

CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/03/99

VIGILANCIA RADIOLOGICA EN LA ZONA DE PALOMARES
INFORME AL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR
(Primer semestre del año 1999)



CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/03/99

VIGILANCIA RADIOLOGICA EN LA ZONA DE PALOMARES
INFORME AL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR
(Primer semestre del año 1999)



INDICE:

1. VIGILANCIA DE PERSONAS.....	1
1.1 RECONOCIMIENTOS 1999: PLANIFICACION Y REALIZACION	1
1.2 RESULTADOS DOSIMETRICOS.....	2
1.3 VIGILANCIA MEDICA.....	3
2. VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE.....	4
2.1 SUELOS.....	4
2.1.1 Muestreo.....	4
2.1.2 Determinación de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	4
2.1.3 Determinación de Am ²⁴¹	10
2.2 AIRE	15
2.1.1 Muestreo.....	15
2.2.2 Determinación de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	16
2.2.3 Determinación de Am ²⁴¹	17
2.3 VEGETACION.....	18
2.3.1 Muestreo.....	18
2.3.2 Determinación de Plutonio.....	19
2.3.3 Determinación de Americio.....	20
2.4 ANIMALES.....	23

VIGILANCIA RADIOLÓGICA EN LA ZONA DE PALOMARES

PERIODO: PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 1999

La vigilancia radiológica en la zona de Palomares se ha desarrollado durante el primer semestre de 1999, de acuerdo con la planificación establecida en el informe (1). Las actividades realizadas han sido las siguientes:

1. VIGILANCIA DE PERSONAS

Las actividades correspondientes a este apartado han sido:

- Diseño y planificación de las dos campañas de reconocimientos para el año 1999 y ejecución de la primera de ellas.
- Obtención de resultados dosimétricos pendientes de 1998
- Obtención parcial de resultados dosimétricos de la primera campaña de 1999.
- Valoración de resultados médicos

Los subapartados siguientes reflejan el contenido de cada tipo de actividad citado.

1.1 RECONOCIMIENTOS 1999: PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN

Planificación.

La previsión de reconocimientos a efectuar en 1999 está sujeta a los criterios y prioridades expuestos en (1), donde se incluye una lista constituida por 191 personas de las que se obtendrán la mayor parte de las 150 que serán sometidas a reconocimiento en dos campañas a lo largo del año, la primera durante los meses de Abril, Mayo y Junio y la segunda desde Septiembre a Diciembre. No se prejuzga, por razones de logística, que el total de las 150 personas previstas pertenezcan a la lista constituida de 191 ya que algunas de las personas que se sometán a reconocimiento, serán probablemente acompañantes.

Realización.

La primera de las campañas previstas, ya ha sido realizada entre las fechas del 19 de Abril al 31 de Mayo y ha incluido a un total de 70 personas pertenecientes a los siguientes grupos de prioridad:

Grupo prioridad 1:	16
Grupo prioridad 2:	24
Grupo prioridad 3:	15
Acompañantes:	15

De estas 70 personas, 65 ya habían sido objeto de reconocimiento al menos una vez con anterioridad a 1999. Las 5 personas que han sido reconocidas por primera vez 4 son menores de 16 años, la quinta persona es un hombre de 37 años de edad.

El grupo de prioridad 1 ha estado formado por 6 varones y 10 mujeres.

El grupo de prioridad 2 ha estado formado por 10 varones y 14 mujeres.

El grupo de prioridad 3 ha estado formado por 9 varones y 6 mujeres.

Los acompañantes han sido 9 varones y 6 mujeres.

En total han sido reconocidos 34 varones y 36 mujeres.

Como es habitual el reconocimiento ha incluido examen médico y toma de muestras de orina para evaluación dosimétrica por bioeliminación..

1.2 RESULTADOS DOSIMÉTRICOS

Campaña 1998

Se han finalizado las medidas de $\text{Pu}^{239+240}$ en orina de 24 horas de las 148 muestras pertenecientes a este año. 113 ya habían sido informadas; de las restantes 35 determinaciones, 33 han dado valores de concentración de plutonio iguales o inferiores al AMD de nuestro método analítico (0,37 mBq/orina de 24 horas). Las otras dos determinaciones han dado valores de concentración de $\text{Pu}^{239+240}$ de $1,19 \pm 0,30$ y $0,50 \pm 0,09$ mBq respectivamente, y corresponden a una mujer de 60 años que tenía tres determinaciones anteriores negativas y a un varón de 17 años que era reconocido por primera vez.

El porcentaje de determinaciones con resultado positivo en $\text{Pu}^{239+240}$, 5 de 148 (3,38%) no supera el porcentaje de resultados positivos correspondiente al periodo 1967-97 que es de 4,35% (135 casos de 3100).

La distribución por rangos de estos resultados en este periodo corresponde a una función logarítmico normal y obviamente la distribución de las dosis también.

El parámetro más adecuado para evaluar el impacto al que está sometida la población de Palomares es la dosis colectiva (situación “de facto” y subgrupos no correlacionables con el riesgo actual). Sin embargo parámetros obtenibles son la mediana y la media.

La mediana, que es la que representa el valor más frecuente de la dosis efectiva integrada en 50 años al individuo medio del grupo crítico, es menor que 2 mSv/año. Por tanto los resultados especificados en el presente informe, además de previsibles, no modifican conclusiones obtenidas o reflejadas con anterioridad.

