

REAL

REVISTA DE
ESTUDIOS
ALMERIENSES

ISSN: 2697-0082



NUEVOS APORTES A LA HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DEL FILÓN DE PLOMO ARGENTÍFERO EN SIERRA ALMAGRERA EN 1839. JUAN ANTONIO SOLER JÓDAR, M^a MAGDALENA NAVARRO ARIAS, JOSÉ BERRUZO GARCÍA ACTUALIZACIÓN DEL DICCIONARIO ETIMOLÓGICO DE LOS ORNITÓNIMOS VERNACULARES EN ALMERÍA. MARIANO PARACUELLOS RODRÍGUEZ Y JUAN F. PARRILLA CRESPO. LA CREACIÓN DE UN ESCENARIO COMO LABORATORIO VIVO PARA EL "PROYECTO INDALO" TRAS EL ACCIDENTE NUCLEAR DE PALOMARES. JOSÉ HERRERA PLAZA. JOSÉ MEDINA Y SU COLECCIÓN DE EPIGRAFÍA ANDALUSÍ: DOCUMENTOS EN MÁRMOL DE LA ALMERÍA ÁRABE. LARA NEBREDA MARTÍN. III CENTENARIO DEL VIAJE DE PEDRO MURILLO VELARDE A FILIPINAS (1723-2023) . JUAN PABLO CARMONA GARCÍA. JOSÉ FERNÁNDEZ CAMPOS RICHOLY, TOCAOR Y CONCERTISTA. ACTIVIDADES GUITARRÍSTICAS, REPERTORIOS Y ESPACIOS. NORBERTO TORRES CORTÉS Y MARÍA DEL CARMEN RODRÍGUEZ SÁNCHEZ. EL GRAN ARTE DE LA ACUARELA A TRAVÉS DE LAS MANOS HÁBILES DE DIONISIO GODOY. M^a DOLORES DURÁN DÍAZ. LA RESTAURACIÓN MONUMENTAL DE ALMERÍA. CAPITULO II. CASTILLO DE LOS FAJARDO EN VÉLEZ BLANCO. JOSEFA MARÍA CARRILLO GRANERO. ANTONIO LIROLA ALFÉREZ: EL DALIENSE QUE CONDUJO PRESO A RAFAEL DEL RIEGO HASTA MADRID. ALBERTO GUILLAMÓN DÍAZ. LA PEÑA DE "LOS TEMPRANOS". UN EJEMPLO DE ROMANTICISMO EN EL MUNDO DEL FLAMENCO. ANTONIO CARRILLO ALONSO

NÚMERO 4
1^{er} SEMESTRE
AÑO 2023

REAL

REVISTA DE
ESTUDIOS
ALMERIENSES

Créditos:

REAL, Revista de Estudios Almerienses

Núm. 4. Primer Semestre, año 2023

Edita: Diputación de Almería. Área de Cultura y Cine.
Instituto de Estudios Almerienses

Presidente: Javier Aureliano García Molina

Diputada del Área de Cultura: Almudena Asensio Morales

Director del Instituto de Estudios Almerienses: Mario Pulido Egea

Director de la Revista REAL: Juan Alberto Cano García

Consejo Editorial: María Dolores Durán Díaz, Andrés García Lorca, Antonio Jesús García Sánchez "Che", Diego Martínez Pérez, Marta Rodríguez García, Andrés Sánchez Picón y Carlos Villoria Prieto

Autores/as que colaboran en este número: Juan Antonio Soler Jódar, M^a Magdalena Navarro Arias, José Berruezo García, Mariano Paracuellos Rodríguez, Juan F. Parrilla Crespo, José Herrera Plaza, Lara Nebreda Martín, Juan Pablo Carmona García, Norberto Torres Cortés, María del Carmen Rodríguez Sánchez, M^a Dolores Durán Díaz, Josefa María Carrillo Granero, Alberto Guillamón Díaz, Antonio Carrillo Alonso.

Diseño, maquetación y tratamiento de las imágenes: Emilio Navarro

© **De la edición:** Diputación de Almería. Área de Cultura y Cine
Instituto de Estudios Almerienses

© **De los textos y fotos:** los/as autores/as, 2023

Imagen de Portada: Izado de la bomba perdida del mar a la cubierta del Petrel. 1966. (Foto: National Atomic Museum)./Langham y Emilio Iranzo en Los Álamos, 1966 (Foto: LNLA).

Textos y fotos: el de sus autores

Licensed under: Creative Commons

ISSN: 2697-0082

El Instituto de Estudios Almerienses es un Centro de Estudios Locales dependiente del Área de Cultura y Cine de la Diputación de Almería

Dirección: Plaza Julio Alfredo Egea s/n · 04001 (Almería)

Teléfono: 950211010

www.iealmerienses.es / revistareal@dipalme.org

Se permite la descarga de los artículos, pudiendo compartir los contenidos, siempre y cuando se referencien y citen (primer apellido autor/a seguido de las iniciales, fecha de publicación entre paréntesis, título artículo, REAL, número de la revista y URL donde se encuentra el artículo).

REAL (Revista de Estudios Almerienses) no se responsabiliza de las opiniones emitidas por los/as autores/as de la revista.

ÍNDICE

Nuevos aportes a la historia del descubrimiento del filón de plomo argentífero en Sierra Almagrera en 1839. <i>Juan Antonio Soler Jódar, M^a Magdalena Navarro Arias, José Berruezo García</i>	7
Actualización del diccionario etimológico de los ornitónimos vernaculares en Almería. <i>Mariano Paracuellos Rodríguez y Juan F. Parrilla Crespo.</i>	23
La creación de un escenario como laboratorio vivo para el "Proyecto Indalo" tras el accidente nuclear de Palomares <i>José Herrera Plaza</i>	49
José Medina y su colección de epigrafía andalusí: documentos en mármol de la Almería árabe <i>Lara Nebreda Martín</i>	67
III centenario del viaje de Pedro Murillo Velarde a Filipinas (1723-2023) <i>Juan Pablo Carmona García</i>	89
José Fernández Campos Richoly, tocaor y concertista. Actividades guitarrísticas, repertorios y espacios <i>Norberto Torres Cortes y María del Carmen Rodríguez Sánchez</i>	105
El gran arte de la acuarela a través de las manos hábiles de Dionisio Godoy <i>M^a Dolores Durán Díaz</i>	117
La restauración monumental de Almería. Capítulo II. Castillo de los Fajardo en Vélez Blanco <i>Josefa María Carrillo Granero</i>	140
Antonio Lirola Alférez: el daliense que condujo preso a Rafael del Riego hasta Madrid <i>Alberto Guillamón Díaz</i>	153
La Peña de "Los Tempranos". Un ejemplo de romanticismo en el mundo del flamenco <i>Antonio Carrillo Alonso</i>	171

LA CREACIÓN DE UN ESCENARIO COMO LABORATORIO VIVO PARA EL «PROYECTO INDALO», TRAS EL ACCIDENTE NUCLEAR DE PALOMARES

/ José Herrera Plaza
Investigador independiente



BOMBA ARRIBA PETREL

Tras 80 días de intensa búsqueda marítima y terrestre, el amanecer del 07/04/1966 es izada la bomba perdida del mar en la cubierta del Petrel,. (Foto: National Atomic Museum).

Resumen: En el accidente nuclear de Palomares (Almería, 1966) cayeron cuatro bombas de hidrógeno, setenta veces más potentes que la de Hiroshima. Dos deflagraron y contaminaron con plutonio varios cientos de hectáreas. El fin de este trabajo es conocer las circunstancias, los intereses y las razones en juego de la connivencia del Gobierno español con el de EE. UU. para limpiar una mínima parte. Se han considerado, además de la evidencia primaria de las fuentes documentales, algunas desclasificadas recientemente y los testimonios de personas implicadas.

Se analiza la manipulación de la radiactividad y la superficie contaminada, los niveles «razonables» forzados para la salud de los afectados, la génesis del primer cementerio nuclear ilegal de España, la creación de una historia oficial antagónica con la realidad. Describimos al autor intelectual, el Dr. Wright Langham, famoso por sus conocimientos del plutonio y experimentos con humanos sin garantías bioéticas. Cómo desde los primeros días se afanó en la creación de un escenario ideal, con varios kilogramos de plutonio, para crear un convenio secreto de experimentación con las personas y el medioambiente, llamado en clave «Proyecto Indalo».

Palabras Clave: accidente de Palomares; contaminación por plutonio; Proyecto Indalo; experimentación con humanos; Guerra Fría.

The creation of the conditions for a living laboratory for the Indalo Project, after the Palomares nuclear accident

Abstract: Four hydrogen bombs, each with seventy times the destructive power of the Hiroshima bomb, fell in the nuclear accident at Palomares (Almería, 1966). Two of them deflagrated and contaminated several hundreds of hectares with plutonium. The purpose of this work is to know the circumstances, interests and reasons at stake in the collusion of the Spanish Government with the US to clean up only a minimum part of the affected area. This work considers both primary evidence from documentary sources, some of them recently declassified, and the testimonies from people involved. This work includes an assessment of how radioactivity and the contaminated area were manipulated, the "reasonable" public health levels imposed to the local population, the origins of the first illegal nuclear cemetery in Spain, and the creation of an official and antagonistic history to reality. The Project's creator, Dr. Wright Langham, known for his knowledge on plutonium and his human experiments lacking bioethical safeguards, is also described. From the beginning, he used several kilograms of plutonium to create an ideal scenario to back up a secret agreement for experimentation on people and the environment, code-named "Project Indalo".

Keywords: Palomares accident; plutonium contamination; Indalo Project; human experiments; Cold War.

El accidente aéreo entre un bombardero estratégico B-52 y su avión nodriza sobre Palomares y Villaricos el 17 de enero de 1966 causó la muerte de siete tripulantes. Por la colisión se desprendieron cuatro bombas termonucleares. Tres cayeron en tierra y una en el mar. Cada una tenía una potencia de destrucción de 1100 kilotones, equivalentes a millón y medio de toneladas del explosivo químico TNT (trinitrotolueno). Su capacidad de destrucción era 70 veces la de la bomba de Hiroshima.

El accidente en sí y los siete fallecidos hubiesen tenido un recorrido mediático corto, con una permanencia mediática inferior a una semana. Sin embargo, mantuvo su presencia en todos los formatos de noticias del mundo durante 80 días. En solo doce semanas fueron escritos muchos miles de artículos en periódicos y revistas; un número significativo de ellos en primera página¹. Tanta notoriedad estuvo condicionada por:

- A. La implicación de armas nucleares de última generación en plena Guerra Fría, con la humanidad amenazada por la guerra nuclear.
- B. La fuerza del referente: Desde 1945 no había caído ninguna bomba nuclear sobre una población.
- C. La pérdida de la bomba durante ochenta días en el mar y lo espectacular de su búsqueda y rescate.
- D. En menor medida, pero lo más grave y menos publicitado: la contaminación de las tierras por la deflagración de dos de las bombas que cayeron en tierra.

La existencia de bombas de hidrógeno y la pérdida de una de ellas generó una triste paradoja: fueron bien conocidas por la opinión pública mundial mucho antes que por los propios españoles e incluso los palomareños. Pero las consecuencias y los riesgos de la dispersión de un elemento radiactivo, considerado como una de las sustancias más tóxicas conocidas por el hombre, se mantuvieron en secreto y más tarde fueron minimizados².

