inspección de que este valor es una estimación realista, hecha por los trabajadores que tenían su puesto de trabajo en el edificio 19, y de que hay constancia de este acuerdo en un acta del Comité Radón, que fue solicitada por la Inspección. Verificada esta acta (ACTA-CRn-07-05-2019), de fecha 7 de mayo de 2019, se constata que dicho valor aparece recogido en el Anexo 3 sobre "Cálculo de dosis".

A pregunta de la Inspección, los representantes de Ciemat informaron de que, a efectos del cálculo retrospectivo de las dosis efectivas anuales que han podido recibir los trabajadores del edificio 19, no se ha valorado si la retirada de materiales residuales de



“El Montecillo” llevada a cabo durante las actuaciones asociadas al Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT (PIMIC) ha podido tener un efecto significativo de reducción en las concentraciones de radón en el edificio.

Según se informó a la Inspección, no se prevé dar ningún uso a futuro al edificio, excepto para el laboratorio 13 que continuará utilizándose, por lo que no se ha previsto acometer soluciones constructivas de mitigación.

**En relación con las campañas de medida de radón efectuadas en el resto de edificios del centro en respuesta en los escritos del CSN de referencia CSN/C/DPR/18/172 y CSN/C/DPR/CIE/19/57. Resultados y estimación de exposiciones:**

Ciemat ha efectuado medidas de la concentración de radón en el aire interior de las plantas bajas y/o sótanos de todos los edificios de su centro de Moncloa. Estas medidas han sido efectuadas con electretes E-PERM® por los técnicos superiores de la UGR y del SPR. Se llevó a cabo una primera campaña de medidas de corta duración (de unos 7 días), entre noviembre de 2017 y enero de 2018, y posteriormente, una segunda campaña, aún no finalizada, con medidas de un año completo.

Los representantes del titular manifestaron que en la realización de este estudio se ha seguido la Guía de Seguridad GS-11.4. La Inspección hizo constar que el protocolo recogido en esta Guía, en el caso de oficinas compartimentadas, consiste en colocar al menos un detector por despacho o habitación y que, además, la Guía especifica que los detectores deben permanecer expuestos durante un periodo de al menos tres meses, evitando la época estival. Sin embargo, solo se han colocado detectores en todas las habitaciones durante la campaña de medidas de corta duración. En la campaña de medidas de larga duración se han colocado detectores en 245 estancias (que incluyen todas aquellas en las que las medidas preliminares dieron resultados de concentración de radón —estimadas como LS— superiores a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ ).

Los representantes de Ciemat informaron de que la razón de efectuar la campaña de medidas de corta duración fue poder dar una respuesta rápida a los trabajadores de Ciemat sobre la concentración de radón existente en su puesto de trabajo, dada la inquietud que se había generado entre los trabajadores del centro. Asimismo, indicaron que en el informe final con los resultados de las medidas de radón que se remitirá al CSN una vez completadas las medidas de un año en todos los edificios, se incluirá una justificación de que la planificación del estudio llevado a cabo por Ciemat proporciona para cada uno de los edificios una fiabilidad equivalente a lo requerido en la Guía del CSN, y que, en caso necesario, se expondrán detectores adicionales.

En total, en la campaña inicial se hicieron medidas en 1087 dependencias de todos los edificios del centro (salvo en el 35, 67 y 79, que son casetas de toma de muestras y de



alta tensión). Durante esta primera fase de medidas se pidió a los trabajadores que desarrollaran su trabajo con la rutina habitual (de ventilación, uso de calefacción, etc.).

De las 1087 estancias medidas, 94 presentaron niveles de radón (LS) superiores a 300 Bq m<sup>-3</sup>. De estas, 19 presentaron concentraciones superiores a 600 Bq m<sup>-3</sup> (en los edificios 19, 2, 4, 11, 12, 26, 18, 23, 42, 58 y 87) y 7 concentraciones superiores a 1000 Bq m<sup>-3</sup> (en los edificios 1, 19 y 42).

Para la segunda fase del estudio, se seleccionaron un total de 245 dependencias, incluyendo, además de aquellas en las que se había obtenido un valor LS>300 Bq m<sup>-3</sup>, al menos dos dependencias adicionales por edificio, seleccionando aquellas que, aun no cumpliendo el criterio anterior, hubieran presentado los valores más elevados dentro del edificio. En esta fase, las medidas se han hecho (o continúan haciéndose en algunos edificios), con periodos de exposición de un mes, hasta cubrir un año completo.

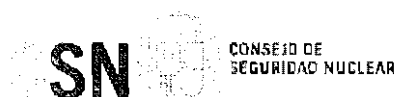
En la segunda fase, a los ocupantes de las estancias en las que, en la campaña inicial se habían medido concentraciones de radón superiores a los 300 Bq m<sup>-3</sup>, se les recomendó ventilar, siempre que fuera posible, durante 15-20 minutos a primera hora y a mediodía. Estas recomendaciones se recogen en el documento "Actuaciones en la organización de las medidas de radón y de valoración de la acciones de remedio en caso de niveles por encima de 300 Bq m<sup>-3</sup>", del cual se entregó copia a la Inspección. Según se comunicó a la Inspección, durante el periodo de medida se llevaron a cabo además obras de mitigación de tipo constructivo en algunos edificios, circunstancia que figura, junto con el mes de ejecución, en el documento remitido por Ciemat al CSN en noviembre de 2019 (Anexo III).

Este documento incluye el resumen de resultados correspondientes a las 100 dependencias en las que, a fecha de su envío, habían finalizado las medidas de un año. En todas estas dependencias se han obtenido valores del promedio de la concentración anual (LS) superiores a 300 Bq m<sup>-3</sup>.

Excluyendo las ubicadas en el edificio 19, en 5 se obtienen valores superiores a 600 Bq m<sup>-3</sup>, siendo este el nivel de referencia establecido en la Instrucción IS-33 del CSN. No obstante, en todas estas estancias los factores de permanencia son bajos (inferiores a 0.05 en todos los casos).

Según se informó a la Inspección, los factores de permanencia han sido estimados, bien mediante control de firmas, bien a partir de los datos proporcionados por los responsables de las Unidad de la cual dependen los trabajadores.

