

ACTA DE INSPECCIÓN

[REDACTED] funcionarios del Cuerpo de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica, actuando como Inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear,

CERTIFICAN:

Que el día 9 de julio de 2020 se personaron en el Instituto de Educación Secundaria Sierra Minera, situado en la Av. Ciudad de Linares de La Unión (Murcia).

La inspección tuvo por objeto recabar información y efectuar caracterizaciones radiológicas en el centro, en relación con diversas denuncias presentadas ante el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) sobre los niveles de radiación natural en el entorno, como consecuencia de las actividades minero-metalúrgicas llevadas a cabo en el pasado. En particular, estas denuncias alegaban el posible contenido radiactivo de los residuos generados por la antigua fundición de plomo El Porvenir, y el potencial impacto radiológico de estos al aire y a los suelos.

Como parte de las investigaciones llevadas a cabo por el CSN se han hecho, asimismo, las inspecciones que recogen las actas de referencia CSN/AIN/NORM/20/10, CSN/AIN/NORM/20/12, CSN/AIN/NORM/20/13 y CSN/AIN/NORM/20/14.

La inspección fue atendida por [REDACTED] quienes manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la misma, y se desarrolló de acuerdo con la Agenda de Inspección incluida en el Anexo I, que había sido remitida previamente a la dirección del centro.

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 la información y de los documentos proporcionados por los representantes del centro a solicitud de la inspección, así como de las comprobaciones visuales, y de las mediciones llevadas a cabo por los inspectores, resulta:

En relación con el punto 1 de la Agenda de inspección

Se acordó mantener la agenda propuesta y se planificó la ronda de inspección. Los representantes del centro indicaron que el instituto se trasladó a su ubicación actual en el curso 1986/87 y que en la actualidad cuenta con unos 725 alumnos y unos 83 trabajadores.

El centro depende de la Dirección General de Centros de la Consejería de Educación, Ciencia e Investigación de la Comunidad Autónoma de Murcia

En relación con el punto 2 de la Agenda de inspección (Estado radiológico y medidas correctoras ejecutadas):

Los representantes del centro manifestaron que desconocían que pudiera existir en el centro un potencial riesgo radiológico, hasta que recibieron la carta del CSN, de fecha 31/03/2020 (nº de referencia CSN/C/DPR/NORM/20/06), anunciando la inspección. Con fecha 01/04/2019 (escrito de referencia CSN/C/SG/NORM/19/01) el CSN había solicitado a la Dirección General de Medio Ambiente de la Región de Murcia llevar a cabo caracterizaciones radiológicas en el centro sin que se haya recibido hasta la fecha la información solicitada.

En relación con la exposición a metales pesados en el centro, la Consejería de Educación de la Región de Murcia llevó a cabo actuaciones de remedio en el último trimestre de 2019. Esta intervención venía motivada por los resultados de un informe encargado por la Consejería el año anterior sobre el contenido en metales pesados de los suelos del instituto. Las actuaciones consistieron en la retirada de una capa de suelo superficial, la cubrición con grava de algunas zonas y el asfaltado de parte del patio.

El CSN, como parte de su inspección, y ante el previsible retraso debido a la declaración de estado de alarma por la pandemia de COVID-19, llevó a cabo medidas de radón, con la colaboración del Secretario del centro, utilizando detectores de trazas nucleares. Estos detectores estuvieron expuestos en diversas dependencias por un periodo de dos semanas, durante el mes de mayo, tras lo cual se enviaron para su análisis a un laboratorio acreditado según la ISO/IEC 17025.

Estas medidas tuvieron por objetivo hacer una valoración preliminar y urgente de la exposición al gas radón en el centro, que permitiera acometer en caso necesario soluciones de tipo constructivo, puesto que en una denuncia presentada ante el CSN con fecha 06/03/2020 se reportaban valores de tasa de equivalente de dosis ambiental típicos de zonas con elevado potencial de radón en el entorno del centro de educación

especial Enrique Viviente, situado a unos 130 m del centro (ver fotografía 1 del Anexo 6).

Los resultados de las mediciones, que se incluyen en el Anexo 2, son indicativos de que la concentración de radón en el aire interior del instituto es bien inferior al nivel de referencia de 300 Bq/m³.

El Secretario del centro indicó a la Inspección las ubicaciones en las que instaló los detectores de radón, siguiendo las instrucciones del CSN.

En relación con el punto 3 de la Agenda de inspección (Ronda de inspección):

Al inicio de la ronda de inspección, la Inspección ofreció a los representantes del centro aclarar cualquier cuestión o pregunta sobre las medidas a efectuar, y les dio la posibilidad de elegir puntos de medida concretos en los que tuvieran especial interés. Estos señalaron como de interés la zona frente a la cafetería, por ser allí donde se habían detectado las concentraciones más elevadas de metales pesados en los suelos.

La ronda consistió en una inspección visual y en la realización de medidas de tasa de equivalente de dosis ambiental y de medidas espectrométricas en diversos puntos, tanto en el interior del edificio como en el patio.

