

**CARACTERIZACION DE UN SISTEMA
DE DOSIMETRIA PERSONAL TERMOLUMINISCENTE
(UD-710A, UD-802, UD-875 Panasonic)**

por:

**C. Vázquez López
J.C. Sáez Vergara
T. Labarta Mancho ***

* Actualmente en el Consejo de Seguridad Nuclear

**CENTRO DE INVESTIGACIONES
ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS**

MADRID, 1989

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES

440102

THERMOLUMINESCENT DOSEMETERS

THERMOLUMINESCENT DOSIMETRY

PERSONNEL DOSIMETRY

CALCIUM SULFATES

LITHIUM BORATES

ICRU

INTERNATIONAL REGULATIONS

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en octubre de 1989.

ISSN 214-087 X
ISBN 84-7834-030-0

DL M-37274-1989
NIPO 228-89-024-X

IMPRIME CIEMAT

INDICE DE MATERIAS

	<i>Pág.</i>
INTRODUCCION	7
1. CARACTERISTICAS TECNICAS	9
1.1. Dosímetro	9
1.2. Equipo de Lectura	11
1.3. Soporte Informático	11
1.4. Condiciones de Irradiación	11
2. ENSAYOS CONTENIDOS EN NORMAS INTERNACIONALES .	12
2.1. Homogeneidad de Lotes	12
2.2. Reproducibilidad	13
2.3. Umbral de Detección	14
2.4. Residuo	15
2.4.1. Memoria: Efecto en el Umbral de Detección	15
2.4.2. Efecto en la respuesta	16
2.5. Linealidad	17
2.6. Ensayos de Estabilidad	17
2.6.1. Lector	18
2.6.2. Información Almacenada	18
2.6.3. Condiciones Climáticas	19
2.6.4. Punto Cero	20
2.7. Respuesta Espectral (Fotones)	20
2.8. Respuesta Espectral (Radiaciones Beta)	25
3. EVALUACION DOSIMETRICA	26
4. CONCLUSIONES	30
5. REFERENCIAS	31

INTRODUCCION

Este trabajo expone los resultados iniciales de los ensayos de caracterización del *Sistema Automático de Dosimetría Personal por Termoluminiscencia* National-Panasonic [1], cuya descripción técnica se recoge en el apartado 1. Los ensayos efectuados en esta caracterización se describen en distintas Normas y Drafts internacionales (A.N.S.I. [2], I.C.E. [3], I.S.O. [4]).

Se denomina *elemento detector* a la cantidad de material TL sensible a la radiación, depositada sobre un soporte. Cuatro elementos detectores, junto con una serie de filtros y un aislamiento óptico integrados en la carcasa de cierre, forman un *conjunto de detección*. El *chasis* completa el diseño del *dosímetro* (unión del conjunto de detección y el chasis o portadosímetro).

Todos los ensayos se refieren al comportamiento individual de cada uno de los cuatro elementos detectores, más las filtraciones adicionales que aportan la carcasa de cierre y el chasis. Considerando las condiciones de irradiación, pueden tomarse las respuestas de los elementos 2, 3 y 4 como aproximadamente equivalentes a la dosis profunda, y la respuesta del elemento 1 como estimación de la dosis superficial. Por tanto, en todas las pruebas realizadas con exposiciones γ no se tendrán en cuenta los resultados del elemento 1. En los ensayos de caracterización, no se emplea ningún algoritmo que relacione las respuestas de los distintos elementos para obtener como resultado final las magnitudes radiológicas de interés, Dosis Equivalente Profunda $H_p(10)$ y Dosis Equivalente Superficial $H_s(0.07)$ ([5], [6], [7]). A partir de esta caracterización inicial se define un algoritmo de cálculo de estas magnitudes radiológicas.

1. CARACTERISTICAS TECNICAS

1.1. Dosímetro

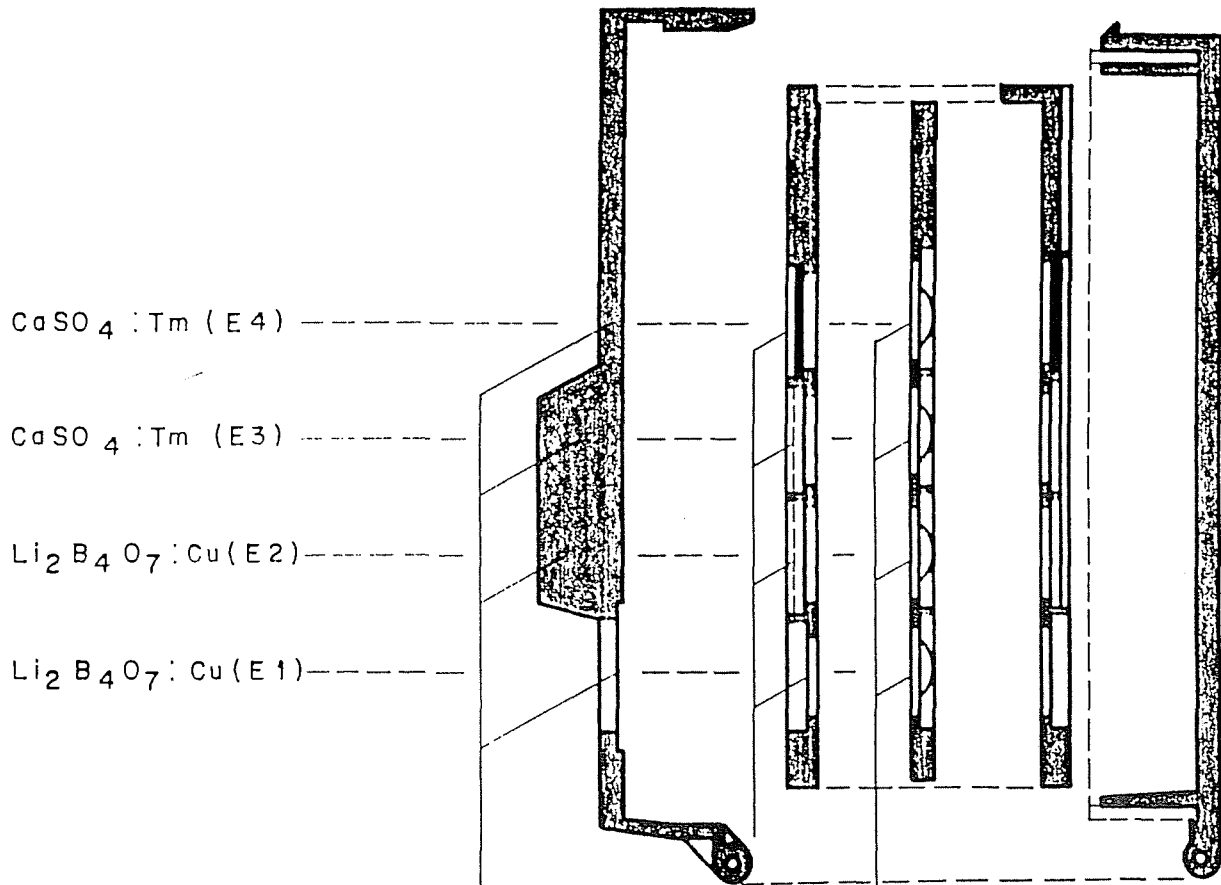
Se utiliza como dosímetro personal el sistema formado por el *conjunto de detección* modelo UD-802AR de National-Panasonic más el *chasis* UD-875A. Se emplean con esta elección dos materiales termoluminiscentes (Sulfato Cálcico y Borato de Litio) complementarios entre sí en sus propiedades dosimétricas, y una variedad de filtraciones que permitirán la elaboración de un algoritmo de cálculo muy completo. La Tabla 1 y la Figura 1 muestran la configuración del dosímetro con las correspondientes filtraciones.

TABLA 1
Elementos de detección

		E1	E2	E3	E4
Chasis	Filtro	mg/cm ² de plástico			
		3	840	840	200
Conjunto de detección	Filtro anterior	mg/cm ² de plástico		mm Pb	
		14	160	160	0.7
	Material TL	Li ₂ B ₄ O ₇ Cu		CaSO ₄ (Tm)	
	Filtro posterior	mg/cm ² de plástico		mm Pb	
25		160	160	0.7	

Los materiales termoluminiscentes consisten en una monocapa de gránulos de 90 μm de diámetro, en una superficie de 3 mm de diámetro y un espesor aproximado de 15 mg/cm², depositada sobre una lámina delgada de poliamida. Por el lado opuesto de la lámina hay un recubrimiento de Carbono que facilita la absorción del haz infrarrojo durante la lectura. Envolviendo el material TL, una cubierta de Teflón asegura la estanqueidad del elemento. El soporte que contiene los 4 elementos se introduce en una carcasa, fijándose mecánicamente y constituyendo en sí el *conjunto de detección* (Figura 1). La carcasa, además de contener los diversos filtros anteriores y posteriores, incorpora lateralmente un código de orificios que contiene, entre otras informaciones, la identificación del conjunto, visible exteriormente por una etiqueta adhesiva.

CONFIGURACION DEL DOSIMETRO



	TOTAL			
E 4	<u>Pb 0.7 mm</u>		<u>Pb</u>	
E 3	<u>1000 mg/cm²</u>	<u>840</u>	<u>160</u>	<u>11</u>
E 2	<u>1000 mg/cm²</u>	<u>840</u>	<u>160</u>	<u>11</u>
E 1	<u>17 mg/cm²</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>11</u>

Figura 1

1.2. Equipo de Lectura

Constituido por un lector automático UD-710A de National-Panasonic más el dispositivo de carga automática de dosímetros UD-730. El funcionamiento de este equipo consiste, básicamente, en calentar ópticamente el material termoluminiscente, detectando la luz emitida mediante un tubo fotomultiplicador de bajo ruido y alta ganancia, integrando la señal con un contador de fotones o con un convertidor de frecuencias, según su magnitud.

El lector contiene un microprocesador que se controla mediante unos parámetros y permite establecer las condiciones de operación del sistema, desde la definición del ciclo de lectura (incluyendo un borrado específico según el nivel de dosis leído) hasta la elección del tipo de comunicaciones con un ordenador exterior. Los controles de operación fallidos y los errores detectados por el microprocesador están codificados en la salida informática, y es posible que paren automáticamente el sistema si alguno de ellos es grave, evitando así pérdidas de lecturas por malfunciones o averías.

La lectura de cada dosímetro va acompañada, además de la necesaria identificación del mismo, de la medida de ciertos parámetros de la lectura (corriente oscura, filtraciones, sensibilidad del lector, opacidad del dosímetro) y de la aplicación de diversos factores de corrección intrínsecos del dosímetro y codificados en él.

El lector procesa los resultados y ofrece una salida de datos primaria completa, empleando la calibración interna previamente efectuada. Los datos más significativos son susceptibles de ser enviados, en un formato preestablecido, a través de una puerta Serie RS-232C, a un sistema informático.

El tiempo total de lectura de un conjunto detector (cuatro elementos) es de unos 20 segundos. La capacidad del dispositivo de carga automática es de 500 conjuntos detectores (10 bandejas de 50 conjuntos cada una). Esto permite evaluar dicho número de dosímetros en tres horas aproximadamente.

1.3. Soporte Informático

Se efectúa un volcado de datos desde el Lector a un micro-ordenador PC-AT mediante el paquete de comunicaciones SMARTERM 240. Los ficheros brutos de lecturas se procesan en formatos predefinidos con la aplicación LOTUS 1-2-3, aplicando todas las correcciones externas a las propias del lector y calculando los datos estadísticos convenientes.

1.4. Condiciones de Irradiación

Las irradiaciones necesarias para este estudio se efectuaron en la División de Metrología del CIEMAT (Laboratorio Gamma en niveles de Protección, Laboratorio de Rayos X) [8].

Se utilizaron fuentes de 100 TBq (2700 Ci) nominales de ^{137}Cs (662 keV) y 0.74 TBq (20 Ci) nominales de ^{60}Co para la irradiación de fotones energéticos. En la irradiación de los dosímetros con fotones gamma, se colocan aquéllos simétricamente sobre un maniquí de metacrilato ($\rho = 1.16 \text{ g/cm}^3$) de $300 \times 300 \times 150 \text{ mm}$. La geometría de irradiación se ha cuidado para poder considerar nula la interacción entre los dosímetros y el efecto de borde del maniquí (6 dosímetros por tanda). La tasa de exposición empleada en las fuentes Gamma fue de $13 \text{ mC Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (50 R/h) (50 cm de diámetro útil del haz y distancia hasta la fuente superior a 3.25 m). Con ello se asegura un haz paralelo que cubre completamente el maniquí (42 cm de diagonal), pero que no interfiere con la bancada metálica (130 cm por debajo del haz).

