

# RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



- **ÍNDICE DE AUTORES**
- **ÍNDICE DE SESIONES**



## SESIÓN 2

### **Radiación Natural y Protección Radiológica Medioambiental**

- **Determinación de Fondos Ambientales en las Instalaciones Radiológicas del Sistema Nacional de Salud**
- **Estudio sobre Dietas y Hábitos Alimentarios en la Población Española. Objetivos y Metodología**
- **Modelización de la Transferencia de Actividad en Frutas. Ejercicio de Validación de Modelos**
- **Transferencia de Radionucleidos Naturales en un Ecosistema Mediterraneo**
- **Determinación de Uranio Natural en Materiales de Construcción**
- **Tendencias Actuales para la Medida Experimental de las Dosis de Radiación durante los Vuelos Comerciales**
- **Estudio Preliminar de Radioactividad Medio ambiental en Barrancos-Nuevo Método para el Estudio de Suelos en Tenerife**
- **Estimación de la Dosis Total Recibida por la Población de Palomares debida a la Radiactividad Natural y a la Presencia de Transuránidos**
- **Estudio del Contenido de Plutonio y Americio en Gasterópodos**
- **Variación Temporal de la Concentración de Radionucleidos Naturales y Artificiales en el Estrecho de Gibraltar**

# ESTIMACIÓN DE LA DOSIS TOTAL RECIBIDA POR LA POBLACIÓN DE PALOMARES DEBIDA A LA RADIATIVIDAD NATURAL Y A LA PRESENCIA DE TRANSURANIDOS.

A. Espinosa Canal\* A . Aragón del Valle\* J. Martínez Serrano\* J.A. Fernández Amigot\*\*

\* CIEMAT

\*\* ENUSA

## INTRODUCCIÓN

Después del accidente nuclear ocurrido en Enero de 1966 en Palomares Almería, (1) en el que se dispersó parte del material de Plutonio contenido en dos bombas termonucleares, la población de Palomares está expuesta a posibles contaminaciones internas y a las radiaciones gamma emitidas por el  $\text{Am}^{241}$ , procedente del  $\text{Pu}^{241}$  que formaba parte de las bombas (2).

En este trabajo se han evaluado las dosis medias anuales que recibe un trabajador agrícola y un habitante de Palomares, teniendo en cuenta:

- ♦ Contaminación por inhalación.
- ♦ Ingestión de productos de la zona.
- ♦ Irradiación externa.

La dosis por inhalación se ha calculado considerando las concentraciones de plutonio en aire (3).

La dosis por ingestión se ha calculado teniendo en cuenta productos de la zona analizados durante los últimos cinco años y los consumos medios por persona.

Finalmente se ha realizado un “survey” radiométrico en las 226 Ha de terreno contaminado para estimar tasas de exposición.

## METODOLOGIA

Para calcular dosis por inhalación se ha utilizado la concentración media de Plutonio en aire en la fracción inhalable, los factores de dosis específicos según el comportamiento biológico del Plutonio en la zona, y los valores estándar de volumen de aire respirado en los trabajos agrícolas (3).

En el estudio de ingestión se han considerado los productos vegetales cultivados para uso doméstico, se han recogido muestras vegetales no sólo de las grandes zonas cultivadas, sino también de pequeñas huertas en las que se cultivan productos para consumo familiar.

En la tabla 1 se indican los productos, las muestras analizadas, el valor medio de las actividades y consumo medio anual.