I. EXPERIMENTOS DE OPORTUNIDAD

Cuando se produjo el accidente, el plutonio había sido descubierto solo veinticinco años atrás. El desconocimiento de su toxicidad a bajas dosis y a largo plazo era aún grande. En la reunión mantenida unos meses más tarde del suceso, por parte de los médicos de la fuerza aérea de los EE. UU. que estuvieron en

Palomares, se reconocía: «La actual carga corporal aceptable de plutonio-239 se basa en extrapolaciones de la experiencia con pintoras de radio³ y con pequeños animales»; lo que generaba una gran incertidumbre en cuanto a diagnosis, cuantificación, evolución y terapias⁴.

Antes de los años 30 comenzaron de forma continuada los experimentos radiológicos en humanos, la mayoría de ellos de manera subrepticia, sin la voluntad y la información de los pacientes⁵. Es con los bombardeos atómicos de Japón cuando se ve con claridad la necesidad de reforzar los conocimientos sobre estas sustancias, en aras de la radioprotección de las personas, con especial atención hacia los trabajadores de la industria nuclear militar. La carrera armamentística ya se había iniciado y no faltaba mucho para el desarrollo de las aplicaciones civiles.

La actitud de los norteamericanos con los afectados por las bombas de Japón generó malentendidos. Con la creación de la Comisión de Víctimas de la Bomba Atómica (1946-1975) algunos cándidos afectados pensaron que sus abultados presupuestos eran para asistir de forma conmisericordiosa a los damnificados, pero su único y exclusivo fin fue el investigador, no el terapéutico⁶.

El desarrollo del arma, que iba a consolidarla como nación hegemónica en el mapa geopolítico de la posguerra, era, al igual que en la URSS, su más alta prioridad, aquello que parecía justificar cualquier medio.

En este artículo partimos de la hipótesis de cómo la necesidad y el ansia investigadora por conocer las consecuencias a largo plazo del plutonio (Pu) en humanos, aislado de otros isótopos de fisión, condicionaron el devenir de las medidas de remedio, el futuro de los pobladores y del área de Palomares.

1. Mister Plutonium

En 1942, cuando el fin de la II Guerra Mundial parecía lejano, el Cuerpo de Ingenieros del Distrito Manhattan había creado en el campus de la Universidad de Chicago el Laboratorio Metalúrgico o Met Lab. Entre otros cometidos, tenía el llamado «Proyec-

1 En el Archivo General de la Administración, de solo los primeros cuatro meses, se conserva una variada muestra de más de 5500 artículos y reportajes de prensa de todas partes del mundo.

2 HERRERA, 2015, p. 83.

3 Se hace referencia a aquellas mujeres que pintaban los diales de los relojes con el isótopo radiactivo radio (luminiscente en la oscuridad). Ellas fueron el primer grupo o cohorte de estudio de las consecuencias de las radiaciones ionizantes en el cuerpo humano. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/chicas-radio-y-riesgos-radiacion_15809

4 TALBOT, 1966, p. 5.

5 WELLSOME, 2019, pp. 40-655.

6 HERSEY, 2014, p. 171.



Trinity (Nuevo Méjico) 16/07/1945. Poco antes había detonado cerca la primera bomba nuclear. Los participantes llevaban más de treinta horas sin dormir mientras medían la precipitación radiactiva. Recostado sobre el coche se halla un joven Langham. (Foto: LNLA).

to Plutonio», que perseguía hallar sistemas de purificación y producción a escala industrial del isótopo del plutonio 239 (Pu239) para fabricar bombas. A la Sección C-1 de Química llegó un joven de 33 años, entusiasta y lleno de ambición; era Wright Haskell Langham. Se había graduado en Mecánica y Agricultura, y después logró doctorarse en Química en la Universidad de Colorado (1943).

En el Met Lab estuvo un año. De ahí fue destinado, en marzo de 1944, al Laboratorio Nacional de Los Álamos (LNLA) en investigación biomédica y radiobiología de la División H-4, llamado también «laboratorio de ratas», por la cantidad de estos roedores que había para ser irradiados en experimentos. De los pocos miligramos de Pu239 que habían llegado hasta ese momento al «Emplazamiento Y» (nombre en clave de LNLA), se pasaría a kilogramos en cuestión de meses. Era preciso proteger a los cientos de operarios que iban a trabajar de manera cotidiana con esta sustancia. Urgía conocer a fondo sus peculiaridades y riesgos.

Entonces se decidió pasar a la experimentación humana con la opción de inyectar una solución calibrada de plutonio soluble en la sangre. Dado el alto riesgo, resulta comprensible que ninguno de estos científicos, tan motivados por el avance de la Ciencia, se presentaran voluntarios, ni mucho menos sus familiares, amigos o allegados. Se decidió buscar pacientes anónimos, algunos terminales y otros no. La mayoría eran personas humildes. Todos situados en un bajo nivel sociocultural⁷. Pertenecientes a ese difuso grupo que, por su origen étnico o deficiente nivel económico, etiquetan como «perdedores» en los EE. UU.

Langham no tuvo reparo en preparar los protocolos y posteriores análisis de las inyecciones de citrato de plu-

tonio a dieciocho personas, sin ser estas informadas ni otorgar su aquiescencia en un peligroso experimento, carente de finalidad terapéutica⁸. Uno de sus compañeros, el doctor y coronel Hymer Friedell, dejó claro quién era uno de los mayores valedores del estudio: «La persona más convencida y que insistía en que se llevaran a cabo era el Dr. Wright Langham»⁹. Para hacernos una idea de su personalidad y avidez investigadora, en 1945 solicitó al Dr. Samuel Bassett más enfermos terminales en los que aumentar las dosis de las inyecciones¹⁰.

Logró prestigio en la comunidad científica por crear la llamada «ecuación de Langham», que intentaba correlacionar el Pu excretado en orina con el nivel de contaminación en el cuerpo. Pero su paso a la Historia ha sido por ser uno de los partícipes principales de las inyecciones de Pu y el que analizó los resultados. Este episodio resulta minúsculo si se compara con su posterior cooperación en las pruebas atmosféricas en las islas del Pacífico. Allí, como en parte de los 1054 test nucleares (1945-1962), fueron utilizados e irradiados varios miles de jóvenes soldados sin su consentimiento. Una parte de ellos fueron estudiados para analizar las posteriores consecuencias para su salud¹¹.

Pero no todo era experimentación programada. Desde los primeros años hubo numerosos accidentes con trabajadores. El Pu era tan tóxico que una partícula de 14 micras, con la mitad del tamaño de un glóbulo blanco, podía contaminar los pulmones.

El respaldo moral del azar pasó a convertirse en otra inestimable fuente para las ansias de experimentación en humanos. Langham y sus compañeros estuvieron expectantes ante cualquier accidente ocasional. Eran los llamados (por el Comité asesor sobre experimentos de radiación en humanos del presidente Clinton) «experimentos de oportunidad»¹².

II EVALUACIÓN DEL ESCENARIO

Desde 1953, en que se firmaron los «Pactos de Madrid» entre una aislada dictadura y los EE. UU., se había permitido de manera tácita el almacenaje y trasiego nuclear en las bases de Torrejón y Mo-

8 VOELZ, G.; PETERSEN, D.; DAUGHERTY, D., 1995.

9 Advisory Committee Human Radiation Experiments, 1995. «Oral Histories of Radiologist Hymer L. Friedell, M.D.».

10 WELSOME, 2019, p. 210.

11 Advisory Committee on Human Radiation Experiments, 1995, pp. 455-456.

12 WELSOME, 2019, p. 264.

7 HILTS, P. J., 1995, p. 10.

rón, hasta 1962¹³. Al año siguiente pasó a sumarse la Base de Rota, a través de los submarinos armados con Polaris.

Por los cielos de Palomares transitaban diariamente de tres a cuatro parejas de B-52, cargados cada uno con cuatro bombas de hidrógeno. En ocasiones portaban también un par de misiles nucleares Hound Dog (perro de presa) para anular las defensas anti-aéreas. Era la llamada «Ruta Sur» de la Alerta Aérea Permanente del Mando Aéreo Estratégico de los EE. UU. (ver Mapa 1). Su cometido era que siempre hubiese bombarderos rodeando la URSS, con capacidad de respuesta menor o igual a una hora en caso de un ataque nuclear.

Si realizamos un sencillo cálculo, podemos hacernos una idea del tránsito desde 1961 hasta el día del accidente. Asumimos una media de tres misiones diarias con dos B-52 por misión y ocho bombas idénticas de 1,1 megatón por unidad. Hasta el 17/01/1966 circularon sobre la cabeza de los españoles, solo en esos cuatro años, más de 35 000 bombas, con una potencia total de casi 39 000 megatones, equivalentes a 39 billones de kilos de TNT, cifra más que sobrada para destruir nuestra civilización y el planeta.

De los B-52 que volaban por Palomares se ha escrito mucho sobre a dónde iban. La hipótesis más frecuente era que llegaban a la frontera turco-soviética. Algunas



Fotograma de una grabación secreta. Instante en el que la onda explosiva y la radiactividad de un arma nuclear alcanzan a la tropa. Se calcula que varias decenas de miles de soldados fueron expuestos a las radiaciones. (Foto: National Archives Records Administration).

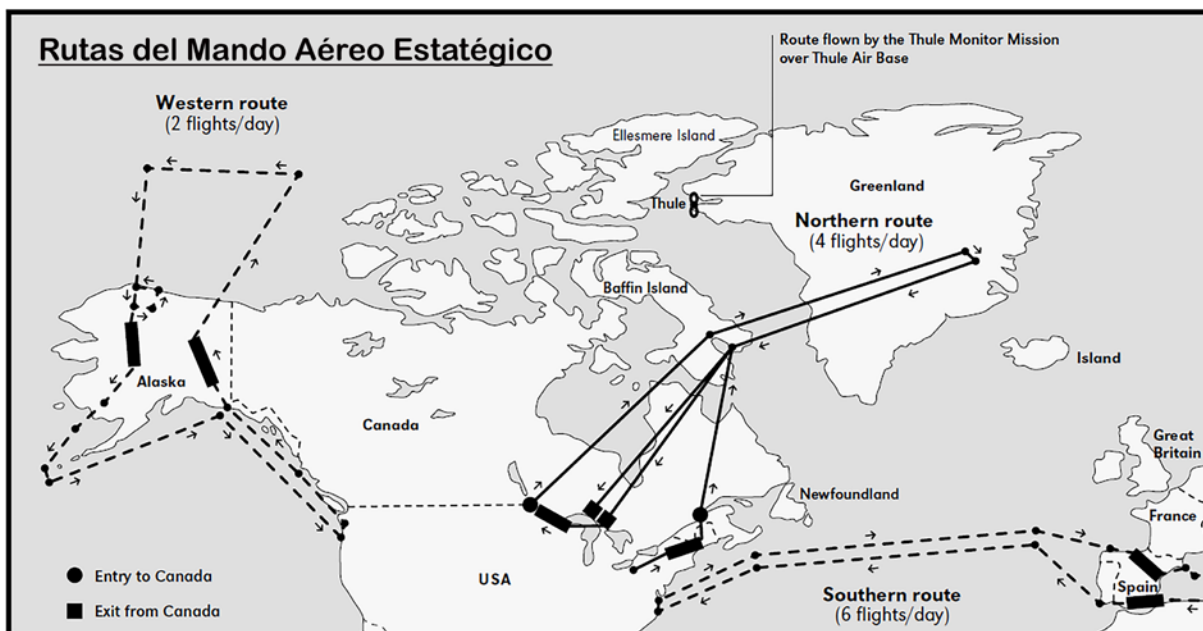
publicaciones posteriores señalaban el mar Adriático¹⁴, pero resultaba imposible, por el tiempo, la distancia y la velocidad de crucero (850 km/h). Esto es un ejemplo más del exceso como parte de la política de disuasión, donde los faroles tenían también cabida.