Las medidas de radón han sido efectuadas siguiendo el procedimiento "Determinación in situ de la concentración promedio de radón en aire interiores mediante el sistema pasivo E-PERM®", del cual se entregó copia a la inspección. Este procedimiento sigue la norma ISO 11665-4, y en él se detallan además los controles de aseguramiento de la



calidad efectuados. La Inspección solicitó copia de los últimos certificados de calibración y de los informes de participación en ejercicios de intercomparación. Se le entregó copia del certificado de calibración del lector del sistema E-PERM® del año 2018, emitido por Rad Elec Inc y de los certificados de calibración de los electretes de los años 2018 y 2019, emitidos por [redacted], así como de un informe de intercomparación de [redacted] "Intercomparison of indoor radón and geogenic radón measurements under field conditions", con fecha febrero de 2019, en la que Ciemat participó con resultados satisfactorios.

**En relación con las medidas de protección radiológica de los trabajadores. Acciones correctoras. Información y formación de los trabajadores:**

Los representantes del Ciemat expusieron que, más allá del protocolo de ventilación mencionado en el punto anterior, las acciones de remedio que se han tomado, consisten en:

- Medidas administrativas, consistentes en desocupar aquellas estancias con concentraciones superiores a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ , o en su defecto, en disminuir las horas de ocupación de las mismas.
- Medidas constructivas, que abarcan desde la instalación de ventanas oscilobatientes, y la puesta en marcha de sistemas de ventilación en desuso, al sellado de arquetas o a la ventilación (pasiva) de los forjados sanitarios de los edificios.

Los representantes del Ciemat manifestaron que la Dirección del centro ha decidido reubicar a todos los trabajadores en cuyo despacho haya concentraciones de radón superiores en promedio anual a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$  (o bien que deban trabajar en dependencias en las que su exposición al radón sea superior a la que se recibiría a tiempo completo en una estancia con una concentración de radón de  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ ).

Asimismo, informaron de que, teniendo en cuenta las medidas de larga duración efectuadas hasta la fecha de la inspección, quedan en esta situación dos personas en el edificio 23, a los que la Dirección ha transmitido que deberán en breve desalojar sus despachos, o bien reducir la permanencia en los mismos. También señalan que en un despacho/laboratorio ocupado del edificio 42, en el que las medidas de larga duración venían dando valores inferiores a  $300 \text{ Bq/m}^3$ , se han registrado valores muy elevados en los últimos meses. La razón de las bajas concentraciones medidas en el periodo anterior se debía a que los trabajadores, a fin de reducir la concentración de radón, mantenían abiertas las ventanas y la puerta durante la mayor parte de su permanencia en el despacho, teniendo que trabajar con unas condiciones térmicas muy malas en invierno. Según consta en la documentación enviada a la Inspección en esta dependencia, el valor



de concentración de radón obtenido en la campaña inicial fue de  $664 \text{ Bq m}^{-3}$ . La Inspección solicitó los datos de las medidas mensuales disponibles hasta la fecha. Se facilitaron diez lecturas mensuales, que varían desde  $28 \text{ Bq m}^{-3}$  en julio de 2019 a  $3569 \text{ Bq m}^{-3}$ , correspondientes al mes de noviembre.

En cuanto a la información proporcionada por Ciemat a sus trabajadores en relación con las concentraciones de radón en el centro, a los riesgos asociados y a las medidas de protección y mitigación posibles, se han realizado dos jornadas informativas, así como un curso de formación, abierto a todo el personal. Este curso ha sido organizado por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales a petición del Comité de Radón.

Además, los resultados de las medidas de radón se publican mensualmente en la web interna del Ciemat.

#### **En relación con la gestión y archivo de la documentación:**

Los representantes del Ciemat informaron a la Inspección de que toda la documentación generada está ahora archivada en el sistema documental centralizado del Ciemat. En este recurso compartido están todas las medidas realizadas así como los datos de ocupación del personal necesarios para poder calcular exposiciones o dosis.

#### **En relación con la campaña de medidas de exhalación de radón y medidas de radón en suelos efectuadas en respuesta a los escritos del CSN. Resultados e interpretación en relación con el término fuente:**

Atendiendo al escrito del CSN de julio de 2018, en el que se pedían tomar medidas de exhalación de radón del terreno y/o de concentración de radón en el aire del suelo en el entorno de los edificios que presentasen concentraciones elevadas de radón en el aire interior, se han hecho medidas en torno al edificio 19 y al edificio 23, tanto de exhalación como de concentración de radón en el gas del suelo, durante el verano de 2019. Además se han tomado catas y sondeos en diversos puntos del entorno de estos edificios, así como en el interior del edificio 19, y en la proximidad de los edificios 2, 4, 18, 37 y 42, para analizar el contenido de Ra-226 de las muestras.

Ciemat manifestó que una vez obtenidos todos los resultados se elaborará un informe en relación con el origen de las concentraciones elevadas de radón (en qué medida es debida al terreno natural o procede de los residuos presentes en el emplazamiento).

Según expusieron los representantes de Ciemat, el número y disposición de los puntos de medida ha venido condicionada por la topografía del terreno y por la escasez de terreno natural sin asfaltar en el entorno de los edificios estudiados.



Las medidas de concentración de radón en el aire del terreno han sido tomadas por el . Estas medidas son trazables a los terrenos de referencia de la Republica Checa. La Inspección hace constar que, según los datos de los que dispone el CSN en distintos terrenos en toda España, los resultados obtenidos en el entorno del edificio 19 son claramente superiores a las típicas de un suelo natural (en torno a casi un factor 10 en la mayoría de los puntos y hasta de un factor 100 en un punto situado sobre el terraplén de la parte trasera del edificio), mientras que las medidas en el entorno del edificio 23 están en el rango de los valores característicos de suelos en zonas con potencial de radón medio/alto.

Los valores de exhalación fueron medidos por el SPR del Ciemat siguiendo la norma ISO 11665-11. Estas medidas fueron llevadas a cabo con un AlphaGuard, de cuyo último certificado de radón, con fecha de octubre 2018, se entregó copia a la inspección. No se han efectuado controles de calidad externos de las medidas (participación en intercomparaciones, calibración en un terreno de referencia). La Inspección pone de manifiesto que los resultados reportados son anómalamente altos en comparación con lo que sería esperable para el emplazamiento y en relación con las medidas de radón en el gas del suelo. Los representantes de Ciemat informan de que tienen previsto llevar a cabo determinaciones alternativas de control de sus medidas de exhalación.