Campaña 1999

Se han finalizados las determinaciones radioquímicas y las medidas por espectrometría alfa de las 70 muestras de orina de 24 horas tomadas durante el periodo informado. Los resultados de estas medidas se resumen a continuación. 66 muestras han dado valores inferiores al AMD de nuestro método analítico (0,34 mBq/orina de 24 horas). Dos determinaciones han dado valores de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ iguales al AMD (0,33 ± 0,03 y 0,32 ± 0,07 mBq muestra) y corresponden a dos mujeres una de 50 años con dos determinaciones anteriores negativas, y la otra de 34 y una determinación anterior negativa. Otras dos determinaciones han resultado con valores superiores al AMD, (0,70 ± 0,13 y 0,41 ± 0,10 mBq/muestra respectivamente) y corresponden a una mujer de 65 años y a una niña de 13 años respectivamente, la primera había sido analizada con anterioridad en cuatro ocasiones, con resultados negativos en todas ellas, la niña ya había sido controlada el año pasado, con resultado inferior el LID.

Se ha iniciado el proceso radioquímico de determinación de Americio en orina de 24 horas, de las muestras analizadas para plutonio durante 1999. Hasta el momento solo se dispone de 10 datos todos ellos inferiores al AMD del método analítico.

1.3 VIGILANCIA MÉDICA

Con motivo de la primera fase del Programa de Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares para 1999, se ha reconocido médicamente a 71 personas.

En los exámenes médicos efectuados, siguiendo las directrices marcadas por la Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev.1 y Rev. 2) (2 y 3): "Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes", las recomendaciones de Organismos Internacionales, y de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento Específico nº DS-SL-05: "Manual del Servicio Médico Especializado del C.I.E.M.A.T." no se ha detectado patología alguna que pueda ser directamente atribuible a la incorporación de elementos transuránicos provenientes de la contaminación residual de la zona.

Tras la realización de las diferentes exploraciones médicas podemos concluir que los hallazgos observados se corresponden con los que rutinariamente encontramos en los reconocimientos periódicos preventivos de trabajadores, tanto expuestos como no expuestos a las radiaciones ionizantes, no existiendo, a nuestro juicio, ningún dato que nos haga sospechar una morbilidad específicamente inducida por agentes radiactivos.

Toda la información médica derivada de los exámenes de salud efectuados se encuentra archivada en los expedientes médicos individuales, mantenidos y custodiados por el Servicio Médico Especializado del C.I.E.M.A.T. y ha sido puntualmente comunicada a los interesados mediante la emisión del correspondiente Informe Clínico personal

Do NOT SCAN THIS PAGE

Campaña 1999

Se han finalizados las determinaciones radioquímicas y las medidas por espectrometría alfa de las 70 muestras de orina de 24 horas tomadas durante el periodo informado. Los resultados de estas medidas se resumen a continuación. 66 muestras han dado valores inferiores al AMD de nuestro método analítico (0,34 mBq/orina de 24 horas). Dos determinaciones han dado valores de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ iguales al AMD (0,33 ± 0,03 y 0,32 ± 0,07 mBq muestra) y corresponden a dos mujeres una de 50 años con dos determinaciones anteriores negativas, y la otra de 34 y una determinación anterior negativa. Otras dos determinaciones han resultado con valores superiores al AMD, (0,70 ± 0,13 y 0,41 ± 0,10 mBq/muestra respectivamente) y corresponden a una mujer de 65 años y a una niña de 13 años respectivamente, la primera había sido analizada con anterioridad en cuatro ocasiones, con resultados negativos en todas ellas, la niña ya había sido controlada el año pasado, ~~y al igual~~

Se ha iniciado el proceso radioquímico de determinación de Americio en orina de 24 horas, de las muestras analizadas para plutonio durante 1999. Hasta el momento solo se dispone de 10 datos todos ellos inferiores al AMD del método analítico.

1.3 VIGILANCIA MÉDICA

Con motivo de la primera fase del Programa de Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares para 1999, se ha reconocido médicamente a 71 personas.

En los exámenes médicos efectuados, siguiendo las directrices marcadas por la Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev.1 y Rev. 2) (2 y 3): "Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes", las recomendaciones de Organismos Internacionales, y de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento Específico nº DS-SL-05: "Manual del Servicio Médico Especializado del C.I.E.M.A.T." no se ha detectado patología alguna que pueda ser directamente atribuible a la incorporación de elementos transuránicos provenientes de la contaminación residual de la zona.

Tras la realización de las diferentes exploraciones médicas podemos concluir que los hallazgos observados se corresponden con los que rutinariamente encontramos en los reconocimientos periódicos preventivos de trabajadores, tanto expuestos como no expuestos a las radiaciones ionizantes, no existiendo, a nuestro juicio, ningún dato que nos haga sospechar una morbilidad específicamente inducida por agentes radiactivos.

Toda la información médica derivada de los exámenes de salud efectuados se encuentra archivada en los expedientes médicos individuales, mantenidos y custodiados por el Servicio Médico Especializado del C.I.E.M.A.T. y ha sido puntualmente comunicada a los interesados mediante la emisión del correspondiente Informe Clínico personal

2. VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE

2.1 SUELOS

En relación con el seguimiento de la contaminación del suelo, las actividades que se han realizado durante este semestre son las especificadas a continuación:

2.1.1 Muestreo:

Se ha finalizado el muestreo de suelo superficial previsto en el área 3, y se ha iniciado un muestreo en el área 5. El total de muestras tomadas en el presente periodo ha sido de 136. De ellas 121 pertenecen a la zona 3 y las 15 restantes a la zona 5-3-B. El total de muestras tomadas en la zona 3 durante los años 98 y 99 es de 272, habiendo sido muestreada la zona de mayor contaminación siguiendo un método sistemático de malla cuadrada.