Hace unos meses el Alto Estado Mayor español desclasificó el plan de vuelo real del B-52 siniestrado a través de los datos de las cajas negras, con la derrota¹⁵ precisa seguida, hora y geolocalizaciones. Reconstruyéndolos en el Mapa 2, podemos constatar que, cuando llegaron

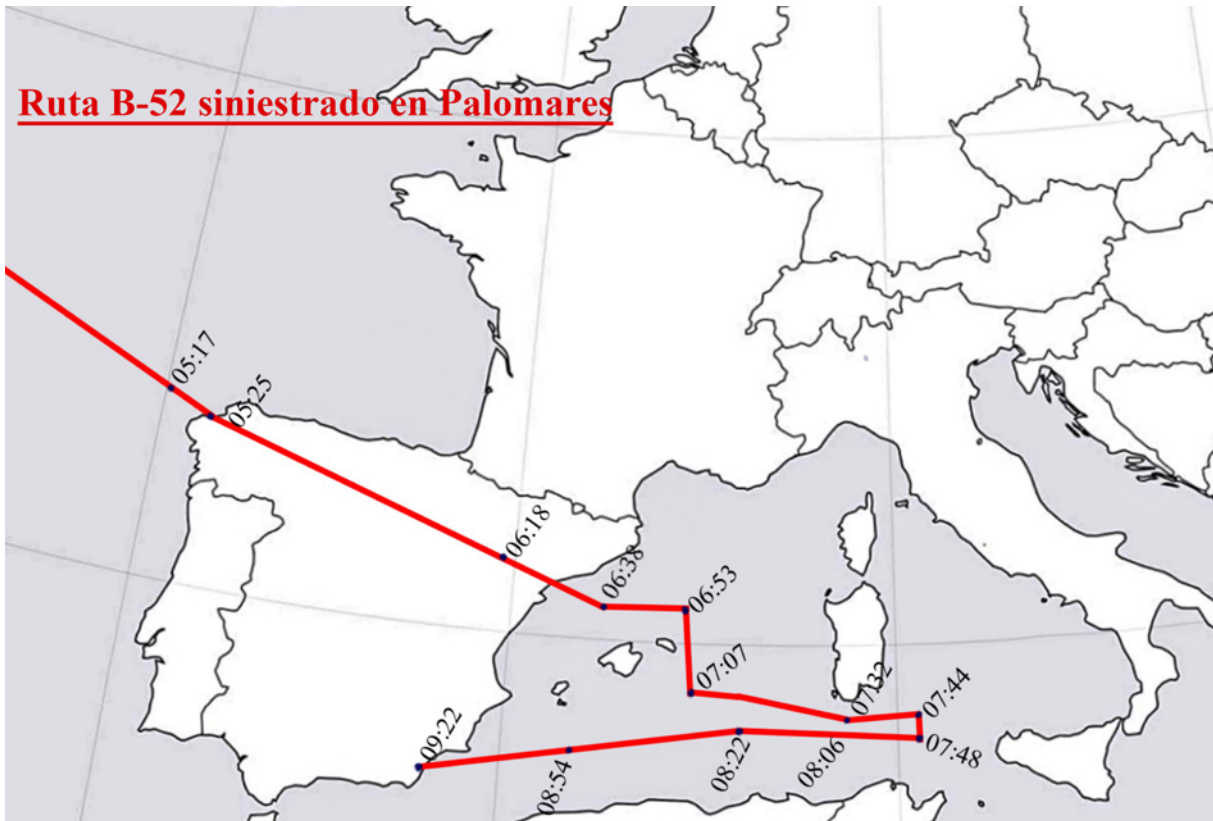
14 Frontera turco-soviética: SZULC, 1968, p. 30. Mar Adriático: MAYDEW, 1997, p. 3. MAGGELET; OSKINS, 2007.

15 Derrota es un término usado en la navegación marítima y aérea que hace referencia al camino real seguido por un navío o aeronave con respecto a la tierra, diferente del rumbo o la ruta.

13 No existía estipulación alguna que impidiera el almacenamiento o tránsito de armamento nuclear en el art. VII del acuerdo técnico secreto. En Viñas, 1981, pp. 212-223.



MAPA 1: RUTAS CHROME DOME Fuente: Dep. Defensa EE.UU.



MAPA 2: RUTA AVIÓN SINIESTRADO. Elaboración propia. Fuente: AHEA

a la altura de las islas de Córcega y Sicilia, viraron para emprender el retorno, rumbo a Palomares. El punto al que llegaron era suficiente. El único país extranjero que sobrevolaban con tal carga era España¹⁶. Ningún país parecía haber cedido tanto en su soberanía. Ello corrobora el análisis del historiador Ángel Viñas sobre los «Pactos de Madrid». Lo acordado «llegaba a acercarse al propio de un ejército en territorio ocupado»¹⁷.

El intenso trasiego nuclear los 365 días del año había generado la elaboración de una serie de protocolos ante distintas contingencias que pudiesen surgir. Cuando al final lo probable se materializó en Palomares, la maquinaria militar se activó en pocos minutos. De inmediato fueron alertadas la Comisión de Energía Atómica (CEA) y su División de Aplicaciones Militares, que fue la que convocó al Dr. Langham.

Para entonces las ansias investigadoras de este se mantenían, mientras su prestigio no había parado de crecer. No resulta extraño que se le llamara a él. Según afirmaba uno de sus compañeros de LNLA: «Ningún incidente importante relacionado con la contaminación por plutonio pasó sin el beneficio de su participación o consulta directa»¹⁸. En ese

momento se hallaba en Washington. Se decidió que fuera acompañado por otros dos evaluadores especializados. Provisto de solo un neceser y dos mudas, llegó vía diplomática a Palomares el 23¹⁹.

Uno de sus acompañantes era James N. P. Lawrence, médico y doctor en Física. Durante los casi cuarenta años que estuvo en LNLA (1951-1990), se especializó en la toxicología del Pu y el tritio. Colaboró con Langham en algunas publicaciones y en el desarrollo de un código informático para calcular, según la fórmula de excreción de Langham, la carga corporal de plutonio a través de los análisis de orina²⁰.

También iba con ellos un especialista en descontaminación. Era Dean D. Meyer, director del grupo de salud H-1 de LNLA. Durante el periodo 1945-1973 se encargó de solucionar el problema de los residuos allí generados, con más de diez grandes enterramientos en parajes aledaños²¹. Con anterioridad había colaborado en la controvertida «Operación Plumbbob», con veinticuatro detonaciones y dieciocho mil soldados, para experimentar su resistencia física, psíquica o estudios de ceguera por destello.

16 «Plan de vuelo del avión B-52 - 58-256 (Reconstrucción vuelo)». Archivo Ejército del Aire (AHEA), expdte. 1102.

17 VIÑAS, 2003, pp. 209-241.

18 MOSS y ECKHARDT, 1995, p. 206.

19 Defense Atomic Support Agency (DASA), 1969, p. 244.

20 LAWRENCE, 1962, pp. 61-66.

21 KELLY, 1975, p. 13.

Como se evidenciaría más tarde, los tres científicos habían acudido a Palomares con dos cometidos:

a) El oficial, como asesores. Algo innecesario, porque el Departamento de Defensa tenía ya unos claros protocolos, fruto de las pruebas de los accidentes provocados con Pu²².

b) El principal y reservado, que consistía en la elaboración de un informe sobre la idoneidad del escenario, para ofertar un proyecto conjunto de investigación sobre las consecuencias a largo plazo del Pu en las personas y el medioambiente²³.

Los días 24 y 25 se reunieron con las autoridades de ambos países para conocer con más detalle lo acaecido y emprender las medidas de remedio. Allí Langham reconoció a los científicos de la JEN que «este accidente es el de mayor importancia por su extensión y puntos de radiactividad que hemos tenido nunca»²⁴. Ese sería el único reconocimiento sobre la relevancia de lo acaecido. A partir de entonces, su actitud sería siempre la de quitar hierro al asunto.

Por el tipo de radiactividad del Pu, llamada alfa (partícula de dos protones y dos neutrones), esta no contamina externamente, como otros isótopos. En el aire apenas alcanza 3,5 cm, pero en el interior de los alvéolos del pulmón, en el hígado o los huesos, alcanza una profundidad de 32 micras. En tan corto espacio el daño biológico de una sola partícula alfa genera casi 200 000 pares de iones²⁵. Su alta toxicidad se hace patente cuando penetra en el cuerpo por vía respiratoria. Para hacernos una idea tengamos en cuenta que solo una millonésima parte de un gramo (1 µgr.) emite cada segundo 2300 partículas alfa²⁶. Dado que pesa como el plomo, sus partículas permanecen depositadas en el suelo. Está comprobado que vientos superiores a 17-20 km/h provocan que se suspendan en el aire mezclas con el polvo y puedan ser inhaladas²⁷.



Langham habla con Emilio Iranzo en el museo del Laboratorio Los Álamos (LNLA) en abril de 1966, cuando este último había viajado para certificar el enterramiento de los bidones. (Foto: LNLA).

Se acordó recoger todas las tierras contaminadas y depositarlas en varios enterramientos. El Dr. Ramos dejó claro que el nivel máximo de Pu para retirar las tierras era de 62 millonésimas de gramo por m² (µgr/m²), equivalente a 7000 desintegraciones alfa por minuto (dpm). Esta fue la respuesta a la oferta norteamericana: ellos habían propuesto retirar tierras catorce veces más contaminadas (890 µgr/m²)²⁸.

Habían transcurrido ocho días y no habían tomado ninguna medida de radioprotección para su tropa ni el pueblo, más allá de evacuar ocho casas próximas a la bomba 3, que detonó en el área urbana. El comandante de las Fuerzas Especiales para la Desactivación de Explosivos de la Marina de los EE. UU. (Explosive Ordnance Disposal), Dewit Moody, llegó con ocho buceadores justo cuando había transcurrido una semana del accidente. Se reunió con el general Wilson y le preguntó qué medidas de radioprotección habían adoptado para la tropa en el denominado «Campa-



Regado de tierras contaminadas para evitar la resuspensión de polvo radiactivo. El de la foto lleva incorporados dos barriles con gasoil para mezclar con el agua y fijar con más eficiencia la contaminación. (Foto: AHEA).

22 Se trataba del Training manual of the Atomic Weapons Group del 01/05/1963, obtenido en las sucesivas pruebas de Nevada, donde se reprodujeron numerosas «flechas rotas» para estudiar el comportamiento del plutonio dispersado: Test 56 (1956), Test 57 (1957) y Roaller Coaster (1963). En STANARD, J. NEWEL, 1988, pp. 1195-1210.

23 HERRERA, 2015, p. 97.
MORENO, 2016, p. 151.

24 ALFARO ARREGUI, E., coronel director Academia Gral. del Aire de S. Javier. «Informe al Estado Mayor del Aire». (Secreto), 23 de enero de 1966. AHEA, expdte. 1102, p. 28.