Dentro del edificio, se tomaron medidas de tasa de equivalente de dosis ambiental en la cafetería, situada en la planta -1, pero que por el desnivel del terreno tiene salida a nivel de rasante al patio; en la biblioteca situada planta baja; y en la sala de ordenadores de la primera planta. Los inspectores fueron acompañados por el Secretario del centro. Las medidas se hicieron con un monitor LAMSE Eris 1R nº serie 40110, cuyo certificado de calibración se incluye en el Anexo 3. En concreto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Valores de tasa de equivalente de dosis ambiental en el interior del edificio del instituto medidos a 1 m del suelo

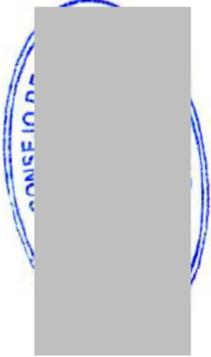
Lugar de medida	Tasa de equivalente de dosis ambiental (*) (µSv/h)
Cafetería	0,11
Biblioteca (PB)	0,12
Aula 1ª planta	0,12

(*) Lecturas corregidas por el factor de calibración que figura en el Anexo 3

Durante la ronda a los patios del instituto no estuvo presente ninguno de los representantes del centro. Se tomaron medidas en localizaciones próximas a la valla norte del patio. Paralelo a esta y a pocos metros, discurre un ramblizo que bordea también el lado este del patio y drena las escorrentías generadas en las formaciones montañosas que se encuentran al sur de la carretera. La Inspección observó que en esa zona se encuentra el depósito de residuos denominado El Descargador.

Para estas medidas de equivalente de tasa de dosis en el exterior se utilizó el mismo equipo LAMSE Eris 1R nº serie 40110. Los resultados medidos con el equipo LAMSE se recogen en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de tasa de equivalente de dosis ambiental en el patio del instituto medidos a 1 m del suelo



Lugar de medida	Tasa de equivalente de dosis ambiental (*) ($\mu\text{Sv/h}$)
TD5	0,09
TD6	0,17
TD7	0,15
TD8	0,16
TD9	0,20

(*) Lecturas corregidas por el factor de calibración que figura en el Anexo 3

NOTA: Como referencia, en España, el rango típico de valores de tasa de equivalente de dosis ambiental al aire libre fluctúa entre 0,04 $\mu\text{Sv/h}$ y 0,30 $\mu\text{Sv/h}$ (Proyecto MARNA, CSN, 2001)

La Inspección realizó además medidas espectrométricas *in situ* con el equipo EasySpec-1 nº 07996324 con sonda BICRON 2M2/2L-X nº JL-340. El certificado de calibración del equipo y su sonda se incluye en el Anexo 4. Se tomaron medidas estáticas en el punto TD5 y en el talud cubierto de grava en la esquina opuesta del patio. El análisis de los espectros muestra en todos los casos dos únicos fotopicos significativos correspondientes al Bi-214 (609 keV) y el K-40 (1460 keV). Las medidas recogen la influencia tanto del suelo como de los paramentos cercanos. En ningún caso se detectaron concentraciones de Ra-226 relevantes.

Tras finalizar la ronda, la Inspección transmitió al Secretario del centro las observaciones más significativas encontradas durante la inspección.

Con 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 15 de julio de dos mil veinte.



INSPECTORA



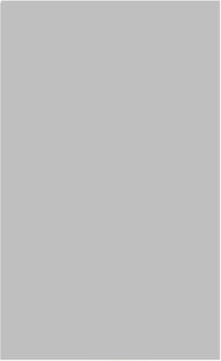
INSPECTOR



INSPECTORA

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





ANEXO 1
Agenda de inspección



SUBDIRECCIÓN DE PROTECCIÓN RADIOLOGICA AMBIENTAL

AGENDA DE INSPECCIÓN

INSTALACIÓN: Inspección del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) al Instituto de Educación Secundaria Sierra Minera (La Unión) sobre los aspectos regulados en el título VI del Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

INSPECTORES:

FECHAS PREVISTAS: 9 de julio de 2020 (inicio a las 12:00 h, con una duración prevista de 2 horas, sin perjuicio de que pueda prolongarse a criterio de los inspectores).

Objeto: Recabar información en relación con las denuncias sobre los niveles de radiación natural en las instalaciones las instalaciones del I.E.S. Sierra Minera y sus inmediaciones, en el marco del título VI del Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Desarrollo:

1. Reunión inicial. Planificación y aspectos previos a las actividades de inspección.
2. Estado radiológico de la instalación y estudios relacionados.
3. Ronda de reconocimiento a las instalaciones del centro.
4. Reunión de cierre.

Las rondas de inspección podrán incluir la toma de muestras y la realización de medidas radiológicas *in situ* así como la toma fotografías.

Recordamos la importancia a efectos de colaboración con la labor inspectora de que esté accesible y disponible toda la documentación de consulta relacionada con el objeto de la inspección.

ANEXO 2

Informe de resultados de las mediciones de radón en el aire interior del centro

MEDIDAS REALIZADAS POR
Consejo de Seguridad Nuclear

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

DESTINATARIO/OS DEL INFORME

JUSTO DURADO 11
28040 MADRID
SPAIN

INFORME DE MEDIDA DE RADÓN

Descripción de la medida

La medida se ha realizado con un detector de trazas de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 11665-4.

Datos de la propiedad y dirección

DIRECCIÓN DEL EDIFICIO
I.E.S SIERRA MINERA, AV. CDAD. DE LINARES, S/N
30360 LA UNION

Los detectores llegaron a Radonova Laboratories AB el 2020-05-22.
Los detectores se midieron el 2020-05-25.