2.1.2 Determinación de Pu²³⁹⁺²⁴⁰

Se han finalizado los análisis radioquímicos de las muestras de suelo superficial tomadas en Abril del 1998 en la zona 2 (Fig 1 muestreo 1º-98). Los datos se muestran en la tabla 1 conjuntamente con los ya informados (4)

Tabla nº 1 Concentración de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de suelo

REFERENCIA	Fecha de muestreo	AREA	Actividad Bq/k
1T	Abril 98	2	3,24 ± 0,47
1T	“	“	93,00 ± 9,88
2T	“	“	5,89 ± 0,82
2T	“	“	78,11 ± 8,48
3T	“	“	92,82 ± 9,93
3T	“	“	23,69 ± 3,58
4T	“	“	502,53 ± 52,66
4T	“	“	4,12 ± 0,73
5T	“	“	80,81 ± 8,64

Tabla n° 1 Concentración de actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	AREA	Actividad Bq/k
5T	Abril 98	2	2,51 ± 0,42
6T	“	“	745,76 ± 78,06
6T	“	“	2,00 ± 0,32
7T	“	“	≤ 0,20
8T	“	“	≤ 0,24
9T	“	“	20,17 ± 2,24
10T	“	“	700,56 ± 73,28
11T	“	“	1,95 ± 0,35
12T	“	“	10,59 ± 2,31
13T	“	“	9,46 ± 1,18
14T	“	“	≤ 0,28
15T	“	“	0,74 ± 0,20
16T	“	“	955,31 ± 100,2
17T	“	“	1,15 ± 0,22
18T	“	“	≤ 0,53
19T	“	“	9,48 ± 1,32
20T	“	“	11,22 ± 1,44
21T	“	“	≤ 0,98
22T	“	“	≤ 0,57
23T	“	“	≤ 0,67
24T	“	“	9,53 ± 1,16
25T	“	“	12,98 ± 1,98
26T	“	“	34,37 ± 3,99
27T	“	“	0,81 ± 0,17

Tabla n° 1 Concentración de actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	AREA	Actividad Bq/k
28T	Abril 98	2	2139,37 ± 224,2
29T	“	“	2,53 ± 0,55
30T	“	“	3,34 ± 0,62
31T	“	“	19,69 ± 2,44
32T	“	“	4,15 ± 0,68
33T	“	“	14,89 ± 1,74
34T	“	“	≤ 0,30
35T	“	“	≤ 1,80
36T	“	“	≤ 1,80
37T	“	“	≤ 1,10
38T	“	“	2,41 ± 0,49
39T	“	“	0,63 ± 0,15
40T	“	“	≤ 0,87
41T	“	“	≤ 0,90
42T	“	“	2,17 ± 0,38
43T	“	“	≤ 0,52
44T	“	“	≤ 0,88
45T	“	“	≤ 0,64
46T	“	“	2,27 ± 0,39
47T	“	“	≤ 1,19
48T	“	“	0,71 ± 0,16
49T	“	“	0,98 ± 0,23
50T	“	“	0,94 ± 0,26
51T	“	“	0,89 ± 0,23

Tabla n° 1 Concentración de actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	AREA	Actividad Bq/k
52T	Abril 98	2	0,71 ± 0,19
53T	“	“	1,08 ± 0,26
54T	“	“	1,34 ± 0,35

Las muestras se han realizado por duplicado. En los casos en los que los valores obtenidos en la misma muestra son muy dispares, se informan los dos resultados, en el resto de los casos se informa el valor medio.

El valor medio obtenido de las 54 muestras (utilizando las medias de cada punto) es de 75,50 Bq/k . El valor máximo es de $2139,4 \pm 224,2$ Bq/k y corresponde al punto de coordenadas locales X=540, Y=470. El valor mínimo es $\leq 0,2$ Bq/k.

Se han analizado también cinco muestras de suelo en profundidad de la zona 2-0 para determinar plutonio y uranio isotópico. Los resultados se muestran en la tabla n° 2.

Tabla n° 2 Distribución en profundidad de la actividad de Pu-²³⁹⁺²⁴⁰ U²³⁴, U²³⁵ y U²³⁸ (Bq/k) zona 2-0

Profundidad	Pu- ²³⁹⁺²⁴⁰ Bq/K	%	U ²³⁴ Bq/K	%	U ²³⁵ Bq/K	%	U ²³⁸ Bq/K	%
0-5cm)	(4700 ± 705) 10 ³	98,29	533 ± 12	75,30	21,2 ± 1,3	74,80	27,8 ± 1,5	17,95
5-10cm)	(40,1 ± 6,0) 10 ³	0,83	44,7 ± 2,0	6,31	2,28 ± 0,41	8,04	19,1 ± 1,2	12,33
10-20cm)	(27,0 ± 16,7) 10 ³	0,56	57,9 ± 5,4	8,18	1,96 ± 0,82	6,92	45,6 ± 4,6	29,45
20-30cm)	(10,4 ± 1,6) 10 ³	0,22	36,9 ± 3,6	5,21	1,53 ± 0,67	5,39	30,6 ± 3,2	19,77
30-40cm)	(4,3 ± 0,6) 10 ³	0,09	35,3 ± 3,7	4,99	1,37 ± 0,66	4,83	31,7 ± 3,5	20,48
Actividad total	4781,8 10 ³	99,99	707,8	99,99	28,34	99,98	154,8	99,98

En la tabla anterior es de resaltar que el 98% del plutonio se encuentra en los 5 primeros centímetros de suelo.

Con respecto al uranio, se observan los siguientes fenómenos:

- A partir de 30 cm de profundidad, las relaciones isotópicas de uranio están en acuerdo con las relaciones en el U natural.
- En los perfiles superiores, se observa un incremento considerable de actividad de U^{234} . En la naturaleza, en zonas mineralizadas de uranio, pueden encontrarse perfiles en los que este isótopo ha disminuido dada su mayor facilidad de lixiviación, encontrándose enriquecidas otras capas donde precipitó por la presencia de minerales de hierro (caso frecuente en uraninita). Esta explicación no parece la más adecuada para nuestro caso, ya que no es una zona mineralizada, no es zona húmeda para haber sufrido una lixiviación importante; y por último, la mayor cantidad se encuentra en la capa superficial, no encontrándose capas superiores para explicar su procedencia. Posteriores análisis a realizar en zonas con niveles de contaminación bajos podrán dar alguna información al respecto.