**Tabla 1. Actividades de plutonio en productos de consumo en Palomares.**

| PRODUCTO            | Nº MUESTRAS ANALIZADA | % POSITIVAS | ACTIVIDAD MEDIA Bq/Kg fresco | CONSUMO MEDIO ANUAL / PERSONA Kg/persona | INTAKE ANUAL Bq |
|---------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|--|-----------------|
| Sandía              | 29                    | 35          | 0,016                        | 10,5                                     | 0,168           |
| Coliflor            | 4                     | 100         | 0,240                        | 1,6                                      | 0,384           |
| Coles               | 2                     | 100         | 0,701                        | 0,828                                    | 0,580           |
| Acelgas             | 1                     | 100         | 0,031                        | 1,5                                      | 0,047           |
| Berenjenas          | 4                     | 75          | 0,010                        | 9  | 0,090           |
| Patata pelada       | 4                     | 0           | 0                            | 117                                      | 0               |
| Tomate fruto lavado | 27                    | 67          | 0,009                        | 28,5                                     | 0,257           |
| Lechuga lavada      | 27                    | 67          | 0,101                        | 2,8                                      | 0,283           |
| Pimiento lavado     | 5                     | 80          | 0,015                        | 9,9                                      | 0,149           |
| Leche vaca          | 7                     | 43          | $1,71 \times 10^{-3}$        | 94                                       | 0,161           |
| Leche cabra         | 3                     | 66,6        | $1,31 \times 10^{-3}$        | 7,6                                      | 0,009           |
| Caracoles cuerpo    | 4                     | 100         | 262                          | 0,100                                    | 26,2            |

La dosis por ingestión es:

$$\dot{E} = F \cdot \sum A_i \cdot C_i \quad (I)$$

donde;

$F$  = Factor de paso a dosis efectiva (dosis efectiva comprometida a 70 años) por ingestión para  $Pu^{239} = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$  ingerido (referencia ZCRP 72)

$A_i$  = Actividad media de  $Pu^{239}$  del producto  $i$ , en  $\text{Bq} \cdot \text{Kg}^{-1}$  fresco (tabla 1)

$C_i$  = Consumo medio anual por persona del producto  $i$ , en  $\text{Kg} \cdot \text{año}^{-1}$  (tabla 1)

Par-a el calculo de la dosis por irradiación externa se han utilizado las tasas de exposición medidas en Palomares, a 1.6m de altura, con un escintilómetro de contaje total SPP-2,

digitalizado y montado en autoportada, (metodo puesto a punto por ENUSA). Las medidas, tomadas cada cinco segundos, son recogidas automaticamente en un ordenador portatil, conjuntamente con las coordenadas UTMS correspondientes al Huso 30 (Fg 1)

El vehículo circula a velocidades inferiores a los 30 kms/h. Otro equipo SPP-2 funciona ininterrumpidamente en el interior del coche, con umbral de alarma regulable que realiza un control de calidad de la medida.

Independientemente, se toman medidas adicionales en suelo, utilizando otro escintilómetro de contaje total SPP-2 desligado del ordenador portatil, un medidor de tasa de dosis ES-3 de la JEN y un espectrómetro EXPLORANIUM GR-130 de 256 canales para identificar radionucleidos. En todos los casos los coeficientes de correlación entre tasa de exposición y tasa de dosis son superiores a 0.95

En los casos en los que la tasa de exposición ha superado las 80cps 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  $Am^{241}$ , y en algunos casos del isótopo K-40, componente de rocas volcanicas próximas a la zona y que seguramente se han utilizado en el asfaltado de calles.

El software empleado han sido desarrollado por ENUSA.

## RESULTADOS

La dosis por inhalación (DECE) en 30 años para un habitante de Palomares y para un trabajador agrícola (1) es de 37 y 210  $\mu Sv/año$ .

La dosis por ingestion según la ecuación  $I$  es de 7,1  $\mu Sv/año$ .