Las irradiaciones con rayos X se realizaron para cuatro calidades JEN: B, C, E y F correspondientes, respectivamente, a las calidades ISO de espectro estrecho 33 keV, 48 keV, 65 keV y 83 keV. En este tipo de irradiaciones, aunque se utilizó el mismo maniquí, el campo de homogeneidad del haz condicionó la irradiación simultánea de sólo dos dosímetros.

Las irradiaciones con fuentes Beta forman parte de la Intercomparación efectuada por C.C.E., llevándose a cabo en distintos Laboratorios internacionales. Una descripción detallada se encuentra en los Informes de dicha Intercomparación [9],[10].

Las magnitudes radiológicas y los factores de conversión utilizados en su cálculo se recogen en las referencias [4], [5] y [6].

2. ENSAYOS CONTENIDOS EN NORMAS INTERNACIONALES

Considerando las recomendaciones sobre Sistemas de Dosimetría Personal TL recogidas en ANSI [2] y los tipos de ensayo especificados por IEC [3] e ISO [4], se han efectuado pruebas para verificar la capacidad del método expuesto y si observa los requisitos exigibles a un Sistema Dosimétrico Personal según estas normativas.

La descripción exhaustiva de los ensayos y su realización se encuentra recogida en la documentación sobre las anteriores normativas. Aquí sólo se apuntará la intención del ensayo, los cálculos realizados y algunos comentarios sobre los resultados. En alguno de los ensayos se ha visto la necesidad o conveniencia de variar alguno de los cálculos o criterios, quedando su discusión abierta a cualquier sugerencia.

El número de dosímetros empleado en cada ensayo es de 12 (excepto en el de homogeneidad de lotes que fue de 200), con objeto de obtener resultados satisfactorios con un número de medidas razonable. El intervalo de confianza exigido en los resultados es del 95%, obtenido prácticamente en todos los ensayos con lotes de 12 dosímetros.

En casi todos los ensayos se definen los criterios de aptitud como cocientes entre la *Dosis Evaluada* por el Sistema Dosimétrico, D_e , y la *Dosis Asignada* en las sesiones de irradiación, D_a . Se denomina *Respuesta*, R , al cociente entre Dosis evaluada y Dosis asignada ($R = D_e/D_a$). También se maneja en la expresión de los resultados el Coeficiente de Variación (CV), que es el cociente de la desviación standard (STD) de una serie estadística y la media aritmética de la misma, expresado en porcentaje.

2.1. Homogeneidad de Lotes

La dosis evaluada por cualquier dosímetro de un lote irradiado a una dosis de 10 mSv no diferirá más de un 30% de la dosis evaluada por cualquier otro dosímetro del mismo lote.

Por lote debe entenderse el conjunto de dosímetros del que es de esperar un comportamiento similar en su respuesta. No se especifica el número de dosímetros que integran un lote ni si se deben aplicar Factores de Caracterización Individual (FCI) de los dosímetros. Los resultados pueden resultar, por tanto, algo ambiguos si no se especifican estos extremos. Se emplea como criterio el obtenido del siguiente cálculo:

$$\text{Criterio} = \frac{D_e (\text{máx}) - D_e (\text{mín})}{D_e (\text{mín})} \times 100 < 30$$

En la Tabla 2 se observa que, para que se cumpla el criterio en todos los elementos, es necesaria la aplicación de FCI, cuyo efecto es, como era de esperar, drástico tanto en el criterio como en los CV. Con esta corrección se asegura una homogeneidad de lotes mejor que el 10%. La homogeneidad es mayor en los elementos de sulfato cálcico para los que el criterio exigido no supera el 6%. En cualquier caso el CV nunca es superior al 2%.

TABLA 2

<u>Condiciones</u>	<u>Elemento</u>	<u>CV (%)</u>	<u>Resultado</u>
Lote de 200 TLD sin FCI	1	8.0	63.0
	2	6.9	43.5
	3	6.7	39.2
	4	7.1	37.8
Lote de 200 TLD con FCI	1	2.2	12.9
	2	1.8	9.7
	3	0.8	4.8
	4	0.9	5.7

2.2. Reproducibilidad

La variación en la respuesta (individual y de lote) no superará el 7.5% en una serie de 10 irradiaciones consecutivas a la misma dosis (10 mSv).

IEC exige comprobar que la respuesta individual (R_{ij}) en cada dosímetro (i) a lo largo de las 10 irradiaciones (j) sucesivas no varía ($S_i = CV_i$) más del 7.5%, y además, que la homogeneidad del lote en cada irradiación ($S_j = CV_j$) se conserve también en ese margen. ISO contempla conjuntamente la reproducibilidad de cada dosímetro y del lote.

$$\begin{aligned} \text{Criterio IEC } S_i &< 7.5\% \quad i = 1, \dots, 10 \\ S_j &< 7.5\% \quad J = 1, \dots, 10 \end{aligned}$$

$$\text{Criterio ISO } \overline{CV} + 1.5\sigma(CV) < 0.075 \text{ (7.5\%).}$$

\overline{CV} es el valor medio de los CV de cada dosímetro (i) calculados con las 10 irradiaciones (j) sucesivas. $\sigma(CV)$ es la desviación standard obtenida en el cálculo de CV. En la Tabla 3 se expresan en % los resultados obtenidos, indicando el rango de variación (mínimo-máximo) en los criterios IEC.

Todos los criterios aseguran una reproducibilidad en todos los elementos mejor que el 5%.

La homogeneidad de respuesta de un lote de dosímetros dentro de una irradiación es mejor que la reproducibilidad de respuesta de un dosímetro individual a lo largo de una serie de irradiaciones. Este efecto es más notable en los detectores de sulfato cálcico.

TABLA 3

<u>Concepto</u>	<u>Elemento</u>	<u>Resultado</u>
Reproducibilidad IEC individual (Si)	1	3.0-4.6
	2	2.9-4.8
	3	2.7-4.6
	4	3.5-4.5
Homogeneidad IEC en cada irradiación (Si)	1	2.2-4.1
	2	3.0-3.6
	3	1.6-3.0
	4	1.2-2.6
Reproducibilidad ISO	1	4.6
	2	4.7
	3	4.6
	4	4.4

2.3. Umbral de Detección

El umbral de detección (mínimo valor de dosis detectable con fiabilidad estadística) no superará el valor de $500 \mu\text{Sv}$ (Dosis Superficial) ó $100 \mu\text{Sv}$ (Dosis Profunda).

El ensayo consiste en preparar un grupo de 12 dosímetros para su uso y leerlos inmediatamente, evaluando la Lectura de Cero como la media de las dosis evaluadas para cada dosímetro y el Umbral de Detección como el producto de la desviación standard σ asociada por el valor de la distribución t-Student para 11 grados de libertad ($t = 2.20$). Los resultados se indican en la Tabla 4.

TABLA 4

<u>Concepto</u>	<u>Elemento</u>	<u>Valor (μSv)</u>
Umbral de Detección	1	13
	2	14
	3	4
	4	4
Lectura de Cero	1	21
	2	16
	3	7
	4	8

Estos valores para el umbral de detección cumplen incluso el requisito exigido a los Sistemas de Dosimetría Ambiental, establecido en $30 \mu\text{Sv}$.

2.4. Residuo

Con esta denominación se reúnen una serie de ensayos no comunes para IEC e ISO, y cuyo fin es determinar los efectos de las exposiciones altas en el comportamiento de los dosímetros. Se distinguen dos aspectos influidos por una alta irradiación previa:

2.4.1. Efecto en el Umbral de Detección (Ensayo de Memoria ISO)

El umbral de detección no cambiará más del 20% tras una dosis previa de 100 mSv, según IEC. En reuniones conjuntas posteriores de ambos comités (Madrid, 1984), parecía prevalecer el criterio de que el segundo umbral no supere tampoco los límites establecidos en el ensayo de Umbral de Detección.

El ensayo consiste en calcular el umbral de detección U_1 con un lote de 12 dosímetros (R_o, σ_o), preparar e irradiar este mismo grupo a 100 mSv, evaluarlos (R_1, σ_1), volver a preparar y determinar el residuo (R_{oo}, σ_{oo}), y el segundo umbral de detección U_2 . Se puede expresar el residuo como el porcentaje de la dosis previa, R_{oo}/R_1 .

$$\text{Criterio IEC} = \frac{U_2}{U_1} = 1.00 \pm 0.20$$

$$\text{Criterio ISO} = R_m + 1.5 \sigma_m < 10^{-3}$$

$$R_m = \frac{R_{oo} - R_o}{R_1}$$

TABLA 5

Elemento	Residuo		Umbral		IEC	ISO
	R_{oo} μSv	R_{oo}/R_1 %	U_1 μSv	U_2	1.00 ± 0.20	$\leq 10^{-3}$
1	660	0.66	16	47	2.9	7×10^{-4}
2	510	0.51	9	28	3.1	5×10^{-4}
3	1570	1.57	1	74	74	2×10^{-3}
4	1460	1.46	1	41	41	2×10^{-3}

Los resultados de la Tabla 5 indican la necesidad de efectuar un tratamiento especial para dosímetros que sean expuestos a dosis elevadas. El proceso consiste simplemente en una segunda lectura con la opción de Borrado. Repetido el ensayo con esta segunda lectura adicional se obtienen los resultados de la Tabla 6.

TABLA 6

Elemento	Residuo		Umbral		IEC	ISO
	R _{oo}	R _{oo} /R ₁	U ₁	U ₂	1.00 ± 0.20	< 10 ⁻³
	μ Sv	%	μ Sv			
1	16	0.02	16	12	0.75	2 × 10 ⁻⁴
2	15	0.01	9	9	1.00	1 × 10 ⁻⁴
3	0	0.00	1	1	1.00	1 × 10 ⁻⁵
4	0	0.00	1	1	1.00	1 × 10 ⁻⁵

Nótese la efectividad de la segunda lectura, que prácticamente elimina los efectos de la alta dosis previa.

En la práctica, deberán modificarse los procesos de lectura rutinarios de modo que pueda cumplirse directamente el ensayo sin borrados adicionales.

2.4.2. Efecto en la Respuesta

La dosis leída en los dosímetros irradiados a 5 mSv tras una exposición a alta dosis (100 mSv) no variará más del 10% respecto del valor obtenido con un lote análogo de dosímetros sin irradiación previa a 100 mSv.

TABLA 7

Elemento	Criterio IEC (1.00 ± 0.10)	
	Normal	Borrado Adicional
1	0.996	0.973
2	1.022	0.933
3	1.033	1.059
4	1.032	1.053

Se observa un buen comportamiento de todos los elementos en el ensayo, tanto en el proceso normal como con un borrado adicional. En este último, se aprecia el efecto diferente que se induce según el material TL: los elementos de Borato de Litio parecen reducir su sensibilidad, en tanto que los elementos de Sulfato Cálxico muestran una leve tendencia creciente.

Como resumen de estos ensayos, que pretenden estudiar el comportamiento de los dosímetros tras una irradiación considerable, se puede concluir que en la secuencia normal de trabajo no se aprecia efecto sobre la respuesta posterior, aunque sí es importante la dosis residual, pues afecta al umbral de detección y a la lectura de cero (especialmente en los elementos de Sulfato Cálcico). Estos inconvenientes se subsanan con un borrado adicional de los dosímetros que hayan sufrido altas exposiciones, sin apenas efecto en la respuesta del elemento. Es posible integrar este segundo borrado en el proceso de lectura rutinaria.

2.5. Linealidad

El cociente de respuestas no variará más del 5% en el rango 1-100 mSv.