Se han realizado asimismo las determinaciones radioquímicas de $Pu^{239+240}$ en un segundo sondeo realizado en la parcela de A. N. (zona 2-0) en 1997. Los resultados se muestran en la tabla 3

Tabla nº 3 Distribución en profundidad de la actividad de $Pu^{239+240}$

PROFUNDIDAD	Bq/k	%
(0-5 cm)	278,08	1,00
(5-10 cm)	24.876,95	89,81
(10-15 cm)	1.473,26	5,32
(15-20 cm)	272,07	0,98
(20-25 cm)	792,61	2,86
(25-30 cm)	2,91	0,01
(30-35 cm)	0,22	0,00
(35-40 cm)	2,21	0,01
(40-45 cm)	0,23	0,00
(45-50 cm)	1,07	0,00
(50-55 cm)	0,09	0,00
SUMA	27.699,73	100,00

55

Casi el 91% de la actividad medida en los primeros centímetros de profundidad se encuentra en los 10 primeros centímetros y el 99,97 % dentro de los primeros 25 cm. Este terreno solo ha sido cultivado para cereales en raras ocasiones desde el momento del accidente.

2.1.3 Determinación de Am²⁴¹

Se han realizado determinaciones de Am²⁴¹, mediante medidas directas de espectrometría gamma de baja energía, en las 38 muestras de suelo de la capa superficial (primeros 2 cm) pertenecientes al primer muestreo realizado en 1998 (fig 1 muestreo 1º-98) que faltaban por determinar, y las 32 muestras de suelo superficial, pertenecientes al segundo muestreo de 1998, así como las 11 muestras en profundidad del segundo sondeo realizado en la parcela de Ana Navarro. Los resultados obtenidos se muestran respectivamente en las tablas 4 5 y 6.

Tabla nº 4.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo

REFERENCIA	Fecha de muestreo	Actividad de Am ²⁴¹ (Bq/g)
1T	Abril 1998	$1,03 \cdot 10^{-1} \pm 7,19 \cdot 10^{-3}$
2T	“	$2,67 \cdot 10^{-1} \pm 5,61 \cdot 10^{-3}$
3T	“	$\leq 8,35 \cdot 10^{-3}$
4T	“	$5,24 \cdot 10^{-3} \pm 1,24 \cdot 10^{-3}$
5T	“	$\leq 1,04 \cdot 10^{-2}$
6T	“	$\leq 1,23 \cdot 10^{-2}$
7T	“	$\leq 5,49 \cdot 10^{-3}$
8T	“	$\leq 1,24 \cdot 10^{-2}$
9T	“	$\leq 1,90 \cdot 10^{-2}$
10T	“	$1,99 \pm 1,15 \cdot 10^{-2}$
11T	“	$\leq 7,14 \cdot 10^{-3}$
12T	“	$3,79 \cdot 10^{-1} \pm 5,09 \cdot 10^{-3}$

Tabla n° 4.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	Actividad de Am ²⁴¹ (Bq/g)
13T	Abril 98	$\leq 8,92 \cdot 10^{-3}$
14T	“	$\leq 1,51 \cdot 10^{-2}$
15T	“	$\leq 4,51 \cdot 10^{-3}$
16T	“	$7,26 \cdot 10^{-1} \pm 2,13 \cdot 10^{-2}$
17T	“	$\leq 1,99 \cdot 10^{-3}$
18T	“	$\leq 1,07 \cdot 10^{-2}$
19T	“	$5,95 \cdot 10^{-2} \pm 7,08 \cdot 10^{-3}$
20T	“	$4,04 \cdot 10^{-2} \pm 2,11 \cdot 10^{-3}$
21T	“	$4,35 \cdot 10^{-2} \pm 5,69 \cdot 10^{-3}$
22T	“	$\leq 3,53 \cdot 10^{-3}$
23T	“	$\leq 3,83 \cdot 10^{-3}$
24T	“	$\leq 1,16 \cdot 10^{-2}$
25T	“	$2,43 \cdot 10^{-3} \pm 1,14 \cdot 10^{-3}$
26T	“	$5,69 \cdot 10^{-1} \pm 3,50 \cdot 10^{-3}$
27T	“	$\leq 7,40 \cdot 10^{-3}$
28T	“	$9,58 \cdot 10^{-1} \pm 7,12 \cdot 10^{-3}$
29T	“	$1,62 \cdot 10^{-5} \pm 6,74 \cdot 10^{-6}$
30T	“	$\leq 7,45 \cdot 10^{-3}$
31T	“	$5,88 \cdot 10^{-2} \pm 1,36 \cdot 10^{-3}$
32T	“	$\leq 8,74 \cdot 10^{-3}$
33T	“	$4,14 \cdot 10^{-3} \pm 1,77 \cdot 10^{-3}$