El valor medio de tasa de dosis externa en la zona urbana considerando 1466 datos es de 7,2  $\mu R/h$  con un valor máximo de 18 $\mu R/h$  y mínimo de 4 $\mu R/h$ . En la zona agricola, con 2348 datos se tiene un valor medio de 9 $\mu R/h$ , con un máximo de 40 $\mu R/h$  y mínimo de 4 $\mu R/h$

La dosis externa/año que puede recibir un trabajador agrícola considerando 1600 horas de trabajo anuales en la zona, sería de 144  $\mu Sv$ . Una permanencia del resto del año (7160 horas) en la zona urbana supone una dosis externa de 515  $\mu Sv$ . La dosis externa total para un trabajador agrícola residente en Palomares será de 659 $\mu Sv/año$

La dosis externa para un habitante de Palomares que no trabaja en el campo es de 630  $\mu Sv/año$

La dosis total será la suma de la dosis por inhalación, la dosis por ingestion y la dosis externa. Según esto la dosis total para un habitante de Palomares seria de 674  $\mu Sv/año$

Si la persona es un trabajador agrícola residente en Palomares, la dosis total anual sería de 876  $\mu\text{Sv/año}$ , es decir la dosis recibida por un agricultor de Palomares es 1.3 veces superior a la de un habitante de Palomares.

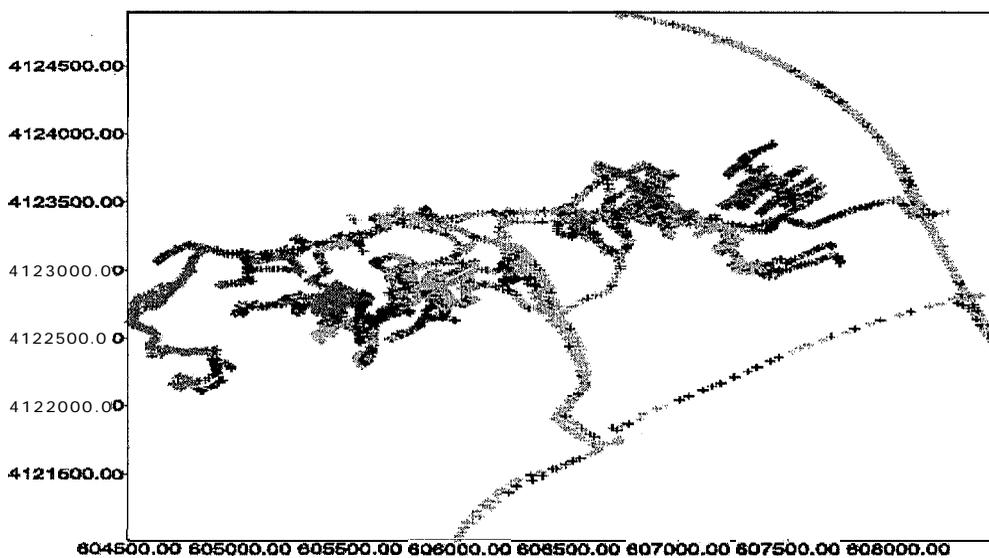


Fig.1 Posición de itinerarios y su clasificación radiométrica (MicroRoentgen/hora)

|   |               |
|---|---------------|
| + | 2.64 to 5.60  |
| ⊕ | 5.60 to 6.36  |
| ⊕ | 6.36 to 7.31  |
| ⊕ | 7.31 to 9.02  |
| ⊕ | 9.02 to 39.82 |

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la importante labor realizada por los técnicos analistas del laboratorio de transuranidos del CIEMAT en la preparación y análisis de las muestras.

## REFERENCIAS

1. Ramos, E.; Iranzo, E., "Experience of an Accidental Contamination by Radiactive Materials- Palomares, 1966" Second International Civil Defense Symposium on Nuclear Radiation Hazards, Monaco, October 1966.
2. Espinosa, A. Aragón, A. y Martínez, J. Composición isotópica del plutonio grado bomba procedente del accidente de Palomares. *25 REUNIÓN ANUAL DE LA SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA* 17-19 DE Noviembre 99
3. Espinosa, A. Et al Assessment of doses to adult members of the public in Palomares from inhalation of plutonium and americium. *Radiation Protection Dosimetry* Vol. 79, Nos 1-4 pp 161-164 (1998).
4. Suarez Mahon E. Fdez Amigot J.A. The MARNA Project. IAEA. TECDOC-980 Pags 19-32 Nov 1997. Proceeding of a Technical Committee Meeting held in Viena.