25 La ionización es el proceso de añadir o quitar electrones de átomos o moléculas. Puede ser provocada por altas temperaturas, descargas eléctricas o radiaciones nucleares (radiaciones ionizantes).

26 ECKHARDT, 1995, p. 15.

27 ESPINOSA, 2003, p. 41.

28 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, p. 53.

mento Wilson» («Villa Jarapas» para el pueblo). El general le comentó que aún no se había tomado ninguna, pues se habían centrado en la búsqueda de la bomba que faltaba. Moody, conocedor de los peligros del Pu y del viento observado ese día, le sugirió comenzar para evitar la contaminación de la tropa²⁹.

A partir del 25 de enero se inicia la «Operación sin polvo», que consistía en mojar las tierras para evitar la resuspensión del Pu³⁰. La razón de no adoptar medidas básicas de seguridad fue que en plena Guerra Fría lo que está por encima de todo y de manera excluyente es la recuperación, el desarme y la evacuación de las bombas perdidas³¹. Como se habían recuperado tres de las cuatro en menos de veinticuatro horas, la regla de tres condicionaba las actuaciones.

El problema era la magnitud de la superficie contaminada, frente a uno de los ecosistemas más áridos de Europa (lluvias anuales <200 l/m²), azotado por los frecuentes vientos de la zona marítima del Estrecho. Todo esto condicionaría de manera decisiva la distribución y concentración del Pu. Para tal fin se trajeron de las bases dieciséis camiones distribuidores de agua y once camiones depósito. Con ellos solo alcanzaban a regar 110 ha por día³², aunque se necesitaban casi cuatro veces más.

El principal problema en Palomares en enero de 1966 fue el viento. El día del accidente soplaban de

Tabla 1 Vientos Almería capital enero 1966

Día	Dirección	Velocidad media	Velocidad máxima km/h	Hora velocidad máxima	Recorrido viento Km/día
17	Suroeste	5	29	17:20'	122
18	Suroeste	31	83	17:00'	745
19	Suroeste	29	58	13:30'	703
20	Suroeste	29	72	09:20'	687
21	Suroeste	19	50	14:45'	451
22	Suroeste	35	94	12:45'	836
23	Suroeste	9	47	14:50'	216
24	Suroeste	6	29	15:00'	150
25	Suroeste	18	65	16:30'	420

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología

29 Entrevista previa de sonido a Dewit Moody, en Orlando (Florida) el 13/10/2003, para el largometraje documental Operación Flecha Rota. Accidente nuclear en Palomares, Pitaco Prod., 2007. <https://youtu.be/lxQeaNdeaZI>

30 Academia General del Aire. Base Aérea de San Javier. Informe entregado al ministro el 25/01/66 a las 14 h 11'. AHEA, expdte. 1102, p. 127.

31 Entrevista personal a Edward Jefford, contramaestre Explosive Ordnance Disposal (NAVY) el 16/06/2006 en Lake Wales, Florida, para el largometraje documental Operación Flecha Rota (2007).

32 XVI U.S. Air Force. Plot identification site plan operation recovery map. Water limit «0» line; plow line; 11/02/1966. AHEA, expdte. 2717-02.

manera apreciable, pero en los cinco días siguientes llegó en ocasiones a cotas poco frecuentes. Podemos hacernos una idea a través de los registros que se tomaron en el barrio de Ciudad Jardín de la capital y que se presentan en la Tabla 1.

El número exacto de personas contaminadas por los varios kilos de Pu que volaron al paio de los vientos esos ocho días, entre los cientos de soldados, guardias civiles y 1200 vecinos, así como las posibles consecuencias para su salud, no se conocerán nunca.

III. DESATINO CONTROLADO: LAS REBAJAS RADIOLÓGICAS

Los doctores Langham, Lawrence y Meyer estuvieron cuatro días en la zona. El 27 regresaron a los EE. UU. Aunque el cometido reservado de su viaje se podía deducir de los hechos posteriores, hemos podido constatar que fue revelado de manera oficiosa en esa primera visita.

Tras dar Langham una conferencia restringida en la JEN, su director, Otero Navascués, solicitó de la Comisión Científica y Técnica una subvención de 5 millones para el contador de cuerpo entero (CCE), un novedoso dispositivo que podría medir la radiactividad en humanos y que sería la «estrella» del futuro convenio de investigación sobre los vecinos y el medioambiente, denominado en clave «Proyecto Indalo». En la petición, Otero argumentaba:

El reciente accidente de aviación producido en Almería, del que se ha derivado una contaminación radiactiva en bastantes personas, ha puesto de manifiesto, una vez más y con carácter urgente, la necesidad de esta instalación que permita el continuo conocimiento de la radiactividad en los individuos contaminados³³.

En la siguiente Comisión, celebrada el 25/06/66, se le otorgaron 2 millones de pesetas³⁴.

Reparemos en que la realidad de las numerosas personas contaminadas por la falta inicial de medidas, favorecidas por los fuertes vientos de los primeros días, solo es mostrada en muy contadas ocasiones, como en esta petición reservada. Para el resto, ya sea de cara a la opinión

33 OTERO NAVASCUÉS, J. M. Solicitud al Fondo Nacional de Investigación Científica de una subvención de 5 millones de pesetas para el edificio del CCE. AGA Id. (13) 004.015, caja 75/24083.

34 Acta Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica del 28/04/1966. AGA Id. (13)004.016, caja 75/24075.

pública o a los demás altos cargos de la Administración Pública, se echa mano de la historia oficial. Incluso el propio director general de Sanidad fue informado de que nadie sufrió contaminación interna por Pu³⁵.

Al tiempo que comenzaron a intentar mantener húmeda la mayor superficie posible, también se inició, a través del mapa radiológico, el inventariado y la evaluación del área contaminada, denominada «Zona 0».

En menos de una semana el trabajo intensivo de sol a sol de los equipos de monitorización dio su fruto con un esbozo el 30-31 de enero (ver Mapa 3). Este fue actualizado a partir del 11 de febrero, confeccionado a escala 1:1200 por un equipo que procesaba los datos y coordinado por un geógrafo de la Armada norteamericana. Se completó entre los días 16 y 22 de febrero³⁶.

Al constatar el país causante la extraordinaria magnitud de las áreas contaminadas, y el extraordinario esfuerzo y coste de las medidas de reparación, fue el momento de hacer valer su posición dominante como país hegemónico. El sí a todo lo demandado por los españoles se tornó en renuencias más o menos veladas. Pero esto era solo la epifanía de lo que estaba por llegar.

Al igual que los mapas meteorológicos de isobaras (líneas de igual presión), el mapa creado (ver Mapa 4) está delimitado por las líneas con el mismo nivel de contaminación, denominadas isolíneas: la externa, que delimitaba la contaminación, era de 700 dpm (6 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$ de Pu); la segunda era de 7000 desintegraciones o cuentas por minuto, cpm (62 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$); la siguiente, de 70 000 (622 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$), y la que circundaba el área con más Pu era de 700 000 (6222 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$).

Este mapa se mantendría en secreto. A partir de entonces, tanto los norteamericanos como los españoles de la JEN utilizarían una versión minusvalorada con un factor siete, diez o doce veces³⁷, incluido el que



MAPA 3: ESBOZO MAPA RADIOMÉTRICO

Fuente: AHEA

se presentó en el informe a los representantes de los ciudadanos del Congreso de los Diputados en 1985³⁸.

Después de varios encuentros, el día 2 de febrero se reunieron representantes de la JEN, con el coronel médico Ramos al frente, y el general Wilson. Se trataba de acordar y firmar por escrito las estrategias en las labores de descontaminación y establecer los límites. Mientras que los norteamericanos seguían con su propuesta catorce veces mayor (100 000 dpm) —refiriéndose en realidad al área más contaminada, que en verdad tenía >700 000 dpm—, estaban de acuerdo en los procedimientos, pero no en los límites, que Ramos defendía con insistencia: retirada de tierras por encima de 7000 dpm, (62 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$ de Pu)³⁹. No obstante, firmaron.

Según una simple operación aritmética, el volumen de tierras por raspar a 5-10 cm de profundidad, con una contaminación superior a 7000 dpm (como firmaron el día 2 de febrero), según la superficie real del

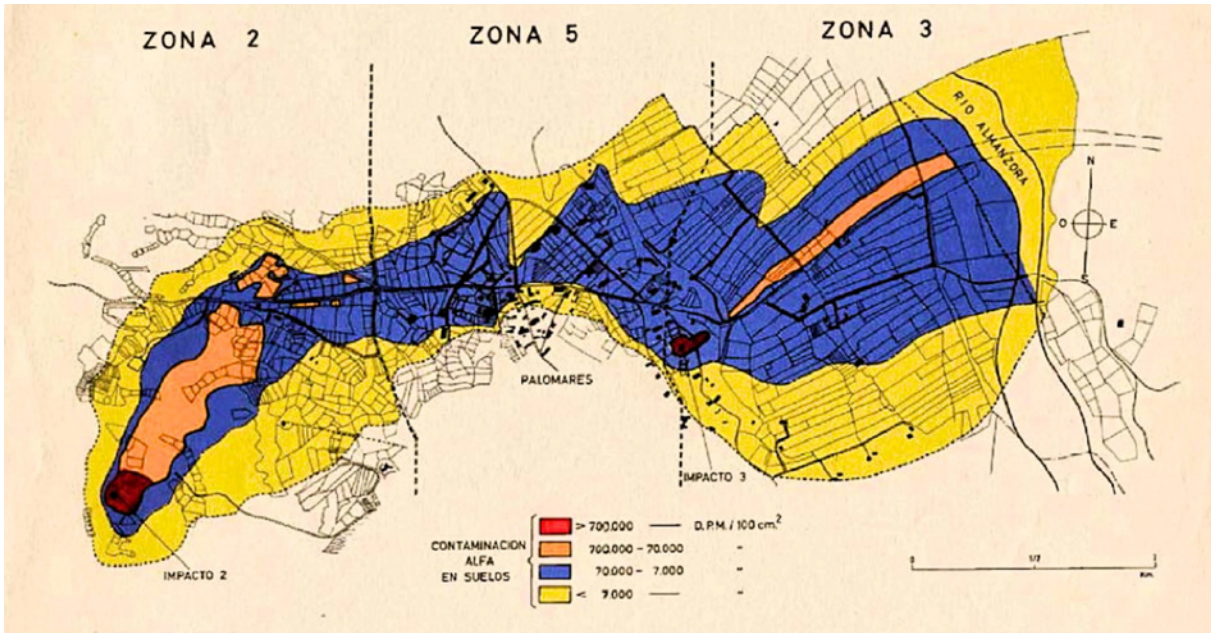
35 En una copia al carbón sin fecha, Nuño Aguirre de Cárcer, director gral. para Asuntos de Norteamérica, Medio y Extremo Oriente, informa al fiscal del T.O.P., Félix Hernández Gil, que, según Otero, no hubo personas contaminadas en Palomares. Probablemente el fiscal se interesó por la instrucción del sumario de la duquesa de Medina Sidonia. AGA Id. (10)000, caja 82/21126.

36 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, p. 14. XVI U.S. Air Force. Plot identification site plan operation recovery map. Water limit «0» line; plow line.