Tabla n° 4.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	Actividad de Am ²⁴¹ (Bq/g)
34T	Abril 98	$\leq 9,49 \cdot 10^{-3}$
35T	“	$\leq 8,03 \cdot 10^{-3}$
36T	“	$\leq 2,67 \cdot 10^{-3}$
37T	“	$\leq 2,95 \cdot 10^{-3}$
38T	“	$\leq 3,04 \cdot 10^{-3}$
39T	“	$\leq 2,94 \cdot 10^{-3}$
40T	“	$\leq 7,42 \cdot 10^{-3}$
41T	“	$\leq 1,85 \cdot 10^{-3}$
42T	“	$\leq 1,07 \cdot 10^{-2}$
43T	“	$\leq 3,15 \cdot 10^{-3}$
44T	“	$\leq 1,05 \cdot 10^{-2}$
45T	“	$1,07 \cdot 10^{-2} \pm 1,24 \cdot 10^{-3}$
46T	“	$\leq 1,14 \cdot 10^{-5}$
47T	“	$\leq 6,93 \cdot 10^{-3}$
48T	“	$\leq 3,27 \cdot 10^{-3}$
49T	“	$\leq 1,62 \cdot 10^{-3}$
50T	“	$\leq 9,19 \cdot 10^{-3}$
51T	“	$\leq 2,96 \cdot 10^{-3}$
52T	“	$\leq 2,90 \cdot 10^{-3}$
53T	“	$\leq 5,67 \cdot 10^{-3}$
54T	“	$\leq 3,01 \cdot 10^{-3}$

Solo 14 de las 54 muestras han dado algún valor positivo de concentración de actividad de Am²⁴¹. El valor medio de estos datos positivos es de $278,6 \cdot 10^{-3}$ Bq/g con una $\sigma = 546 \cdot 10^{-3}$. El valor máximo se ha detectado en la muestra nº 10 con una actividad de Americio de 1,99 Bq por gramo. La muestra nº28 que daba la mayor actividad de Plutonio ha dado un valor de Am de 1 Bq/g.

Tabla nº 5.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo

REFERENCIA	Fecha de muestreo	Actividad de Am ²⁴¹ (Bq/g)
55 T	2º muestreo 1998	$\leq 8,91 \cdot 10^{-3}$
56 T	“	$\leq 6,66 \cdot 10^{-3}$
57 T	“	$\leq 6,03 \cdot 10^{-3}$
58 T	“	$\leq 4,33 \cdot 10^{-3}$
59 T	“	$\leq 7,94 \cdot 10^{-3}$
60 T	“	$\leq 3,65 \cdot 10^{-3}$
61 T	“	$\leq 3,47 \cdot 10^{-3}$
62 T	“	$\leq 7,17 \cdot 10^{-3}$
63 T	“	$\leq 3,80 \cdot 10^{-3}$
64 T	“	$\leq 6,42 \cdot 10^{-3}$
65 T	“	$\leq 6,77 \cdot 10^{-3}$
66 T	“	$5,34 \cdot 10^{-3} \pm 9,96 \cdot 10^{-4}$
67 T	“	$\leq 3,21 \cdot 10^{-3}$
68 T	“	$\leq 2,76 \cdot 10^{-3}$
69 T	“	$\leq 2,94 \cdot 10^{-3}$
70 T	“	$\leq 5,04 \cdot 10^{-3}$
71 T	“	$\leq 3,02 \cdot 10^{-3}$

Tabla n° 5.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo (continuación)

REFERENCIA	Fecha de muestreo	Actividad de Am ²⁴¹ (Bq/g)
72 T	2º muestreo 1998	$\leq 6,14 \cdot 10^{-3}$
73 T	“	$\leq 2,90 \cdot 10^{-3}$
74 T	“	$\leq 6,45 \cdot 10^{-3}$
75 T	“	$\leq 3,31 \cdot 10^{-3}$
76 T	“	$\leq 6,79 \cdot 10^{-3}$
77 T	“	$\leq 1,65 \cdot 10^{-3}$
78 T	“	$\leq 7,86 \cdot 10^{-3}$
79 T	“	$\leq 2,53 \cdot 10^{-3}$
80 T	“	$\leq 3,52 \cdot 10^{-3}$
81 T	“	$\leq 7,23 \cdot 10^{-3}$
82 T	“	$\leq 2,69 \cdot 10^{-3}$
83 T	“	$\leq 2,58 \cdot 10^{-3}$
84 T	“	$\leq 1,64 \cdot 10^{-3}$
85 T	“	$\leq 7,21 \cdot 10^{-3}$
86 T	“	$\leq 3,15 \cdot 10^{-3}$

En las muestras pertenecientes al 2º muestreo no se ha calculado un valor medio ya que en solo una de ellas se ha detectado un valor por encima del LID.

Se ha realizado la medida de Am²⁴¹ en las muestras pertenecientes al 2º sondeo realizado en la parcela de A. N. (zona 2-0) en 1997. Los resultados se muestran en la table n° 6

Tabla nº 6 Distribución en profundidad de la actividad de Am 241

PROFUNDIDAD	Bq/k	%
(0-5 cm)	7,090	12,38
(5-10 cm)	24,50	42,78
(10-15 cm)	7,91	13,81
(15-20 cm)	$9,38 \cdot 10^{-1}$	1,64
(20-25 cm)	16,81	29,34
(25-30 cm)	$6,42 \cdot 10^{-3}$	0,01
(30-35 cm)	$6,77 \cdot 10^{-3}$	0,01
(35-40 cm)	$5,34 \cdot 10^{-3}$	0,01
(40-45 cm)	$3,21 \cdot 10^{-3}$	0,01
(45-50 cm)	$2,76 \cdot 10^{-3}$	0,00
(50-55 cm)	$2,94 \cdot 10^{-3}$	0,01
SUMA	57,26544	100,00

Al igual que en el caso del plutonio, el 99,95 % de la actividad de americio, se encuentra en los 25 primeros cms. Pero en este caso las concentraciones de actividad en los diferentes niveles esta mas homogeneizada que en el caso del plutonio.

