



CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/3/2000

**VIGILANCIA RADIOLOGICA EN LA ZONA DE PALOMARES
INFORME XL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR**

(Primer semestre del año 3000)

Septiembre 2000

INDICE:

1. VIGILANCIA DE PERSONAS	1
1.1 RECONOCIMIENTOS 2000: PLANIFICACION Y REALIZACION	1
1.2 RESULTADOS DOSIMETRICOS..	2
1.3 VIGILANCIA MEDICA.....	2
2. VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE..	3
2.1 SUELOS.....	3
2.1.1 Muestreo.....	3
2.1.2 Determinacih de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	3
2.1.3 Determinacih de Am ²⁴¹	5
2.2 AIRE	8
2.1.1 Muestreo.....	8
2.2.2 Determinacih de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰	9
2.3 VEGETACION.....	11
2.3.1 Muestreo.....	11
2.3.2 Determinacih de Plutonio.....	11
2.3.3 Determinacih de Americio.....	14
2.4 OTROS PRODUCTOS.....	17
2.5 OTRAS ACTIVIDADES.....	17

VIGILANCIA RADIOLÓGICA EN LA ZONA DE PALOMARES
PERIODO: PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2000

La vigilancia radiológica en la zona de Palomares se ha desarrollado durante el primer semestre de 2000, 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 2000 y ejecución de la primera de ellas.
- Iniciación de determinaciones de americio en orina pendientes de la campaña de 1999.
- Obtención de resultados dosimétricos de la primera campaña de 2000.
- Valoración de resultados médicos

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

1.1 RECONOCIMIENTOS 2000: PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN

Planificación.

La previsión de reconocimientos a efectuar en 2000 está sujeta a los criterios y prioridades expuestos en (1), donde se incluye una lista constituida por 181 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 181 ya que algunas de las personas que se sometan a reconocimiento, serán probablemente acompañantes.

Realización.

La primera de las campañas previstas, ya ha sido realizada entre las fechas del 3 de Abril al 12 de Junio y ha incluido a un total de 70 personas pertenecientes a los siguientes grupos de prioridad:

Grupo prioridad 1: 9

Grupo prioridad 2:	7
Grupo prioridad 3:	39
Acompañantes:	15

De estas 70 personas, 62 ya habían sido objeto de reconocimiento al menos una vez con anterioridad a 2000. Las 8 personas que han sido reconocidas por primera vez, son menores de 16 años, 2 varones y 6 niñas.

El grupo de prioridad 1 ha estado formado por 3 varones y 6 mujeres.

El grupo de prioridad 2 ha estado formado por 5 varones y 2 mujeres.

El grupo de prioridad 3 ha estado formado por 24 varones y 15 mujeres.

Los acompañantes han sido 2 varones y 13 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 2000

Se han finalizado 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 son: 1 de las muestras se ha perdido en el proceso de análisis de plutonio, a esta persona se la llamará el próximo año para efectuarle el control; de las restantes 69 determinaciones, 67 muestras han dado valores inferiores al AMD de nuestro método analítico (0,34 mBq/orina de 24 horas) Una determinación ha dado un valor de actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ muy próximo al AMD (0,33 ± 0,03 mBq muestra) y corresponde a una mujer de 50 años con dos determinaciones anteriores negativas, esta determinación se considera igual al AMD, aunque a esta persona se la llamará a reconocimiento el próximo año. Una muestra ha presentado un valor de concentración de actividad de plutonio de 1,12 ± 0,20 mBq/orina de 24 horas, corresponde a una mujer de 54 años que ya había sido reconocida con anterioridad en 12 ocasiones, tres de ellas con resultados positivos todos ellos con valores muy próximos, y con una dosis efectiva comprometida en 50 años debida a la inhalación de polvo contaminado, de 53 mSv. Se han finalizado las determinaciones radioquímicas Americio en orina de 24 horas, de las muestras analizadas para plutonio en la campaña de 2000. Todos los datos muestran actividades de Am²⁴¹ iguales o 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 pat-a el año 2000, se ha reconocido médicamente a 70 personas.

En los exámenes médicos efectuados, siguiendo las directrices marcadas por la Guía de Seguridad nº 7.4 (Rev. 2): “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:

Habiéndose realizado un muestreo en profundidad en la zona 2-O a finales de 1999 que estaba previsto para 2000, durante este semestre no se ha realizado ningún muestreo de suelo.

2.1.2 Determinación de $\text{Pu}^{239+240}$

Se han iniciado los análisis radioquímicos de las 136 muestras de suelo superficial tomadas en 1999 en la zona 3, estas muestras corresponden a una línea paralela, hacia el norte, a la

pluma de máxima contaminación de la zona 3. Los datos y la interpretación de los mismos se muestran en la tablas 1.

Tabla nº 1 Concentración de actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras de suelo.

