

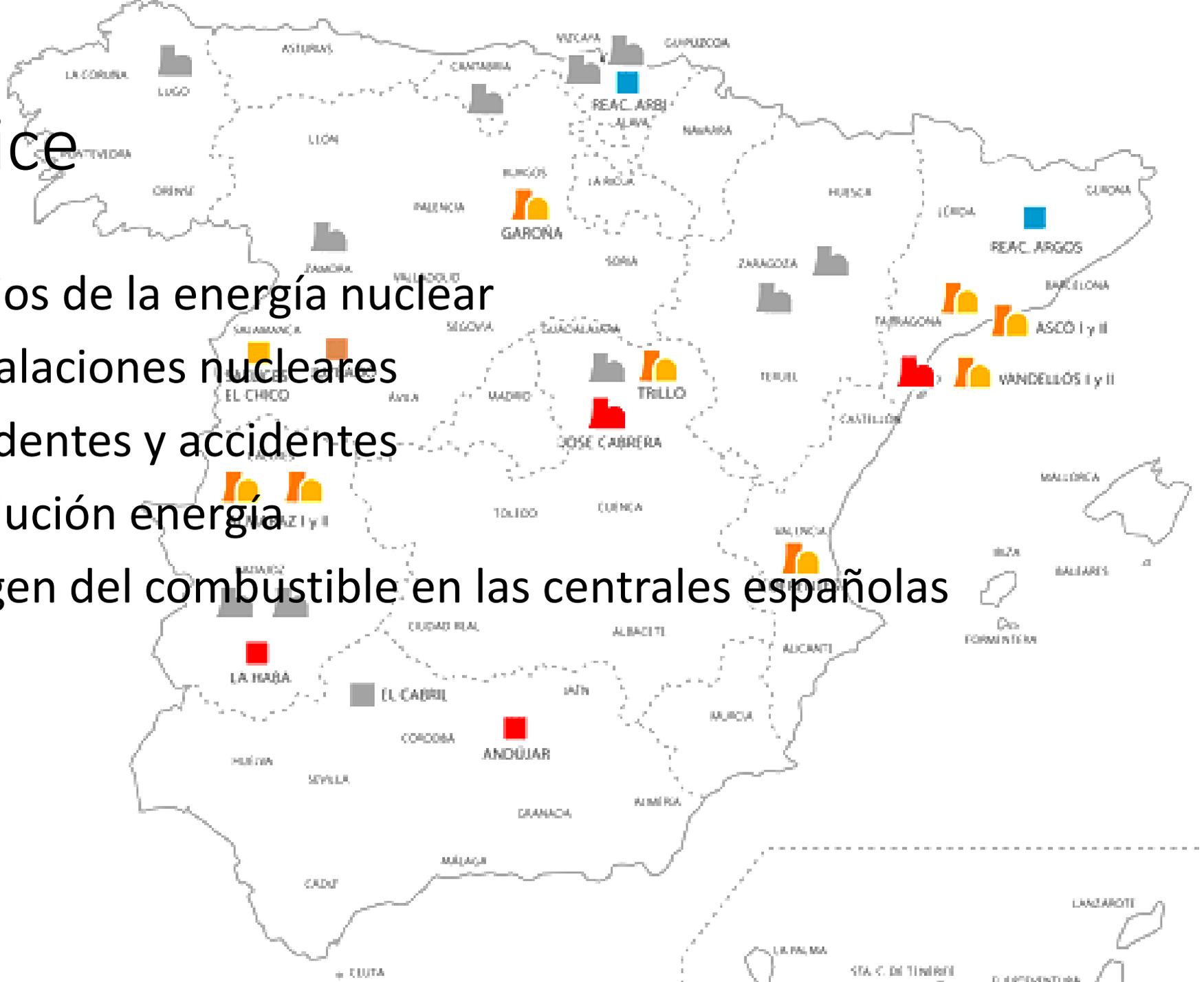
Historia de la energía nuclear en España

4º GITI

Ledesma Montaño, Isabel
Villalobos Guillén, Adrián

Índice

- Inicios de la energía nuclear
- Instalaciones nucleares
- Incidentes y accidentes
- Evolución energía
- Origen del combustible en las centrales españolas



Inicios de la energía nuclear



- Enrico Fermi logró la primera reacción nuclear controlada en 1942
- Tras el lanzamiento de las bombas nucleares se demostró el potencial de la fusión nuclear.

Inicios de la energía nuclear en España

- Creación del primer organismo de investigación nuclear en España en 1948.
- En 1951 se rebautizó como Junta de Energía Nuclear (JEN) para desarrollar el uso industrial de la energía nuclear.
- Corta historia militar:



José María Otero

Construcción de una
bomba nuclear?