ID EDIFICIO

ha sido proporcionada por
el mismo modo certifica que se han

Resultados del ensayo

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
803106-4	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, CAFETERIA	Sótano	80 ± 22 Bq/m ³
604674-2	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, AULA-2	Planta baja	< 50 Bq/m ³
343135-0	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, OFICINA SECRETARIA	Planta baja	< 50 Bq/m ³
574536-9	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, CONSERJERIA	Planta baja	69 ± 22 Bq/m ³
803474-6	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, SALA DE PROFESORES	Planta baja	< 50 Bq/m ³
383533-7	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, DIRECCION	Planta baja	< 50 Bq/m ³
913863-7	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, DTO. ORIENTACION	Planta baja	< 50 Bq/m ³

Nivel de referencia

De acuerdo con la Directiva Europea EURATOM 59/2013, el nivel de referencia para viviendas y centros de trabajo son 300 Bq/m³. En caso de superar dicho nivel de referencia, puedes contactar con la Dirección General de la vivienda de tu Comunidad Autónoma para asesorarte sobre las medidas que puedes llevar a cabo.

Comentarios a los resultados

Trygve Rönqvist (Firmado electrónicamente)

Firma por parte del laboratorio de medida Radonova Laboratories AB

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin el consentimiento por escrito del laboratorio.



EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.

RADONOVA LABORATORIES AB

P.O. BOX 6522

SE-75138 UPPSALA, SUECIA

www.radonova.es

MEDIDAS REALIZADAS POR
Consejo de Seguridad Nuclear

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

DESTINATARIO/OS DEL INFORME

JUSTO DORADO 11
28040 MADRID
SPAIN

INFORME DE MEDIDA DE RADÓN

Descripción de la medida

La medida se ha realizado con un detector de trazas de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 11665-4.

Los detectores llegaron a Radonova Laboratories AB el 2020-05-22.
Los detectores se midieron el 2020-05-25.

Datos de la propiedad y dirección

DIRECCIÓN DEL EDIFICIO
I.E.S SIERRA MINERA, AV. CDAD. DE LINARES, S/N
30360 LA UNION

ID EDIFICIO

ha sido proporcionada por
del mismo modo certifica que se han

DETECTOR #	PERIODO DE MEDIDA	LOCALIZACIÓN	PLANTA	NIVEL DE RADÓN
327087-3	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, BIBLIOTECA	Planta baja	< 50 Bq/m ³
203423-9	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, TECNOLOGIA	Planta baja	< 50 Bq/m ³
803501-6	2020-05-07 – 2020-05-18	La Union, AULA 7	Primera planta	< 50 Bq/m ³

Nivel de referencia

De acuerdo con la Directiva Europea EURATOM 59/2013, el nivel de referencia para viviendas y centros de trabajo son 300 Bq/m³. En caso de superar dicho nivel de referencia, puedes contactar con la Dirección General de la vivienda de tu Comunidad Autónoma para asesorarte sobre las medidas que puedes llevar a cabo.

Comentarios a los resultados

Trygve Rönnqvist (Firmado electrónicamente)

Firma por parte del laboratorio de medida Radonova Laboratories AB

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin el consentimiento por escrito del laboratorio.



EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.

RADONOVA LABORATORIES AB

P.O. BOX 6522

SE-75138 UPPSALA, SUECIA

www.radonova.es

Método de medida: detector de trazas de partículas alfa en configuración cerrada (Rápidos®)

La medida se lleva a cabo siguiendo la norma ISO 11665-4, 2012 "Medida de la radiactividad en el ambiente. Aire, radón-222. Parte 4, Método de medición integrada para la determinación de la concentración media de actividad empleando muestreo pasivo y análisis a posteriori".

El material que contiene al detector está fabricado con un material plástico antiestático. El gas radón entra en el contenedor pasando a través de un filtro. Estas partículas generadas por el radón y sus productos de desintegración impactan con el detector de trazas (una película plástica). Las partículas alfa generan pequeñas trazas en el plástico que más tarde son amplificadas mediante un proceso de revelado químico y cuyo recuento se realiza empleando un microscopio para después determinar la exposición de radón.

La empresa Radonova laboratories AB está acreditada ISO 17025 por la entidad de acreditación sueca SWEDAC (equivalente a ENAC en España) con el número 1489 para realizar medidas de la concentración de gas radón utilizando el método de medida de detectores de trazas. Los equipos que llevan a cabo los análisis se verifican diariamente y los detectores se calibran periódicamente. El límite inferior de detección para un tiempo de exposición de 3 meses son 10 Bq/m³. La acreditación SWEDAC está aceptada en todos los países europeos a través del acuerdo EAL (Cooperación Europea para la Acreditación de laboratorios en sus siglas en inglés).

Niveles de medida de radón

El resultado de la medida proporciona para cada detector el valor del nivel de radón. Cada valor viene acompañado de una incertidumbre que se corresponde con la incertidumbre de la medida. Esta incertidumbre está calculada para un nivel de confianza del 95 %. Por ejemplo, un valor de 100 ± 20 Bq/m³ significa que el nivel de radón probablemente esté en el intervalo entre 80 y 120 Bq/m³ siendo 100 Bq/m³ el valor más probable.

En caso de que no se haya proporcionado información del inicio y/o final de la medida, no se puede calcular la concentración de radón. En estos casos, se ofrece el resultado en términos de exposición expresado en unidades kBq/m³. La concentración media de radón se calcula dividiendo la exposición total entre el número de horas y multiplicando el resultado por 1000.