37 En los archivos secretos del Ministerio del Aire, desclasificados en 2020, también aparece una copia del auténtico, de lo que es posible deducir que el Gobierno y los militares siempre conocieron las magnitudes reales y la gravedad de la contaminación. En AHEA, expdte. 1102.

38 CSN. «Informe preliminar sobre la situación actual de la zona de Palomares (Almería) afectada por el accidente nuclear del 16 de enero de 1966». Madrid, 11/1985, p. 29. Fondo Jordi Bigues, CEHC (UAB).

39 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, pp. 53-54.



Mapa 4: mapa radiométrico sin manipular de la «Zona 0»

mapa a escala y asumiendo una profundidad media de raspado de 7 cm, supondría: 2 210 000 m² (221 ha) x 0,07 m = 154 700 m³

Pero cuando el país causante comprueba tal magnitud de resultados del accidente, comienza una estrategia bien calibrada. Esta se basa en:

a) La minimización de todos los parámetros que atañen a las consecuencias: niveles de contaminación, superficies de un mapa rebajado en sus niveles de radiactividad de siete a diez veces, conversión de magnitudes y fraudes continuos en las tomas de medidas de la radiactividad⁴⁰.

b) La maximización de cualquier medida de remedio, exagerada y bien publicitada⁴¹.

Un claro ejemplo lo tenemos con la superficie del mapa. Cada una de las partes le otorga de forma arbitraria una superficie minusvalorada, pero el mapa fue realizado a escala por un equipo topográfico especializado. Para conocer de manera objetiva el área real de la contaminación, solicitamos a un estudio de arquitectura el estudio agrimensor del mapa radiométrico que había estado oculto 47 años⁴². Los resultados nos sorprendieron por su magnitud. La «Zona 0» tenía 435 hectáreas, frente a las 255 declaradas por ellos de manera oficial. Ello sin contar

40 HERRERA, 2015, pp. 66-69.

41 HERRERA, 2016, pp. 127-142.

42 CALVO, Begoña. Estudio agrimensor sobre el mapa radiométrico de Palomares mediante Autocad, 2014. Informe Inédito. En Herrera, 2016, p. 125.

Tabla 2 Inventarios radiológicos según USAF, JEN y Mapa radiométrico

Radiactividad dpm/100 cm ²	Según USAF	Según JEN	Según mapa	Zona 6
700 - 7 000	202 ha.	207 ha.	213,44 ha.	---
7 000 - 60 000	35,8 ha.	17 ha.	191,72 ha.	---
60 000 - 100 000	2,22 ha.	2,22 ha.	26,37 ha.	---
> 700 000	---	---	3,12 ha.	---
T o t a l	255 ha. (*)	226,22 ha.	434,65 ha.	195 ha.

(*) El desglose no coincide con el total. Fuentes: USAF-JEN-Mapa Radiométrico



John Hall, de la CEA de los EE.UU. venía a España con la misión secreta de proponer un convenio de colaboración científica a largo plazo. (Foto: Universidad de Alcalá).

las 195 ha de la sierra Almagrera, no recogidas en el mapa, por lo que suman un total de 630 ha.

Lo pactado el día 2 de febrero, por escrito y firmado, sería arquetípico de los hechos posteriores. Su cumplimiento no duraría ni veinticuatro horas. Los militares españoles, pecando de extrema candidez, habían anunciado a sus superiores la formalización de los acuerdos, en la convicción de que su plasmación por escrito, firma y el consiguiente apretón de manos entre caballeros sería sobrada garantía de su cumplimiento.

Pasaban los días y las negociaciones con la JEN seguían en un punto muerto. Precisaban más que nunca de la presencia del Dr. Langham para desbloquear

las cansinas reuniones. Aceptar el nivel del Dr. Ramos les hubiese supuesto un alto coste, mucho tiempo y el peligro para su tropa, carente de equipos de protección adecuados. Conscientes de ello, Langham había recibido instrucciones del DoD y la CEA para proporcionar explicaciones técnicas que respaldaran las posiciones de EE. UU. en las negociaciones con el Gobierno español, por lo que regresó a Madrid el 11 de febrero, acompañado del jefe de la Oficina de Relaciones Internacionales de la CEA, John Hall⁴³.

El cometido de Hall se mantuvo un tiempo oculto, con fines estratégicos. La finalidad real de su viaje se mostraría cuando llegase el momento oportuno para obtener un mejor acuerdo en las negociaciones. Faltaban solo dos semanas para ello.

Si comparamos el fin de la aquiescencia norteamericana y el incremento de la presión con el progresivo hallazgo de zonas contaminadas, vemos que discurren paralelas. La estrategia de los negociadores norteamericanos se basó en intentar rebatir el nivel que Ramos había establecido como línea roja. La manera de desacreditar la postura española fue a través de Langham.

Con la superioridad moral de que le dotaba el prestigio adquirido y el carisma que le precedía, volvió a España ungido como talismán de la sapiencia que, tras pasando sus capacidades, otorgaba la calificación de «aceptable» o «razonable», en función de los intereses de su país, mientras que descalificó la postura española como motivada por «razones psicológicas»⁴⁴.

Por supuesto que no era lo que pensaba. Diez años antes, él y sus compañeros del laboratorio habían estudiado la liberación de Pu en Nevada por medio del Test 57. Se trataba de adquirir unos estándares científicos en caso de accidente. El mismo Langham y su compañero Payne Harris, con base en tales experiencias, habían llegado a la conclusión de que el máximo para iniciar una evacuación y posterior limpieza en una zona urbana o residencial es solo de alrededor de 12 000 dpm, equivalentes a 100 µgr/m² de Pu⁴⁵. Esta era una cifra bastante cercana a la postura del Dr. Ramos, pero ese dato lo mantuvo oculto, mientras en algunas partes del pueblo ese límite se sobrepasó en un factor superior a 10 000.

Él solo era un buen patriota que ayudaba a su país a salir de un gran embrollo. Desde hacía tiempo sabía

mejor que nadie de la peligrosidad del Pu, por eso publicó en una revista científica: «El control de los riesgos industriales en el procesamiento de Pu239 se basa en la premisa de que la exposición del personal debe ser lo más cercana posible a cero»⁴⁶.

Por otra parte, si se descontaminaba con el nivel exigido por la JEN, se quedaba sin el laboratorio brindado por el azar donde experimentar. Los protocolos analíticos del Pu eran aún poco sensibles. Se precisaba dejar una elevada contaminación, si se deseaban resultados. Además, era la primera vez que 1200 seres humanos iban a convivir rodeados solo de Pu, sin la interferencia de otros isótopos radiactivos, como en Hiroshima y Nagasaki, o en los accidentes de las centrales nucleares.

1. la presión que no cesa

Sabedores de que el poder en España estaba en manos de los militares desde 1939, Langham, con la ayuda del general Donovan, se dirigen al Estado Mayor la tarde del 17 de febrero, tras seis días reuniéndose con la JEN sin avances. El Estado Mayor respondió que ellos confiaban en el criterio de los técnicos de la JEN, pero los norteamericanos consiguieron persuadir a los generales de que hicieran una prueba sin compromiso⁴⁷. Se trataba de escoger una parcela con una contaminación media y ararla a 20 cm de profundidad. Así se conseguiría voltear la contaminación de la superficie a esa profundidad. Después sería arada con un pequeño arado de 10 cm.

Les aseguraron a los generales que la radiactividad desaparecería de la superficie y no sería peligrosa para la población. Al parecer, el vicepresidente, Muñoz Grandes, que era el que tenía la última palabra, fue disuadido y quedaron en realizarla y comprobar su efectividad. A la salida de aquella reunión, el general Donovan llamó por teléfono a las 22:00 h. a Wilson, anunciando el preacuerdo. Al día siguiente refrendó la conversación con un telegrama, dando órdenes precisas y subrayando la importancia de lo alcanzado:

Si las lecturas en ese momento estuvieran en un nivel razonable entre comillas, los españoles han acordado que este proceso se utilizará en áreas de 60 000 dpm y menores. Estoy seguro de que usted se da cuenta de la importancia de esta prueba, por lo tanto, se solicita que la supervise de cerca⁴⁸.

43 MILLER, J. E., 1985, p. 15.

44 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, p. 54. SZULC, 1968, p. 153.

45 STANNARD, J. NEWEL, 1988, p. 1197.

46 LANGHAM, W. 1959, p. 172.

47 MILLER, 1985, p. 16.

48 DONOVAN, S. J., mayor general. Telegrama al general Wilson. Palomares, 09 h 25' zúlú; 18/02/1966. En MILLER, 1985, p. 42.



EQUIPO JEN. Grupo de la Junta de Energía Nuclear destacado en Palomares. De pie en el centro, vestidos de blanco, Iranzo y de perfil el dr. Eduardo Ramos. (Foto: AHEA).

Durante tres semanas los españoles se habían mantenido inamovibles. Con el paso de los días los norteamericanos dejaron que la cuerda se tensara en extremo, conscientes de su superioridad, sabedores de que se rompería por el lado más débil. Por ello esperaron hasta ese momento para puentear la contumacia de la JEN. Ramos no podría oponerse; era militar además de médico.

En la JEN sabían de sobra que el ensayo del arado propuesto por Langham y Donovan era como esconder la suciedad debajo de la alfombra; no se percibe, pero está ahí. Como se trataba de radiación alfa, incapaz de atravesar una hoja de papel, al medir después lo más seguro es que la lectura fuera cero.

Dos días después de haber acordado hacer una prueba del arado, se escogió una parcela. Así se expresaba en un telegrama cifrado el Puesto de Mando de Montel al jefe del Estado Mayor del Aire: «Después del segundo arado la descontaminación de superficie fue completa»⁴⁹.

El problema residía en que esos terrenos eran agrícolas. La mayoría pertenecían a la vega de Palomares, verdadero puntal de su economía. A los propietarios se les retornarían los campos «descontaminados» con un certificado firmado por las autoridades.

Cuando los agricultores los prepararan para la siguiente campaña y los araran, el plutonio escondido volvería a aflorar en forma de aerosol, mezclado con las partículas de polvo.

Pero para entonces los promotores y españoles conniventes se hallarían lejos. Los más próximos, a 525 km. Ninguno de los causantes, ni sus hijos ni sus familias, inhalarían ese polvo. La historia oficial, por ellos escrita, se encargaría de dejar claro lo limpia que había quedado la zona.

Las autoridades españolas y la JEN no llegaron a saber que, en un telegrama cifrado secreto de la USAF enviado desde Palomares, lo «razonable y «aceptable» en Palomares para la tropa y también para sus enseres, vehículos y cualquier objeto, era menos de 3,5 µgr/m² de Pu (394 dpm). Si alcanzaba ese nivel era rechazado y descontaminado⁵⁰. Para los vecinos y sus generaciones futuras los norteamericanos imponían un nivel 253 veces mayor, en una aplicación inmisericorde de la ley del embudo.

Después de valorar en Washington lo de enterrar todas las tierras y vegetales contaminados, se negaron en redondo. No deseaban que se quedara un «monumento atómico». Esta es la versión del Dr. Langham años más tarde: «Nos dijeron que nos llevá-

49 MONTEL TOUZET, A. Telegrama cifrado desde Palomares al Estado Mayor del Aire (EMA), de 19/02/1966. AHEA, expdte. 1102-4, p. 279.