Planta de
enriquecimiento de
uranio

Estados unidos
no lo permite

Instalaciones nucleares

Zorita
• 1968

Vandellós
• 1972

Trillo/
Ascó/
Almaraz
II
• 1983

Ascó II/
Fábrica
cble
• 1985

Vandellós
II
• 1988

Garoña
• 1971

Almaraz
• 1981

Cofrente
• 1984

Centro
en
Cabrill
• 1986



José Cabrera-Zorita

El 17 de julio de 1968 se pone en marcha convirtiéndose en la pionera del país.

Refrigeración mediante el río Tajo.
Estuvo funcionando durante 39 años.

El cese definitivo de la explotación fue en el 2006 y actualmente se encuentra en desmantelamiento.

SANTA MARÍA DE GAROÑA

En 1965 es seleccionado el proyecto procedente de General Electric.

En 1971 la central se acopló al sistema eléctrico nacional logrando 460 MWe.



El 3 de julio de 2009 el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio dicta una orden que establece el cese de la explotación.

Vandellos I y accidente

Situado en la costa de Tarragona.

Esta central aportaba 450 Mwe y en 1972 fue conectada a la red eléctrica.

El 19 de octubre de 1989 se inició un fuego en el área no nuclear de las instalaciones.

Se decidió su cierre definitivo y posterior desmantelamiento por el elevado coste de las medidas exigidas.

Almaraz I y II

Situadas en la provincia de Cáceres refrigerada mediante el río Tajo.

Iberdrola es propietaria de las centrales con 53%, Endesa del 36% y Gas Natural del 11%.

La 1ª unidad empezó su operación en 1981 y la unidad II lo hizo en 1983.

La potencia instalada bruta de Almaraz I es de 1049,4MW y la unidad II de 1044,5 MW.



Trillo

Está emplazada junto al río Tajo en la provincia de Guadalajara.

Se conectó a la red eléctrica en 1983.

Potencia instalada 1066 MW.

La central es propiedad de Iberdrola (48%), Gas Natural Fenosa (34,5%), HC Energía (15,5%) y Nuclenor (2%).

Ascó I y II

La central está situada en la población de Ascó y la refrigeración de las dos unidades la proporciona el río Ebro.

La primera unidad fue conectada a la red eléctrica en 1983 y la segunda en 1985.

Endesa es la propietaria de Ascó I al 100%. Endesa con el 85% e Iberdrola con el 15% propietarias de Ascó II.

La Potencia instalada de Ascó I es de 1032,5 MW y de la segunda unidad es de 1027,2 MW.



Cofrentes

Embalse de Embarcaderos como fuente de refrigeración para la central.

Se conectó a la red eléctrica en 1984.

Cofrentes es propiedad de Iberdrola al 100%.

La potencia instalada de Cofrentes es de 1092 MW.





Vandellós II

En 1988 se puso en marcha la segunda central.

Debido a problemas de corrosión el sistema de refrigeración actual es de agua dulce.

La potencia instalada es de 1087,1 MW.

La central es propiedad de Endesa (72%) e Iberdrola (28%).

Fábrica de elementos combustibles



Se encuentra en Juzbago y se puso en marcha en 1985.

Abarca todo el ciclo de producción de combustible

Es una empresa pública participada al 60 % por SEPI y 40% CIEMAT.

Distribuye combustible a las centrales Españolas y al resto de Europa.

Centro de almacenamiento

Almacenamiento de residuos de baja y media actividad y situado en Cabril.

Pertenece a la empresa ENRESA.

El inicio de su actividad fue en 1986.

Residuos radiactivos de baja y media actividad aquellos con una semidesintegración inferior o igual a 30 años.



Especificaciones técnicas

	Capacidad Bruta (MW)	Capacidad Neta Mwe	Rendimiento (%)	Tipo	Factor de carga(%)
Zorita	-	160	-	P.W.R	85
Garoña	466	440	31,8	B.W.R	77,5
Vadellós I	-	480	-	G.C.R	-
Vadellós II	1087	1045	35,5	P.W.R	82,2
Almaráz I	1049	1011	34,3	P.W.R	85,8
Almaráz II	1044	1006	34,1	P.W.R	87,2
Ascó I	1033	995	33,7	P.W.R	84,3
Ascó II	1035	997	33,9	P.W.R	86,1
Cofrente	1102	1064	34	B.W.R	87,2