Códigos de los detectores no proporcionados en los resultados

DNR	No informe – Detector no devuelto
VTW	No informe – Detector visiblemente manipulado
FBD	No informe – Plástico roto o dañado
LIL	No informe – Detector perdido en laboratorio
DTO	No informe – Detector demasiado antiguo

Firma del informe

Mediante la firma del informe, la persona responsable del análisis en Radonova Laboratories AB certifica que los procedimientos de medida cumplen con la norma ISO 11665-4 y con los requerimientos de SWEDAC. Mediante la firma electrónica, la persona responsable de la edición del informe debe asignar una contraseña cada vez que incluye la firma.



EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD:

Radonova Laboratories AB descarta cualquier responsabilidad explícita o implícita que pudiera resultar derivada del uso, operación y análisis de cualquiera de sus detectores. Radonova Laboratories AB renuncia al otorgamiento de toda garantía implícita, incluidas las garantías de comerciabilidad e idoneidad para un determinado fin. Radonova Laboratories AB no es responsable de ningún daño o consecuencia que pueda ser causado a personas o propiedades como resultado del uso de sus detectores o de los datos resultantes de la medida.



ANEXO 3

**Certificado de calibración del equipo LAMSE ERIS 1R/nº40110
(5 páginas)**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): **P4807/LMRI/GP/2999**

Objeto(s) / Descripción: <i>Object(s) / Description:</i>	Equipo de vigilancia radiológica de áreas y puestos de trabajo
Fabricante / Marca: <i>Manufacturer / Trademark:</i>	LAMSE
Modelo / N° serie: <i>Model / Serial Number:</i>	ERIS 1R / n° 40110
Método / Procedimiento: <i>Method / Procedure:</i>	Calibración en tasa de dosis equivalente ambiental y dosis equivalente ambiental, en la energía del ¹³⁷ Cs, mediante irradiación con haces de referencia, según el procedimiento P-LMRI-C-17, basado en la norma ISO 4037.
Fecha(s) de calibración/medida: <i>Date(s) of calibration/measurement:</i>	25 de abril de 2018
Expedido a: <i>Issued to:</i>	CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR, C/ JUSTO DORADO DELLMANS, 11. MADRID. 28040 (MADRID)
Fecha de emisión: <i>Date of issue:</i>	25 de abril de 2018
N° de páginas: <i>Number of pages:</i>	5
Sello: <i>Stamp:</i>	Director del Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT The Director of Ionizing Radiation Metrology Laboratory of CIEMAT

Este Certificado no atribuye al objeto calibrado/medido otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad directa a patrones nacionales. No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

El presente Certificado es coherente con las Capacidades de Medida y Calibración (CMC) incluidas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM ARM) redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM). Según el CIPM ARM, todos los Institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, rangos e incertidumbres especificados en el citado Anexo C (para más detalles véase <http://www.bipm.org>).

This Certificate does not confer to the object calibrated/measured attributes beyond those shown by the data contained herein. Results refer to the dates and conditions in which measurements were carried out and possess traceability to national standards. Partial reproduction of this document is not permitted without written permission.

This certificate is consistent with the calibration and measurement capabilities (CMCs) that are included in Appendix C of the Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM). Under the CIPM MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <http://www.bipm.org>).



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999

1 DATOS DEL LABORATORIO EMISOR

1.1 Laboratorio

Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes. Patrones dosimétricos. Laboratorio de referencia para la radiación gamma en niveles de protección. CIEMAT. Avenida Complutense, 40. Madrid 28040.

1.2 Personal técnico que ha intervenido y titulación

Néstor Armando Cornejo Díaz Dr. en Ciencias Físicas
Eugenio Guantes Díez Técnico de laboratorio

Equipos utilizados y su fecha de calibración (si procede)

- Cámara de ionización marca: PTW, modelo: 32003, n.º de serie: 00134 y electrómetro marca: PTW, modelo: UNIDOS y n.º de serie 20641.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32002, n.º de serie: 00345 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32005, n.º de serie: 00047 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Irradiador marca: Nuclear Ibérica, modelo: NI-645, n.º de serie: 01, con fuente de ¹³⁷Cs, marca: Amersham, modelo: X-66/1 y n.º de serie: 66005EZ.
- Irradiador marca Nuclear Ibérica, modelo: NI-646, n.º de serie: 01, con fuentes de ¹³⁷Cs marca: Amersham, modelos: X61/1 y X.19, con números de serie: 61032EZ y 0660GN, respectivamente y fuentes de ⁶⁰Co marca: Amersham, modelos: X54 y números de serie: 9581HS y 0526HA.
- Barómetro marca DHI, modelo: RPM-3, n.º serie: 1294.
- Higrómetro marca: DELTA OHM, modelo: PHD2301C, no serie: 17006720.
- Teletermómetro marca: ASL, modelo: F252-A-2D, n.º serie: 018162/07; con dos sondas marca: BENRHOS, modelo: PT100, números de serie: 78507/06 y 78507/09.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

2.1 Fecha de la calibración: 25 de abril de 2018

2.2 Resultados y su incertidumbre

Las medidas se realizaron en haces normalizados de ¹³⁷Cs, de conformidad con el procedimiento P-LMRI-C-17. Para abarcar los distintos órdenes de magnitud se emplearon fuentes de diferente actividad, colocando el punto de referencia del monitor a diferentes distancias de las mismas. En cada punto, la lectura corregida del instrumento se obtuvo a partir del valor medio de 6 lecturas al que se le restó el promedio de las medidas del fondo ambiental. Para obtener la dosis equivalente ambiental se empleó un tiempo de integración de 360 s.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): **P4807/LMRI/GP/2999**

Los resultados de las medidas son los siguientes:

Magnitud: Tasa de dosis equivalente ambiental, $\dot{H}^*(10)$.