Hay ciertas diferencias entre IEC e ISO, aunque la única realmente notable es que IEC considera lotes distintos de dosímetros para cada irradiación (1, 10, 100 mSv), en tanto que ISO precisa la irradiación sucesiva del mismo lote. Los criterios definen cocientes entre las respuestas obtenidas en las distintas irradiaciones:

$$L1 = \frac{R(1 \text{ mSv})}{R(10 \text{ mSv})} = 1.00 \pm 0.05 \quad L100 = \frac{R(100 \text{ mSv})}{R(10 \text{ mSv})} = 1.00 \pm 0.05$$

TABLA 8

Elemento	Criterio (1.00 ± 0.05)	
	L1	L100
1	0.99	0.96
2	0.98	0.96
3	1.01	1.04
4	1.01	1.05

Se cumplen los criterios de ambas normativas, lo que permite establecer una desviación máxima de un 5% en la linealidad del sistema en el rango requerido (0.1-100 mSv).

2.6. Ensayos de Estabilidad

Se incluyen aquí diversos ensayos encaminados a caracterizar la regularidad y constancia en la respuesta de los diversos componentes del Sistema Dosimétrico. De esta manera se establecen los diversos factores (instrumentales, fading, dosis ambiental) que influyen en la evaluación dosimétrica en un plazo razonable y usual en Protección Radiológica (1 mes), siendo posible la corrección de sus efectos.

2.6.1. Estabilidad del Lector (IEC)

Las dosis evaluadas inmediatamente después de calcular el factor de calibración, a las 24 horas y 168 horas (7 días) en lotes irradiados simultáneamente dos semanas antes, no diferirán más del 2% y 5% respectivamente.

TABLA 9

Elemento	Criterios IEC	
	24 h (1.00 ± 0.02)	168 h (1.00 ± 0.05)
1	1.005	0.999
2	0.996	0.996
3	0.976	0.999
4	1.003	0.996

Se observa un buen comportamiento en todos los elementos, lo que permite confiar en una excelente estabilidad del lector.

2.6.2. Estabilidad de la Información Almacenada (ISO)

Las dosis evaluadas en dosímetros irradiados no diferirán más del 5% (10%) tras un almacenaje de 30 (90) días en condiciones normales ($20 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ H.R.).

El ensayo define un parámetro, p , que relaciona la lectura de dosímetros irradiados a 10 mSv tras períodos de almacenaje de 1 (R_1, σ_1) y t días (R_t, σ_t), más un grupo dosímetros que estimarán el fondo ambiental (R_0, σ_0).

$$p = \frac{R_1 - R_t}{R_1 - R_0} ; \sigma_p = (\sigma_t^2 + \sigma_1^2)^{1/2}$$

$$\text{Criterio ISO: } p + 1.5 \sigma_p \leq 0.05 \text{ (0.10)}$$

No se cumple el test para un período de exposición de 30 días en ningún elemento, pero sí para el período más largo en los elementos de Sulfato Cálcico (3,4). Esto sugiere la necesidad de corrección del decaimiento de la señal con el tiempo de integración (fading) en los elementos de Borato de Litio. Se debe mencionar que se han obtenido decaimientos del orden de los indicados en distintas referencias (10% en tres meses) [11], [12].

TABLA 10

<u>Elemento</u>	Criterios ISO	
	<u>30 días (< 0.05)</u>	<u>90 días (< 0.10)</u>
1	0.068	0.101
2	0.061	0.111
3	0.072	0.072
4	0.082	0.067

2.6.3. Estabilidad bajo diversas condiciones climáticas

Las dosis evaluadas al principio y final de los períodos de exposición, bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura, no variarán más del 5-20% (según dichas condiciones y la duración del ensayo).

Se piden ensayos a 30 y 90 días en las distintas condiciones. El parámetro empleado para evaluar el ensayo es el cociente de respuestas en lotes de dosímetros irradiados (10 mSv) antes, Ra, y después, Rd, de la permanencia en las diferentes condiciones climáticas. Los ensayos en condiciones climáticas diferentes de las normales se desarrollan en la actualidad.

TABLA 11

<u>Condiciones Climáticas</u>	<u>Criterio</u>	<u>E</u>	<u>Resultado (Ra/Rd)</u>
30 días 20° ± 2,65 ± 10 % H.R.	1.00 ± 0.05	1	0.94
		2	0.95
		3	0.94
		4	0.93
90 días 20° ± 2,65 ± 10 % H.R.	1.00 ± 0.10	1	0.91
		2	0.90
		3	0.94
		4	0.94

En este ensayo, similar en condiciones normales al 2.6.2., resulta una aceptable estabilidad tanto en los elementos de Borato de Litio como en los de Sulfato Cálcico, aunque en ambos se aprecian los efectos de fading.

2.6.4. Estabilidad del Punto Cero

Después de un almacenaje de 30 días en condiciones normales, el punto cero no excederá de 100 ó 500 μ Sv (dosis profunda o superficial, respectivamente), tras sustraer la dosis de fondo (el lugar de exposición no debe superar una tasa de dosis de 0.2 μ Sv/hora).

La evaluación del fondo ambiental en el lugar de exposición, mediante una cámara de ionización presurizada (Reuter-Stokes RSS-111), resultó $15.9 \pm 0.4 \mu$ R/hora, que supone una tasa de dosis ambiental de $0.167 \pm 0.004 \mu$ Sv/hora. La dosis de fondo estimada a partir de estas medidas en el período de exposición considerado es de $120 \pm 3 \mu$ Sv.

TABLA 12

<u>Elemento</u>	<u>Lectura (μ Sv)</u>	<u>Resultado (μ Sv)</u>
1	172	52
2	154	34
3	114	-6
4	140	20

No sólo se cumple el criterio de estabilidad del punto cero en todos los elementos, sino que se observa un acuerdo dentro del 15% entre los resultados dosimétricos de los detectores de Sulfato Cálculo y las estimaciones instantáneas de la cámara de ionización. Esto se debe a la alta sensibilidad de dicho material (30-40 veces mayor que la del material TL más popular, el Fluoruro de Litio), e indica la aptitud del Sistema Dosimétrico Personal descrito para efectuar, incluso, medidas ambientales, empleando los elementos de Sulfato Cálculo.

2.7. Respuesta Espectral Fotónica

Las dosis evaluadas no diferirán más del 30% de las especificadas al exponer los dosímetros a distintas calidades de radiación fotónica (15 keV — 3.0 MeV).

Se emplearon distintas calidades JEN de Rayos X y las fuentes Gamma de ^{137}Cs y ^{60}Co , ambas instalaciones pertenecientes a la División de Metrología de Radiaciones Ionizantes de CIEMAT. Se solicitaron exposiciones de $64.5 \mu\text{C} \cdot \text{Kg}^{-1}$ (250 mR), excepto en la calidad JEN-100-E que se irradió a $25.8 \mu\text{C} \cdot \text{Kg}^{-1}$ (100 mR). [8].

Se emplea como criterio el cociente entre dosis evaluadas y dosis asignadas para cada elemento detector. Para el elemento 1 se considera la dosis superficial Hs(0.07), en tanto que para el resto se empleará la dosis profunda Hp(10).

$$\text{Criterio: } 0.7 \leq \frac{D_e}{D_a} \leq 1.3$$

TABLA 13

<u>Energía Media (keV)</u>	<u>Calidad JEN</u>	<u>Dosis (mSv)</u>	
		<u>Hp (10)</u>	<u>Hs (0.07)</u>
33	JEN-40-EE	2.93	3.19
48	JEN-60-EE	4.11	3.89
65	JEN-80-EE	4.52	4.20
83	JEN-100-EE	1.74	1.64
662	¹³⁷ Cs	2.71	—
1250	⁶⁰ Co	2.60	—

TABLA 14

<u>Energía Media (keV)</u>	<u>E1/Hs (0.07)</u>	<u>E2/Hp (10)</u>	<u>E3/Hp (10)</u>	<u>E4/Hp (10)</u>
33	0.77 ± 0.03	0.76 ± 0.04	11.1 ± 0.3	1.18 ± 0.05
48	0.74 ± 0.03	0.66 ± 0.02	8.3 ± 0.2	1.18 ± 0.03
65	0.74 ± 0.02	0.66 ± 0.03	5.4 ± 0.2	1.14 ± 0.05
83	0.72 ± 0.02	0.66 ± 0.02	3.5 ± 0.1	0.99 ± 0.03
662	—	0.97 ± 0.06	1.01 ± 0.03	1.08 ± 0.02
1250	—	1.11 ± 0.02	0.87 ± 0.01	0.89 ± 0.02

La Figura 2 muestra estos resultados manteniendo la misma escala para los cuatro elementos. Las figuras 3.1., 3.2., 3.3. y 3.4. muestran el comportamiento por separado de cada elemento. De estos datos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- 1) La calibración del lector se ha efectuado con dosímetros de Sulfato de Calcio con una filtración equivalente a tejido de 300 mg/cm² y con fuente de Cs. Esto concuerda con los resultados obtenidos con el tercer elemento y fuente de Cs. La respuesta del elemento detector 1, utilizada para la evaluación de dosis superficial, necesita ser corregida mediante la aplicación de un factor medio de **1.36**.
- 2) El elemento 2 mantiene una respuesta prácticamente independiente de la energía en valores de ésta por debajo de 100 keV, aunque al comparar con la respuesta a fotones de alta energía, se observa una subestimación de un 30%.
- 3) El elemento 3 presenta una sobre-respuesta a bajas energías que concuerda con la respuesta energética conocida del material TL Sulfato de Calcio: Se puede utilizar esta lectura para estimar la energía predominante en la componente fotónica de la dosis detectada, relacionándola con la respuesta bien del elemento 2 o del elemento 4, siendo esta última solución preferible por comparar elementos del mismo material TL que, además, es el utilizado para la calibración del lector.
- 4) El elemento 4 (filtro de Pb) muestra una sobre-respuesta máxima de un 20% en bajas energías, ofreciendo un comportamiento dentro del 10% a partir de 70 keV.

Respuesta Energética UD-802 + UD-875

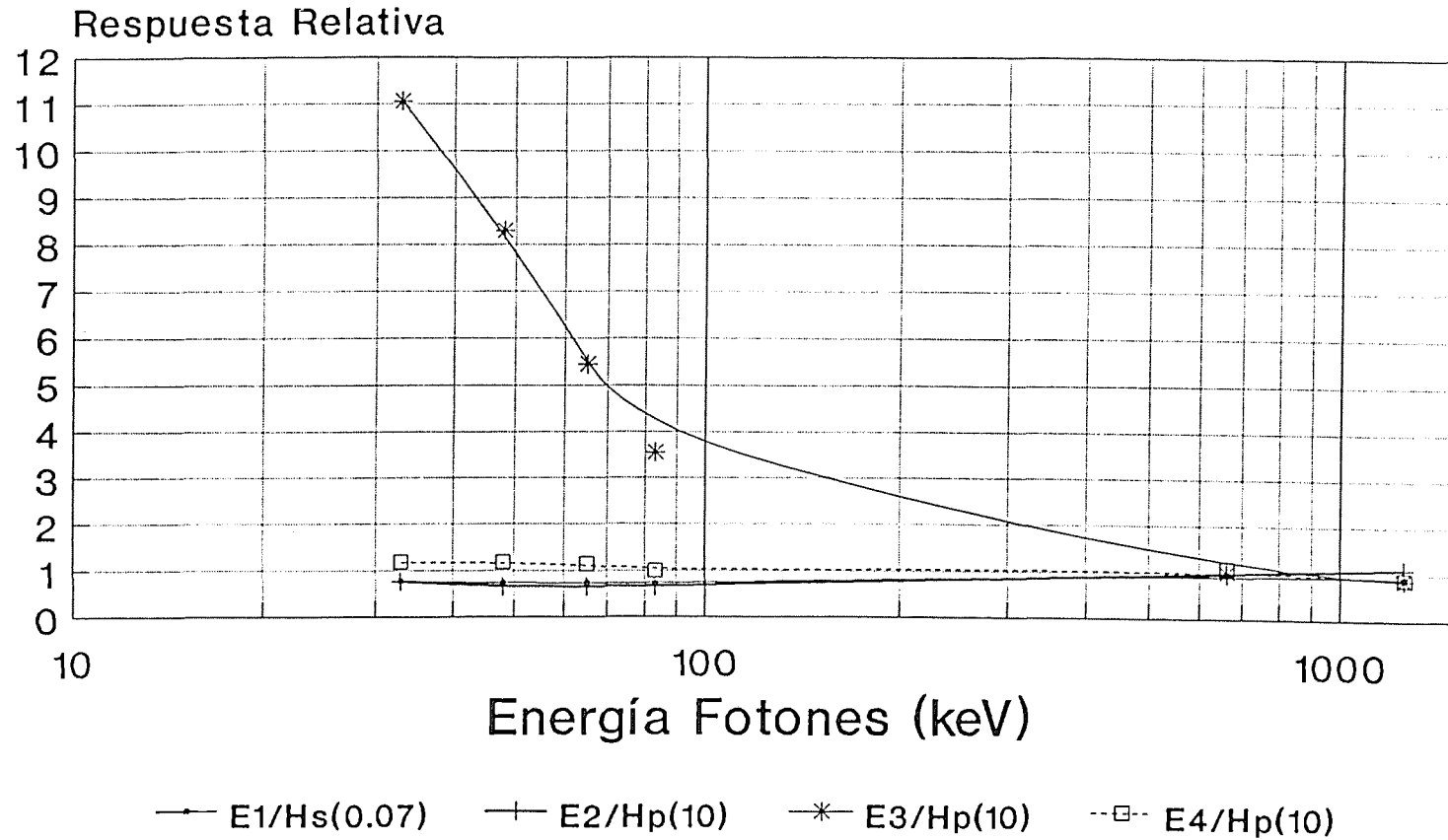


Figura 2

Respuesta Energética UD-802 + UD-875 Elemento 1: LiBO (0.17 mm plástico)