#### **En relación con la ronda de inspección:**

El día 12 de diciembre la Inspección acompañada de los representantes del Ciemat realizó una ronda recorriendo distintas dependencias de los edificios 19 y 23 y su entorno. Se visitó también el despacho en la primera planta del edificio 1 en el que se registran las concentraciones más elevadas de radón del edificio 1, pudiendo constatarse que en estos momentos el despacho está desalojado.

Durante la ronda se inspeccionaron visualmente las actuaciones de mitigación ejecutadas en el edificio 23 (ver fotografía 1, Anexo 4). También se visitaron los despachos de este que continúan presentando concentraciones de radón en aire superiores a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ . En ambos había monitores de medida de radón en continuo, en funcionamiento, así como electretes.

Los representantes de Ciemat mostraron a la Inspección la localización de los sondeos realizados en el exterior de los edificios 23 y 19, así como los puntos donde se ha medido la tasa de exhalación y la concentración de radón en suelo. Se visitó además el almacén en el que se encuentran las cajas con los testigos obtenidos en los sondeos, perfectamente etiquetados para su traslado y medida en los laboratorios.

Se constató que el edificio 19 permanece cerrado y las llaves están en poder de los vigilantes del centro. Los accesos y salidas se registran en una hoja que se encuentra en





el laboratorio E19.P0.13. Esta es la única dependencia a la que acceden los trabajadores. Tiene acceso directo e independiente al resto del edificio. Se observó también la ventana oscilobatiente instalada en la puerta de acceso, que según se indicó a la Inspección se mantiene abierta cuando hay trabajadores.

En el interior del edificio, la Inspección pudo observar los puntos donde se realizó la excavación para la toma de medidas y muestras en el interior del edificio 19 (ver fotografía 2, Anexo 4).

El día 13 de diciembre la Inspección, acompañada de un representante del Ciemat, instaló un medidor para la medida de la concentración de los descendientes de radón en aire en el laboratorio 13. También instaló un monitor de medida de radón en continuo, modelo AlphaE, en la dependencia E42.S1.19a del edificio 42. En el Anexo 2 se presentan los resultados obtenidos con ambos monitores, cuyos certificados de calibración se incluyen en el Anexo 3.

El día 16 de diciembre, la Inspección, acompañada un representante del Ciemat, recogió los dos monitores. También se visitó el despacho/laboratorio E42.S1.09, comprobándose que está ocupado por dos trabajadores. En la sala, además de un detector tipo electrete, se pudo observar un monitor de radón modelo AlphaGuard, dotado de una pantalla para visualización gráfica de resultados. En el momento de la inspección (aproximadamente a las 11:00 h) la concentración de radón mostrada era de unos 700 Bq m<sup>-3</sup>. Los trabajadores informaron a la Inspección de que su rutina habitual actual consiste en ventilar a su llegada al despacho (07:00 h), estableciendo corriente, durante aproximadamente una hora, tiempo durante el cual abandonan la sala. A mediodía repiten esta secuencia de ventilación. Manifestaron también estar a la espera de que el Servicio de Obras de Ciemat ejecute algún tipo de remedio, lo cual confirmó el representante del Ciemat, apuntando que posiblemente se haga en el mes de enero y que la causa más probable de los altos niveles de radón es la entrada advectiva a través de una arqueta y unas penetraciones con conducciones eléctricas.

La Inspección mantuvo una reunión de cierre con los representantes del Ciemat en la en la que se repasaron los aspectos más significativos encontrados durante la inspección.

Por parte de los representantes del Ciemat se dieron todas las facilidades posibles para la realización de la inspección.

A el fin de que quede constancia de cuanto antecede, y a los efectos que señalan la Ley 15/1980, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear y el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, se levanta y suscribe la presente



ACTA por duplicado, en Madrid y en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear a 23 de enero de dos mil veinte.

INSPECTORA

INSPECTORA

---

TRÁMITE: En virtud de las competencias legalmente atribuidas al CSN (artículo 2.g) de la Ley 15/1980, de 22 de abril y artículo 65 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, se invita a un representante autorizado del Ciemat, para que con su firma, lugar y fecha, manifieste su conformidad o reparos al contenido del ACTA.



Pedro Justo Dorado Deltmans, 11, 28040 Madrid  
Tel.: 91 346 01 00  
Fax: 91 346 05 88  
[www.csn.es](http://www.csn.es)

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 1

## **ANEXO 1**

### **Agenda de inspección**

## *SUBDIRECCIÓN DE PROTECCION RADIOLOGICA AMBIENTAL*

### AGENDA DE INSPECCIÓN

**INSTALACIÓN:** Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Centro de Moncloa, Madrid.

**INSPECTORAS:**

**FECHAS PREVISTAS:** 12 de diciembre de 2019

**OBJETO:** Verificar el cumplimiento de los artículos 62 y 63 del Título VII del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, y de la Instrucción IS-33 del CSN en relación con la exposición al radón de los trabajadores del Centro de Moncloa.

**DESARROLLO:**

1. Concentraciones de radón (Rn-222) en el edificio 19. Actuaciones adoptadas en relación con la protección radiológica de los trabajadores y estimación de dosis individuales.
2. Campañas de medida de radón efectuadas en el resto de edificios del centro en respuesta en los escritos del CSN de referencia CSN/C/DPR/18/172 y CSN/C/DPR/CIE/19/57. Resultados y estimación de exposiciones.
3. Campaña de medidas de exhalación de radón y medidas de radón en suelos efectuadas en respuesta a los escritos del CSN. Resultados e interpretación en relación con el término fuente.
4. Medidas de protección radiológica de los trabajadores. Acciones correctoras. Información y formación de los trabajadores.
5. Gestión y archivo de la documentación.
6. Ronda de inspección