Incidentes y accidentes

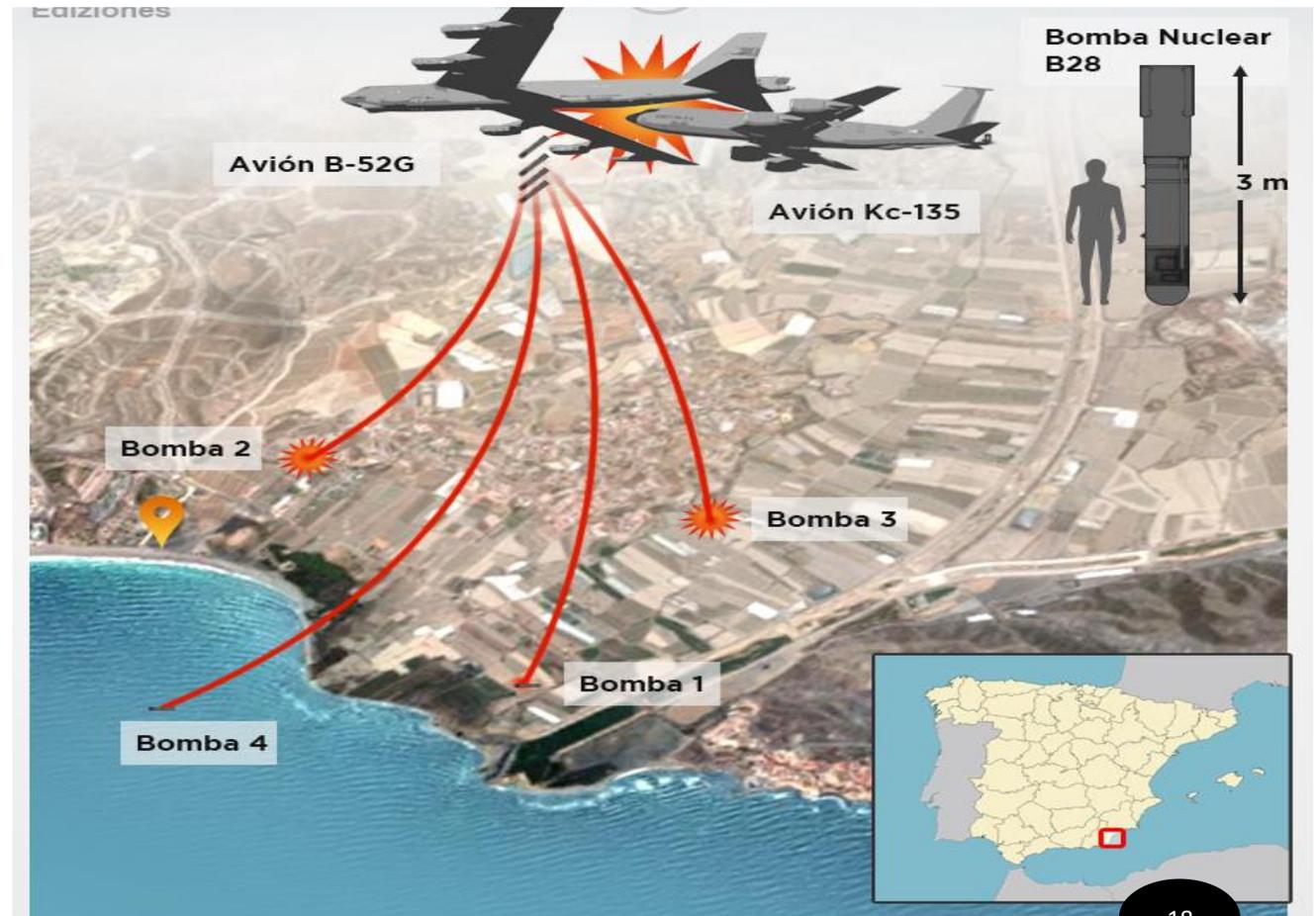
ORDEN CRONOLÓGICO

Palomares (Almería)

{MILITAR}

17/enero/1966

Dos aviones del Ejército de EEUU (un bombardero cargado con cuatro bombas nucleares y un avión nodriza) colisionaron durante unas maniobras.