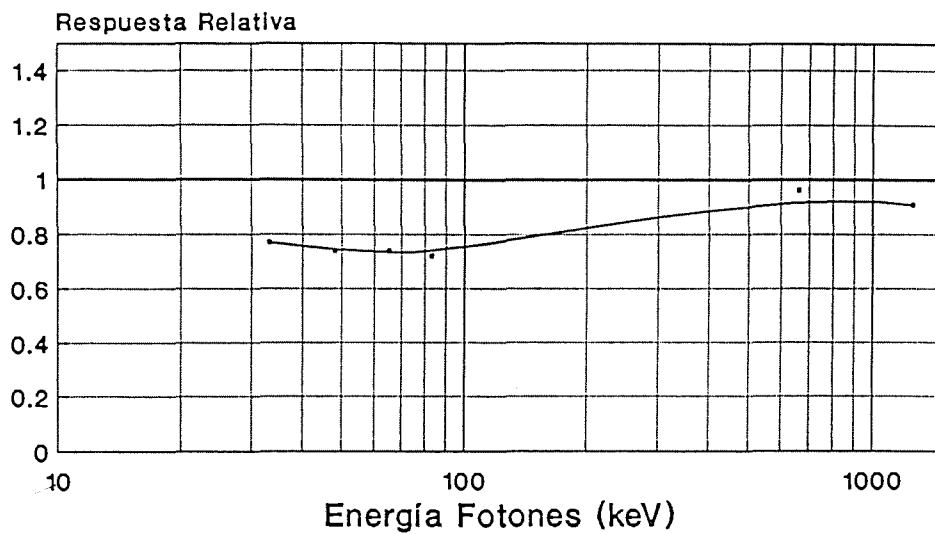


Figura 3.1.

Respuesta Energética UD-802 + UD-875 Elemento 2: LiBO (10 mm plástico)

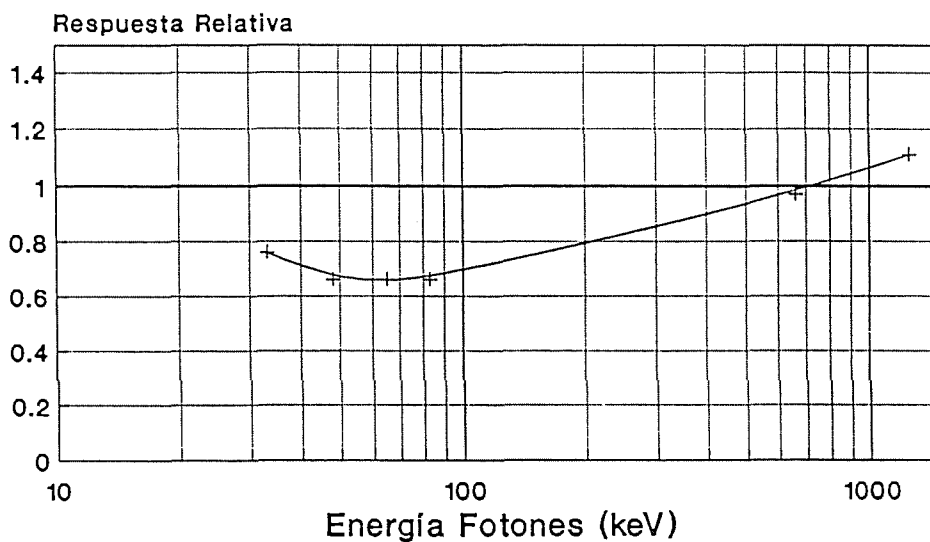


Figura 3.2.

Respuesta Energética UD-802 + UD-875
Elemento 3: SOCa (10 mm plástico)

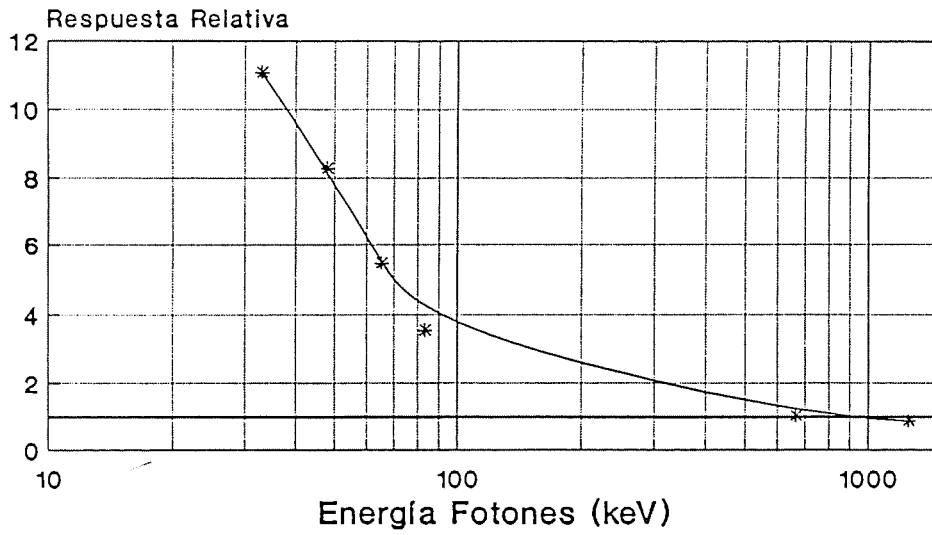


Figura 3.3.

Respuesta Energética UD-802 + UD-875
Elemento 4: SOCa (0.7 mm plomo)

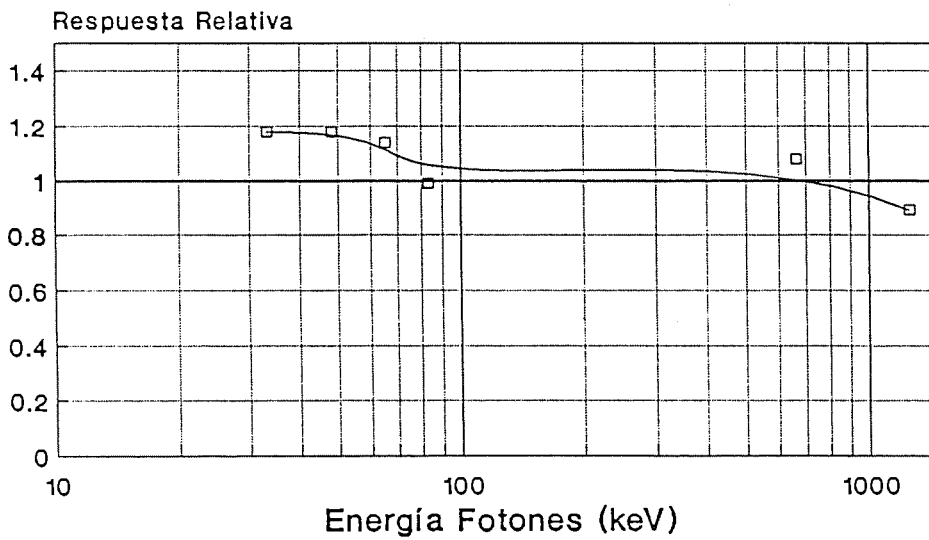


Figura 3.4.

En resumen, el elemento 1 evaluaría correctamente la dosis superficial Hs(0.07) debida a exposiciones fotónicas, y el elemento 4 mediría la dosis profunda Hp(10) con una desviación máxima del 20% en el rango 30 keV-1 MeV para fotones incidentes.

2.8. Respuesta Espectral Beta

Las dosis evaluadas no diferirán más del 30% de las especificadas al exponer los dosímetros a distintas calidades de radiación Beta ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, ^{204}Tl).

Se ofrecen los resultados obtenidos en el Programa de Intercomparación C.C.E. de Dosimetría Beta [9], [10], desarrollado en 1986. Las condiciones de la intercomparación son similares a los ensayos normalizados, y además era un ejercicio "ciego", donde sólo se dieron a conocer las condiciones de irradiación tras la evaluación dosimétrica de cada participante. Las dosis administradas fueron del orden de 5 mSv y se efectuaron en contrastados Laboratorios Internacionales (CEA, ENEA, NRPB, Riso), empleándose fuentes de las calidades Beta antes reseñadas.

Únicamente se obtiene respuesta no nula en el elemento 1, pues el resto ofrece una filtración excesiva para la dosimetría Beta. Se emplea como criterio el cociente entre dosis evaluadas y dosis especificadas para este elemento detector, considerando dosis superficial Hs(0.07).

$$\text{Criterio: } 0.7 < \frac{D_e}{D_a} < 1.3$$

La siguiente Tabla muestra los resultados al considerar la lectura simple del elemento 1 a partir de la calibración del Lector en Hp(10) con haz de ^{137}Cs (*), y al corregir esta calibración para dosis superficial con el factor k anteriormente deducido a partir de las irradiaciones con rayos X (**).

TABLA 15

<u>Radionúclido</u>	<u>Energía Máxima (MeV)</u>	<u>E1/Hs (0.07)*</u>	<u>E1/Hs (0.07)**</u>
^{204}Tl	0.225	0.38	0.52
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	2.274	0.79	1.07

Si se consideran los resultados corregidos con el factor k = 1.36 obtenido para la estimación de dosis superficial con radiación X, el criterio se cumple para la fuente más energética, pero no en la fuente de Tl-204. Se alcanzó una óptima respuesta en Sr/Y, aunque no se consigue que las irradiaciones con fuente Beta menos energética cumplan el criterio. Queda claro que una evaluación correcta de radiación beta exige una discriminación energética, que implica la sustitución del chasis utilizado por otro con una filtración sobre el segundo elemento de 300 mg/cm² o menor de material equivalente a tejido.

3. EVALUACION DOSIMETRICA

Los ensayos anteriores permiten establecer unos criterios para la evaluación de Dosis Profunda y Dosis Superficial tanto para irradiaciones fotónicas como para irradiaciones beta, a partir de las lecturas obtenidas por los distintos elementos sensibles bajo las filtraciones correspondientes al conjunto dosimétrico que se ha caracterizado. Estos criterios se aplican a lecturas netas (con todas las correcciones adicionales y substracción de fondos).

La Figura 4 muestra el diagrama de bloques correspondiente a la primera discriminación de tipos y calidades de radiación. De este modo, es posible la caracterización de radiación beta, tanto como única componente como mezclada con radiaciones fotónicas. Para ello se emplean los siguientes cocientes entre lecturas de los elementos de un dosímetro:

$$A = \frac{E4}{E1} \qquad B = \frac{E1}{E2}$$

El cociente A (blindaje metálico/filtración mínima) permite discernir la presencia de radiación beta, o bien, su coexistencia con cualquier radiación fotónica. El cociente B (influencia del espesor de filtro equivalente a tejido) pretende separar las exposiciones que contengan únicamente fotones energéticos (> 300 keV). Las salidas que indiquen presencia fotónica se someten posteriormente a la Discriminación en Energía Fotónica, que además de estimar la energía fotónica predominante, aplica los correspondientes factores para la evaluación de dosis profunda y superficial.