## **ANEXO 2**

**Valores de concentración de radón medidos por la Inspección en las  
dependencias del Ciemat**



**Medidas de concentración en el aire de la energía alfa potencial realizadas del día 13 al 16 de diciembre de 2019 en el laboratorio E19.P0.13**

| Fecha/Hora       | PAEC<br>nJm <sup>-3</sup> | Error<br>% |
|------------------|---------------------------|------------|
| 13/12/2019 14:10 | 9                         | 34         |
| 13/12/2019 14:30 | 4                         | 58         |
| 13/12/2019 14:50 | 8                         | 38         |
| 13/12/2019 15:10 | 10                        | 32         |
| 13/12/2019 15:30 | 8                         | 38         |
| 13/12/2019 15:50 | 9                         | 35         |
| 13/12/2019 16:10 | 8                         | 38         |
| 13/12/2019 16:30 | 9                         | 35         |
| 13/12/2019 16:50 | 9                         | 36         |
| 13/12/2019 17:10 | 12                        | 33         |
| 13/12/2019 17:30 | 8                         | 39         |
| 13/12/2019 17:50 | 9                         | 36         |
| 13/12/2019 18:10 | 11                        | 33         |
| 13/12/2019 18:30 | 9                         | 36         |
| 13/12/2019 18:50 | 12                        | 32         |
| 13/12/2019 19:10 | 12                        | 32         |
| 13/12/2019 19:30 | 13                        | 29         |
| 13/12/2019 19:50 | 9                         | 38         |
| 13/12/2019 20:10 | 9                         | 36         |
| 13/12/2019 20:30 | 10                        | 34         |
| 13/12/2019 20:50 | 8                         | 38         |
| 13/12/2019 21:10 | 1                         | 100        |
| 13/12/2019 21:30 | 7                         | 42         |
| 13/12/2019 21:50 | 7                         | 41         |
| 13/12/2019 22:10 | 17                        | 26         |
| 13/12/2019 22:30 | 9                         | 35         |
| 13/12/2019 22:50 | 14                        | 31         |
| 13/12/2019 23:10 | 12                        | 32         |
| 13/12/2019 23:30 | 9                         | 35         |
| 13/12/2019 23:50 | 14                        | 29         |
| 14/12/2019 0:10  | 22                        | 23         |
| 14/12/2019 0:30  | 19                        | 25         |
| 14/12/2019 0:50  | 21                        | 25         |
| 14/12/2019 1:10  | 31                        | 20         |
| 14/12/2019 1:30  | 31                        | 19         |
| 14/12/2019 1:50  | 34                        | 19         |
| 14/12/2019 2:10  | 28                        | 21         |
| 14/12/2019 2:30  | 21                        | 24         |
| 14/12/2019 2:50  | 33                        | 18         |
| 14/12/2019 3:10  | 40                        | 17         |
| 14/12/2019 3:30  | 38                        | 18         |



| Fecha/Hora       | PAEC<br>$n/m^3$ | Error<br>% |
|------------------|-----------------|------------|
| 14/12/2019 3:50  | 24              | 23         |
| 14/12/2019 4:10  | 35              | 18         |
| 14/12/2019 4:30  | 37              | 18         |
| 14/12/2019 4:50  | 19              | 25         |
| 14/12/2019 5:10  | 30              | 20         |
| 14/12/2019 5:30  | 21              | 24         |
| 14/12/2019 5:50  | 29              | 20         |
| 14/12/2019 6:10  | 18              | 26         |
| 14/12/2019 6:30  | 32              | 19         |
| 14/12/2019 6:50  | 27              | 21         |
| 14/12/2019 7:10  | 31              | 20         |
| 14/12/2019 7:30  | 30              | 20         |
| 14/12/2019 7:50  | 25              | 22         |
| 14/12/2019 8:10  | 29              | 20         |
| 14/12/2019 8:30  | 30              | 20         |
| 14/12/2019 8:50  | 32              | 19         |
| 14/12/2019 9:10  | 25              | 22         |
| 14/12/2019 9:30  | 25              | 21         |
| 14/12/2019 9:50  | 19              | 25         |
| 14/12/2019 10:10 | 16              | 27         |
| 14/12/2019 10:30 | 19              | 25         |
| 14/12/2019 10:50 | 30              | 21         |
| 14/12/2019 11:10 | 27              | 21         |
| 14/12/2019 11:30 | 46              | 16         |
| 14/12/2019 11:50 | 28              | 21         |
| 14/12/2019 12:10 | 33              | 19         |
| 14/12/2019 12:30 | 21              | 24         |
| 14/12/2019 12:50 | 27              | 21         |
| 14/12/2019 13:10 | 29              | 21         |
| 14/12/2019 13:30 | 18              | 26         |
| 14/12/2019 13:50 | 33              | 19         |
| 14/12/2019 14:10 | 38              | 18         |
| 14/12/2019 14:30 | 32              | 19         |
| 14/12/2019 14:50 | 26              | 23         |
| 14/12/2019 15:10 | 31              | 19         |
| 14/12/2019 15:30 | 34              | 18         |
| 14/12/2019 15:50 | 18              | 27         |
| 14/12/2019 16:10 | 23              | 22         |
| 14/12/2019 16:30 | 35              | 18         |
| 14/12/2019 16:50 | 30              | 20         |
| 14/12/2019 17:10 | 30              | 20         |
| 14/12/2019 17:30 | 32              | 19         |
| 14/12/2019 17:50 | 35              | 18         |