Nº de muestra	Zona y año muestreo	Actividad de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Bq/K
1	3-1999	60,33 ± 6,37
2	"	8,13 ± 0,93
3	"	3,14 ± 0,42
4	"	27,10 ± 2,94
5	"	264,93 ± 28,93
6	"	21,81 ± 2,36
7	"	71,04 ± 7,52
8	"	27,61 ± 2,97
9	"	761,30 ± 79,82
10	"	34,66 ± 3,79
11	"	8,15 ± 0,98
13	"	15,90 ± 1,91
14	"	208,81 ± 23,13
15	"	3,11 ± 0,46
16	"	2,10 ± 0,33
17	"	12,55 ± 1,54
18	"	87,40 ± 10,19
19	"	2,99 ± 0,44
20	"	13,00 ± 1,76
21	"	0,39 ± 0,14
22	"	0,79 ± 0,16
23	"	0,49 ± 0,12
24	"	0,46 ± 0,11
25	"	9,94 ± 1,60

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

Nº de muestra	Zona y año muestreo	Actividad de Pu ^{239 + 240} Bq/K
26	"	14,56 ± 1,68
27	"	0,47 ± 0,20
28	"	1,27 ± 0,20
29	"	4,09 ± 0,54
30	"	22,48 ± 2,95
31	"	4,25 ± 0,57
32	"	8,68 ± 1,09
34	"	16,20 ± 1,83
35	"	12,11 ± 1,56

El valor máximo medido es de $761,30 \pm 79,82$ Bq/Kg .

El mínimo es de $0,39 \pm 0,14$ Bq/Kg,.

El valor medio es 52,43, con una desviación típica de 139,67.

La zona muestreada corresponde a una pequeña parte de terreno no cultivado, y otro enarenado.

2.1.3 Determinación de Am ²⁴¹

Se han realizado determinaciones de Am ²⁴¹, mediante medidas directas de espectrometría gamma de baja energía, en 60 muestras de suelo de los sondeos 1, 3, 4, 5, 6 y 9 realizados entre el 26 de Octubre al 12 de Noviembre de 1999, en la zona 2-O cubriendo una extensión aproximada de 5000 m². La perforación se efectuó con máquina Movil Drill, con recuperación de testigo continuo. La recuperación de testigo se hizo con tubo doble tipo T. de 115 mm. de diámetro hasta la profundidad de 2 m, y el mismo tipo de tubo de diámetro 101 hasta el final del sondeo. Las coordenadas locales de cada sondeo, la profundidad perforada, y la concentración de actividad de Americio medido, se pueden ver en la Figura 1 y tablas 2, 3, 4 y 5.

Tabla n° 2.- Coordenadas de los sondeos y profundidad perforada

	X	Y	Prof (m)
SONDEO 1	315	200	15
SONDEO 2	275	164	13
SONDEO 3	325	160	14
SONDEO 4	322	152	6
SONDEO 5	306	144	9
SONDEO61	316	1401	9
SONDEO 7	316	134	8
SONDEO 8	300	70	10
SONDEO 9	310	127	6

Tabla n° 3.- Actividad de Am ²⁴¹ en muestras de suelo de profundidad

Prof (cm)	Sondeo 1 Actividad de Am Bq/g	Sondeo 3 Actividad de Am Bq/g
0-2	14,8001 ± 0,0315	4,19 ± 7,00 • 10 ⁻²
25	0,5040 ± 0,0056	5,31 ± 1,83 • 10 ⁻²
50	≤ 1,22 • 10 ⁻²	1,03 ± 8,64 • 10 ⁻³
75	6,62 • 10 ⁻³ ± 1,00 • 10 ⁻³	3,88 • 10 ⁻¹ ± 1,76 • 10 ⁻²
100	≤ 1,36 • 10 ⁻²	≤ 7,64 • 10 ⁻³
125	≤ 1,36 • 10 ⁻²	≤ 4,51 • 10 ⁻³
150	≤ 8,33 • 10 ⁻³	≤ 1,20 • 10 ⁻²
175	≤ 8,05 • 10 ⁻³	≤ 3,92 • 10 ⁻³
200		≤ 2,11 • 10 ⁻³

Tabla n° 4.- Concentracih de Am ²⁴¹ en muestras de suelo en profundidad (continuacih)

Prof (cm)	Sondeo 4 Actividad de Am Bq/g	Sondeo 6 Actividad de Am Bq/g	Sondeo 9 Actividad de Am Bq/g
0-2	$1,46 \pm 2,97 \cdot 10^{-2}$	$4,93 \cdot 10^{-1} \pm 5,36 \cdot 10^{-3}$	$5,60 \pm 1,86 \cdot 10^{-2}$
25	$\leq 9,06 \cdot 10^{-3}$	$5,05 \cdot 10^{-1} \pm 1,00 \cdot 10^{-2}$	$4,34 \pm 3,48 \cdot 10^{-2}$
50	$9,37 \cdot 10^{-2} \pm 8,03 \cdot 10^{-3}$	$8,71 \cdot 10^{-1} \pm 1,29 \cdot 10^{-2}$	$2,79 \pm 5,22 \cdot 10^{-2}$
75	$7,73 \cdot 10^{-2} \pm 5,25 \cdot 10^{-3}$	$9,39 \cdot 10^{-1} \pm 8,00 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-1} \pm 1,01 \cdot 10^{-2}$
100	$1,48 \cdot 10^{-2} \pm 2,49 \cdot 10^{-3}$	$8,04 \cdot 10^{-2} \pm 6,38 \cdot 10^{-3}$	$2,92 \cdot 10^{-2} \pm 1,70 \cdot 10^{-3}$
125	$\leq 1,57 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,17 \cdot 10^{-2}$	$4,69 \cdot 10^{-2} \pm 2,60 \cdot 10^{-3}$
150	$1,30 \cdot 10^{-2} \pm 2,12 \cdot 10^{-3}$	$\leq 4,05 \cdot 10^{-3}$	$6,39 \cdot 10^{-2} \pm 1,45 \cdot 10^{-3}$
175	$\leq 1,19 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,09 \cdot 10^{-3}$	$6,70 \cdot 10^{-2} \pm 8,24 \cdot 10^{-3}$
200	$\leq 4,03 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,49 \cdot 10^{-3}$	$1,64 \cdot 10^{-2} \pm 4,42 \cdot 10^{-4}$