50 XVI U.S. Air Force. Teletipo desde Palomares, de 16/02/1966. Ref. 2-6-4679. Supra cit. Broken Arrow, p. 223.

ramos el material, fuera de España»⁵¹. Pero no relató que hicieron ambas cosas.

Se llevaron con todo tipo de publicidad 1000 m³ de tierras y cultivos. Esa cifra exacta de corte fue el máximo que les permitió el Departamento de Estado, en 4808 barriles de 208 litros, para ser enterrados en Savannah River (Carolina del Sur). Ello representa algo más de un 3 % del total comprometido (ver Gráfico 1)⁵². El peso total fue de 1100 toneladas, tal como en su día anunció la Embajada de los EE. UU., y no 1400, como ha exagerado (un 27 % más) la historia oficial⁵³.

Cuando estaban cargando los bidones llenos en la playa, fueron convocados los medios de comunicación para mostrar cómo EE. UU. cumplía con su palabra. Allí acudió un elevado número de redactores y cámaras de cine para los noticiarios de televisión⁵⁴. Justo en esos momentos, a menos de 2 km de allí, tras unas colinas, a salvo de esas cámaras, se estaban colmando dos enterramientos secretos con cuatro veces más de tierras, a causa de lo cual se generó lo que sería el primer cementerio nuclear ilegal de España⁵⁵.

Los EE. UU. dejaron en la zona no uno, sino dos «monumentos atómicos». Al final, ni asfalto u hormigón para impermeabilizar su interior, ni expropiaciones, ni arrendamientos, ni permiso del propietario; optaron por la solución más rápida y barata, y eso que el general Wilson, de cara a sus superiores, había proyectado por teletipo otra realidad: «Se ha logrado el acuerdo básico en la construcción de las fosas. El recubrimiento será de hormigón autoportante de 15 pulgadas [38 cm] de grosor»⁵⁶. Toda aquella puesta en escena formaba parte de un desatino general, pero muy controlado.

III. CLAUDICACIÓN. EL PROYECTO INDALO

Cuando Muñoz Grandes y Franco habían sido persuadidos con la «desaparición» de la radiactividad mediante el arado, se reactivó la presencia del acompañante de Langham, John Hall, con una carta dirigida al director de la JEN, Otero Navascués. Esta ha

estado clasificada como secreto hasta inicios del siglo. En ella le proponía el establecimiento de un proyecto conjunto de investigación a largo plazo. En el anexo se concretaba con detalle la verdadera finalidad:

Recopilación de información sobre la absorción y retención de Pu y U en un número representativo de un grupo de población potencialmente expuesto a la inhalación de aerosol de Pu.

Medición de fluctuaciones temporales y estacionales de las concentraciones de Pu en el aire sobre una zona agrícola contaminada por óxido de plutonio que haya sido sometida a los procesos de descontaminación especificados anteriormente.

Mediciones consecutivas de los niveles de contaminación por la absorción de las plantas, debido a la dispersión provocada, tanto por la tierra como por el viento, de los productos agrícolas cultivados en una zona contaminada después de su descontaminación.

Estudios sobre la migración y redistribución temporal del óxido de plutonio en la tierra, descontaminada mediante una profunda excavación, como resultado de los continuos cultivos y la erosión⁵⁷.

La JEN se ocuparía de todo el trabajo de campo y laboratorio; a cambio, ellos contribuirían con asesoramiento, financiación parcial y dotación de equipamiento. Ese intercambio de cartas, equivalente a un convenio internacional, se denominó «Acuerdo Hall-Otero».

Como Langham les había adelantado tal iniciativa un mes antes al Dr. Ramos, la respuesta afirmativa tardó menos de un día. La aceptación se hizo sin modificar una coma de la propuesta, sin percatarse de que la imprecisión del aquilatado texto les pasaría factura. La ayuda financiera y el equipo comprometido llegarían en los 43 años venideros de forma errática y arbitraria⁵⁸.

A partir de ese momento, la poca renuencia que subsistía en el Gobierno desapareció. La fuerte tensión ejercida, más este gesto de «generosidad», cumplió su cometido en la estrategia. Se dieron órdenes al Dr. Ramos para que cediera a las pretensiones norteamericanas⁵⁹. Tres días más tarde, se firmaron unos nuevos acuerdos en los que el punto para retirar las

51 DASA, 1969, p. 245.

52 HERRERA, 2016, pp. 139-140.

53 Embajada de los EE. UU. Nota de prensa de 24/03/1966. Universidad de Alcalá, colección Embajada EE. UU.

54 Disaster Control/Midair Collision B-52&Kc-135 Feb. 1966, USAF-40730. Grabación: 24/03/1966. National Archives and Records Administration.

55 SANCHO, C. et al., 2013, pp. 32-33.

56 XVI U.S. Air Force. Teletipo desde Palomares, de 03/02/1966. Supra cit. Broken Arrow, p. 206.

57 SÁNCHEZ, HERRERA, 2003, p. 130.

58 HERRERA, 2015, pp. 189-233.

59 VELARDE, 2016, p. 38.

tierras se elevaba a 60 000 dpm (533 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$), unas ocho veces y media superior al límite propuesto por la JEN⁶⁰.

Ya estaba creado el escenario que aseguraba la re-suspensión del plutonio para el estudio de la tasa de transferencia entre el suelo y su relación con la carga corporal en los humanos; implementado sin el consentimiento informado y sin ninguna otra garantía bioética⁶¹. Se trataba de un estudio de experimentación denominado en clave «Proyecto Indalo» (1966-2009). El uso de un nombre en clave fue para no ser relacionado con Palomares⁶².

Desde el inicio, los vecinos fueron sistemáticamente desinformados, pero a través de radios como la BBC, Radio París o Radio España Independiente, «La Pirenaica», pudieron conocer lo que tenían alrededor de sus casas. Para forjar y consolidar su ignorancia se instaló un equipo de interferencias de onda corta en Vera que impidió la información sin el control de la censura⁶³.

Un analista británico del King College describe sin eufemismos lo que allí se gestó: «Regateando a puerta cerrada, sin supervisión internacional, científicos, diplomáticos, generales españoles y estadounidenses, trazaron el destino de Palomares y Villaricos»⁶⁴.

En cualquier caso, este convenio fue de nuevo papel mojado. A partir de entonces, los norteamericanos obraron a su aire y antojo, según sus intereses. Ramos e Iranzo reconocerían de manera excepcional, en un congreso en Mónaco en 1966, que solo recogieron tierras contaminadas a partir de 200 000 dpm (1778 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$)⁶⁵.

Tres semanas antes de hallar la bomba perdida se habían repartido 856 certificados de descontaminación; una gran parte de ellos no se correspondían con la realidad (ver Gráfico 1). En pocas semanas los campos fueron preparados para la siguiente cosecha.

Después de una visita a Palomares del director de la JEN, tras pregonar públicamente lo limpia que había

quedado la zona, le escribía al ministro de Industria: «No se ha registrado ninguna anomalía hasta la fecha, porque, como usted sabe, se quedaron en el terreno unos cuantos kilos de óxido de plutonio sin recoger»⁶⁶.

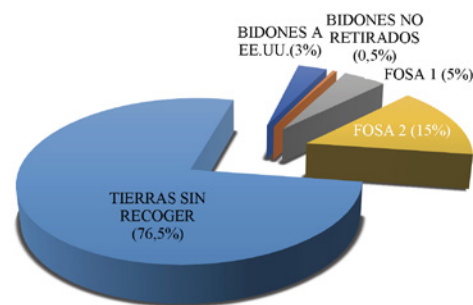
IV DINÁMICA DE LA CONTAMINACIÓN EN 56 AÑOS

Lo acaecido en 1966 fue mucho peor de lo imaginado, tal como se pudo comprobar en el inventario radiológico realizado entre 2004 y 2008, denominado Plan de Investigación Energético y Medioambiental de Vigilancia Radiológica (PIEM-VR). Y eso que la riada de 1973 y los numerosos vientos de estos 56 años probablemente se llevaron la mayoría al mar⁶⁷.

En 2001 el CSN había marcado los criterios básicos de radioprotección. La contaminación dejada por los norteamericanos no podría generar una dosis efectiva anual mayor de 1 mSv, equivalente a un tercio de lo que recibimos al año por la radiación natural⁶⁸.

Hacia casi veinte años que habían hallado una alta contaminación en las cercanías del impacto de la bomba 2, pero se había mantenido en secreto⁶⁹. Además, uno de los isótopos impares, el plutonio 241 (Pu241) se estaba transmutando en americio 241 (Am241) emisor de radiactividad gamma, mucho más peligrosa, capaz de irradiar externamente a una persona. Su inventario se iría incrementando hasta 2030. Había, pues, que restringir parcial o totalmente algunos terrenos mediante el arriendo o la

Gráfico 1: Destino Tierras Contaminadas



Elaboración propia. Fuentes: AGA, USAF-JEN-Mapa Radiométrico, PIEM-VR

Gráfico 1: Destino Tierras Contaminadas

60 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, p. 55.

61 HERRERA, 2015, pp. 234-238.

62 BRUNNER, H. D. Notes on conversations with Drs. Eduardo Ramos, Emilio Iranzo and Francisco Pascual of the Spanish JEN, Madrid, 18-21/09/1966. DoE.

63 MONTEL TOUZET, A. Telegrama cifrado n.º 31, 20/02/1966. AHEA.

64 HOWARD, 2017, p. 5.

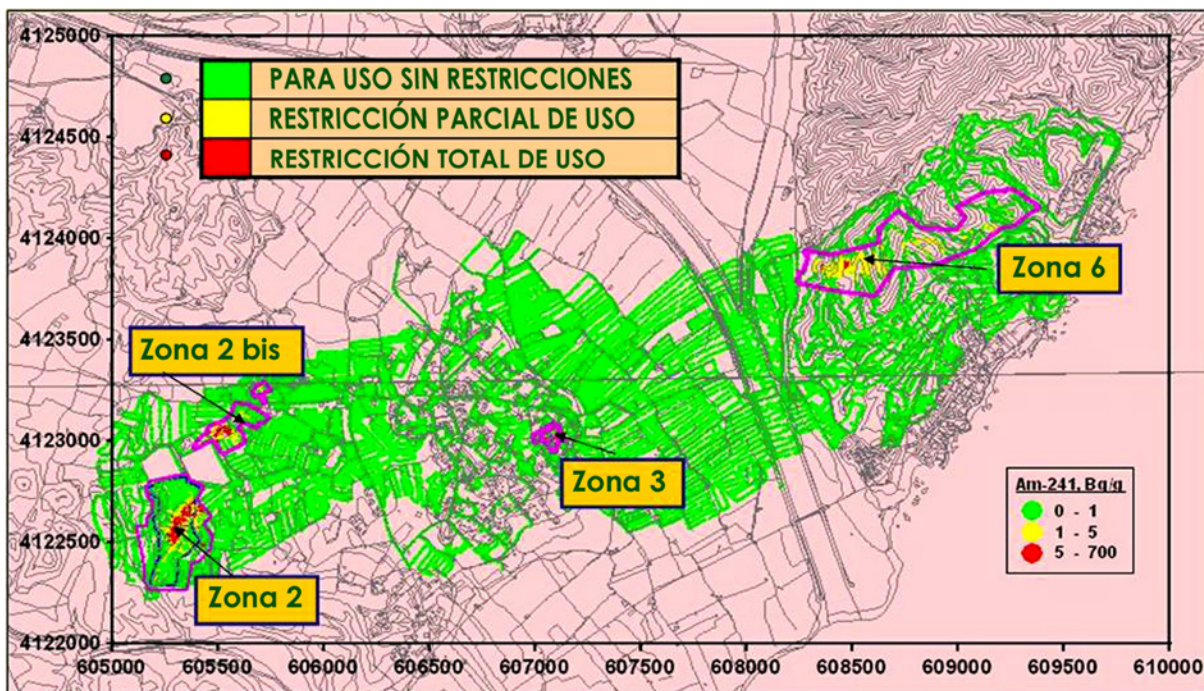
65 RAMOS, IRANZO, 1966, p. 10.