Para la discriminación energética de la radiación fotónica, es posible emplear los cocientes C y D. El primero utiliza la diferencia de comportamiento en función de la energía de dos materiales filtrantes distintos. El segundo aprovecha la diferencia de respuesta de los dos materiales sensibles (uno aproximadamente equivalente a tejido y el otro no):

$$C = \frac{E3}{E4} \qquad D = \frac{E3}{E2}$$

En función de los valores de C y D (Figura 5), se puede establecer una rutina de discriminación en energía fotónica en función de la cual habrá que aplicar los factores de corrección adecuados para el cálculo de dosis. Estos factores, K_s y K_p , multiplicados por las lecturas netas de los elementos ($E1$ y $E4$, respectivamente), permitiría estimar la dosis superficial H_s y la dosis profunda H_p . La tabla 16 indica esquemáticamente como se utilizan los cocientes antes mencionados para la discriminación energética. La discriminación se efectúa con el cociente C, en tanto que el cociente D separa la radiación gamma muy energética.

La asignación final de dosis se realiza del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \text{Dosis Profunda:} & \quad H_p = K_p \cdot E4 \\ \text{Dosis Superficial:} & \quad H_s = K_s \cdot E1 \\ \text{Componente Beta de } H_s: & \quad H_{\beta} = 1.36 \cdot (E1 - E4) \end{aligned}$$

donde K_p y K_s son los coeficientes a aplicar según la discriminación en energía de los fotones. En la rama Beta (sólo se ha identificado radiación beta), se hará $K_p = 0$. La Figura 6 indica el flujo de operaciones para la discriminación fotónica y evaluación de dosis.

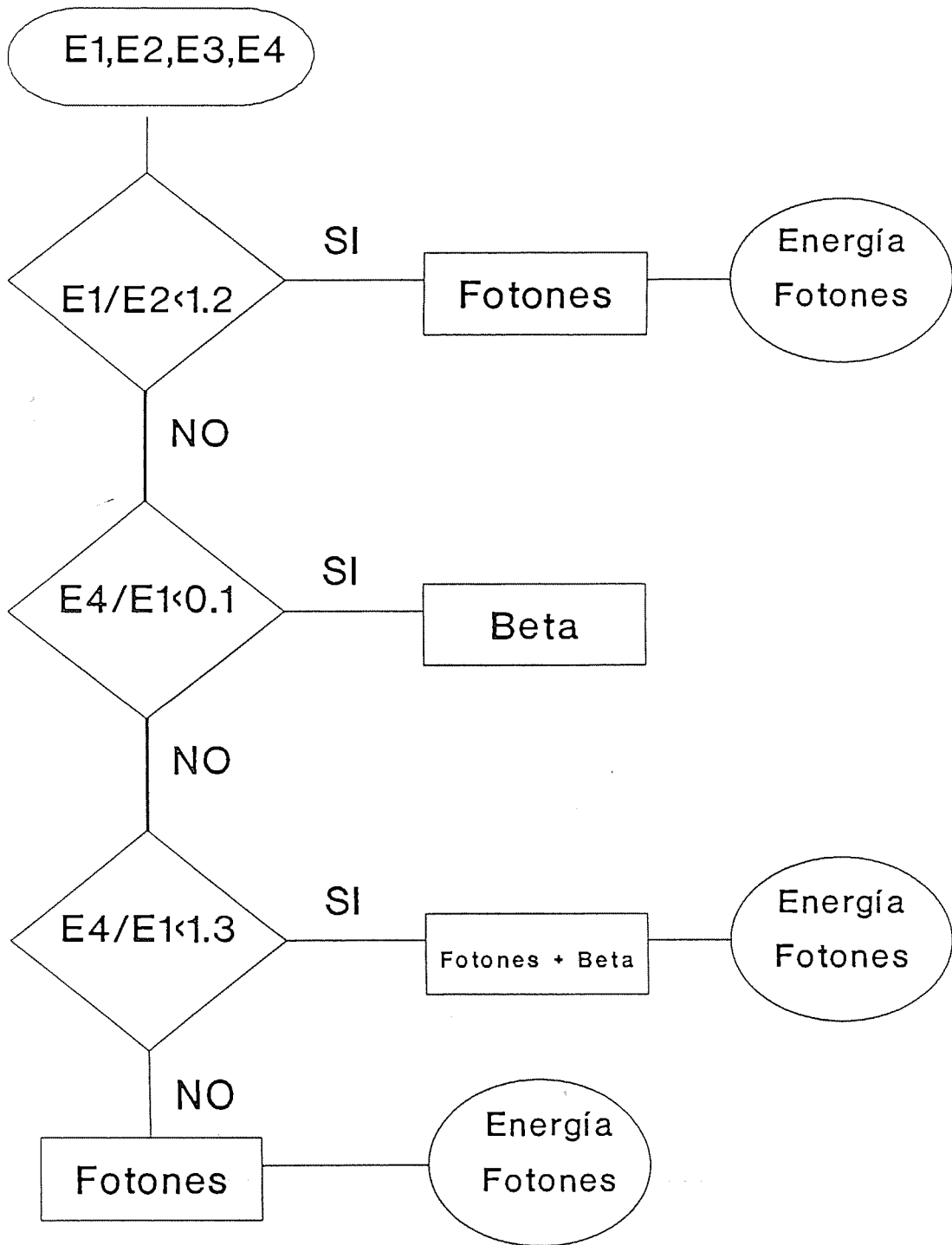


Figura 4

Respuesta Energética UD-802 + UD-875 Cocientes de Discriminación

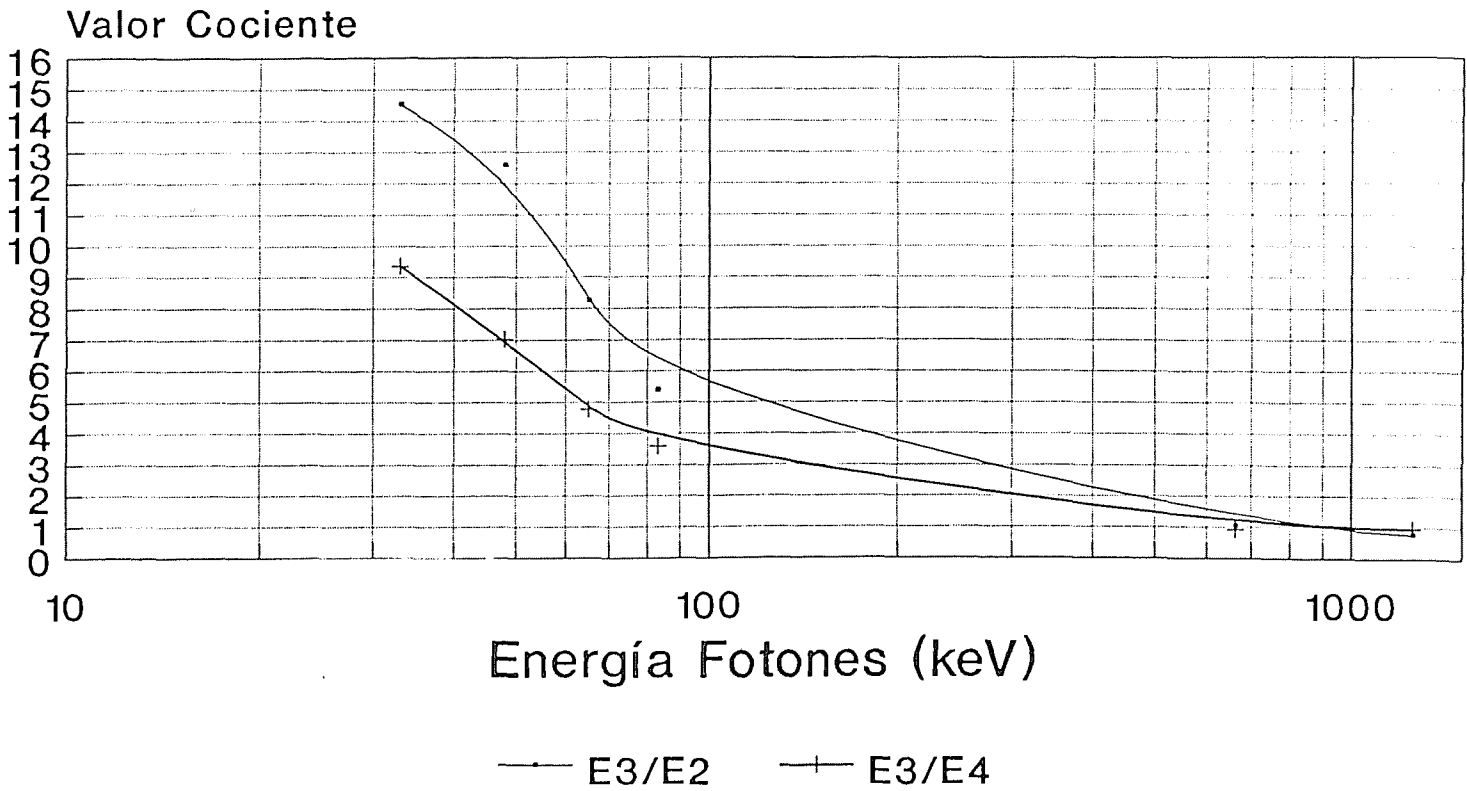


Figura 5

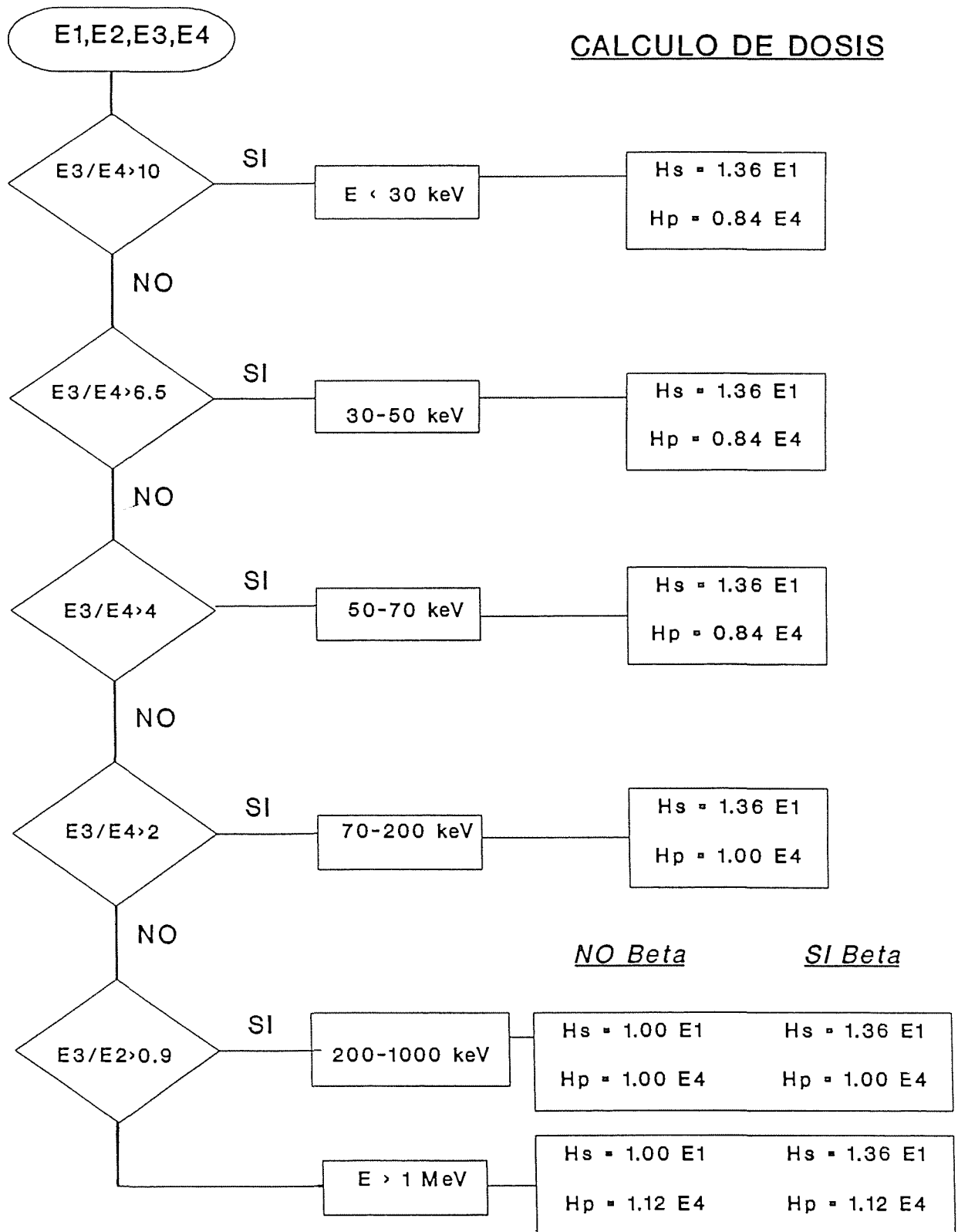


Figura 6

TABLA 16

<u>Valor C</u>	<u>Valor D</u>	<u>Energía (KeV)</u>	<u>Ks</u>	<u>Kp</u>
> 10		< 30	1.36	0.85
10 ≥ C > 6.5		30 — 50	1.36	0.85
6.5 ≥ C > 4		50 — 70	1.36	0.85
4 ≥ C > 2		70 — 200	1.36	1.00
< 2	> 0.9	200 — 1000	1.00	1.00
< 2	< 0.9	> 1000	1.00	1.12