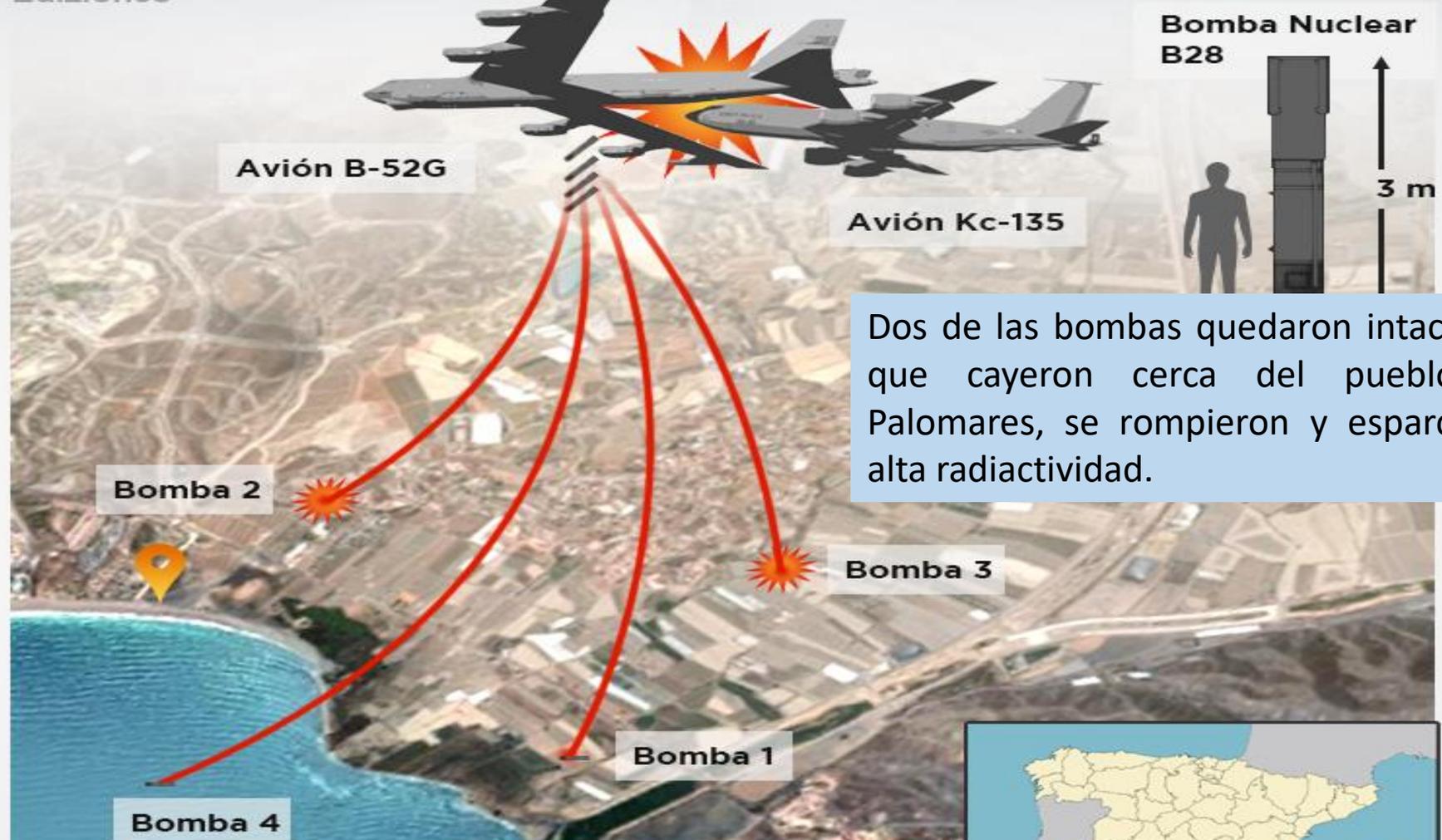
ACCIDENTE DE PALOMARES

europapress.es

Ediciones



Pasa sobre los distintos elementos para más información



Avión B-52G

Avión Kc-135

Bomba Nuclear B28

3 m

Bomba 2

Bomba 3

Bomba 1

Bomba 4

Dos de las bombas quedaron intactas, pero las otras, que cayeron cerca del pueblo almeriense de Palomares, se rompieron y esparcieron plutonio de alta radiactividad.

Una de ellas cayó en el mar provocando una masiva operación de búsqueda y rescate en medio del más absoluto secretismo impuesto por el Pentágono y la dictadura de Franco.



Palomares (Almería)

Estados Unidos recuperó la bomba que cayó al mar y la que encontraron en tierra. Debido a las otras dos retiró la arena contaminada de 25.000 metros cuadrados de suelo.



Una de las bombas que cayó en tierra y no sufrió daños



Fraga, el entonces ministro de turismo, tomó un baño con el fin de demostrar que no había peligro alguno para la salud, y de esta forma no afectara al turismo.



120 millones € y dos o tres años para limpiar la zona.

En octubre de 2015 se firmó un acuerdo por el que EEUU debía limpiar la zona afectada.



Escape radiactivo de la Junta de Energía Nuclear

Madrid, 7 noviembre 1970

Fue un accidente radiactivo originado en la sede de la Junta de Energía Nuclear (JEN). Una serie de fallos humanos provocaron el vertido de entre 40 y 80 litros de agua contaminada al río Manzanares, lo que provocó a su vez la contaminación de los ríos Jarama y Tago.

Se procedía al trasvase de 700 litros de desechos radiactivos a un depósito, donde se trataban los residuos.

RESIDUOS

Estroncio-90
Cesio-137
Rutenio-106
Plutonio

El trasvase pasó al alcantarillado y fue vertido al río Manzanares. Por otra parte, un defecto en la tubería de desagüe provocó también la filtración de agua bajo el suelo de la JEN, provocando la contaminación de los acuíferos subterráneos. El vertido provocó contaminación radiactiva y por metales pesados de los ríos y los terrenos agrícolas situados a sus orillas y de los regadíos a los que suministraba.