66 OTERO NAVASCUÉS, J. M.^a (JEN), carta a López Bravo de 13/07/1968. AGA. Id. (13)004.015, caja 75/24077.

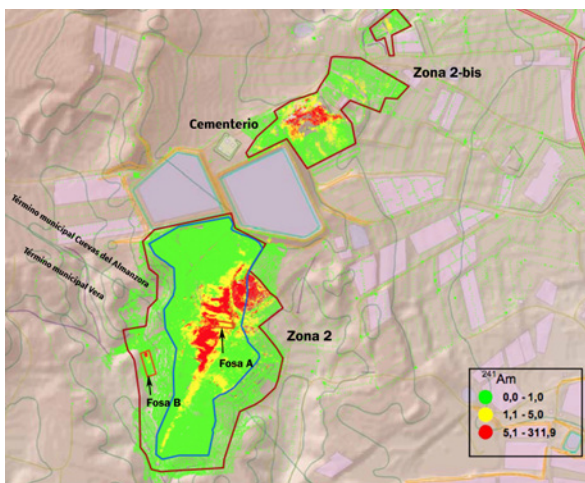
67 ESPINOSA, 2003, p. 133.

68 CSN. Situación radiológica de Palomares. Propuesta de actuación. 14/12/2001, pp. 10-11.

69 En los primeros 25 cm de profundidad se hallaron lecturas que superaban los 3 millones de dpm, equivalentes a 28 319 $\mu\text{gr}/\text{m}^2$; en CIEMAT. «Report for continuing assistance for fiscal year, February 1, 1987 to January 31». Madrid, 1988. DOE.



Mapa 5: Caracterización extensiva 660 ha.



Mapa 6: Situación radiológica Zona 2 con fosas

expropiación. En suma, se trataba de evitar, de cara a las futuras generaciones, el riesgo de irradiación a que habían estado sometidas las anteriores.

A finales de 2004 fue aprobado el PIEM-VR. La caracterización radiológica se realizó sobre 660 hectáreas por medio de 324 000 medidas dinámicas de Am241 como vector, por ser más fácil de detectar y medir, al ser gammaemisor. El resto de los isótopos se obtuvo por la proporción conocida respecto al Am241.

En 2005-2006 se expropiaron y ocuparon las tierras afectadas. En los inicios, las expropiaciones se habían estimado en algo más de 10 ha. En 2007, tras lo hallado, se decidió incorporar 30 ha más, por lo que al final fueron valladas (y restringido su uso) cuatro parcelas, con un total de 40 ha (ver Mapa 5).

En la caracterización se ubicaron con exactitud las dos fosas secretas calificadas por los norteamericanos como «temporales». Se hallaban colmadas con 4000 m³ de tierras y desechos contaminados. Con la recogida de 1800 muestras inalteradas de suelo y la realización de 321 sondeos se pudo confeccionar un mapa radiológico tridimensional de las fosas y las Zonas 2 y 3⁷⁰ (ver Mapa 6).

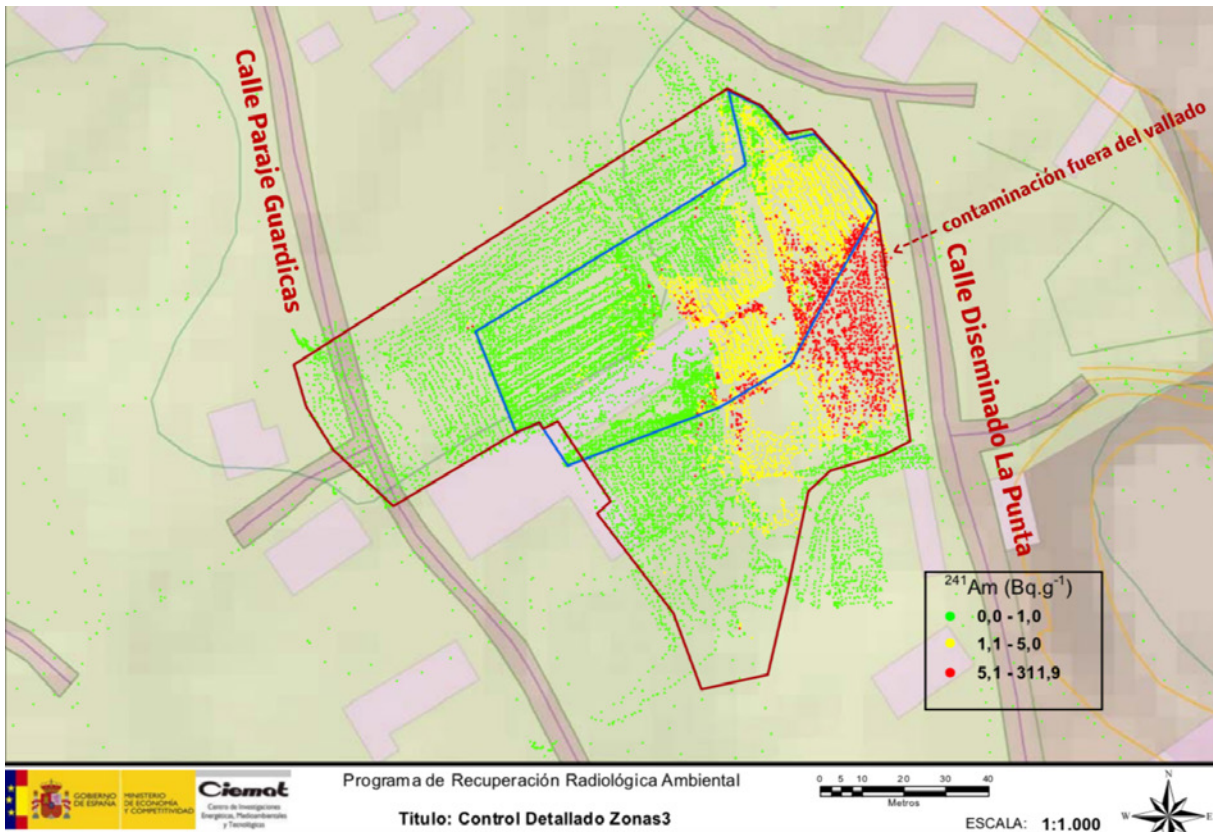
En el pueblo, donde habían descontaminado los españoles de la JEN estaba limpio. El único lugar en plena zona urbana que seguía con altos niveles del cóctel de isótopos radiactivos (Pu 238+239+240+241, U235+238 y Am241) era el área donde deflagró la bomba 3, entre las calles Paraje Guardicas y Diseminado La Punta, en teoría limpiada por la USAF. En la actualidad se hallan valladas 1,1 ha. El área neta contaminada es de 0,6 ha⁷¹ (ver Mapa 7). Una pequeña pero significativa parte de esta contaminación se halla desde entonces fuera de la valla, por lo que puede irradiar a los ciudadanos que por ella a diario transitan⁷².

En 2016 fue ilegalmente almacenado por el CIE-MAT, en la construcción que allí se halla, un total

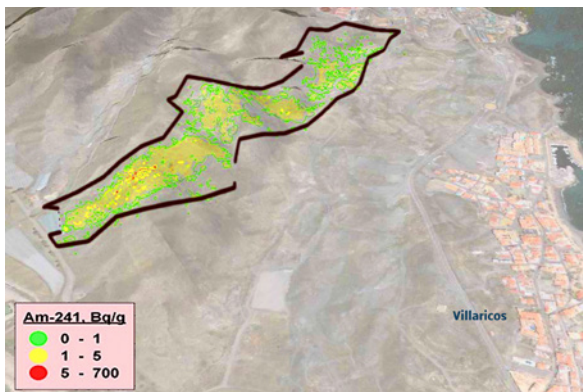
70 SÁEZ, 2015, p. 13.

71 SANCHO, 2011, p. 24.

72 Arcén de la calle Diseminado La Punta. Certificado por análisis independiente de cinco muestras de tierras. Todas menos una por encima de los niveles de restricción, con un máximo de Am241 de 61(±2) Bq/gr = (224 Bq/gr de Pu239+240). Realizado en 2018 por el geólogo suizo Dieter Gerbauer en un laboratorio de Zúrich, mediante espectrometría gamma con detector de germanio de alta resolución.



Mapa 7: Situación radiológica Zona 3



Mapa 8: Situación radiológica Zona 6



Ilustración 8: Planta piloto Palomares de cernido tierras

de 76 cajas conteniendo 670 kg. de basura nuclear con más de seis millones de becquerels (becquerel: unidad de actividad radiactiva)⁷³. Ambos hechos insólitos han sido comunicados oficiosamente al Ayuntamiento y denunciados al CSN, que es el que tiene que poner remedio⁷⁴. Hasta el momento la inhibición del órgano regulador es total.

La sierra Almagrera, denominada Zona 6, no fue objeto de remedio en 1966 porque los norteamericanos aseguraron que los niveles eran muy bajos⁷⁵. La caracterización permitió hallar una actividad hasta

seis veces mayor de la declarada, aunque de manera dispersa, por lo que tuvo que restringirse y ser vallada un área de 21 ha, de las que se hallan contaminadas 9,45 ha⁷⁶ (ver Mapa 8).

Con la caracterización y el inventariado radiológico se creó una planta piloto en la Zona 3. Era preciso constatar en la praxis la concentración de la contaminación por medio del cernido en seco o húmedo, según las fracciones granulométricas de las tierras (ver Ilustración 8). Ello permitió elaborar el Plan de Rehabilitación de Palomares en 2010, al tiempo que su impulsor, Juan Antonio Rubio, fallecía de un cáncer.

73 CIEMAT. «Anexo 4: Documentación transporte ADR (19/11/2016)», pp. 4-8.

74 Denuncia al CSN, n.º registro 607, de 14/01/2022.

75 PLACE; COBB; DEFFERDING, 1975, p. 50.

76 SÁEZ, 2015, p. 97.

VI CONCLUSIONES

Cuando se produjo el accidente de Palomares no existía un nivel suficiente de conocimiento sobre el comportamiento del Pu en la población. Desde hacía décadas, la mayor parte del conocimiento sobre los efectos de la radiactividad en el hombre se había conseguido de manera subrepticia, con la experimentación en miles de personas como cobayas humanas, sin su consentimiento informado. Prácticas que fueron comunes en las principales naciones con armamento nuclear (EE. UU., Inglaterra, Francia, Rusia, China). El componente deshumanizador del ámbito nuclear fue universal y sin excepciones.

Aquí demostramos que uno de los mayores experimentadores con humanos, el Dr. Langham, junto a otros dos compañeros, fue de inmediato movilizadado a Palomares para emitir un dictamen sobre el inicio de un proyecto de investigación a largo plazo con seres humanos.