2.2 AIRE

2.2.1 Muestreo

Ha proseguido la toma de muestras continuas con cambio semanal del elemento filtrante en las estaciones situadas en las parcelas 2-2, y 2-0. La estación 2-1 ha sufrido múltiples averías, por lo que las muestras recogidas han sufrido interrupciones a partir del primer trimestre, planteandose la sustitución del equipo por uno nuevo y estando pendiente de la recepción del mismo para efectuar el cambio. La estación P se ha puesto en funcionamiento a finales del mes de Junio, una vez solucionado el problema del ruido que ocasionó una denuncia. Se han recogido durante el 1^{er} semestre del año 99 un total de 60 muestras, 24 en cada estación 2-2 y 2-0, y 12 en la 2-1 con un volumen de aire de aproximadamente 10.000 m³ por muestra.

2.2.2 Determinación de Pu²³⁹⁺²⁴⁰.

Los análisis radioquímicos para determinar la concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de aire, se han efectuado en las siguientes muestras:

- Estación 2-1 : muestras recogidas durante ocho meses y medio de 1998
- Estación 2-2 : muestras recogidas durante el primer semestre de 1998.

Las determinaciones se han efectuado en muestras compuestas mensuales, si bien las muestras semanales han sido procesadas independientemente y electrodepositadas conjuntamente.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 7 y 8.

Tabla nº 7 Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en aire en $\mu\text{Bq/m}^3$

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-1
2-01-98 al 30-01-98	30,81 ± 3,20
30-01-98 al 27 -02-98	0,23 ± 0,04
27 -02-98 al 03-03-98	3, 20 ± 0,30
03-03-98 al 27-03-98	3,81 ± 0,40
27-03-98 al 12-05-98	0,91 ± 0,16
16-06-98 al 30-06-98	0,41 ± 0,06
30-06-98 al 4-08-98	6,71 ± 0,70
4-08-98 al 18-08-98	9,60 ± 1,01
1-09-98 al 15-09-98	2,60 ± 0,30

Tabla n° 8 Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en aire en μ Bq/m³

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-2
2-01-98 al 30-01-98	2,40 \pm 0,31
30-01-98 al 27 -02-98	0,39 \pm 0,06
27 -02-98 al 03-04-98	3,20 \pm 0,41
03-04-98 al 27-04-98	1,81 \pm 0,20
27-04-98 al 19-05-98	0,94 \pm 0,12
16-06-98 al 30-06-98	2,19 \pm 0,19

Todos los valores medidos hasta el momento están dentro de los valores normales en la zona, solo alcanzándose un valor superior durante el mes de Enero en la estación 2-1, en la que el nivel de actividad de Pu 239+240 fue un orden de magnitud superior al valor medio del periodo (6,47 \pm 3,2).

2.2.3 Determinación de Am²⁴¹.

Se han realizado las determinaciones de Americio mediante técnicas radioquímicas y medidas por espectrometría alfa de las muestras semanales acumuladas de 1998 en las estaciones 2-1 y P. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 9 y 10.

Tabla n° 9 Concentración de Am²⁴¹ en aire en μ Bq/m³

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-1
2-01-98 al 30-01-98	0,81 \pm 0,10
30-01-98 al 27 -02-98	0,23 \pm 0,06
27 -02-98 al 03-03-98	0, 18 \pm 0,04
03-03-98 al 27-03-98	0,18 \pm 0,04
27-03-98 al 12-05-98	\leq 0,02
16-06-98 al 30-06-98	\leq 0,02
30-06-98 al 4-08-98	0,54 \pm 0,07
4-08-98 al 18-08-98	0,16 \pm 0,03
1-09-98 al 15-09-98	\leq 0,02

Tabla n° 10 Concentración de Am²⁴¹ en aire en μ Bq/m³

PERIODO DE MUESTREO	Estación P
2-01-98 al 30-01-98	$\leq 0,02$
30-01-98 al 27-02-98	—
27-02-98 al 27-03-98	$3,90 \pm 0,59$
13-04-98 al 27-04-98	$\leq 0,02$
27-04-98 al 19-05-98	$0,69 \pm 0,10$
16-06-98 al 30-06-98	$\leq 0,02$
30-06-98 al 17-07-98	$\leq 0,02$

2.3 VEGETACIÓN

Las actividades realizadas a este respecto han sido las siguientes:

2.3.1 Muestréo

De acuerdo con las especificaciones establecidas en el informe (1), las muestras de vegetación y productos cultivados que se han recogido durante este primer semestre de 1999 son las siguientes:

- 2 Muestras de coliflor
- 1 Muestra de calabacines
- 4 Muestras de tomates.
- 1 Muestras de pepinos
- 7 Muestras de sandias.
- 1 Muestra de higuera.
- 1 Muestra de pasto
- 1 Muestra de trigo

2.3.2 Determinación de Plutonio

Durante este semestre se han realizado análisis radioquímicos de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en las muestras recogidas en 1998 que se especifican a continuación:

- . 1 Muestra de patata
- . 1 Muestra de coliflor
- . 1 Muestra de brócoli
- . 2 Muestras de tomate.
- . 1 Muestra de col.
- . 2 Muestras de lechuga.
- . 1 Muestra de acelga
- . 1 Muestra de pimiento

Dado que las muestras se dividen en diversas partes, el n° total de análisis realizados ha sido de 16

Los resultados están especificados en la tabla 11 de acuerdo con el área a que dichos cultivos pertenecen.