Rangos ($\mu\text{Sv/h}$)	Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento		Factores de calibración	
	$\dot{H}^*(10)$	$\dot{H}^*(10)$	Incertidumbre ($k=2$)	Valor	Incertidumbre ($k=2$)
$(0 - 10^0)$	0,8 $\mu\text{Sv/h}$	0,732 $\mu\text{Sv/h}$	0,011 $\mu\text{Sv/h}$	1,09	0,06
$(10^0 - 10^1)$	8 $\mu\text{Sv/h}$	8,37 $\mu\text{Sv/h}$	0,22 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,05
$(10^1 - 10^2)$	80 $\mu\text{Sv/h}$	80,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,7 $\mu\text{Sv/h}$	1,00	0,05
$(10^2 - 10^3)$	800 $\mu\text{Sv/h}$	831 $\mu\text{Sv/h}$	4 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,05
$(10^3 - 10^4)$	8 mSv/h	8,07 mSv/h	0,07 mSv/h	0,99	0,05
$(10^4 - 10^5)$	80 mSv/h	79,0 mSv/h	0,9 mSv/h	1,01	0,05

Nota: El factor de calibración es el valor convencionalmente verdadero dividido por la lectura corregida del instrumento.

Magnitud: Dosis equivalente ambiental, $H^*(10)$.

Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento	
	$H^*(10)$	Incertidumbre ($k=2$)
80 μSv	83,6 μSv	0,1 μSv
400 μSv	407 μSv	1 μSv

Incertidumbres:

La incertidumbre del laboratorio para la tasa de dosis equivalente ambiental es igual a 4,9 % ($k=2$). En su cálculo se ha incluido la incertidumbre asociada al coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, según las especificaciones de la norma ISO 4037/3:1999. No obstante lo indicado en el guion segundo del punto 2.3, el rango de medidas entre 0,8 $\mu\text{Sv/h}$ y 10 $\mu\text{Sv/h}$ no se encuentra en el rango de capacidades de calibración declaradas por el LMRI. Este comentario no invalida los resultados obtenidos.

La incertidumbre típica del tiempo de integración para la obtención de la dosis equivalente ambiental es inferior al 0,3%.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): **P4807/LMRI/GP/2999**

En la incertidumbre de las lecturas corregidas del instrumento se han tenido en cuenta las desviaciones típicas de los promedios de las medidas y el fondo, así como la incertidumbre debida a la resolución de las lecturas.

2.3 Trazabilidad

Los resultados de la presente certificación son:

- directamente trazables al Patrón Nacional de kerma en aire para la radiación gamma, en las energías del ^{137}Cs y del ^{60}Co , y en niveles de protección, mantenido por el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT según Orden ITC/2581/2006, de 28 de julio de 2006 (BOE nº 186, de 5 de agosto),
- coherentes con las Capacidades de Calibración y Medida (CMC) reflejadas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo por el que todos los Institutos Nacionales de Metrología participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados (Comité Internacional de Pesas y Medidas, <http://www.bipm.org>).

Datos adicionales

El detector se situó centrado en el eje del campo de radiación. Como punto de referencia se tomó el centro geométrico del detector, indicado en la carcasa. La sección plana del haz homogéneo, perpendicular al eje del haz, cubrió totalmente el volumen sensible del detector. El equipo se utilizó alimentado con baterías.

Durante la realización de las medidas, el valor promedio de la temperatura del aire en la sala de calibración fue 292,5 K, con una variación máxima de $\pm 0,8$ K. El valor promedio de la presión atmosférica fue 93,95 kPa, con una variación máxima de $\pm 0,03$ kPa. La humedad relativa del aire, en la sala de calibración, estuvo entre 45 % y 50 %.

3 TÉRMINOS DE REFERENCIA

3.1 Incertidumbre

La incertidumbre expresada es la incertidumbre expandida U , que se ha evaluado de acuerdo con la guía *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*, JCGM 100:2008, mediante la expresión:

$$U = k \cdot u_c$$

donde:

- u_c es la incertidumbre típica combinada, obtenida por composición cuadrática de incertidumbres del tipo A y B,
- k es el factor de cobertura utilizado, con valor $k = 2$, correspondiente a una probabilidad de cobertura del 95%.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P4807/LMRI/GP/2999

3.2 Cálculo de la dosis equivalente ambiental

La dosis equivalente ambiental, $H^*(10)$, o su tasa, se ha obtenido mediante la multiplicación del kerma en aire de referencia, o su tasa, por el coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, $h_K^*(10)$, recomendado por la norma ISO 4037/3:1999 para la radiación gamma emitida por la fuente utilizada. $h_K^*(10) = 1,20 \text{ Sv/Gy } (^{137}\text{Cs})$.