Los móviles de la fuerte presión de EE. UU. se orientaron hacia la exoneración del esfuerzo, coste y riesgo para descontaminar más de 200 hectáreas, sobre un total de 630, y dejar así un nutrido inventario de isótopos del Pu para el estudio de su interrelación con los vecinos y el medioambiente.

La mayoría del Pu fue sepultado mediante el arado, como bomba de relojería que aseguraba futuras resuspensiones en el aire cuando volvieran a arar. Quedaba así conformado el escenario ideal para el secreto proyecto de investigación con las personas y su entorno, que pasaría a llamarse en clave «Proyecto Indalo» (1966-2009).

En 1968 se generó una fuga de Pu en la fábrica nuclear de Rocky Flat (Colorado). Los científicos fueron consultados—Langham entre ellos—sobre el que sería en los EE. UU. el primer nivel de referencia legal de Pu, que se fijó en solo 15 dpm (0,13 µgr/m²)⁷⁷. Lo «razonable» y «aceptable» para ellos, dos años más tarde, fue nada más y nada menos que un nivel de radiactividad 4100 veces inferior al impuesto a los habitantes de Palomares. Esas grandes diferencias mostraban, de forma implícita, lo que la investigadora alemana Cécile Stehrenberger describe en la consideración de los afectados «como biológica y culturalmente inferiores, tanto por las fuerzas políticas estadounidenses como por las españolas»⁷⁸.

Langham se salió con la suya. Por ahorrarle mucho dinero, esfuerzo y riesgos al ejército de su país, fue condecorado al año siguiente con la prestigiosa medalla del Departamento de Defensa⁷⁹, sin que les importaran aquellos agricultores y pescadores que un frío día de enero se echaron a la calle para auxiliar a los pilotos y ayudar.

Tuvieron que transcurrir casi cuarenta años—treinta de ellos en democracia—para desmontar la historia oficial nacida en el franquismo y constatar la deslealtad y el engaño a la población por parte de todos los gobiernos. Es posible que la presión de la llamada burbuja inmobiliaria, junto con la decidida voluntad del director del CIEMAT, Juan A. Rubio, y un equipo técnico eficaz de una generación renovada, que no había participado en el engaño, consiguiera vencer las renuencias de los altos cargos políticos de Madrid y los ocultos defensores del antiguo régimen.

A los que sufrieron el accidente se les dejó un pasivo ambiental para decenas de miles de años. Su destino fue forjado e impuesto por los poderes de sendas naciones en función de sus intereses, del todo ajenos a los requerimientos de radioprotección de la población, con el quebranto de unos innegables riesgos a su salud e ignoradas consecuencias.

Gracias a los EE. UU. y al Gobierno de la dictadura, Palomares, Villaricos y parte del término municipal de Vera han convivido y conviven de manera inaceptable, durante al menos 56 años, con un entorno contaminado con Pu, sin que el país causante y los gobiernos actuales españoles quieran poner fin a un problema para ellos lejano en el tiempo y la distancia.

BIBLIOGRAFÍA

Advisory Committee on Human Radiation Experiments, 1995. «Final Report». Washington. <http://large.stanford.edu/courses/2019/ph241/kumar1/docs/achre-oct95.pdf> [Consulta: 10/12/21].

Advisory Committee on Human Radiation Experiments, 1995. «Oral Histories of Radiologist Hymer L. Friedell, M.D.». Department of Energy (DoE), Washington D.C. <https://ehss.energy.gov/ohre/roadmap/histories/0466/0466a.html> [Consulta: 14/03/2020].

CHANIN, D. I.; MURFIN, W. B., 1996. «Site Restoration Estimation of Attributable Cost from Plutonium Dispersal Accident». Sandia Co., Albuquerque (NM).

77 Amendment to the State of Colorado Rules and Regulation Pertaining to Radiation Control, apartado RH 4.21.1, 21 March 1973. Colorado. Citado en Chanin, D. I.; Murfin, W. B., 1996. Apéndice B: 1.

78 STEHRENBARGER, 2020, p. 274.

79 «W. H. Langham Receives DoD Medal». *The Atom*, 1967, vol. 4, n.º 8, p. 1.

Defense Atomic Support Agency (DASA), 1969. «Proceeding of the Second Interdisciplinary Conference on select effects of a general war». DoE; vol. II. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjdxsz\]pobyAhUJJBoKHSQPD-0QFjAJegQIERAD&url=https%3A%2F%2Fwww1.reserveatlakekeowee.com%2Fdownload%2F3712028-file.pdf&usg=AOvVaw0jrubXX\]lhMGy8kb7Zq_Zp](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjdxsz]pobyAhUJJBoKHSQPD-0QFjAJegQIERAD&url=https%3A%2F%2Fwww1.reserveatlakekeowee.com%2Fdownload%2F3712028-file.pdf&usg=AOvVaw0jrubXX]lhMGy8kb7Zq_Zp) [Consulta: 03/05/2021].

ECKHARDT, R., 1995. «Ionizing Radiation It's Everywhere». Los Alamos Science, n.º 23, p. 15.

ESPINOSA CANAL, A., 2003: Comportamiento ambiental de las partículas de combustible nuclear (fundamentalmente Pu) tras un accidente nuclear en un ecosistema de tipo mediterráneo. Tesis doctoral. Ed. CIEMAT, Madrid.

FLORENSA, C., 2021. «A nuclear monument the size of a football field: The diplomatic construction of soil nuclearity in the Palomares accident (Spain, 1966)». *Centaurus*, 202, pp. 1-19. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1600-0498.12378> [Consulta: 10/11/2021].

HERRERA PLAZA, J., 2015. *Accidente Nuclear en Palomares. Consecuencias (1966-2016)*. Arráez Editores, Mojácar.

HERRERA PLAZA, J., 2016. «50 años del accidente nuclear de Palomares. Claves históricas para su comprensión». *Andalucía en la Historia*, n.º 54, pp. 64-69.

HERSEY, J., 2014. *Hiroshima*. Penguin Random House, Barcelona.

HILTS, P. J., 1995. «Radiation Tests Used Some Healthy People». *New York Times*, 19 de enero, p. 10. <https://www.nytimes.com/1995/01/19/us/radiation-tests-used-some-healthy-people.html> [Consulta: 10/07/2021].

HOWARD, J., 2017. *The American Nuclear Cover-up in Spain*. The Eccles Centre for American Studies. The British Library, London. <http://explore.bl.uk/primolibrary/libweb/action/display.do?tabs=moreTab&ct=display&fn=search&doc=BLL01018803358&indx=1&recIds=BLL01018803358&recIdxs=0&elementId=0&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=&query=any,->

[contains,The+American+Nuclear+Cover-up+in+Spain&search_scope=LSCOP-ALL&dscnt=0&scps=scope%3A%28BLCONTENT%29&vl\(2084770704UI0\)=any&vid=BLVU1&institution=BL&tab=local_tab&vl\(freeText0\)=The+American+Nuclear+Cover-up+in+Spain&dstmp=1609349164290&gathStatlcon=true](https://www.google.com/search?scope=LSCOP-ALL&dscnt=0&scps=scope%3A%28BLCONTENT%29&vl(2084770704UI0)=any&vid=BLVU1&institution=BL&tab=local_tab&vl(freeText0)=The+American+Nuclear+Cover-up+in+Spain&dstmp=1609349164290&gathStatlcon=true). [Consulta: 03/10/2020].

KELLY, T. E., 1975. *Evaluation of Monitoring of Radioactive Solid-Waste Burial Sites at Los Alamos, New México*. Department of the Interior. <https://pubs.usgs.gov/of/1975/0406/report.pdf> [Consulta: 11/11/2020].

LANGHAM, W. H., 1959. «Physiology and Toxicology of Plutonium-239 and its industrial medical control». *Health Physics*, vol. 2, n.º 2, pp. 172-175.

LAWRENCE, J. N. P., 1962. «PUQFUA, an IBM 704 code for computing plutonium body burdens». *Health physics*, 8(1), pp. 61-66.

MAGGELET, M.; OSKINS, J. C., 2007. *Broken Arrow. The Declassified History of U.S. Nuclear Weapons Accidents*. Lulu.

MAYDEW, R. C., 1997. *America's Lost H-Bomb! Palomares, Spain, 1966*. Sunflower University Press, Manhattan (Kansas).

MILLER, J. E., 1985. «Nuclear accidents a Palomares, Spain in 1966 and Thule, Greeland in 1968». U.S. Department of State. Bureau of Public Affairs. pp. 14-15. Donación del Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca.

MORAN, B., 2009. *The day we lost the H-Bomb*. Presidio Press, Nueva York.

MOSS, W.; ECKHARDT, R., 1995. «The Human Plutonium Injection Experiments». *Los Alamos Science*, n.º 23: 206. http://www.gammaexplorer.com/lanlreports/lanl1_a/lib-www/pubs/00326640.pdf [Consulta: 22/09/2021].

PLACE, W. M.; COBB, F. C.; DEFFERDING, C. G., 1975. *Palomares Summary Report*. Defense Nuclear Agency, Albuquerque, Nuevo México, p. 49. <https://archive.org/details/PalomaresSummaryReport/page/n21/mode/2up> [Consulta: 23/11/2020].

RAMOS, E.; IRANZO, E., 1966. «Experience of an accidental contamination by radioactive materials in Palomares, 1966». *II Simposio sobre los Riesgos de las Radiaciones Nucleares*. Mónaco, 10-15 de octubre. DoE.

SÁNCHEZ PICÓN, A.; HERRERA PLAZA, J., 2003. Operación Flecha Rota. Accidente nuclear en Palomares. Cía. Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla.

SANCHO LLERANDI, C.; LANZAS SÁNCHEZ, R.; CORREA GARCÉS, E., 2013. Palomares: desde el accidente al Plan de Restauración. CSN, Madrid. <https://www.csn.es/documents/10182/1470017/Monografía+++Palomares+++Desde+el+accidente+al+plan+de+restauracion> [Consulta: 16/02/2021].

STANNARD, J. N., 1988. Radioactivity and Health. A History. Pacific Northwest Laboratory, Richland.

STEHRENBURGER, C. S., 2020. «Annobón 1988. Slow Disaster, Colonialism, and the Franco Dictatorship». *Art in Translation*, vol. 12, n.º 2. <https://doi.org/10.1080/17561310.2020.1791451>

TALBOT, J. M., 1966. «Plutonium Deposition Registry Board». First annual meeting. Wright-Patterson AFB, 26-28 October, p. 5. Department of Energy (DoE) Archives.

VELARDE PINACHO, G., 2016. Proyecto Islero. Guadalquivir, Córdoba.

VIÑAS, A., 1981. Los pactos secretos de Franco con Estados Unidos. Grijalbo, Barcelona.

VIÑAS, A., 2003. En las garras del águila. Crítica, Barcelona.

VOELZ, G.; PETERSEN, D.; DAUGHERTY, D., 1995. «Tracer studies at Los Alamos and the birth of nuclear medicine». *Los Alamos Science*, n.º 23, pp. 206-207.

WELLSOME, E., 2019. Cobayas atómicos. Ediciones Luciérnaga, Barcelona.

XVI U.S. Air Force. «Broken Arrow». <https://documents.theblackvault.com/documents/dod/reading-room/17/133.pdf> [Consulta: 20/08/2020].



DIPUTACIÓN
DE ALMERÍA



Instituto
de Estudios
Almerienses