NUEVAS ACLARACIONES DE LA JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

INSISTE: NI HUBO NI HAY PELIGRO

El líquido radiactivo escapado procedía de la planta industrial: era ajeno al reactor

SE HAN REALIZADO ANALISIS DE MAS DE MIL CUATROCIENTAS MUESTRAS DE AGUA, TIERRA, LODOS, LECHE, HORTALIZAS Y PECES VIVOS DE RIO

El hecho no se hizo público para no alarmar a la población

Recibimos una llamada telefónica de la Junta de Energía Nuclear. Don José María Otero Navascués, su presidente, quiere atender nuestra petición y, como le es imposible hacerlo personalmente, delega en persona de su confianza para hablar con nosotros «ampliamente del tema que nos interesa».

—¿Sin limitaciones?—preguntamos.

—Sin limitaciones—se nos contesta.

Nos encontramos a última hora de la tarde en el «hall» del hotel Luz Palacio.

—En realidad, soy un portavoz de la J. E. N. y el nombre es lo que menos importa.

Respetamos su deseo y lo silenciaremos. Sin embargo, nada nos impide explicar que a la entrevista asiste también el doctor don Eduardo Ramos, jefe de la División de Medicina y Protección de la conocida entidad investigadora.

Nuestro interlocutor está, quizá, un poco nervioso. Comenta disgustado la «insistencia, por parte de

—Bien. No se trata del reactor... Pero, ¿de dónde parte esa tubería?

—Del edificio que nosotros conocemos como Planta Industrial. De una sección que en el mismo se dedica al tratamiento de residuos radioactivos.

—¿Y puede producirse tan fácilmente una ruptura de tubería?

—En realidad, no ha sido una ruptura sino una filtración por desgaste a causa de la corrosión. El hecho es que por este punto escapó una pequeña cantidad de líquido radiactivo...

—Una pequeña cantidad... ¿Cien litros por ejemplo?

—¡No! Por favor, muchísimo menos... Se detectó y se dio la orden de parar la operación inmediatamente.

—¿Cuánto tardó en detectarse el escape?

—Casi al producirse. Tenga en cuenta que los controles de alarma instalados son automáticos. Dan la señal cuando la radioactividad traspone lo más mínimo los niveles en que están fijados, siguiendo

de acuerdo con las normas establecidas internacionalmente.

—Dice usted «líquido radiactivo»... ¿Qué contenía, en realidad, ese líquido?

—Elementos radioactivos, es decir, para ser más concretos: Estroncio 90, Cesio, Cerio, Ruterio y algunos más...

—¿En qué medida cada uno de ellos?

—Estroncio, Cesio y Cerio son siempre los que tienen más concentración.

—¿Qué medidas tomaron?

—Ya las sabe usted. Se comprobó que había llegado al río Manzanares. Se averiguó que la cantidad, la radioactividad vertida no era peligrosa y ya, más tranquilos, preparamos un plan de acción para una total comprobación.

Nos desplazamos a cincuenta puntos de observación. Se tomaron muestras de agua, fango, tierra, verduras cultivadas, leche, peces de río vivos, etc.

Hemos procedido a analizar un total de cerca de 1.400 muestras aisladas. En cada muestra se hacen dos determinaciones, o análisis, y en alguna de ellas se llevan a cabo tres. Estos análisis se realizan utilizando todos los medios técnicos más mo-

decir, con la suma garantía.

—¿Qué resultó de esos análisis?

—Resultó desde un principio que la radioactividad, referida principalmente al Cesio y al Estroncio, estaba retenida en los fangos y que las aguas estaban libres de contaminación, no sólo en los tramos alejados del Tajo, sino aquí, en los cercanos del Jarama.

—¿Qué fangos estaban contaminados?

—Los de los canales de riego del Jarama, a los que se refirió el doctor Ramos en su entrevista. Es decir, en algún punto que otro, no en la totalidad de sus 75 kilómetros.