Dosis equivalente

El término "dosis equivalente" empleado en la denominación de la magnitud básica, H , y las magnitudes operacionales: ambiental, $H^*(d)$, direccional, $H^*(d, \Omega)$, y personal, $H_p(d)$, es conceptualmente incorrecto, siendo su expresión correcta "equivalente de dosis". Se adopta en este certificado la denominación primera por ser la recogida en la legislación española.

OBSERVACIONES

No procede.

Madrid, 25 de abril de 2018
El Responsable Técnico de la calibración

Fdo



ANEXO 4

**Certificado de calibración del equipo EasySpec y sonda Bicon
(5 páginas)**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

Objeto(s) / Descripción: <i>Object(s) / Description:</i>	Equipo de vigilancia radiológica	
Fabricante / Marca: <i>Manufacturer / Trademark:</i>	Monitor: CANBERRA	Sonda: BICRON
Modelo / Nº serie: <i>Model / Serial Number:</i>	Monitor: EASYSPEC-1 nº. 07996324 Sonda: 2M2/2L-X nº. JL-340	
Método / Procedimiento: <i>Method / Procedure:</i>	Calibración en tasa de dosis equivalente ambiental, en la energía del ¹³⁷ Cs, mediante irradiación con haces de referencia según el procedimiento P-LMRI-C-17, basado en la norma ISO 4037.	
Fecha(s) de calibración/medida: <i>Date(s) of calibration/measurement:</i>	08 de abril de 2019	
Expedido a: <i>Issued to:</i>	GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A. LOS LLANOS DE JEREZ, 10-12. COSLADA. 28823 (MADRID)	
Fecha de emisión: <i>Date of issue:</i>	08 de abril de 2019	
Nº de páginas: <i>Number of pages:</i>	5	
Sello: <i>Stamp:</i>	Director del Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT The Director of Ionizing Radiation Metrology Laboratory of CIEMAT	

Este Certificado no atribuye al objeto calibrado/medido otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones y poseen trazabilidad directa a patrones nacionales. No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

El presente Certificado es coherente con las Capacidades de Medida y Calibración (CMC) incluidas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM ARM) redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM). Según el CIPM ARM, todos los Institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, rangos e incertidumbres especificados en el citado Anexo C (para más detalles véase <http://www.bipm.org>).

This Certificate does not confer to the object calibrated/measured attributes beyond those shown by the data contained herein. Results refer to the dates and conditions in which measurements were carried out and possesses traceability to national standards. Partial reproduction of this document is not permitted without written permission.

This certificate is consistent with the calibration and measurement capabilities (CMCs) that are included in Appendix C of the Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM). Under the CIPM MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see <http://www.bipm.org>).



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): **P5334/LMRI/GP/3491**

1 DATOS DEL LABORATORIO EMISOR

1.1 Laboratorio

Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes. Patrones dosimétricos. Laboratorio de referencia para la radiación gamma en niveles de protección. CIEMAT. Avenida Complutense, 40. Madrid 28040.

Personal técnico que ha intervenido y titulación

Néstor Armando Cornejo Díaz Dr. en Ciencias Físicas
Eugenio Guantes Diez Técnico de laboratorio

Equipos utilizados y su fecha de calibración (si procede)

- Cámara de ionización marca: PTW, modelo: 32003, n.º de serie: 00134 y electrómetro marca: PTW, modelo: UNIDOS y n.º de serie 20641.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32002, n.º de serie: 00345 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Cámara de ionización marca: PTW, modelo 32005, n.º de serie: 00047 y electrómetro marca: IBA, modelo: DOSE 1 y n.º de serie: 13097.
- Irradiador marca: Nuclear Ibérica, modelo: NI-645, n.º de serie: 01, con fuente de ¹³⁷Cs, marca: Amersham, modelo: X-66/1 y n.º de serie: 66005EZ.
- Irradiador marca Nuclear Ibérica, modelo: NI-646, n.º de serie: 01, con fuentes de ¹³⁷Cs marca: Amersham, modelos: X61/1 y X.19, con números de serie: 61032EZ y 0660GN, respectivamente y fuentes de ⁶⁰Co marca: Amersham, modelos: X54 y números de serie: 9581HS y 0526HA.
- Barómetro marca DHI, modelo: RPM-3, n.º serie: 1294.
- Higrómetro marca: DELTA OHM, modelo: PHD2301C, no serie: 17006720.
- Teletermómetro marca: ASL, modelo: F252-A-2D, n.º serie: 018162/07; con dos sondas marca: BENRHOS, modelo: PT100, números de serie: 78507/06 y 78507/09.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

2.1 Fecha de la calibración: 08 de abril de 2019

2.2 Resultados y su incertidumbre

Las medidas se realizaron en haces normalizados de ¹³⁷Cs, de conformidad con el procedimiento P-LMRI-C-17. Para obtener los valores de tasa de dosis equivalente ambiental se emplearon fuentes de diferente actividad, colocando el punto de referencia de la sonda a diferentes distancias de las mismas. En cada punto, la lectura corregida del instrumento se obtuvo a partir del valor medio de 6 lecturas corregidas por el fondo ambiental.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

Los resultados de las medidas son los siguientes:

Magnitud: Tasa de dosis equivalente ambiental, \dot{H}^* (10).