Tabla n° 5.- Concentracih de Am ²⁴¹ en muestras de suelo en profundidad (continuación)

Prof (cm)	Sondeo 5 Actividad de Am Bq/g
0-2	
25	$1,52 \pm 9,85 \cdot 10^{-3}$
50	$5,77 \cdot 10^{-2} \pm 1,68 \cdot 10^{-3}$
75	$1,07 \pm 3,87 \cdot 10^{-2}$
100	$1,94 \pm 9,71 \cdot 10^{-3}$
125	$1,68 \cdot 10^{-2} \pm 2,21 \cdot 10^{-3}$
150	$1,30 \cdot 10^{-2} \pm 2,12 \cdot 10^{-3}$
175	$\leq 4,08 \cdot 10^{-3}$

Tabla nº 5.- Concentración de Am²⁴¹ en muestras de suelo en profundidad (continuación)

Prof (cm)	Sondeo 5 Actividad de Am Bq/g
200	$\leq 6,12 \cdot 10^{-3}$
225	$\leq 4,62 \cdot 10^{-3}$
250	$\leq 1,59 \cdot 10^{-2}$
275	$\leq 7,61 \cdot 10^{-3}$
300	$\leq 3,87 \cdot 10^{-3}$
325	$\leq 6,89 \cdot 10^{-3}$
350	$\leq 7,50 \cdot 10^{-3}$
375	$\leq 3,82 \cdot 10^{-3}$
400	$\leq 6,71 \cdot 10^{-3}$

La interpretación de la evolución de la concentración de Americio en función de la profundidad puede verse en la figura 1

2.2 AIRE

2.2.1 Muestreo

Ha proseguido la toma de muestras continuas con cambio semanal del elemento filtrante en las cuatro estaciones situadas en las parcelas 2-1, 2-2, P y 2-O. Durante el presente semestre de 2000, las incidencias que han tenido lugar y las causas que las han motivado, han sido las siguientes:

Estacion 2-O ; deja de funcionar por avería del motor el 3 de diciembre de 1999. desde este momento el motor ha sido reparado dos veces en Madrid, y ha vuelto a pararse en las 24 horas siguientes de la puesta en marcha, en la actualidad está pendiente de la sustitución del motor por otro nuevo.

Estacion 2-1 Este equipo dejó de funcionar el 23 de junio de 1999, debido a una avería del motor, dado que el equipo era muy antiguo y que estaba previsto el traslado del mismo a una

ubicación mas idónea dentro del mismo área, se ha procedido a la adquisición de un equipo nuevo. El 14 de Abril de 2000, se ha instalado el nuevo equipo en su nuevo emplazamiento, desde esa fecha el equipo funciona con normalidad.

Estación 2-2; ha funcionado con total normalidad habiéndose recogido 26 filtros con un volumen de aire de aproximadamente 10.000 m³ por muestra.

Estación P; Este equipo dejó de funcionar el 29 de Octubre de 1999 debido a una avería eléctrica que ocasionó otra en el motor. Subsanadas las deficiencias del suministro eléctrico y la avería del motor, el equipo reinicia su funcionamiento el 7 de marzo de 2000, habiéndose recogido 15 filtros 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 2-2 : 41 muestras recogidas durante 1999
- Estación 2-1: 16 muestras recogidas durante 1999
- Estación 2-0 : 6 muestras recogidas durante 1999

Fundamentalmente debido a las frecuentes averías que han tenido los motores de los equipos, los muestreos de aire efectuados durante el año 1999 no han sido realizados de forma continua y homogénea en todas las estaciones. Se han efectuado los análisis radioquímicos homogeneizando en lo posible los periodos. Los datos de la estación 2-1 son todos muy bajos e irrelevantes.