Tabla n° 11.- Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg
3	19-11-98	TOMATE	Planta y hojas	0,49 ± 0,08
"	"	"	Planta y hojas	0,19 ± 0,03
"	"	"	Fruto	0,73 ± 0,12
"	"	"	Fruto lavado	0,007 ± 0,001
"	"	PATATA	Tubérculo	≤ LID
"	"	LECHUGA	Hojas lavadas	≤ LID
"	"	"	"	0,13 ± 0,03

Tabla n° 11.- Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales (continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg
"	"	COLIFLOR	Flor	0,09 ± 0,02
"	"	"	Mata	≤ LID
"	"	COL	Hojas centrales lavadas	0,003 ± 0,001
"	"	"	Hojas externas	0,05 ± 0,01
"	"	BROCOLI	Flor	≤ LID
"	"	"	Hojas	0,05 ± 0,01
"	"	ACELGAS	Hojas lavadas	0,03 ± 0,01
"	"	PIMIENTOS	Planta y hojas	0,06 ± 0,01
"	"	"	Fruto	0,03 ± 0,01

2.3.3 Determinación de Americio

Durante este semestre se han realizado determinaciones de Am 241 por medidas directas de espectrometría gamma de baja energía, de 22 muestras de vegetales tomadas en 1995

- . 12 Muestras de sandias
- . 5 Muestras de tomates
- . 1 Muestra de olivo
- . 1 Muestra de coliflor
- . 1 Muestra de berenjena
- . 1 Muestra de habas
- . 1 Muestra de lechugas

Dado que las muestras se dividen en diversas partes, el n° total de determinaciones realizadas ha sido de 43.

Los resultados están especificados en la tabla 12 de acuerdo con el área a que dichos cultivos pertenecen.

Tabla n° 12 Concentración de Am²⁴¹ en vegetales

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2	1995	HABAS	Fruto	$\leq 3,70 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3,70 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 2,27 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,66 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta y hojas	$\leq 1,83 \cdot 10^{-3}$	$\leq 2,90 \cdot 10^{-2}$
"	"	COLIFLOR		$\leq 3,21 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,90 \cdot 10^{-1}$
"	"	TOMATE	Fruto	$\leq 1,51 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,20 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 6,36 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,190 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1,10 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3,80 \cdot 10^{-1}$
"	"	SANDIA	Epicarpio	$\leq 5,22 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,49 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$\leq 2,87 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,50 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$\leq 5,58 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,60 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 2,04 \cdot 10^{-2}$	$\leq 8,11 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1,08 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,51 \cdot 10^{-1}$
"	"	OLIVO	Hojas	$\leq 3,66 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,61 \cdot 10^{-1}$
2-0	"	SANDIA	Planta	$(1,01 \pm 0,37) \cdot 10^{-2}$	$0,48 \pm 0,18$
"	"	"	"	$(72,59 \pm 0,47) \cdot 10^{-2}$	$16,04 \pm 0,10$
"	"	"	"	$(14,50 \pm 0,47) \cdot 10^{-2}$	$2,75 \pm 0,09$
"	"	"	"	$(10,69 \pm 0,12) \cdot 10^{-2}$	$4,01 \pm 0,20$

Tabla n° 12 Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2	1995	SANDIA	Planta	$(10,31 \pm 0,53) \cdot 10^{-2}$	$3,79 \pm 0,19$
3	“	“	“	$\leq 8,38 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,31 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	“	$\leq 7,65 \cdot 10^{-3}$	$\leq 5,60 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	“	$\leq 2,33 \cdot 10^{-2}$	$\leq 16,7 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Epicarpio	$\leq 7,87 \cdot 10^{-3}$	$\leq 6,01 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Meso + endocarpio	$\leq 8,77 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,90 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Planta	$\leq 8,32 \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,16 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	“	$\leq 8,38 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,50 \cdot 10^{-1}$
“	“	TOMATE	Fruto	$\leq 1,57 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,01 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Fruto lavado	$\leq 3,98 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,60 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Fruto	$\leq 4,66 \cdot 10^{-3}$	$\leq 2,90 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Fruto lavado	$\leq 9,21 \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,90 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Fruto	$\leq 8,95 \cdot 10^{-3}$	$\leq 5,51 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Fruto lavado	$\leq 6,11 \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,01 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Fruto	$\leq 8,65 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,50 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Fruto lavado	$\leq 1,72 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,20 \cdot 10^{-2}$
“	“	“	Planta	$\leq 9,50 \cdot 10^{-2}$	$\leq 36,7 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Planta	$\leq 5,10 \cdot 10^{-2}$	$\leq 31,7 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Planta	$\leq 2,08 \cdot 10^{-2}$	$\leq 10,5 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Planta	$\leq 1,99 \cdot 10^{-2}$	$\leq 6,90 \cdot 10^{-1}$
“	“	“	Planta	$\leq 9,62 \cdot 10^{-2}$	$\leq 66,8 \cdot 10^{-1}$

Tabla n° 12 Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (continuación)

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
3	1995	LECHUGA	Hojas lavadas	$\leq 1,18 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,90 \cdot 10^{-1}$
5	"	BERENJENA	Fruto	$\leq 1,74 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,21 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 3,71 \cdot 10^{-2}$	$\leq 3,01 \cdot 10^{-1}$
5-3-B	"	SANDIA	Plamta	$\leq 3,95 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,61 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Epicarpio	$\leq 1,58 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,52 \cdot 10^{-1}$

De todas las muestras medidas, solo las matas de sandia de la zona 2-0 han resultado con valores positivos de Americio 241, siendo el valor de concentración más alto medido de 16 Bq/K.

2.4 ANIMALES.

Durante el presente periodo se han analizado por métodos radioquímicos tanto para plutonio como para americio, 5 muestras de gasterópodos terrestres género Helix recogidos en Palomares durante 1997. La preparación de la muestra ha consistido en la purga de los caracoles durante 10 días. Efectuado un minucioso lavado de los caracoles hasta obtener un agua clara, se han cocido para separar la concha del cuerpo del animal., desechandose al agua de cocción Se ha procedido a un secado a temperatura ambiente durante un día, para obtener el peso fresco, y se ha incinerado.

Los análisis se han realizado por duplicado. Los datos se muestran en la tabla 13.