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 2



| Fecha/Hora       | PAEC<br>nJ/m <sup>3</sup> | Error<br>% |
|------------------|---------------------------|------------|
| 14/12/2019 18:10 | 28                        | 21         |
| 14/12/2019 18:30 | 31                        | 19         |
| 14/12/2019 18:50 | 30                        | 20         |
| 14/12/2019 19:10 | 37                        | 18         |
| 14/12/2019 19:30 | 36                        | 18         |
| 14/12/2019 19:50 | 42                        | 17         |
| 14/12/2019 20:10 | 48                        | 16         |
| 14/12/2019 20:30 | 46                        | 16         |
| 14/12/2019 20:50 | 67                        | 13         |
| 14/12/2019 21:10 | 54                        | 14         |
| 14/12/2019 21:30 | 54                        | 15         |
| 14/12/2019 21:50 | 60                        | 14         |
| 14/12/2019 22:10 | 66                        | 14         |
| 14/12/2019 22:30 | 80                        | 12         |
| 14/12/2019 22:50 | 59                        | 14         |
| 14/12/2019 23:10 | 58                        | 14         |
| 14/12/2019 23:30 | 71                        | 13         |
| 14/12/2019 23:50 | 81                        | 12         |
| 15/12/2019 0:10  | 69                        | 13         |
| 15/12/2019 0:30  | 80                        | 12         |
| 15/12/2019 0:50  | 105                       | 11         |
| 15/12/2019 1:10  | 74                        | 13         |
| 15/12/2019 1:30  | 101                       | 11         |
| 15/12/2019 1:50  | 67                        | 13         |
| 15/12/2019 2:10  | 105                       | 11         |
| 15/12/2019 2:30  | 82                        | 12         |
| 15/12/2019 2:50  | 110                       | 10         |
| 15/12/2019 3:10  | 75                        | 13         |
| 15/12/2019 3:30  | 96                        | 11         |
| 15/12/2019 3:50  | 113                       | 10         |
| 15/12/2019 4:10  | 89                        | 12         |
| 15/12/2019 4:30  | 107                       | 11         |
| 15/12/2019 4:50  | 107                       | 11         |
| 15/12/2019 5:10  | 101                       | 11         |
| 15/12/2019 5:30  | 88                        | 12         |
| 15/12/2019 5:50  | 117                       | 10         |
| 15/12/2019 6:10  | 144                       | 9          |
| 15/12/2019 6:30  | 127                       | 10         |
| 15/12/2019 6:50  | 135                       | 9          |
| 15/12/2019 7:10  | 117                       | 10         |
| 15/12/2019 7:30  | 151                       | 9          |
| 15/12/2019 7:50  | 134                       | 9          |
| 15/12/2019 8:10  | 127                       | 10         |





| Fecha/Hora       | PAEC<br>nJm <sup>-3</sup> | Error<br>% |
|------------------|---------------------------|------------|
| 15/12/2019 8:30  | 122                       | 10         |
| 15/12/2019 8:50  | 150                       | 9          |
| 15/12/2019 9:10  | 140                       | 9          |
| 15/12/2019 9:30  | 131                       | 10         |
| 15/12/2019 9:50  | 137                       | 9          |
| 15/12/2019 10:10 | 146                       | 9          |
| 15/12/2019 10:30 | 137                       | 9          |
| 15/12/2019 10:50 | 142                       | 9          |
| 15/12/2019 11:10 | 151                       | 9          |
| 15/12/2019 11:30 | 130                       | 10         |
| 15/12/2019 11:50 | 120                       | 10         |
| 15/12/2019 12:10 | 105                       | 11         |
| 15/12/2019 12:30 | 125                       | 10         |
| 15/12/2019 12:50 | 115                       | 10         |
| 15/12/2019 13:10 | 99                        | 11         |
| 15/12/2019 13:30 | 100                       | 11         |
| 15/12/2019 13:50 | 68                        | 13         |
| 15/12/2019 14:10 | 66                        | 14         |
| 15/12/2019 14:30 | 72                        | 13         |
| 15/12/2019 14:50 | 73                        | 13         |
| 15/12/2019 15:10 | 61                        | 14         |
| 15/12/2019 15:30 | 58                        | 14         |
| 15/12/2019 15:50 | 54                        | 15         |
| 15/12/2019 16:10 | 61                        | 14         |
| 15/12/2019 16:30 | 60                        | 15         |
| 15/12/2019 16:50 | 54                        | 15         |
| 15/12/2019 17:10 | 77                        | 12         |
| 15/12/2019 17:30 | 58                        | 14         |
| 15/12/2019 17:50 | 63                        | 14         |
| 15/12/2019 18:10 | 77                        | 13         |
| 15/12/2019 18:30 | 74                        | 13         |



**Medidas de concentración en el aire de Rn-222 realizadas del día 13 al 16 de diciembre de 2019 en la dependencia E42.S1.19a**

| Día/Hora         | Concentración de Rn-222<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) | Incertidumbre 1σ<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 13/12/2019 14:44 | 69                                               | 54                                        |
| 13/12/2019 15:04 | 91                                               | 49                                        |
| 13/12/2019 15:24 | 76                                               | 41                                        |
| 13/12/2019 15:44 | 78                                               | 37                                        |
| 13/12/2019 16:04 | 68                                               | 32                                        |
| 13/12/2019 16:24 | 83                                               | 34                                        |
| 13/12/2019 16:44 | 73                                               | 33                                        |
| 13/12/2019 17:04 | 64                                               | 32                                        |
| 13/12/2019 17:24 | 68                                               | 32                                        |
| 13/12/2019 17:44 | 81                                               | 34                                        |
| 13/12/2019 18:04 | 104                                              | 35                                        |
| 13/12/2019 18:24 | 102                                              | 35                                        |
| 13/12/2019 18:44 | 101                                              | 35                                        |
| 13/12/2019 19:04 | 122                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 19:24 | 118                                              | 36                                        |
| 13/12/2019 19:44 | 114                                              | 36                                        |
| 13/12/2019 20:04 | 111                                              | 36                                        |
| 13/12/2019 20:24 | 120                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 20:44 | 128                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 21:04 | 134                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 21:24 | 129                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 21:44 | 136                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 22:04 | 153                                              | 38                                        |
| 13/12/2019 22:24 | 135                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 22:44 | 119                                              | 36                                        |
| 13/12/2019 23:04 | 126                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 23:24 | 122                                              | 37                                        |
| 13/12/2019 23:44 | 118                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 0:04  | 104                                              | 35                                        |
| 14/12/2019 0:24  | 113                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 0:44  | 122                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 1:04  | 119                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 1:24  | 128                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 1:44  | 112                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 2:04  | 110                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 2:24  | 131                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 2:44  | 137                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 3:04  | 154                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 3:24  | 147                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 3:44  | 162                                              | 39                                        |