Las determinaciones se han efectuado en muestras compuestas, los periodos analizados aparecen en la tabla 6 junto con los valores de concentración de actividad medidos

Tabla n° 6 Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en aire en $\mu\text{Bq/m}^3$

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-2 $\mu\text{Bq/m}^3$	Estación 2-0 $\mu\text{Bq/m}^3$
8-1 al 29-1-99	$2,6 \pm 0,6$	$1,9 \pm 0,4$
29-1 al 26 -2-99.	$0,59 \pm 0,15$	$3,2 \pm 0,7$
26-2 al 1 34-99	$1,7 \pm 0,4$	
3-4 al 30-4-99.	$2,4 \pm 0,6$	
30-4 al 4-6-99	$0,7 \pm 0,2$	
4-6 al 2-7-99	$10,8 \pm 2,5$	
2-7 al 30-7-99	$19,5 \pm 3,5$	
30-7 al 3-9-99	$9,1 \pm 2,1$	
3-9 al 1-lo-99	$9,3 \pm 2,1$	
1-10 al 29-10-99	$2,1 \pm 0,5$	

El valor medio de actividad de plutonio en aire medido en la estación 2-2 en los diez primeros meses de 1999 es de $5,88 \mu\text{Bq/m}^3$ siendo la desviación media de 5,84. El valor máximo medido, aproximadamente $20 \mu\text{Bq/m}^3$.corresponde al mes de Julio, es frecuente que los valores mas altos se den en este periodo del aiiio debido a la presencia de fuertes vientos.

Tabla n° 6 Concentracih de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en aire en $\mu\text{Bq/m}^3$

PERIODO DE MUESTREO	Estación 2-1 $\mu\text{Bq/m}^3$
22-1 al 29-1-99	$0,36 \pm 0,09$
29-1 al 19-2-99	$0,37 \pm 0,18$
26-2 al 34-99	$0,31 \pm 0,07$
3-4 al 9-4-99	—
21-5 al 4-6-99	$0,21 \pm 0,05$
4-6 al 23-6-99	$1,7 \pm 0,4$

Las determinaciones de americio en muestras de aire, se encuentran en fase de análisis Radioquímico. los resultados se informarán en el próximo informe.

2.3 VEGETACIÓN

Las actividades realizadas a este respecto han sido las siguientes:

2.3.1 Muestreo

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 2000 son las siguientes:

- 2 Muestras de coliflor en zona 2
- 3 Muestras de tomates en zona 3
- 1 Muestra de pimientos en zona 5
- 1 Muestra de lechuga en zona 3
- 2 Muestras de higuera en zona 2
- 1 Muestra de nopal (chumbera) en zona 3
- 5 Muestras de sandías en zonas 2, 3 y 5

2.3.2 Determinación de Plutonio

Durante este semestre se han realizado análisis radioquímicos de Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ en muestras recogidas en 1999, que se especifican a continuación:

- 6 Muestras de sandía
- 2 Muestras de coliflor
- . 1 Muestra de calabacines
- 2 Muestras de tomate.
- 1 Muestras de pepino.
- 1 Muestras de higuera
- 1 Muestra de pasto.

Dado que las muestras se dividen en diversas partes, el n° total de análisis realizados ha sido de 47. Los resultados están especificados en la tabla 7 de acuerdo con el area a que dichos cultivos pertenecen.

Tabla n° 7.- Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales

			ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg fres
2-0	15-3-99	COLIFLOR	Flor lavada		1,44 ± 0,22
"	"	"	Hoj as		52,11 ± 0,31
"	"	"	Flor lavada		(262,2 ± 39,3) • 10 ⁻³
"	"	"	Hoj as		74,32 ± 11,14
"	21-6-99	SANDIA	Plan ta		(482,8 ± 81,9) • 10 ⁻³
"	"	"	Planta		(594,5 ± 101,1) • 10 ⁻³
"	"	"	Meso + endocarpio		(18,5 ± 3,1) • 10 ⁻³
"	"	"	"		≤ 3.12 • 10 ⁻³
"	"	"	Planta		(24,8 ± 5,5) • 10 ⁻³
2-2	"	CALABAZIN	Planta		(400,9 ± 64,1) • 10 ⁻³
"	"	"	Fruto pelado		≤ 6,23 • 10 ⁻³
"	"	PASTO	Past0		(69,69 ± 11,07) • 10 ⁻³
3	"	PEPINO	Fruto pelado		(9,88 ± 2,27) • 10 ⁻³
"	"	"	Piel de pepino		(107,02 ± 17,12) • 10 ⁻³
"	"	"	Planta		(236,47 ± 42,56) • 10 ⁻³
"	"	TOMATE	Fruto lavado		(4,06 ± 0,73) • 10 ⁻³
"	"	"	Fruto		(10,38 ± 2,56) • 10 ⁻³
"	"	"	Planta y hojas		(60,32 ± 12,74) • 10 ⁻³
"	"	"	Fruto		≤ 7.32 • 10 ⁻³
"	"	"	Planta y hojas		(180,03 ± 30,60) • 10 ⁻³
"	"	SANDIA	Epicarpio		≤ 28,9 • 10 ⁻³
"	"	"	Epicarpio lavado		≤ 11,3 • 10 ⁻³
"	"	"	Meso + endocarpio		≤ 13.0 • 10 ⁻³

Tabla n° 7.- Concentración de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en vegetales (Continuación)