—¿Se regó alguna parcela con agua con-

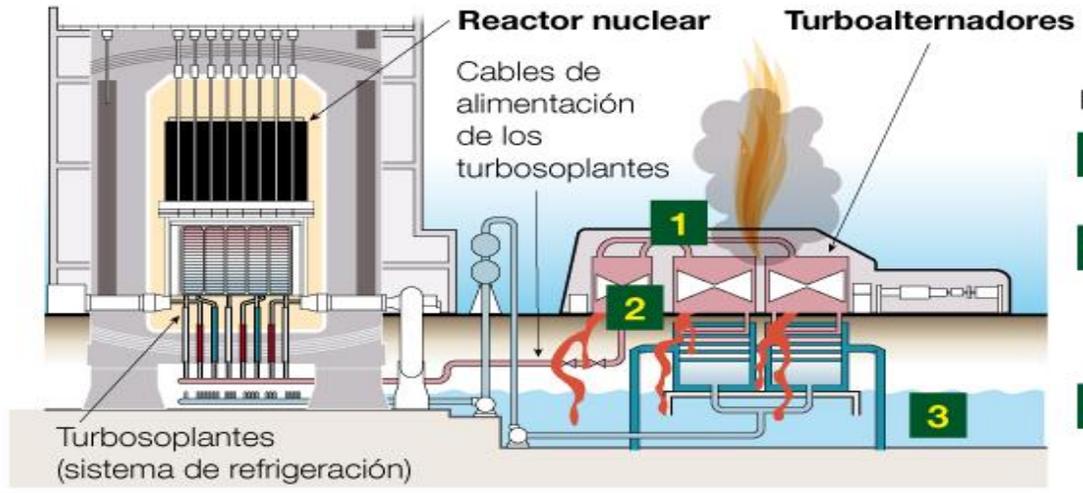
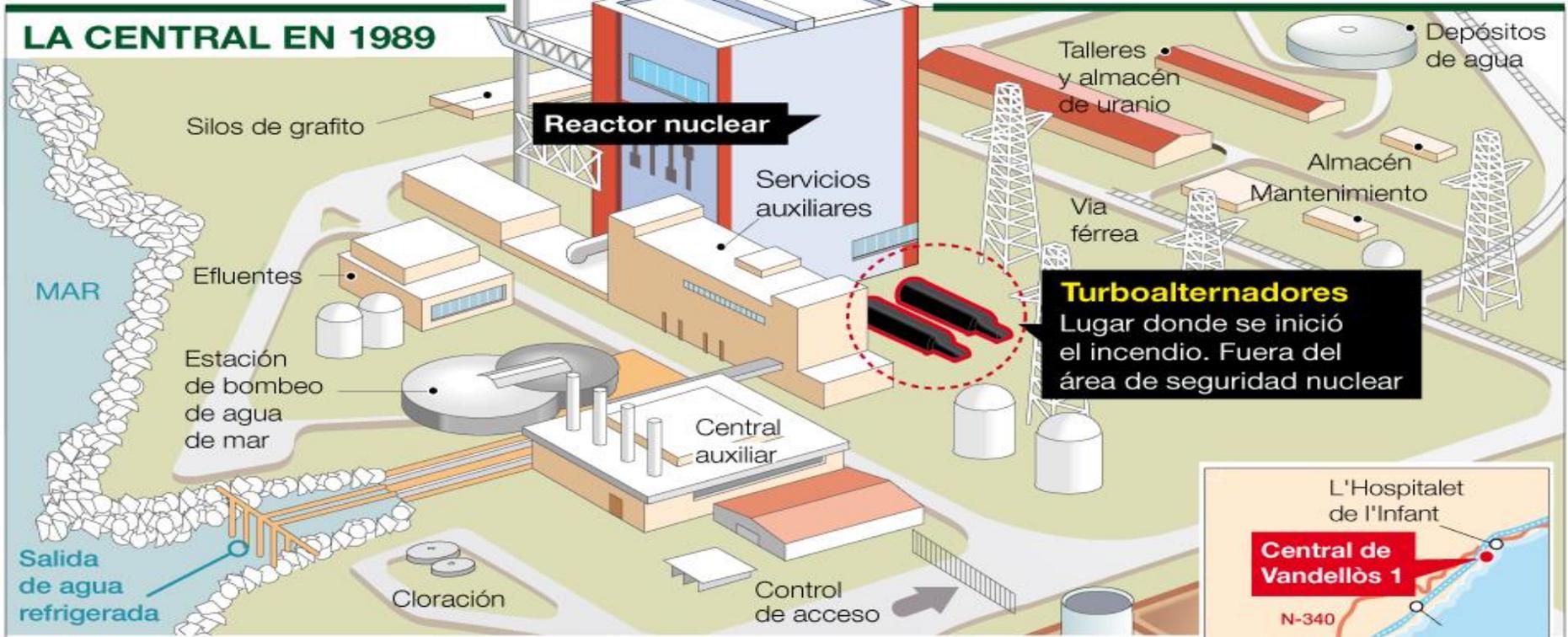
—Sí. Seis u ocho parcelas. Y análisis que realizamos de sus tierras, los 40 centímetros de profundidad, no estaban



Se inició un incendio en el generador eléctrico debido a un fallo mecánico. De forma indirecta, este incendio provocó una inundación de agua de mar en la zona del reactor nuclear que provocó la inoperatividad de algunos de los sistemas de seguridad.