| Día/Hora         | Concentración de Rn-222<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) | Incertidumbre 1σ<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 14/12/2019 4:04  | 142                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 4:24  | 148                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 4:44  | 151                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 5:04  | 144                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 5:24  | 138                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 5:44  | 121                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 6:04  | 118                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 6:24  | 114                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 6:44  | 111                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 7:04  | 109                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 7:24  | 117                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 7:44  | 113                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 8:04  | 122                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 8:24  | 118                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 8:44  | 138                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 9:04  | 155                                              | 39                                        |
| 14/12/2019 9:24  | 136                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 9:44  | 142                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 10:04 | 125                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 10:24 | 153                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 10:44 | 134                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 11:04 | 118                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 11:24 | 136                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 11:44 | 131                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 12:04 | 147                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 12:24 | 130                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 12:44 | 126                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 13:04 | 122                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 13:24 | 118                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 13:44 | 115                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 14:04 | 112                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 14:24 | 109                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 14:44 | 107                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 15:04 | 105                                              | 35                                        |
| 14/12/2019 15:24 | 92                                               | 35                                        |
| 14/12/2019 15:44 | 93                                               | 34                                        |
| 14/12/2019 16:04 | 103                                              | 35                                        |
| 14/12/2019 16:24 | 113                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 16:44 | 122                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 17:04 | 107                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 17:24 | 94                                               | 35                                        |
| 14/12/2019 17:44 | 94                                               | 35                                        |
| 14/12/2019 18:04 | 115                                              | 36                                        |



| Día/Hora         | Concentración de Rn-222<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) | Incertidumbre 1σ<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 14/12/2019 18:24 | 113                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 18:44 | 110                                              | 35                                        |
| 14/12/2019 19:04 | 108                                              | 36                                        |
| 14/12/2019 19:24 | 129                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 19:44 | 158                                              | 39                                        |
| 14/12/2019 20:04 | 139                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 20:24 | 133                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 20:44 | 139                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 21:04 | 154                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 21:24 | 159                                              | 39                                        |
| 14/12/2019 21:44 | 139                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 22:04 | 155                                              | 39                                        |
| 14/12/2019 22:24 | 136                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 22:44 | 143                                              | 38                                        |
| 14/12/2019 23:04 | 126                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 23:24 | 133                                              | 37                                        |
| 14/12/2019 23:44 | 139                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 0:04  | 122                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 0:24  | 128                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 0:44  | 157                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 1:04  | 149                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 1:24  | 143                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 1:44  | 158                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 2:04  | 160                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 2:24  | 151                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 2:44  | 155                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 3:04  | 159                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 3:24  | 195                                              | 41                                        |
| 15/12/2019 3:44  | 182                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 4:04  | 171                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 4:24  | 184                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 4:44  | 183                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 5:04  | 172                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 5:24  | 162                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 5:44  | 153                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 6:04  | 156                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 6:24  | 171                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 6:44  | 162                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 7:04  | 164                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 7:24  | 166                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 7:44  | 181                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 8:04  | 159                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 8:24  | 173                                              | 39                                        |

| Día/Hora         | Concentración de Rn-222<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) | Incertidumbre 1σ<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 15/12/2019 8:44  | 185                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 9:04  | 196                                              | 41                                        |
| 15/12/2019 9:24  | 183                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 9:44  | 173                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 10:04 | 173                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 10:24 | 198                                              | 41                                        |
| 15/12/2019 10:44 | 208                                              | 42                                        |
| 15/12/2019 11:04 | 182                                              | 40                                        |
| 15/12/2019 11:24 | 171                                              | 39                                        |
| 15/12/2019 11:44 | 150                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 12:04 | 132                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 12:24 | 116                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 12:44 | 113                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 13:04 | 99                                               | 35                                        |
| 15/12/2019 13:24 | 98                                               | 35                                        |
| 15/12/2019 13:44 | 86                                               | 34                                        |
| 15/12/2019 14:04 | 87                                               | 34                                        |
| 15/12/2019 14:24 | 88                                               | 34                                        |
| 15/12/2019 14:44 | 88                                               | 34                                        |
| 15/12/2019 15:04 | 120                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 15:24 | 116                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 15:44 | 114                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 16:04 | 100                                              | 35                                        |
| 15/12/2019 16:24 | 110                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 16:44 | 108                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 17:04 | 106                                              | 35                                        |
| 15/12/2019 17:24 | 104                                              | 35                                        |
| 15/12/2019 17:44 | 113                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 18:04 | 121                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 18:24 | 107                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 18:44 | 105                                              | 35                                        |
| 15/12/2019 19:04 | 104                                              | 35                                        |
| 15/12/2019 19:24 | 112                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 19:44 | 110                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 20:04 | 96                                               | 35                                        |
| 15/12/2019 20:24 | 96                                               | 35                                        |
| 15/12/2019 20:44 | 107                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 21:04 | 139                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 21:24 | 133                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 21:44 | 150                                              | 38                                        |
| 15/12/2019 22:04 | 131                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 22:24 | 126                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 22:44 | 122                                              | 37                                        |



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

| Día/Hora         | Concentración de Rn-222<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) | Incertidumbre 1σ<br>(Bq m <sup>-3</sup> ) |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 15/12/2019 23:04 | 118                                              | 36                                        |
| 15/12/2019 23:24 | 125                                              | 37                                        |
| 15/12/2019 23:44 | 121                                              | 36                                        |
| 16/12/2019 0:04  | 140                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 0:24  | 134                                              | 37                                        |
| 16/12/2019 0:44  | 118                                              | 36                                        |
| 16/12/2019 1:04  | 125                                              | 37                                        |
| 16/12/2019 1:24  | 121                                              | 36                                        |
| 16/12/2019 1:44  | 117                                              | 36                                        |
| 16/12/2019 2:04  | 159                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 2:24  | 150                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 2:44  | 142                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 3:04  | 147                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 3:24  | 162                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 3:44  | 153                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 4:04  | 134                                              | 37                                        |
| 16/12/2019 4:24  | 140                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 4:44  | 168                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 5:04  | 148                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 5:24  | 163                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 5:44  | 177                                              | 40                                        |
| 16/12/2019 6:04  | 167                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 6:24  | 189                                              | 40                                        |
| 16/12/2019 6:44  | 178                                              | 40                                        |
| 16/12/2019 7:04  | 178                                              | 40                                        |
| 16/12/2019 7:24  | 167                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 7:44  | 202                                              | 42                                        |
| 16/12/2019 8:04  | 188                                              | 40                                        |
| 16/12/2019 8:24  | 166                                              | 39                                        |
| 16/12/2019 8:44  | 146                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 9:04  | 139                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 9:24  | 155                                              | 38                                        |
| 16/12/2019 9:44  | 136                                              | 37                                        |

Pedro Justo Dorado Delimans, 11 28040 Madrid  
Tel.: 91 346 01 00  
Fax: 91 346 05 88  
[www.csn.es](http://www.csn.es)



CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 3

### **ANEXO 3**

**Certificados de calibración de los equipos de medida**



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
*Certificate of Calibration*

Número 04/04

Página 1 de 5 páginas  
*Page 1 of 5 pages*

---

LABORATORIO DE ESTUDIOS DEL RADÓN

---

REFERENCIA: LER180720\_CSN

INSTRUMENTO  
*Instrument*

AlphaE

FABRICANTE  
*Manufacturer*

MODELO  
*Model*

NÚMERO DE SERIE  
*Serial Number*

PETICIONARIO  
*Customer*

, Consejo de Seguridad Nuclear,  
Calle Pedro Justo Dorado Delmans, 11  
28040, Madrid

FECHAS DE CALIBRACIÓN  
*Date of calibration*

20/09/2018

---

Este certificado no podrá ser parcialmente reproducido sin la aprobación por escrito del Laboratorio que lo emite.  
*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.*

---



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
*Certificate of Calibration*

Número 04/04

Página 2 de 5 páginas  
*Page of pages*

1. **MAGNITUD MEDIDA**

Magnitud radiológica en unidades de actividad volumétrica de radón en aire, Bq m<sup>-3</sup>.

2. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Comparación de la media de las medidas del equipo expuesto ( $C_{eq}$ ) con la media de las medidas obtenidas con el equipo de referencia ( $C_{ref}$ ) de la magnitud radiológica en la cámara de radón (20 m<sup>3</sup>) bajo condiciones ambientales estables.

3. **VALOR DE REFERENCIA**

El equipo de referencia de medida de la concentración de radón es un monitor Atmos 12 DPX (Gammatdata Instrument AB), número de serie ATM226. La trazabilidad de la magnitud medida está referida al (Certificado de calibración n. SSM2018-2074-S) con una incertidumbre expandida ( $k=2$ ) del 7,1 %. Los procedimientos utilizados son LC004, L4C003, L4T003, L4T006, L4T007.

4. **INCERTIDUMBRE DE MEDIDA**

Las medidas obtenidas con el equipo de referencia y el equipo objeto de calibración (equipo cliente) se han comparado utilizando la técnica de ajuste lineal por mínimos cuadrados, estimando las variancias residuales de las medidas del equipo de referencia ( $S^2_{ref}$ ) y del equipo cliente ( $S^2_{eq}$ ). La incertidumbre total del equipo de referencia ( $U_{ref}$ ) y la del factor de calibración ( $U_{cal}$ ) se han evaluado, de acuerdo con la publicación 'Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement' (JCGM 100), utilizando la teoría de propagación de errores con un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

---

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 3



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número 04/04

Página 3 de 5 páginas

*Page of pages*

### 5. EJECUCIÓN Y RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

#### 5.1 Condiciones de la exposición

Condiciones generales de las exposiciones

Periodo de medida

20/09/2018 00:00

20/09/2018 12:00

Condiciones ambientales en la calibración ( $k=2$ )

| Temperatura<br>(°C) | Humedad relativa<br>(%) | Presión atmosférica<br>(hPa) |
|---------------------|-------------------------|------------------------------|
|---------------------|-------------------------|------------------------------|

24 ± 3

48 ± 5

1015-1018\*

\* Valores disponibles para la ciudad de Barcelona en las fechas de calibración en la página de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
*Certificate of Calibration*

Número 04/04

Página 4 de 5 páginas  
*Page of pages*

**5.2 Resultados de la calibración**

Resultados (obtenidos por el equipo cliente)

Media  $C_{eq}$  =  
Error estándar de estimación ( $S_{eq}$ ) =  
Número de datos ( $n_{eq}$ ) = 36  
Tiempo de adquisición por medida =

Resultados Referencia Laboratorio

Media  $C_{ref}$  =  
Error estándar de estimación ( $S_{ref}$ ) =  
Número de datos ( $n_{ref}$ ) = 72  
Tiempo de adquisición por medida =  
 $U_{ref}(k=2) = 49 \text{ Bq m}^{-2}$

Factor de calibración equipo cliente expresado con un intervalo de confianza del 95%

|                       |
|-----------------------|
| $F_{cal} \pm U_{cal}$ |
| $0.85 \pm 0.15$       |

Donde  $F_{cal}$  es el factor de calibración determinado como  $C_{ref}/C_{eq}$  y  $U_{cal}$  ha sido determinado:

$$\left( \frac{U_{cal}}{F_{cal}} \right)^2 = \left( \frac{S_{eq}/\sqrt{n}}{C_{ref}} \right)^2 + \left( \frac{S_{ref}/\sqrt{n}}{C_{ref}} \right)^2 + \left( \frac{U_{ref} - U_{eq}}{F_{cal} - U_{eq}} \right)^2$$

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 3



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
*Certificate of Calibration*

Número 04/04

Página 5 de 5 páginas  
*Page of pages*

---

6. OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones del equipo referenciado en la primera página. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

---

Signatario/s autorizado/s  
*Authorized signatory/ies*

Fecha de emisión  
*Date of issue*

Director Técnico  
*Technical Director*

Jefe del Laboratorio  
*Head of the Laboratory*

---



CONSEJO DE  
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/CIE/20/255

Anexo 3

## Kalibrierzertifikat / Calibration Certificate

|                                  |                         |                               |           |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------|
| Zertifikat Nr.<br>Certificate No | CC_DMP_00426_2019-09-04 |                               |           |
| Gerät<br>Instrument              | DOSEman-PRO             | Seriennummer<br>Serial Number | DMP-00426 |

Die Bestimmung des Geräte-Kalibrierfaktors erfolgt anhand einer Vergleichsmessung der potentiellen Alphaenergiekonzentration (PAEC) der kurzlebigen Radonfolgeprodukte (Po-218, Po-214) in einer geschlossenen Kalibrierkammer mit einem Volumen von ca. 12 m<sup>3</sup>. Als Vergleichsnorm wird ein kontinuierlich arbeitendes Referenzgerät verwendet, welches einer jährlichen Anschlusskalibrierung durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, DKD akkreditiert durch die PTB) unterzogen wird.