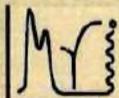
Valores convencionalmente verdaderos	Lecturas corregidas del instrumento		Factores de calibración	
	\dot{H}^* (10)	\dot{H}^* (10)	Valor	Incertidumbre (k = 2)
0,8 $\mu\text{Sv/h}$	0,905 $\mu\text{Sv/h}$	0,055 $\mu\text{Sv/h}$	0,88	0,07
5 $\mu\text{Sv/h}$	6,06 $\mu\text{Sv/h}$	0,03 $\mu\text{Sv/h}$	0,83	0,04
10 $\mu\text{Sv/h}$	12,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,83	0,04
15 $\mu\text{Sv/h}$	16,7 $\mu\text{Sv/h}$	0,2 $\mu\text{Sv/h}$	0,90	0,04
20 $\mu\text{Sv/h}$	22,0 $\mu\text{Sv/h}$	0,2 $\mu\text{Sv/h}$	0,91	0,04
50 $\mu\text{Sv/h}$	52,0 $\mu\text{Sv/h}$	0,1 $\mu\text{Sv/h}$	0,96	0,04

Nota: El factor de calibración es el valor convencionalmente verdadero dividido por la lectura corregida del instrumento.

Incertidumbres:

La incertidumbre del laboratorio para la tasa de dosis equivalente ambiental es igual a 4,9 % (k = 2). En su cálculo se ha incluido la incertidumbre asociada al coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, según las especificaciones de la norma ISO 4037/3:1999. No obstante lo indicado en el guion segundo del punto 2.3, el rango de medidas entre 0,8 $\mu\text{Sv/h}$ y 10 $\mu\text{Sv/h}$ no se encuentra en el rango de capacidades de calibración declaradas por el LMRI. Este comentario no invalida los resultados obtenidos.

En la incertidumbre de las lecturas corregidas del instrumento se han tenido en cuenta las desviaciones típicas de los promedios de las medidas y el fondo, así como la incertidumbre debida a la resolución de las lecturas.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

2.3 Trazabilidad

Los resultados de la presente certificación son:

directamente trazables al Patrón Nacional de kerma en aire para la radiación gamma, en las energías del ¹³⁷Cs y del ⁶⁰Co, y en niveles de protección, mantenido por el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes del CIEMAT según Orden ITC/2581/2006, de 28 de julio de 2006 (BOE nº 186, de 5 de agosto),

coherentes con las Capacidades de Calibración y Medida (CMC) reflejadas en el Anexo C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo por el que todos los Institutos Nacionales de Metrología participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y de medida para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados (Comité Internacional de Pesas y Medidas, <http://www.bipm.org>).

Datos adicionales

El detector se situó centrado en el eje del campo de radiación. Como punto de referencia del detector se tomó su centro geométrico. La sección plana del haz homogéneo, perpendicular al eje del haz, cubrió totalmente el volumen sensible del detector. El eje longitudinal de la sonda coincidió con el eje del haz de radiación. El equipo se utilizó alimentado con la red eléctrica.

Durante la realización de las medidas, el valor promedio de la temperatura del aire en la sala de calibración fue 293,26 K, con una variación máxima de ± 0,04 K. El valor promedio de la presión atmosférica fue 93,621 kPa, con una variación máxima de ± 0,002 kPa. La humedad relativa del aire, en la sala de calibración, estuvo entre 45 % y 50 %.

3 TÉRMINOS DE REFERENCIA

3.1 Incertidumbre

La incertidumbre expresada es la incertidumbre expandida U , que se ha evaluado de acuerdo con la guía *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement*, JCGM 100:2008, mediante la expresión:

$$U = k \cdot u_c$$

donde:

- u_c es la incertidumbre típica combinada, obtenida por composición cuadrática de incertidumbres del tipo A y B,
- k es el factor de cobertura utilizado, con valor $k = 2$, correspondiente a una probabilidad de cobertura del 95%.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número (Number): P5334/LMRI/GP/3491

3.2 Cálculo de la dosis equivalente ambiental

La dosis equivalente ambiental, $H^*(10)$, o su tasa, se ha obtenido mediante la multiplicación del kerma en aire de referencia, o su tasa, por el coeficiente de conversión de kerma en aire a dosis equivalente ambiental, $h_K^*(10)$, recomendado por la norma ISO 4037/3:1999 para la radiación gamma emitida por la fuente utilizada. $h_K^*(10) = 1,20 \text{ Sv/Gy } (^{137}\text{Cs})$.

Dosis equivalente

El término “dosis equivalente” empleado en la denominación de la magnitud básica, H , y las magnitudes operacionales: ambiental, $H^*(d)$, direccional, $H^*(d, \Omega)$, y personal, $H_p(d)$, es conceptualmente incorrecto, siendo su expresión correcta “equivalente de dosis”. Se adopta en este certificado la denominación primera por ser la recogida en la legislación española.

OBSERVACIONES

No procede.