Vandellós I (1989)

El incidente de la central nuclear de Vandellós I, fue clasificado como nivel 3 (“incidente importante”) en la Escala INES, ya que no se produjo escape de productos radiactivos al exterior, ni fue dañado el núcleo del reactor y tampoco hubo contaminación dentro del emplazamiento.



EL ACCIDENTE

- 1** Origen del incendio
- 2** El aceite de las turbinas se derramó por el sótano inferior e inutilizó los cables que alimentaban el sistema de refrigeración del núcleo (turbosoplantes)
- 3** El incidente se agravó al quedar inundado el sótano por donde pasaban los cables cuando los bomberos apagaron el incendio

El 24 de noviembre de 1989, el antiguo Ministerio de Industria y Energía suspendió el permiso de explotación de la central. La central recibió la orden de su cierre y desmantelamiento.

1º Fase

- Desmontar las instalaciones que ya no eran necesarias y trasladó a Francia el combustible nuclear gastado almacenado, así como los demás residuos nucleares.

2º Fase

- ENRESA se hizo cargo del desmantelamiento de todas las estructuras exteriores **excepto del reactor nuclear** y el completo confinamiento de éste.

3º Fase

- Aún no se ha llevado a cabo la tercera y última fase del desmantelamiento, correspondiente a la retirada del reactor y el derribo de todos los edificios .



Hospital clínico de Zaragoza (Diciembre 1990)

Fue un accidente radiológico en la unidad de radioterapia del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Este accidente constituye el mayor accidente en la historia de la radioterapia en España.

Se vieron afectados al menos 27 pacientes de cáncer que recibían tratamiento con un acelerador lineal, fallecieron 25 pacientes.

7/dic

- Un técnico de mantenimiento efectúa labores de puesta a punto en la unidad de aceleración de electrones.

10/dic

- Entró en servicio tras la reparación.

19/dic

- El CSN procedió a efectuar su revisión anual, que se había retrasado seis meses. Descubrió una anomalía en la potencia de la unidad de aceleración de electrones, particularmente alta. No ordenó detener el aparato hasta un día después.

20/dic

- Fue clausurado, hasta su puesta en marcha el 8/marzo/1991.

El primer paciente falleció el 16/febrero/1991, dos meses después de la irradiación. La cifra fue aumentando, hasta el 25/diciembre/1991 falleció el último.

Dos nuevos muertos entre los pacientes tratados con el acelerador de Zaragoza

Especialistas europeos responsabilizan al encargado de mantenimiento

Zaragoza. Roberto García

Dos más de los enfermos de cáncer que fueron tratados con el acelerador lineal del Hospital Clínico de Zaragoza han fallecido, con lo cual ya se eleva a siete el número de víctimas de este accidente. La Sociedad Europea de Radioterapia y Oncología, reunida en Bélgica para estudiar el caso, considera que el problema estuvo causado en buena medida por la falta de preparación técnica del encargado del mantenimiento del aparato.

Los dos fallecidos son Pablo Ciprés Zamora, de cincuenta y nueve años de edad, que se encontraba ingresado en el Hospital San Jorge, de Huesca, y una mujer de cincuenta años, ingresada en una clínica privada de Zaragoza.

Según informaron ayer fuentes del Insalud, Pablo Ciprés, que estaba afectado de cáncer, recibió cinco sesiones de radiaciones con el acelerador de partículas del Hospital Clínico de Zaragoza el 10 de diciembre pasado, fecha en que la máquina comenzó a emitir un exceso de radiaciones.

Pablo Ciprés Zamora estaba incluido en la lista de 31 pacientes oncológicos, facilitada por el Hospital Clínico al juez que instruye las diligencias, que recibieron radiaciones con fotones entre los días 10 y 20 de diciembre de 1990.

Hasta el momento se desconoce el resultado de la autopsia practicada al fallecido, que determinará si la causa de su muerte está relacionada directamente con el tratamiento recibido.

La otra víctima, una mujer de cincuenta años de la que sólo se conocen sus iniciales,

- Un reglamento internacional garantizará la seguridad de los tratamientos de Radiología

C. V. M., fue enviada al Hospital Clínico en diciembre pasado para recibir tratamiento radioterápico después de una intervención quirúrgica. En total, se le administraron 22 sesiones de tele-cobaltoterapia y 25 sesiones de electrones, de las cuales las dos últimas coincidieron con el periodo de avería del acelerador lineal.

Durante los días que el acelerador permaneció averiado, veintisiete pacientes oncológicos fueron tratados con electrones, de los que seis han muerto y diez han sido reingresados, mientras que otros treinta y uno recibieron radiaciones con fotones, de los que Pablo Ciprés es el primer fallecido.