Die Dauer der Vergleichsmessung wird so gewählt, dass der statistische Fehler (3 $\sigma$  Vertrauensintervall) des zu kalibrierenden Gerätes  $\pm 5\%$  nicht übersteigt. Der statistische Fehler (3 $\sigma$  Vertrauensintervall) der Referenzmessung ist kleiner  $\pm 1\%$ , die systematische Abweichung vom Kalibriernormal (DKD) beträgt maximal  $\pm 10\%$ .

Für die Einhaltung der angemessenen Frist von 1 Jahr zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

The calibration constant of the instrument will be determined by a measurement of the potential alpha energy concentration (PAEC) of the short living Radon daughter products (Po-218, Po-214) within a sealed 12 m<sup>3</sup> calibration chamber. The results will be compared to a reference instrument which undergoes an annual re-calibration by the German federal office for radiation protection "Bundesamt für Strahlenschutz" (BfS, DKD accredited by PTB).

The duration of the comparison measurement will be set as long to ensure a maximum statistical error (3 $\sigma$  confidence interval) of  $\pm 5\%$  for the instrument under calibration. The statistical error (3 $\sigma$  confidence interval) of the reference measurement is below  $\pm 1\%$ , the systematic deviation related to the calibration standard (DKD) does not exceed  $\pm 10\%$ .

The user is obliged to have the object re-calibrated at the appropriate interval of 1 year.

## Energiekalibrierung / Energy Calibration

|                  | OFFSET | ROI1 |    | ROI2 |    | ROI3 |    | ROI4 |    | ROI5 |    |
|------------------|--------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| Kanal<br>Channel | 22     | 1    | 21 | 22   | 33 | 22   | 20 | 34   | 48 | 40   | 60 |

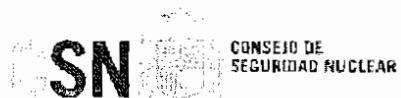
## Umgebungsbedingungen / Ambient Conditions

|                                            | Unit                 | Vorgabe Mittelwert<br>Requested Average |      | Meßwert / Actual |                       |         |
|--------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|------|------------------|-----------------------|---------|
|                                            |                      | MIN                                     | MAX  | Minimum          | Mittelwert<br>Average | Maximum |
| Radonkonzentration<br>Radon Concentration  | [Bq/m <sup>3</sup> ] | 1000                                    | 2500 | 1996             | 2070                  | 2100    |
| Gleichgewichtsfaktor<br>Equilibrium Factor | -                    | 0.1                                     | 1.00 | 0,97             | 0,74                  | 0,70    |

## Gerätekonstanten / Instrument Specific Constants

| Durchfluss Pumpe<br>Pump Rate | Kalibrierfaktor<br>Cal. Factor |
|-------------------------------|--------------------------------|
| [l/min]                       | [min/l]                        |
| 0.180                         | 19.0                           |

|                                                                                                                   |  |                        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|------------|
| Gültig für 1 Jahr nach Lieferung<br>Valid for 1 year after delivery                                               |  | Geprüft:<br>Certified: | 04.09.2019 |
| DMP_426_19-08-2019-Initialisierung.xls<br>DMP_426-Kalibrierung_28-08-2019.xls<br>DMP_426-Kontrolle_03-09-2019.xls |  |                        |            |



Pedro Justo Dorado Dellmans, 11 28040 Madrid  
Tel.: 91 346 01 00  
Fax: 91 346 06 88  
[www.csn.es](http://www.csn.es)

CSN/AIN/CIE/20/255  
Anexo 4

## **Anexo 4**

### **Fotografías**



-----

**CONFORME CON EL CONTENIDO DEL ACTA, REF<sup>a</sup> CSN/AIN/CIE/20/255, INCLUYÉNDOSE A CONTINUACIÓN LAS CONSIDERACIONES Y PUNTUALIZACIONES QUE SE HAN ESTIMADO OPORTUNAS A LA VISTA DEL CONTENIDO DEL ACTA.**

- Página 3, párrafo 5º: Donde dice: "... Presidente de Ciemat...", debería decir: "... Director General de Ciemat...".

- Pág. 3, párrafo 6º: Donde dice: "...las dosis...", debería decir: "... la dosis efectiva anual...".

- Pág. 4, párrafo 4º: Donde dice: "..., entre noviembre de 2017 y enero de 2018,...", debería decir: "...entre junio de 2018 y junio de 2019,...". Se desea aclarar que entre noviembre de 2017 y enero de 2018 se realizaron las medidas previas en el edificio 19.

- Pág. 4, párrafo 5º: Donde dice: "Los representantes del titular...", debería decir: "Los representantes del Ciemat...".

- Pág. 5, párrafo 2º: Donde dice: "De las 1087 estancias medidas, 94...", debería decir: "De las 1087 estancias medidas, 98...".

- Pág. 7º último párrafo y pág 8, primer párrafo: Se desea aclarar que las hojas de registro de acceso y salida al edificio 19 se encuentran en las dos puertas de acceso (dependencias 12 y V1).

*Firmado electrónicamente por  
Subdirectora General de Seguridad y Mejora de las Instalaciones*



### **DILIGENCIA**

En relación con los comentarios formulados en el TRÁMITE del acta de inspección de referencia CSN/AIN/CIE/20/255, correspondiente a la inspección realizada en las dependencias de la Cueva El Soplao, los días 30 al 31 de octubre de dos mil diecinueve, el inspector que la suscribe declara:

#### **Página 3, párrafo 5º**

Se acepta el comentario que modifica en contenido del acta

El texto queda: "...Director General del Ciemat..."

#### **Página 3 párrafo 6º:**

Se acepta el comentario que modifica el contenido del acta.

El texto queda: "...la dosis efectiva anual..."

#### **Página 4 párrafo 4º:**

Se acepta el comentario que modifica el contenido del acta.

El texto queda: "...entre junio de 2018 y junio de 2019..."

#### **Página 4 párrafo 5º:**

Se acepta el comentario que modifica el contenido del acta.

El texto queda: "...los representantes del Ciemat..."

#### **Página 5 párrafo 2º:**

Se acepta el comentario que modifica el contenido del acta.

El texto queda: "De las 1087 estancias medidas, 98..."





**Página 7 último párrafo y página 8 párrafo 1º:**

Se trata de un comentario que no modifica el contenido del acta.

En Madrid, a 5 de febrero de 2020

INSPECTORA



INSPECTORA