Madrid, 08 de abril de 2019
El Responsable Técnico de la calibración

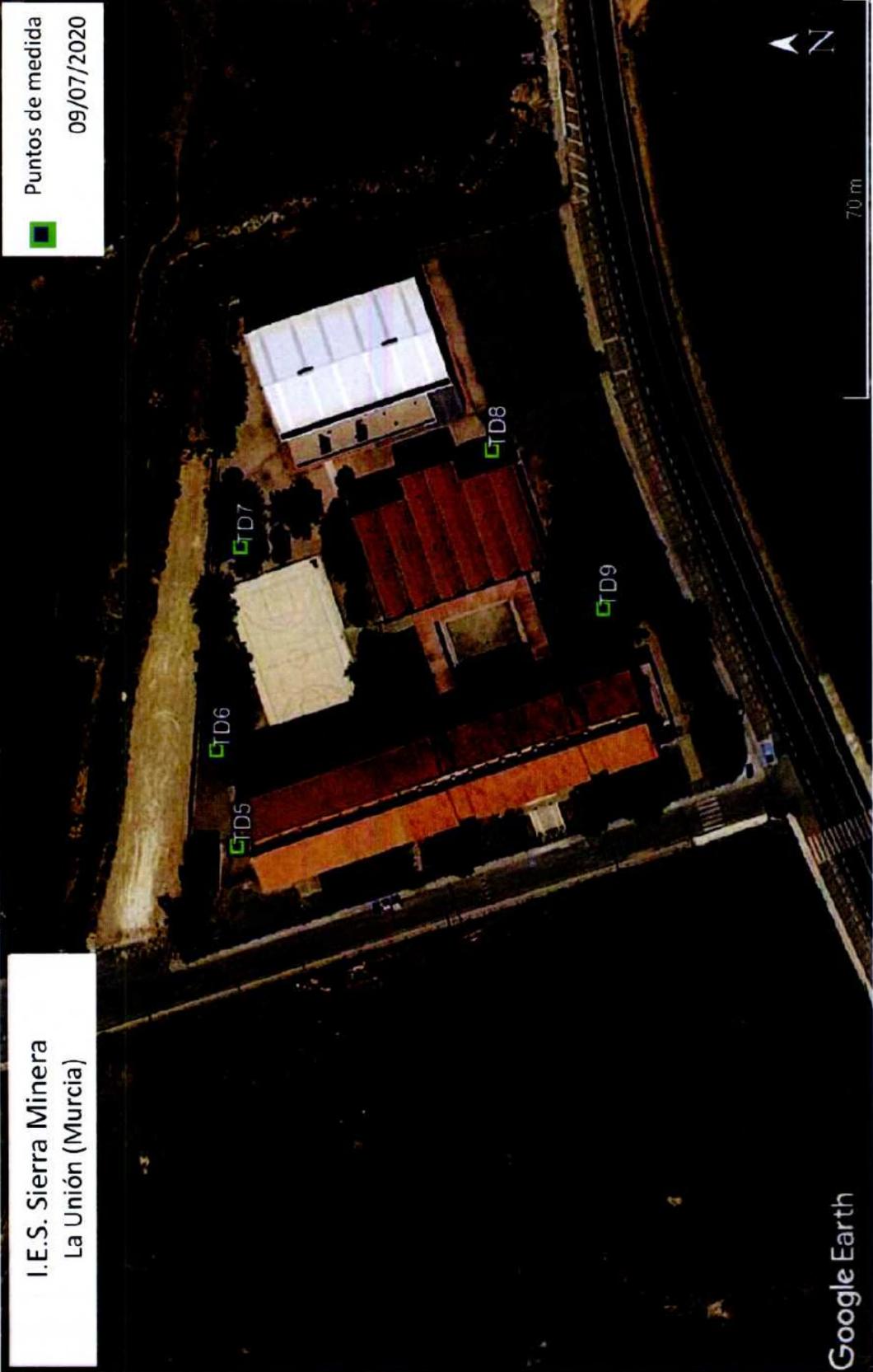


Fdo.: [Redacted]



ANEXO 5

Imagen aérea con localización de puntos de medida



I.E.S. Sierra Minera
La Unión (Murcia)

Puntos de medida
09/07/2020



TD5

TD6

TD7

TD8

TD9

Google Earth

70 m



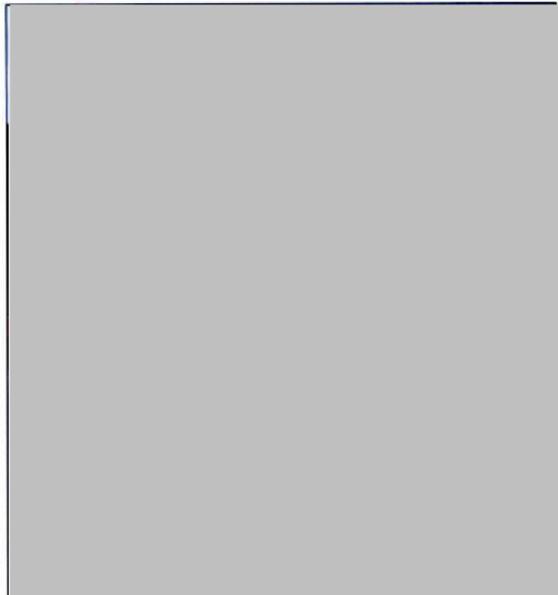
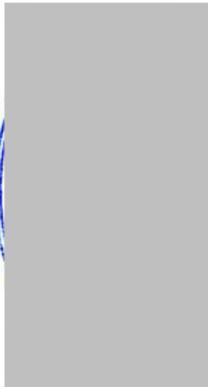


ANEXO 6

Fotografías



Fotografía 1. Vista de la fachada principal del I.E.S Sierra Minera. Al fondo a la izquierda de la imagen, el C.E.E. Enrique Viviente



Fotografía 2. Vista del patio del instituto. El punto de medida TD8 se encuentra junto al edificio de ladrillo.