En el Apéndice 1 se muestran las lecturas netas de cada elemento individual del dosímetro, así como las distintas condiciones de irradiación (X, γ , β) y la evaluación dosimétrica mediante el algoritmo aquí presentado. También se muestra un cociente de estimación de la precisión alcanzada en dichas evaluaciones de dosis, definido como:

$$\text{Precisión} = \frac{\text{Dosis Evaluada} - \text{Dosis Asignada}}{\text{Dosis Asignada}}$$

Estos datos pueden resumirse en una desviación máxima del 15% en la estimación de dosis profunda, y del 25% para dosis superficial, en radiaciones fotónicas. Estos límites son válidos para radiación Beta energética, y para la estimación de radiación Beta menos energética (Pm, TI) no es válido el chasis actual, como se indicó en 2.8..

4. CONCLUSIONES

El sistema dosimétrico ensayado cumple, en general con amplitud, las especificaciones establecidas en los distintos ensayos de comportamiento IEC [3] e ISO [4]. Asimismo, los resultados satisfacen también los criterios exigidos en ANSI [2] para la Dosimetría Personal de individuos expuestos a radiación fotónica y beta, así como su combinación (todas las categorías, excepto la VIII Neutrones).

La estimación de dosis derivada de la lectura de un dosímetro rutinario presenta una desviación máxima de la dosis evaluada de un 15% para Dosis Profunda y un 25% para Dosis Superficial, considerando más de 200 lecturas dosimétricas con fotones de energías comprendidas entre 33 keV y 1.2 MeV, incluyendo mezclas de las diferentes calidades. En campos de radiaciones beta, la evaluación dosimétrica se encuentra dentro de los márgenes antes definidos para fuentes energéticas de Sr/Y o U, pero puede suponer una subestimación importante para fuentes beta menos energéticas tales como TI y Pm, debido a la imposibilidad de efectuar, con el chasis en uso, ningún tipo de discriminación energética para este tipo de radiación.

Los ensayos sobre estabilidad del Sistema Dosimétrico permitirán elaborar un Procedimiento de Control de Calidad del mismo, donde se contemplen factores que influyan en una estimación dosimétrica rutinaria y su corrección. Un aspecto importante a considerar en un próximo futuro es la respuesta angular de este dosímetro, tanto a radiación fotónica (X y γ) como beta.

5. REFERENCIAS

- (1) YAMAMOTO, O., YASUNO, Y., MINAMIDE, S., HASEGAWA, S., TSUTSUI, H., TAKENAGA, M. y YAMASHITA, T.; "Construction of a composite thin-element TLD using an Optical-Heating method" Health Physics, Vol. 43, 383-390, (1982).
- (2) American National Standard 1983 "Dosimetry —Personal dosimetry performance— Criteria for testing" ANSI N13.11-1983.
- (3) International Electrotechnical Commission "Thermoluminescence Dosimetry for Personal and Environmental Monitoring" IEC 45b (DRAFT)—1987.
- (4) International Standard Organisation. "Personal and Environmental thermoluminescence dosimeters" ISO/DP 8034-1984.
- (5) I.C.R.U. "Radiation Quantities and Units". Report 33, 1980.
- (6) I.C.R.U. "Determination of Dose Equivalents resulting from External Radiation Sources". Report 39, 1985.
- (7) I.C.R.P. "Data for use in Protection against External Radiation". Publication 51, 1987.
- (8) BROSED, A., DELGADO, A. y GRANADOS, C.E.; "Nuevas Magnitudes I.C.R.U. para la vigilancia radiológica ambiental e individual. Calibración de dosímetros personales usando haces externos de fotones" CIEMAT-605, 1987.
- (9) C.E.C. Radiation Protection 38 "Beta Dosimetry: Fifth Information Seminar on the Radiation Protection Dosimeter Intercomparison Program". EUR 11363 EN-1988.
- (10) VAZQUEZ, C., SAENZ GANCEDO, R.; "Intercomparación de dosímetros personales para radiación Beta organizada por la C.E.E." CIEMAT/PRYMA/PR/DPE/26/87.
- (11) PORTAL, G.; "Preparation and Properties of Principal TL Products" Applied Thermoluminescence Dosimetry, Eds. M. Oberhofer & A. Scharman, Adam Hilger Ltd., Bristol, 97-122 (1981).
- (12) DRISCOLL, C.M.H., FISHER, E.S., FURETTA, C., PADOVANI, R., RICHARDS, D.J., WALL, B.F.; "The Thermoluminescence Properties of Lithium Borate Dosimeters" Radiation Protection Dosimetry, Vol. 6, 305-308, (1983).