ZONA	FECHA MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
3	2 1-6-99	SANDIA	Planta	$(178,2 \pm 35,6) \cdot 10^{-3}$
"	"	HIGUERA	Fruto lavado	$(20,74 \pm 3,52) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Ramas	$(894,42 \pm 151,98) \bullet 10^{-3}$
5	"	SANDIA	Epicarpio	$(5,98 \pm 1,37) \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$(9,51 \pm 2,09) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$(0,96 \pm 0,18) \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(242,02 \pm 43,56) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio	$(20,90 \pm 4,38) \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$(6,24 \pm 1,43) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$\leq 2,01 \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(594,5 \pm 107,0) \bullet \text{AMD}$
"	"	"	Epicarpio	$\leq 3,36 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$\leq 3,40 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$\leq 5,03 \bullet \text{AMD}$
"	"	"	Epicarpio	$(14,87 \pm 3,27) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$(25,78 \pm 5,93) \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$(20,27 \pm 3,64) \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$(121,6 \pm 24,3) \cdot 10^{-3}$
5-3-B	"	"	Epicarpio	$(10,82 \pm 2,49) \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$\leq 3,27 \cdot 10^{-3}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$\leq 3,36 \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Planta	$\leq 11,80 \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio	$\leq 3,10 \bullet 10^{-3}$
"	"	"	Epicarpio lavado	$\leq 3,09 \bullet 10^{-3}$

- 12 determinaciones realizadas en muestras de la zona 2; el 91 % de los datos son superiores al AMD. Los valores mas altos se han medido en muestras de coliflores, en las que la flor (parte comestible) presenta valores de 0,3 y 1 Bq /Kg, valores superiores se han medido en las hojas, 52 y 74 Bq/Kg. En las sandias y calabacines, las matas han

dado valores de 0,5 0,6 0,02 y 0,4 Bq/Kg, mientras que el mesocarpio y endocarpio (parte comestible) han dado valores muy próximos al AMD.

- 14 determinaciones realizadas en muestras de la zona 3; el 71% son valores superiores al AMD. El valor mas alto, aproximadamente 1 Bq/Kg ha sido medido en ramas de Higuera.
- 15 determinaciones realizadas en muestras de la zona 5; con el 73% de datos superiores al AMD. Los valores mas altos se han encontrado en las matas de sandia que se encuentran entre 0,6 y 0,1 Bq/Kg.
- 6 determinaciones reaizizadas en dos muestras de sandias en la zona 5-3B, con un solo valor superior al AMD en una muestra de epicarpio.

2.3.3 Determinación de Americio

Durante este semestre se han realizado determinaciones de Am 241 por medidas directas de espectrometría gamma de baja energia, de 33 muestras de vegetales tomadas en los años 1996 y 1997 pertenecientes a las siguientes especies:

- . 15 Muestras de sandias
- . 3 Muestras de tomates
- . 1 Muestra de olivo
- . 1 Muestra de melon.
- . 3 Muestras de trigo.
- . 2 Muestras de passerina.
- . 1 Muestra de planta compuesta.
- . 2 Muestras de coles.
- . 1 Muestra de pepino.
- . 1 Muestra de pimiento de padrón.
- 1 Muestra de brócoli.
- 1 Muestra de lechuga.
- 1 Muestra de coliflor.

Dado que las muestras se dividen en diversas partes, el n° total de determinaciones realizadas ha sido de 58.

Los resultados están especificados en la tabla 8 de acuerdo con el área a que dichos cultivos pertenecen.

Tabla n° 8.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2-0	19-6-96	SANDIA	Planta	$(2,36 \pm 0,64) \cdot 10^{-2}$	$1,69 \pm 0,45$
"	"	"	"	$\leq 1,30 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,57$
"	"	"	"	$\leq 9,04 \cdot 10^{-3}$	$\leq 0,60$
"	"	"	"	$(2,88 \pm 0,40) \cdot 10^{-1}$	$26,87 \pm 3,79$
2-1	"	"	"	$\leq 1,05 \cdot 10^{-2}$	$\leq 7,64 \cdot 10^{-1}$
2-0	"	TRIGO	Grano X= 300 Y= 200	$(5,37 \pm 2,30) \cdot 10^{-2}$	$3,04 \pm 1,30$
"	"	"	Grano X= 300 Y= 200 lavado	$(6,47 \pm 2,21) \cdot 10^{-2}$	$1,22 \pm 0,42$
"	"	"	Paja	$(1,27 \pm 0,25) \cdot 10^{-1}$	$1,27 \pm 0,25$
"	"	"	Grano X= 300 Y= 220	$(5,66 \pm 0,88) \cdot 10^{-2}$	$3,17 \pm 0,49$
"	"	"	Grano X= 300 Y= 220 lavado	$(2,40 \pm 0,56) \cdot 10^{-2}$	$0,45 \pm 0,10$
"	"	"	Paja	$(3,70 \pm 0,79) \cdot 10^{-2}$	$0,30 \pm 0,06$
"	"	"	Grano X= 300 Y= 240	$(4,70 \pm 0,12) \cdot 10^{-1}$	$29,6 \pm 0,77$
"	"	"	Grano X= 300 Y= 240 lavado	$\leq 4,71 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,27$
"	"	"	Paja	$(8,51 \pm 0,15) \cdot 10^{-1}$	$10,2 \pm 0,17$
3	"	SANDIA	Planta	$\leq 9,79 \cdot 10^{-3}$	$\leq 6,75 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	"	$\leq 4,33 \cdot 10^{-3}$	$\leq 3,17 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	"	$\leq 1,58 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,59$
5	"	"	"	$\leq 1,51 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,29$
"	"	"	"	$\leq 1,96 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,35$
5-3-B	"	MELON	Epicarpio	$\leq 3,92 \cdot 10^{-3}$	$\leq 2,35 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Meso + endocarpio	$\leq 2,52 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,13 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 1,98 \cdot 10^{-2}$	$\leq 2,83$