Tabla n° 13 Actividades de plutonio y americio en gasterópodos

PARTE ANALIZADA	Localización	Actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Bq/k fresco	Actividad de Am ²⁴¹ Bq/k fresco
Cuerpo	Caseta P	$(265 \pm 50) \cdot 10^{-3}$	$(129 \pm 23) \cdot 10^{-3}$
Concha	“	$\leq \text{LID}$	$\leq \text{LID}$
Cuerpo	2-0	$68,70 \pm 14,23$	$23,25 \pm 3,72$
Concha	“	$219,81 \pm 39,44$	$47,1 \pm 11,9$
Cuerpo	Trinchera	$901,12 \pm 135,15$	$204,32 \pm 52,64$
Concha	“	$21,15 \pm 3,36$	$6,95 \pm 1,2$
Cuerpo	² PROXIMO ESTACIÓN 2-1	$24,60 \pm 4,18$	$7,10 \pm 1,40$
Concha	“	$2,66 \pm 0,53$	$1,42 \pm 0,34$
Cuerpo	“	$11,07 \pm 1,98$	$3,41 \pm 0,54$

PARTICIPANTES

En la realización de las actividades que han conducido a la obtención de los datos, especificaciones y conclusiones expuestos en este informe han intervenido las siguientes personas del CIEMAT.

Técnicos Superiores: Asunción Espinosa, Antonio Aragón, Javier Martínez. Jose Gutierrez y Santiago Castaño.

Técnicos Auxiliares: María del Carmen Guzmán, Milagros Carmona, Elia Zorita, Mariano Moya, Ramón Menta

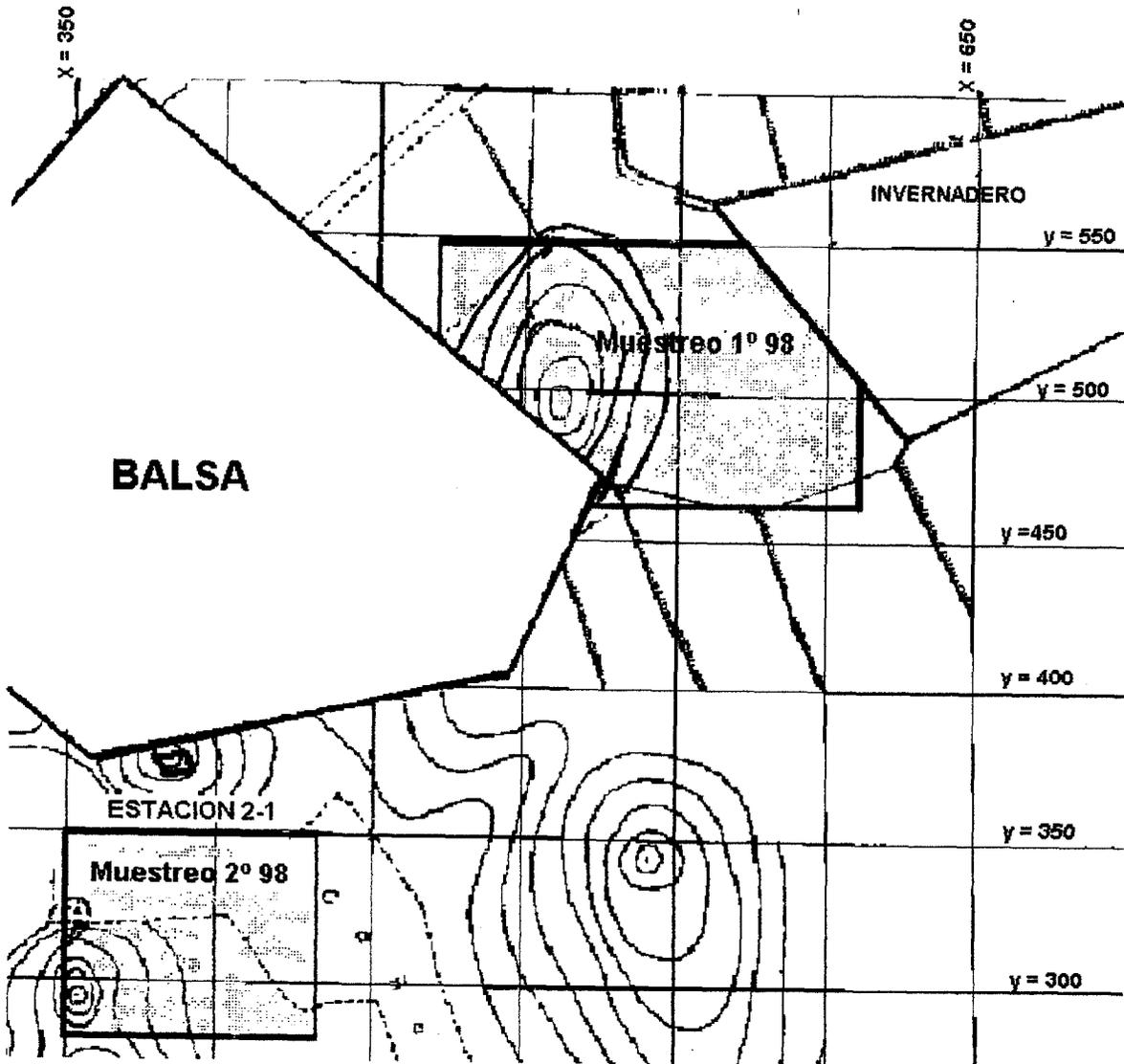


Figura 1

REFERENCIAS

- (1) Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares. Programa 1999
CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/01/99.
- (2) Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev,1) “Bases para la vigilancia médica de los
trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes”.
- (3) DS-SL-05 Procedimiento Específico.
- (4) Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares. (informe del 2º semestre de
1998) CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/02/99