APENDICE I

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10401	242	216	3387	364	Fotones	30-50 keV	329	309	33 keV	319	293	3.2%	5.6%
10402	233	216	3061	320	Fotones	30-50 keV	317	272	33 keV	319	293	- 0.7%	-7.2%
10403	249	216	3341	365	Fotones	30-50 keV	339	310	33 keV	319	293	6.2%	5.9%
10404	236	237	3300	345	Fotones	30-50 keV	321	293	33 keV	319	293	0.6%	0.1%
10405	241	215	3150	337	Fotones	30-50 keV	328	286	33 keV	319	293	2.7%	- 2.2%
10406	246	222	3194	330	Fotones	30-50 keV	335	281	33 keV	319	293	4.9%	- 4.3%
10407	258	207	3302	349	Fotones	30-50 keV	351	297	33 keV	319	293	10.0%	1.2%
10408	255	237	3212	345	Fotones	30-50 keV	347	293	33 keV	319	293	8.7%	0.1%
10409	258	236	3226	345	Fotones	30-50 keV	351	293	33 keV	319	293	10.0%	0.1%
10410	252	239	3196	351	Fotones	30-50 keV	343	298	33 keV	319	293	7.4%	1.8%
10481	281	272	3431	496	Fotones	30-50 keV	382	422	48 keV	389	411	- 1.8%	2.6%
10482	291	272	3504	511	Fotones	30-50 keV	396	434	48 keV	389	411	1.7%	5.7%
10483	277	279	3452	472	Fotones	30-50 keV	377	401	48 keV	389	411	- 3.2%	- 2.4%
10484	294	277	3415	470	Fotones	30-50 keV	400	400	48 keV	389	411	2.8%	- 2.8%
10485	312	275	3455	486	Fotones	30-50 keV	424	413	48 keV	389	411	9.1%	0.5%
10486	271	277	3302	480	Fotones	30-50 keV	369	408	48 keV	389	411	- 5.3%	- 0.7%
10487	287	271	3327	467	Fotones	30-50 keV	390	397	48 keV	389	411	0.3%	- 3.4%
10488	280	254	3401	487	Fotones	30-50 keV	381	414	48 keV	389	411	- 2.1%	0.7%
10489	276	275	3341	473	Fotones	30-50 keV	375	402	48 keV	389	411	- 3.5%	- 2.2%
10490	289	280	3463	496	Fotones	30-50 keV	393	422	48 keV	389	411	1.0%	2.6%
10411	310	311	2535	537	Fotones	50-70 keV	422	456	65 keV	420	452	0.4%	1.0%
10412	302	303	2343	505	Fotones	50-70 keV	411	429	65 keV	420	452	- 2.2%	- 5.0%
10413	332	311	2508	535	Fotones	50-70 keV	452	455	65 keV	420	452	7.5%	0.6%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10414	314	306	2507	549	Fotones	50-70 keV	427	467	65 keV	420	452	1.7%	3.2%
10415	305	279	2379	519	Fotones	50-70 keV	415	441	65 keV	420	452	- 1.2%	- 2.4%
10416	300	303	2564	512	Fotones	50-70 keV	408	435	65 keV	420	452	- 2.9%	- 3.7%
10417	323	297	2546	501	Fotones	50-70 keV	439	426	65 keV	420	452	4.6%	- 5.8%
10418	301	308	2518	508	Fotones	50-70 keV	409	432	65 keV	420	452	- 2.5%	- 4.5%
10419	310	271	2316	518	Fotones	50-70 keV	422	440	65 keV	420	452	0.4%	- 2.6%
10420	309	288	2386	467	Fotones	50-70 keV	420	397	65 keV	420	452	0.1%	- 12.2%
10421	122	120	630	178	Fotones	70-200 keV	166	178	83 keV	164	174	1.2%	2.3%
10422	117	118	634	181	Fotones	70-200 keV	159	181	83 keV	164	174	- 3.0%	4.0%
10423	121	111	611	173	Fotones	70-200 keV	165	173	83 keV	164	174	0.3%	- 0.6%
10424	111	119	647	176	Fotones	70-200 keV	151	176	83 keV	164	174	- 8.0%	1.1%
10425	120	112	628	170	Fotones	70-200 keV	163	170	83 keV	164	174	- 0.5%	- 2.3%
10426	123	116	639	170	Fotones	70-200 keV	167	170	83 keV	164	174	2.0%	- 2.3%
10427	124	113	581	163	Fotones	70-200 keV	169	163	83 keV	164	174	2.8%	- 6.3%
10428	115	117	600	170	Fotones	70-200 keV	156	170	83 keV	164	174	- 4.6%	- 2.3%
10429	118	116	607	173	Fotones	70-200 keV	160	173	83 keV	164	174	- 2.1%	- 0.6%
10430	115	110	601	171	Fotones	70-200 keV	156	171	83 keV	164	174	- 4.6%	- 1.7%
10441	249	272	282	298	Fotones	200-1000 keV	249	298	Cs-137	271	271	- 8.1%	10.0%
10442	267	255	274	293	Fotones	200-1000 keV	267	293	Cs-137	271	271	- 1.5%	8.1%
10443	284	254	287	302	Fotones	200-1000 keV	284	302	Cs-137	271	271	4.8%	11.4%
10444	276	278	265	297	Fotones	200-1000 keV	276	297	Cs-137	271	271	1.8%	9.6%
10445	254	262	269	287	Fotones	200-1000 keV	254	287	Cs-137	271	271	- 6.3%	5.9%
10446	239	257	266	295	Fotones	200-1000 keV	239	295	Cs-137	271	271	- 11.8%	8.9%
10447	260	268	275	294	Fotones	200-1000 keV	260	294	Cs-137	271	271	- 4.1%	8.5%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10448	273	272	277	281	Fotones	200-1000 keV	273	281	Cs-137	271	271	0.7%	3.7%
10449	236	254	269	287	Fotones	200-1000 keV	236	287	Cs-137	271	271	- 12.9%	5.9%
10450	271	256	272	289	Fotones	200-1000 keV	271	289	Cs-137	271	271	0.0%	6.6%
10246	295	287	267	289	Fotones	200-1000 keV	295	289	Cs-137	271	271	8.9%	6.6%
10247	283	283	257	266	Fotones	200-1000 keV	283	266	Cs-137	271	271	4.4%	- 1.8%
10248	292	290	270	285	Fotones	200-1000 keV	292	285	Cs-137	271	271	7.7%	5.2%
10249	274	297	268	285	Fotones	200-1000 keV	274	285	Cs-137	271	271	1.1%	5.2%
10250	272	275	259	282	Fotones	200-1000 keV	272	282	Cs-137	271	271	0.4%	4.1%
10551	234	288	223	231	Fotones	> 1 MeV	234	259	Co-60	260	260	- 10,0%	- 0.5%
10552	245	296	226	221	Fotones	> 1 MeV	245	248	Co-60	260	260	- 5.8%	- 4.8%
10553	222	284	227	229	Fotones	> 1 MeV	222	256	Co-60	260	260	- 14.6%	- 1.4%
10554	252	291	227	235	Fotones	> 1 MeV	252	263	Co-60	260	260	- 3.1%	1.2%
10555	236	294	233	236	Fotones	> 1 MeV	236	264	Co-60	260	260	- 9.2%	1.7%
10651	220	246	813	273	Fotones	70-200 keV	299	273	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	5.4%	- 2.8%
10652	244	234	800	276	Fotones	70-200 keV	332	276	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	16.8%	- 1.8%
10653	240	241	804	271	Fotones	70-200 keV	326	271	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	14.9%	- 3.6%
10654	233	252	812	292	Fotones	70-200 keV	317	292	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	11.6%	3.9%
10655	242	241	846	277	Fotones	70-200 keV	329	277	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	15.9%	- 1.4%
10656	232	225	821	280	Fotones	70-200 keV	316	280	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	11.1%	- 0.4%
10657	251	256	828	273	Fotones	70-200 keV	341	273	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	20.2%	- 2.8%
10658	214	256	811	283	Fotones	70-200 keV	291	283	Cs + 33 keV (4:1)	284	281	- 2.5%	- 0.7%
10659	208	234	1625	296	Fotones	50-70 keV	283	252	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	- 5.4%	- 13.8%
10660	227	227	1675	287	Fotones	50-70 keV	309	244	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	3.3%	- 16.5%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10661	223	221	1686	304	Fotones	50-70 keV	303	258	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	1.4%	- 11.5%
10662	226	224	1652	299	Fotones	50-70 keV	307	254	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	2.8%	- 13.0%
10663	226	253	1639	296	Fotones	50-70 keV	307	252	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	2.8%	- 13.8%
10664	247	231	1671	307	Fotones	50-70 keV	336	261	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	12.3%	- 10.6%
10665	225	227	1575	294	Fotones	50-70 keV	306	250	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	2.3%	- 14.4%
10666	243	228	1677	309	Fotones	50-70 keV	330	263	Cs + 33 keV (1:1)	299	292	10.5%	- 10.1%
10739	236	229	2566	312	Fotones	30-50 keV	321	265	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	1.9%	- 12.8%
10740	250	218	2538	319	Fotones	30-50 keV	340	271	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	7.9%	- 10.8%
10741	246	214	2439	334	Fotones	30-50 keV	335	284	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	6.2%	- 6.6%
10742	236	211	2515	319	Fotones	30-50 keV	321	271	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	1.9%	- 10.8%
10743	231	210	2375	309	Fotones	30-50 keV	314	263	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	- 0.3%	- 13.6%
10744	237	209	2423	316	Fotones	30-50 keV	322	269	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	2.3%	- 11.6%
10745	235	207	2418	309	Fotones	30-50 keV	320	263	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	1.5%	- 13.6%
10746	227	221	2531	312	Fotones	30-50 keV	309	265	Cs + 33 keV (1:4)	315	304	- 2.0%	- 12.8%
10675	246	258	820	307	Fotones	70-200 keV	335	307	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	12.3%	0.7%
10676	250	235	832	304	Fotones	70-200 keV	340	304	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	14.1%	- 0.3%
10677	253	237	842	305	Fotones	70-200 keV	344	305	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	15.5%	0.0%
10678	255	260	838	315	Fotones	70-200 keV	347	315	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	16.4%	3.3%
10679	242	267	839	298	Fotones	70-200 keV	329	298	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	10.4%	- 2.3%
10680	254	262	803	304	Fotones	70-200 keV	345	304	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	15.9%	- 0.3%
10681	253	268	822	306	Fotones	70-200 keV	344	306	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	15.5%	- 0.3%
10682	240	239	797	310	Fotones	70-200 keV	326	310	Cs + 48 keV (4:1)	298	305	9.5%	1.6%
10683	249	272	1716	353	Fotones	50-70 keV	339	300	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	0.8%	- 14.8%
10684	274	250	1703	360	Fotones	50-70 keV	373	306	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	10.9%	- 13.1%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10685	278	277	1721	357	Fotones	50-70 keV	378	303	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	12.5%	- 13.8%
10686	269	272	1708	357	Fotones	50-70 keV	366	303	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	8.9%	- 13.8%
10687	241	249	1678	357	Fotones	50-70 keV	328	303	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	- 2.5%	- 13.8%
10688	245	250	1735	372	Fotones	50-70 keV	333	316	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	- 0.8%	- 10.2%
10689	243	242	1694	367	Fotones	50-70 keV	330	312	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	- 1.6%	- 11.4%
10690	252	254	1673	359	Fotones	50-70 keV	343	305	Cs + 48 keV (1:1)	336	352	2.0%	- 13.3%
10691	265	268	2606	408	Fotones	50-70 keV	360	347	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	- 3.4%	- 13.1%
10692	278	251	2638	427	Fotones	50-70 keV	378	363	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	1.4%	- 9.0%
10693	268	259	2669	405	Fotones	30-50 keV	364	344	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	- 2.3%	- 13.7%
10694	277	257	2641	444	Fotones	50-70 keV	377	377	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	1.0%	- 5.4%
10695	271	270	2669	448	Fotones	50-70 keV	369	381	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	- 1.2%	- 4.6%
10696	290	269	2615	422	Fotones	50-70 keV	394	359	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	5.7%	- 10.1%
10697	262	259	2648	444	Fotones	50-70 keV	356	377	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	- 4.5%	- 5.4%
10698	273	274	2716	421	Fotones	50-70 keV	371	358	Cs + 48 keV (1:4)	373	399	- 0.5%	- 10.3%
10699	252	269	707	324	Fotones	70-200 keV	343	324	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	13.1%	4.2%
10700	253	256	693	318	Fotones	70-200 keV	344	318	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	13.6%	2.3%
10701	232	248	682	321	Fotones	70-200 keV	316	321	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	4.1%	3.2%
10702	246	267	655	312	Fotones	70-200 keV	335	312	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	10.4%	0.3%
10703	260	264	711	326	Fotones	70-200 keV	354	326	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	16.7%	4.8%
10704	260	266	701	321	Fotones	70-200 keV	354	321	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	16.7%	3.2%
10705	248	248	694	313	Fotones	70-200 keV	337	313	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	11.3%	0.6%
10706	270	275	721	331	Fotones	70-200 keV	367	331	Cs + 65 keV (4:1)	303	311	21.2%	6.4%
10707	300	267	1338	400	Fotones	70-200 keV	408	400	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	11.2%	14.9%
10708	257	252	1350	387	Fotones	70-200 keV	350	387	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	- 4.8%	11.2%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10709	276	294	1326	389	Fotones	70-200 keV	375	389	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	2.3%	11.8%
10710	274	273	1304	381	Fotones	70-200 keV	373	381	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	1.5%	9.5%
10711	279	274	1267	387	Fotones	70-200 keV	379	387	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	3.4%	11.2%
10712	262	262	1308	385	Fotones	70-200 keV	356	385	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	- 2.9%	10.6%
10713	263	269	1304	396	Fotones	70-200 keV	358	396	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	- 2.5%	13.8%
10714	282	273	1305	399	Fotones	70-200 keV	384	399	Cs + 65 keV (1:1)	367	348	4.5%	14.7%
10715	271	291	2027	475	Fotones	50-70 keV	369	404	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	- 6.2%	- 4.6%
10716	293	290	1986	469	Fotones	50-70 keV	398	399	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	1.4%	- 5.8%
10717	266	275	1914	481	Fotones	70-200 keV	362	481	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	- 7.9%	13.7%
10718	281	283	1980	471	Fotones	50-70 keV	382	400	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	- 2.8%	- 5.4%
10719	292	276	2024	487	Fotones	50-70 keV	397	414	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	1.0%	- 2.1%
10720	302	277	1959	466	Fotones	50-70 keV	411	396	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	4.5%	- 6.4%
10721	295	287	2002	439	Fotones	50-70 keV	401	373	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	2.1%	- 11.8%
10722	303	291	2020	470	Fotones	50-70 keV	412	400	Cs + 65 keV (1:4)	393	423	4.9%	- 5.6%
10723	90	96	212	123	Fotones	200-1000 keV	90	123	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 25.0%	- 0.0%
10724	99	93	209	121	Fotones	200-1000 keV	99	121	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 17.5%	- 1.6%
10725	94	108	207	116	Fotones	200-1000 keV	94	116	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 21.7%	- 5.7%
10726	102	108	206	120	Fotones	200-1000 keV	102	120	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 15.0%	- 2.4%
10727	105	114	205	118	Fotones	200-1000 keV	105	118	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 12.5%	- 4.1%
10728	102	92	216	121	Fotones	200-1000 keV	102	121	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 15.0%	- 1.6%
10729	108	101	213	123	Fotones	200-1000 keV	108	123	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 10.0%	0.0%
10730	102	107	212	119	Fotones	200-1000 keV	102	119	Cs + 83 keV (4:1)	120	123	- 15.0%	- 3.3%
10731	105	107	360	137	Fotones	70-200 keV	143	137	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	4.2%	- 4.2%
10732	104	107	376	141	Fotones	70-200 keV	141	141	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	3.2%	- 1.4%

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10733	101	110	359	140	Fotones	70-200 keV	137	140	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	0.3%	- 2.1%
10734	101	106	358	134	Fotones	70-200 keV	137	134	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	0.3%	- 6.3%
10735	109	116	360	135	Fotones	70-200 keV	148	135	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	8.2%	- 5.6%
10736	109	120	396	147	Fotones	70-200 keV	148	147	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	8.2%	2.8%
10737	105	110	379	143	Fotones	70-200 keV	143	143	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	4.2%	0.0%
10738	106	118	370	151	Fotones	70-200 keV	144	151	Cs + 83 keV (1:1)	137	143	5.2%	5.6%
10667	113	109	539	166	Fotones	70-200 keV	154	166	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	0.4%	1.8%
10668	118	104	521	159	Fotones	70-200 keV	160	159	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	4.9%	- 2.5%
10669	104	113	551	160	Fotones	70-200 keV	141	160	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	7.6%	- 1.8%
10670	110	112	528	162	Fotones	70-200 keV	150	162	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	2.2%	- 0.6%
10671	113	102	519	155	Fotones	70-200 keV	154	155	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	0.4%	- 4.9%
10672	110	110	519	156	Fotones	70-200 keV	150	156	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	2.2%	- 4.3%
10673	121	118	535	166	Fotones	70-200 keV	165	166	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	7.6%	1.8%
10674	103	102	508	155	Fotones	70-200 keV	140	155	Cs + 83 keV (1:4)	153	163	8.4%	- 4.9%
10324	18	0.3	2	0.1	Beta		24	0	Pm-147	558	0	95.6%	
10325	9	0.9	2	0.2	Beta		12	0	Pm-147	558	0	97.8%	
10315	140	0.1	0.1	0.1	Beta		190	0	Tl-204	220	0	13.5%	
10344	224	0.1	2	0.1	Beta		305	0	Tl-204	589	0	48.3%	
10307	387	14	16	10	Beta		526	10	U-238	738	0	28.7%	
10332	477	0.8	7	5	Beta		649	5	Y-90	563	0	15.2%	
10333	612	0.6	10	5	Beta		832	5	Y-90	704	0	18.2%	

N° TLD	Lecturas Netas				Evaluación Dosimétrica				Condiciones de Irradiación			Precisión	
	E1	E2	E3	E4	Tipo de Radiación	Energía	Hs (0.07) (mrem)	Hp (10) (mrem)	Calidad Radiación	Hs (0.07) (mrem)	Hp(10) (mrem)	Hs(0.07)	Hp(10)
10338	506	11	7	3	Beta		688	3	Sr/Y	661	0	4.1%	
10339	449	1	5	3	Beta		611	3	Sr/Y	551	0	10.8%	
10310	186	8	3	0.5	Beta		253	0	TI + Y	622	0	- 59.3%	
10311	160	4	2	4	Beta		218	4	TI + Y	622	0	- 65.0%	
10313	225	9	4	0.1	Beta		306	0	TI + Y	659	0	- 53.6%	
10314	216	6	4	3	Beta		294	3	TI + Y	659	0	- 55.4%	
10316	373	371	417	469	Fotones	200-1000 keV	373	469	Cs-137 + TI	610	460	- 38.9%	2.0%
10317	372	359	430	467	Fotones	200-1000 keV	372	467	Cs-137 + TI	610	460	- 39.0%	1.5%

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

CARACTERIZACION DE UN SISTEMA DE DOSIMETRIA PERSONAL TERMOLUMINISCENTE (UD-710A, UD-802, UD-875 Panasonic)

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 figs. 16 tablas y 12 refs.