Tabla n° 8.- Concentración de Am ²⁴¹ en vegetales (Continuación)

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
2-0	14-4-97	PASSERINA	Ramas viejas	0,05 ± 0,01	0,86 ± 0,16
"	"	"	Ramas nuevas	≤ 0,03	≤ 0,55
"	"	"	Ramas nuevas	0,02 ± 0,01	0,19 ± 0,07
"	"	"	Ramas nuevas	(3,04 ± 0,22) · 10 ⁻³	(4,01 ± 0,31) · 10 ⁻³
2-2	"	SONCHUS	Planta	≤ 8,54 · 10 ⁻²	≤ 1,51 · 10 ⁻²
"	20-6-97	SANDIA	Epicarpio	≤ 9,76 · 10 ⁻²	≤ 6,50 · 10 ⁻³
"	"	"	Meso y endocarpio	≤ 1,25 · 10 ⁻²	≤ 6,45 · 10 ⁻²
"	"	"	Epicarpio	≤ 3,14 · 10 ⁻²	≤ 2,58 · 10 ⁻¹
"	"	"	Epicarpio	≤ 3,42 · 10 ⁻²	≤ 3,96 · 10 ⁻³
"	"	"	Meso y endocarpio	≤ 1,22 · 10 ⁻²	≤ 5,91 · 10 ⁻²
"	"	"	Epicarpio	≤ 8,36 · 10 ⁻²	≤ 6,53 · 10 ⁻¹
"	"	"	Meso y endocarpio	≤ 2,32 · 10 ⁻²	≤ 9,81 · 10 ⁻²
"	"	"	Epicarpio	≤ 9,33 · 10 ⁻³	≤ 1,12 · 10 ⁻¹
"	"	"	Meso y endocarpio	≤ 7,40 · 10 ⁻³	≤ 4,03 · 10 ⁻¹
"	"	TOMATES	Fruto	≤ 1,40 · 10 ⁻²	≤ 8,16 · 10 ⁻²
"	"	"	Fruto lavado	≤ 3,74 · 10 ⁻²	≤ 1,71 · 10 ⁻¹
"	"	"	Fruto	≤ 4,42 · 10 ⁻²	≤ 2,68 · 10 ⁻¹
"	"	"	Fruto lavado	≤ 1,16 · 10 ⁻²	≤ 8,70 · 10 ⁻²
"	"	"	Planta	≤ 2,32 · 10 ⁻²	≤ 5,46 · 10 ⁻²
"	"	COLES	Planta	(2,88 ± 3,36)10 ⁻²	(2,57 ± 0,31)
"	"	PEPINO	Piel de fruto	≤ 9,04 · 10 ⁻³	≤ 3,64 · 10 ⁻²
"	"	"	Fruto pelado	≤ 4,45 · 10 ⁻²	≤ 3,81 · 10 ⁻¹
"	"	PIMIENTO	Pimiento padron	≤ 2,01 · 10 ⁻²	≤ 2,46 · 10 ⁻¹
5	"	SANDIA	Epicarpio	≤ 1,14 · 10 ⁻²	≤ 5,92 · 10 ⁻²
"	"	"	Meso y endocarpio	≤ 1,14 · 10 ⁻²	≤ 5,88 · 10 ⁻²
"	14-4-97	OLIVO	Ramas	≤ 3,42 · 10 ⁻²	≤ 3,86 · 10 ⁻¹

Tabla nº 8.- Concentración de Am²⁴¹ en vegetales (Continuación)

ZONA	AÑO MUESTREO	ESPECIE	PARTE	ACTIVIDAD Bq/g ceniza	ACTIVIDAD Bq/Kg fresco
5	14-4-97	OLIVO	Ramas y hojas	$\leq 3,24 \cdot 10^{-2}$	$\leq 12,0 \cdot 10^{-1}$
"	20-6-97	TOMATE	Fruto	$\leq 8,81 \cdot 10^{-3}$	$\leq 7,14 \cdot 10^{-2}$
"	"	"	Fruto lavado	$\leq 3,97 \cdot 10^{-2}$	$\leq 4,25 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Planta	$\leq 4,52 \cdot 10^{-3}$	$\leq 6,28 \cdot 10^{-2}$
3	19-11-98	BROCOLI	Flor	$\leq 1,37 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,03 \cdot 10^{-1}$
"	"	LECHUGA	Hojas lavadas	$\leq 1,36 \cdot 10^{-2}$	$\leq 0,75 \cdot 10^{-1}$
"	"	COLIFLOR	Flor	$\leq 4,48 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1,16 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Hojas lavadas	$\leq 1,71 \cdot 10^{-2}$	$\leq 0,45 \cdot 10^{-1}$
"	"	COL	Hojas lavadas	$\leq 1,67 \cdot 10^{-2}$	$\leq 1,03 \cdot 10^{-1}$
"	"	"	Hojas externas	$\leq 7,55 \cdot 10^{-3}$	$\leq 9,62 \cdot 10^{-2}$

El 80% de las medidas realizadas en vegetales de la zona 2-O han dado valores superiores al AMD. Los 2 valores mayores que superan los 10Bq/Kg fresco pertenecen a granos de trigo sin lavar y a plantas de sandia. Las coles de la zona 2-2 del muestreo de 1997 han dado un valor de concentración de americio de 2,57 Bq por kilogramo.