Se presenta la caracterización de un Sistema Automático de Dosimetría Personal por Termoluminiscencia, basado en el calentamiento óptico de un dosímetro multielemento. Los materiales TL que componen el dosímetro son Borato de Litio (Cobre) y Sulfato Cálcico (Talio).

Este Sistema Dosimétrico destaca por su simplicidad (no son necesarios tratamientos térmicos adicionales), rapidez (160 TLD/hora) y facilidad para la gestión de datos dosimétricos (salidas digitales RS-232C e Impresora Paralelo, 4 salidas analógicas para la Adquisición de Curvas de Emisión TL).

Los ensayos efectuados se han diseñado de acuerdo con las diversas Normas y Recomendaciones Internacionales (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984), adoptándose en la calibración las nuevas magnitudes radiológicas (I.C.R.U.-1985).

Los resultados obtenidos (linealidad, reproducibilidad, límite de detección, residuo, estabilidad de la información,...) indican unas características óptimas para la aplicación de este sistema dosimétrico al control rutinario de dosis personales.

La respuesta espectral del dosímetro ha permitido desarrollar un algoritmo de estimación de dosis que, además de calcular las dosis equivalentes personales con incertidumbres próximas al 10%, proporciona datos referentes a la calidad y energía de la radiación para fotones entre 30 y 2000 keV, y para radiación Beta penetrante (Sr/Y, U).

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

CARACTERIZACION DE UN SISTEMA DE DOSIMETRIA PERSONAL TERMOLUMINISCENTE (UD-710A, UD-802, UD-875 Panasonic)

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 figs. 16 tablas y 12 refs.

Se presenta la caracterización de un Sistema Automático de Dosimetría Personal por Termoluminiscencia, basado en el calentamiento óptico de un dosímetro multielemento. Los materiales TL que componen el dosímetro son Borato de Litio (Cobre) y Sulfato Cálcico (Talio).

Este Sistema Dosimétrico destaca por su simplicidad (no son necesarios tratamientos térmicos adicionales), rapidez (160 TLD/hora) y facilidad para la gestión de datos dosimétricos (salidas digitales RS-232C e Impresora Paralelo, 4 salidas analógicas para la Adquisición de Curvas de Emisión TL).

Los ensayos efectuados se han diseñado de acuerdo con las diversas Normas y Recomendaciones Internacionales (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984), adoptándose en la calibración las nuevas magnitudes radiológicas (I.C.R.U.-1985).

Los resultados obtenidos (linealidad, reproducibilidad, límite de detección, residuo, estabilidad de la información,...) indican unas características óptimas para la aplicación de este sistema dosimétrico al control rutinario de dosis personales.

La respuesta espectral del dosímetro ha permitido desarrollar un algoritmo de estimación de dosis que, además de calcular las dosis equivalentes personales con incertidumbres próximas al 10%, proporciona datos referentes a la calidad y energía de la radiación para fotones entre 30 y 2000 keV, y para radiación Beta penetrante (Sr/Y, U).

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

CARACTERIZACION DE UN SISTEMA DE DOSIMETRIA PERSONAL TERMOLUMINISCENTE (UD-710A, UD-802, UD-875 Panasonic)

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 figs. 16 tablas y 12 refs.

Se presenta la caracterización de un Sistema Automático de Dosimetría Personal por Termoluminiscencia, basado en el calentamiento óptico de un dosímetro multielemento. Los materiales TL que componen el dosímetro son Borato de Litio (Cobre) y Sulfato Cálcico (Talio).

Este Sistema Dosimétrico destaca por su simplicidad (no son necesarios tratamientos térmicos adicionales), rapidez (160 TLD/hora) y facilidad para la gestión de datos dosimétricos (salidas digitales RS-232C e Impresora Paralelo, 4 salidas analógicas para la Adquisición de Curvas de Emisión TL).

Los ensayos efectuados se han diseñado de acuerdo con las diversas Normas y Recomendaciones Internacionales (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984), adoptándose en la calibración las nuevas magnitudes radiológicas (I.C.R.U.-1985).

Los resultados obtenidos (linealidad, reproducibilidad, límite de detección, residuo, estabilidad de la información,...) indican unas características óptimas para la aplicación de este sistema dosimétrico al control rutinario de dosis personales.

La respuesta espectral del dosímetro ha permitido desarrollar un algoritmo de estimación de dosis que, además de calcular las dosis equivalentes personales con incertidumbres próximas al 10%, proporciona datos referentes a la calidad y energía de la radiación para fotones entre 30 y 2000 keV, y para radiación Beta penetrante (Sr/Y, U).

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
Instituto de Protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

CARACTERIZACION DE UN SISTEMA DE DOSIMETRIA PERSONAL TERMOLUMINISCENTE (UD-710A, UD-802, UD-875 Panasonic)

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 figs. 16 tablas y 12 refs.

Se presenta la caracterización de un Sistema Automático de Dosimetría Personal por Termoluminiscencia, basado en el calentamiento óptico de un dosímetro multielemento. Los materiales TL que componen el dosímetro son Borato de Litio (Cobre) y Sulfato Cálcico (Talio).

Este Sistema Dosimétrico destaca por su simplicidad (no son necesarios tratamientos térmicos adicionales), rapidez (160 TLD/hora) y facilidad para la gestión de datos dosimétricos (salidas digitales RS-232C e Impresora Paralelo, 4 salidas analógicas para la Adquisición de Curvas de Emisión TL).

Los ensayos efectuados se han diseñado de acuerdo con las diversas Normas y Recomendaciones Internacionales (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984), adoptándose en la calibración las nuevas magnitudes radiológicas (I.C.R.U.-1985).

Los resultados obtenidos (linealidad, reproducibilidad, límite de detección, residuo, estabilidad de la información,...) indican unas características óptimas para la aplicación de este sistema dosimétrico al control rutinario de dosis personales.

La respuesta espectral del dosímetro ha permitido desarrollar un algoritmo de estimación de dosis que, además de calcular las dosis equivalentes personales con incertidumbres próximas al 10%, proporciona datos referentes a la calidad y energía de la radiación para fotones entre 30 y 2000 keV, y para radiación Beta penetrante (Sr/Y, U).

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
Instituto de protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

"CHARACTERIZATION OF A THERMOLUMINESCENCE PERSONNEL DOSIMETRY SYSTEM"

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 fig. 16 tables and 12 refs.

The report presents the various tests carried out to characterize a Thermoluminescence Personnel Dosimetry Automatic System, based on the optical heating of a multielement dosimeter. The dosimeter consists of Lithium Borate (Copper) and Calcium Sulphate (Thallium) phosphors.

The Dosimetric System shows some outstanding features, such as its simplicity (no additional annealing procedures are required), its short reading cycle (160 TLD per hour) and its data handling capabilities (RS-232C and Parallel Printer digital ports and four analogic outputs for Glow Curve Acquisition).

The tests performed have been designed to conform with the different existing international Standards and Recommendations (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984). The new radiological quantities (I.C.R.U.-1985) have been used for calibration.

The results obtained (linearity, repeatability, detection threshold, residue, stability of stored information, etc) show the optimum performance of this dosimetric system in its application to routine personnel dose monitoring.

Based on the dosimeter energy discriminating response, an algorithm for dose assessment has been developed. The method allows personal dose calculations within 10% and gives valuable information on the quality and energy of incident radiation, for photons from 30 to 2000 keV and for Beta penetrating radiation (Sr/Y, U).

DOE CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
Instituto de protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

"CHARACTERIZATION OF A THERMOLUMINESCENCE PERSONNEL DOSIMETRY SYSTEM"

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 fig. 16 tables and 12 refs.

The report presents the various tests carried out to characterize a Thermoluminescence Personnel Dosimetry Automatic System, based on the optical heating of a multielement dosimeter. The dosimeter consists of Lithium Borate (Copper) and Calcium Sulphate (Thallium) phosphors.

The Dosimetric System shows some outstanding features, such as its simplicity (no additional annealing procedures are required), its short reading cycle (160 TLD per hour) and its data handling capabilities (RS-232C and Parallel Printer digital ports and four analogic outputs for Glow Curve Acquisition).

The tests performed have been designed to conform with the different existing international Standards and Recommendations (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984). The new radiological quantities (I.C.R.U.-1985) have been used for calibration.

The results obtained (linearity, repeatability, detection threshold, residue, stability of stored information, etc) show the optimum performance of this dosimetric system in its application to routine personnel dose monitoring.

Based on the dosimeter energy discriminating response, an algorithm for dose assessment has been developed. The method allows personal dose calculations within 10% and gives valuable information on the quality and energy of incident radiation, for photons from 30 to 2000 keV and for Beta penetrating radiation (Sr/Y, U).

DOE CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
Instituto de protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

"CHARACTERIZATION OF A THERMOLUMINESCENCE PERSONNEL DOSIMETRY SYSTEM"

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 fig. 16 tables and 12 refs.

The report presents the various tests carried out to characterize a Thermoluminescence Personnel Dosimetry Automatic System, based on the optical heating of a multielement dosimeter. The dosimeter consists of Lithium Borate (Copper) and Calcium Sulphate (Thallium) phosphors.

The Dosimetric System shows some outstanding features, such as its simplicity (no additional annealing procedures are required), its short reading cycle (160 TLD per hour) and its data handling capabilities (RS-232C and Parallel Printer digital ports and four analogic outputs for Glow Curve Acquisition).

The tests performed have been designed to conform with the different existing international Standards and Recommendations (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984). The new radiological quantities (I.C.R.U.-1985) have been used for calibration.

The results obtained (linearity, repeatability, detection threshold, residue, stability of stored information, etc) show the optimum performance of this dosimetric system in its application to routine personnel dose monitoring.

Based on the dosimeter energy discriminating response, an algorithm for dose assessment has been developed. The method allows personal dose calculations within 10% and gives valuable information on the quality and energy of incident radiation, for photons from 30 to 2000 keV and for Beta penetrating radiation (Sr/Y, U).

DOE CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

CIEMAT 638

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
Instituto de protección Radiológica y Medio Ambiente. Madrid.

"CHARACTERIZATION OF A THERMOLUMINESCENCE PERSONNEL DOSIMETRY SYSTEM"

VAZQUEZ LOPEZ, C.; SAEZ VERGARA, J.C.; LABARTA MANCHO, T.; 42 pp. 6 fig. 16 tables and 12 refs.

The report presents the various tests carried out to characterize a Thermoluminescence Personnel Dosimetry Automatic System, based on the optical heating of a multielement dosimeter. The dosimeter consists of Lithium Borate (Copper) and Calcium Sulphate (Thallium) phosphors.

The Dosimetric System shows some outstanding features, such as its simplicity (no additional annealing procedures are required), its short reading cycle (160 TLD per hour) and its data handling capabilities (RS-232C and Parallel Printer digital ports and four analogic outputs for Glow Curve Acquisition).

The tests performed have been designed to conform with the different existing international Standards and Recommendations (ANSI: N13.11-1983; IEC: Draft 45B-1987, ISO: DP 8034-1984). The new radiological quantities (I.C.R.U.-1985) have been used for calibration.

The results obtained (linearity, repeatability, detection threshold, residue, stability of stored information, etc) show the optimum performance of this dosimetric system in its application to routine personnel dose monitoring.

Based on the dosimeter energy discriminating response, an algorithm for dose assessment has been developed. The method allows personal dose calculations within 10% and gives valuable information on the quality and energy of incident radiation, for photons from 30 to 2000 keV and for Beta penetrating radiation (Sr/Y, U).

DOE CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: 440102. Thermoluminescent Dosimeters. Thermoluminescent Dosimetry. Personnel Dosimetry. Calcium Sulfates. Lithium Borates. ICRU. International Regulations.