2.4.- OTROS PRODUCTOS

Se ha efectuado una determinación plutonio en miel procedente de una colmena situada al este de la zona 2-1. El resultado obtenido ha sido:

Actividad de Pu²³⁹⁺²⁴⁰ en miel $\leq 25,66 \cdot 10^{-1}$ Bq/Kg

2.5.-OTRAS ACTIVIDADES

Se ha realizado un "survey" radiométrico en las 226 Ha de terreno contaminado para estimar las tasas-de dosis externas. Las tasas de exposición, se han medido a 1.6m de altura, por un escintilómetro de contaje total SPP-2, digitalizado y montado en el lateral derecho de un automovil y posicionado con un ángulo de 45° con respecto al eje transversal de la marcha. Las medidas, tomadas con una cadencia de cinco segundos, se han recogido automáticamente en un ordenador portatil, así como las coordenadas UTM's correspondientes al Huso 30 que se toman simultáneamente de un GPS.

En los casos en los que la tasa de exposición ha superado las 80 cps se han comprobado los valores de tasa de dosis y se han identificado los radionucleidos correspondientes a esas medidas. Al ser una zona pobre en uranio, las tasas de exposición observadas siempre han sido debidas a la presencia de Am²⁴¹, y en algunos casos del isótopo K-40. El mapa radiométrico obtenido puede verse en la fig nº 2 superpuesto sobre el plano de la contaminación original (1966).

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, José Gutiérrez y Santiago Castaño.

Técnicos Auxiliares: María del Carmen Guzmán, Milagros Carmona, Elia Zorita, Mariano Moya y Diego Moreno.

RADIOMETRÍA DE SONDEOS PERFORADOS EN LA ZONA 2-O

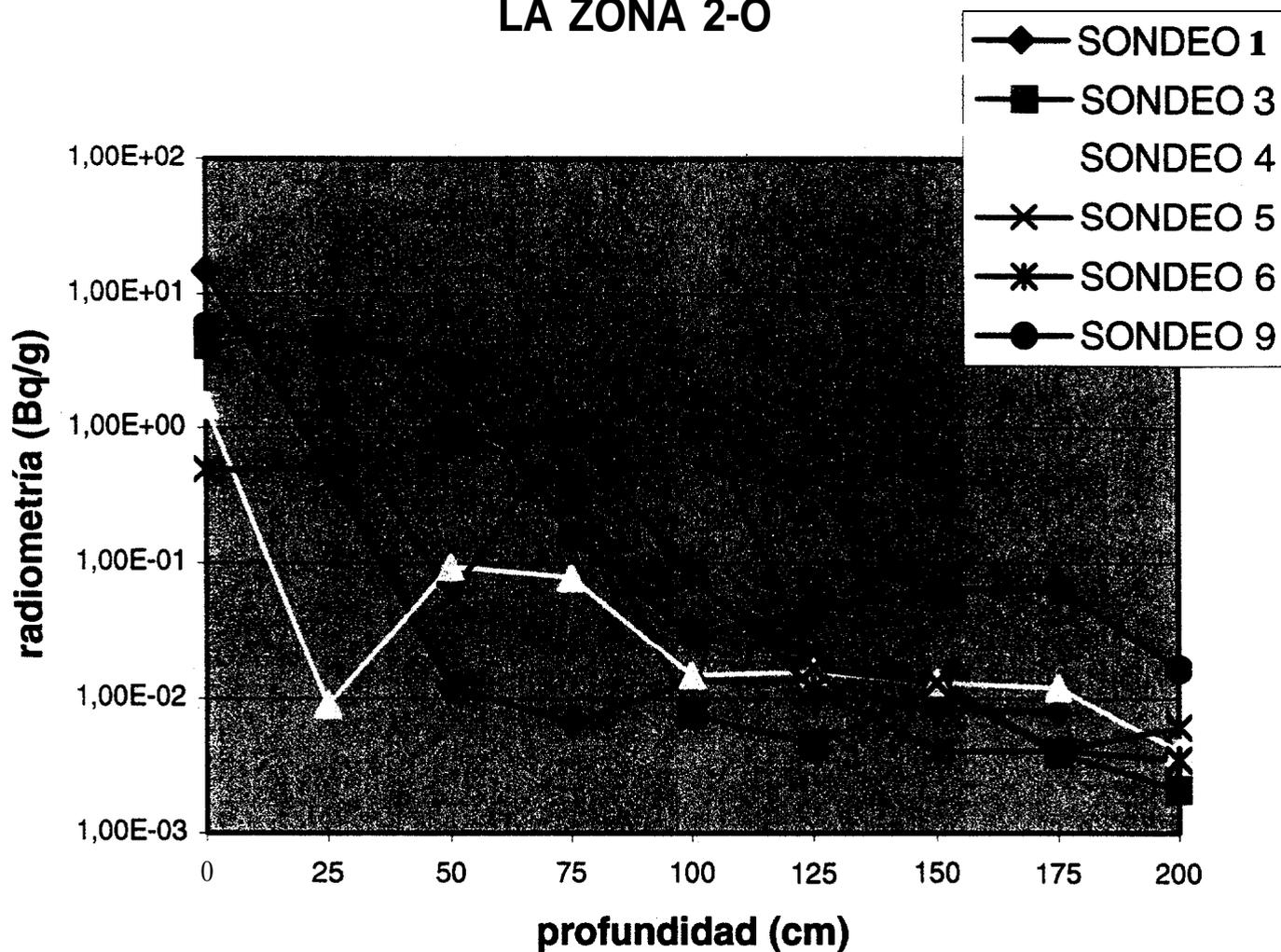
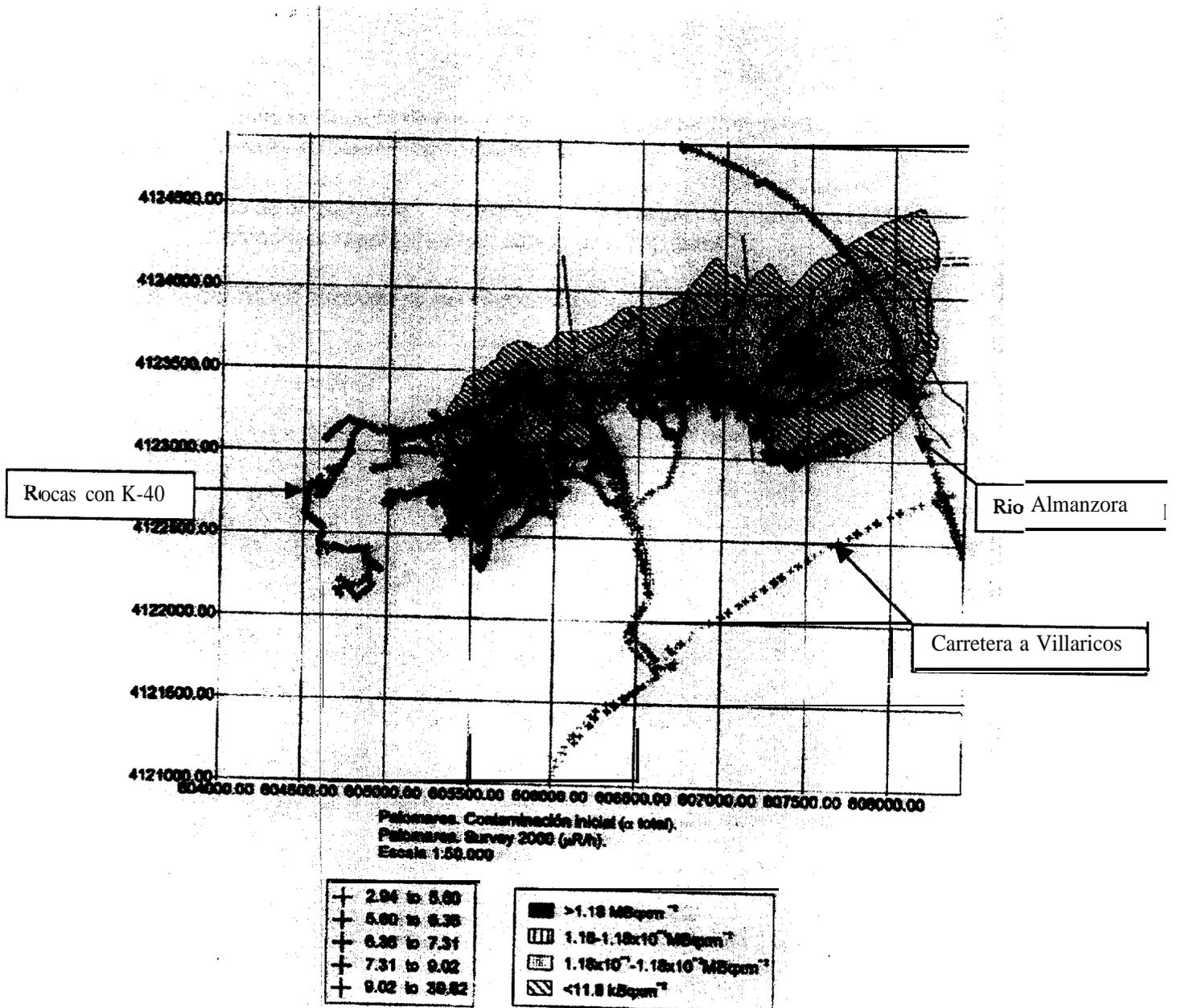


Fig 1: Evolución de la concentración de actividad de Americio en sondeos de la zona 2-O de palomares

Fig 2.- Plano de radiometria de Palomares superpuesto sobre plano de contaminación original (1966)



REFERENCIAS

- (1) Vigilancia Radiológica en la zona de Palomares. Programa 2000
CIEMAT/DIAE/PPRI/51100/01/00.
- (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 Especifico.