A raíz de los sucesos de Zaragoza, la Sociedad Europea de Radioterapia y Oncología recabará información de todos los accidentes que se han producido con aparatos de Radioterapia en sus países miembros. Esta decisión se adoptó en una reunión de dicha sociedad científica celebrada hace unos días en Lovaina (Bélgica), según ha explicado el doctor Jordi Craven-Bartle, presidente de la As-



Acerinox, Los Barrios (Mayo/1998)

Fue un incidente de contaminación radiactiva en la provincia de Cádiz. Una fuente de cesio-137 logró pasar a través del equipo de monitoreo.

La chatarra fue derretida, el cesio-137 ardió y causó una nube radiactiva. Los detectores en la chimenea de la planta fallaron en detectarla. Fue detectada en Francia, Italia, Suiza, Alemania y Austria.

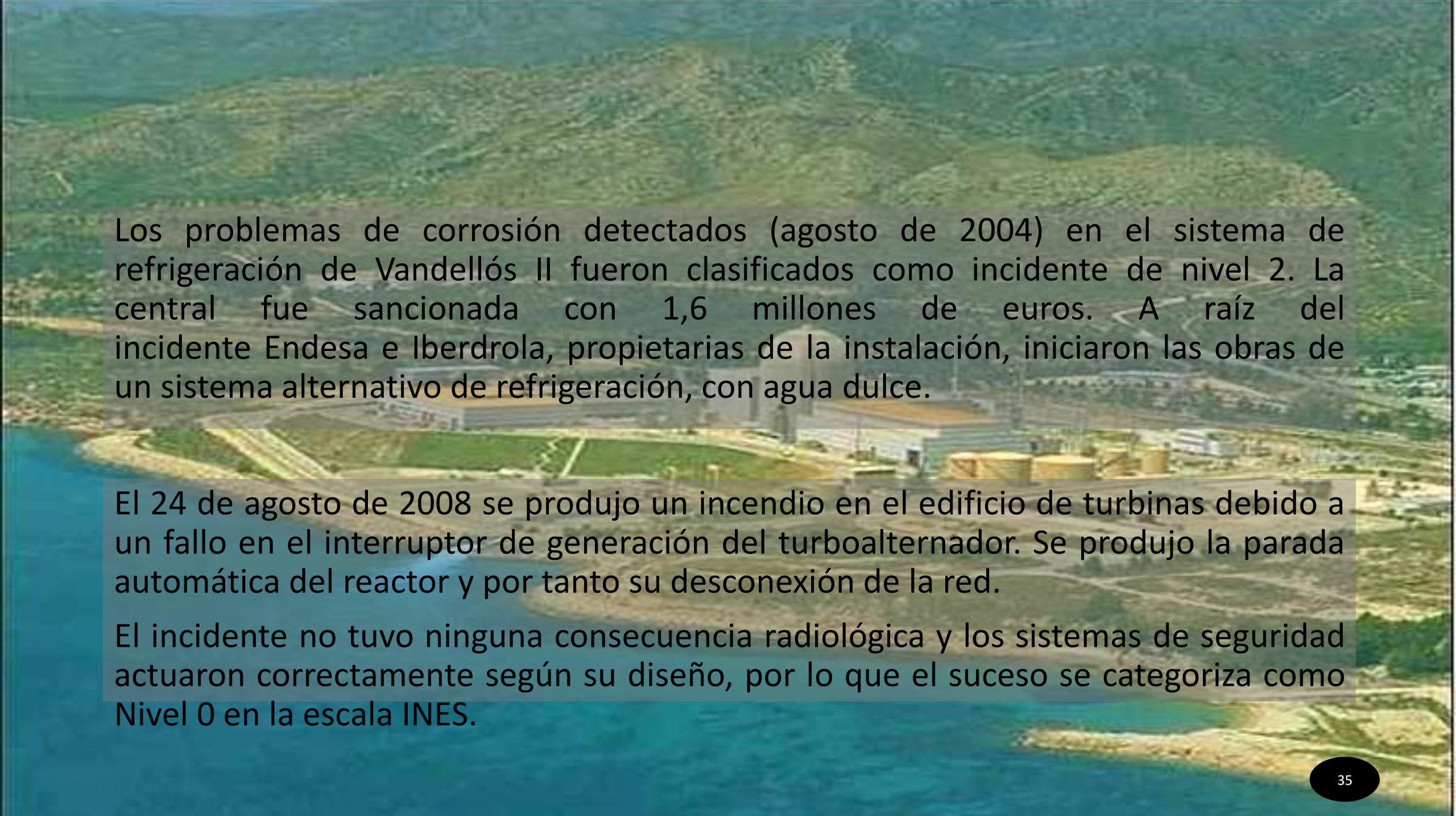




Seis personas fueron expuestas a ligeros niveles de contaminación radioactiva por el cesio-137. Los costos estimados por la limpieza, los depósitos del residuo y la producción perdida se calcularon en 26 millones de dólares (la mayoría por la producción perdida).



Vandellós II (2004 y 2008)



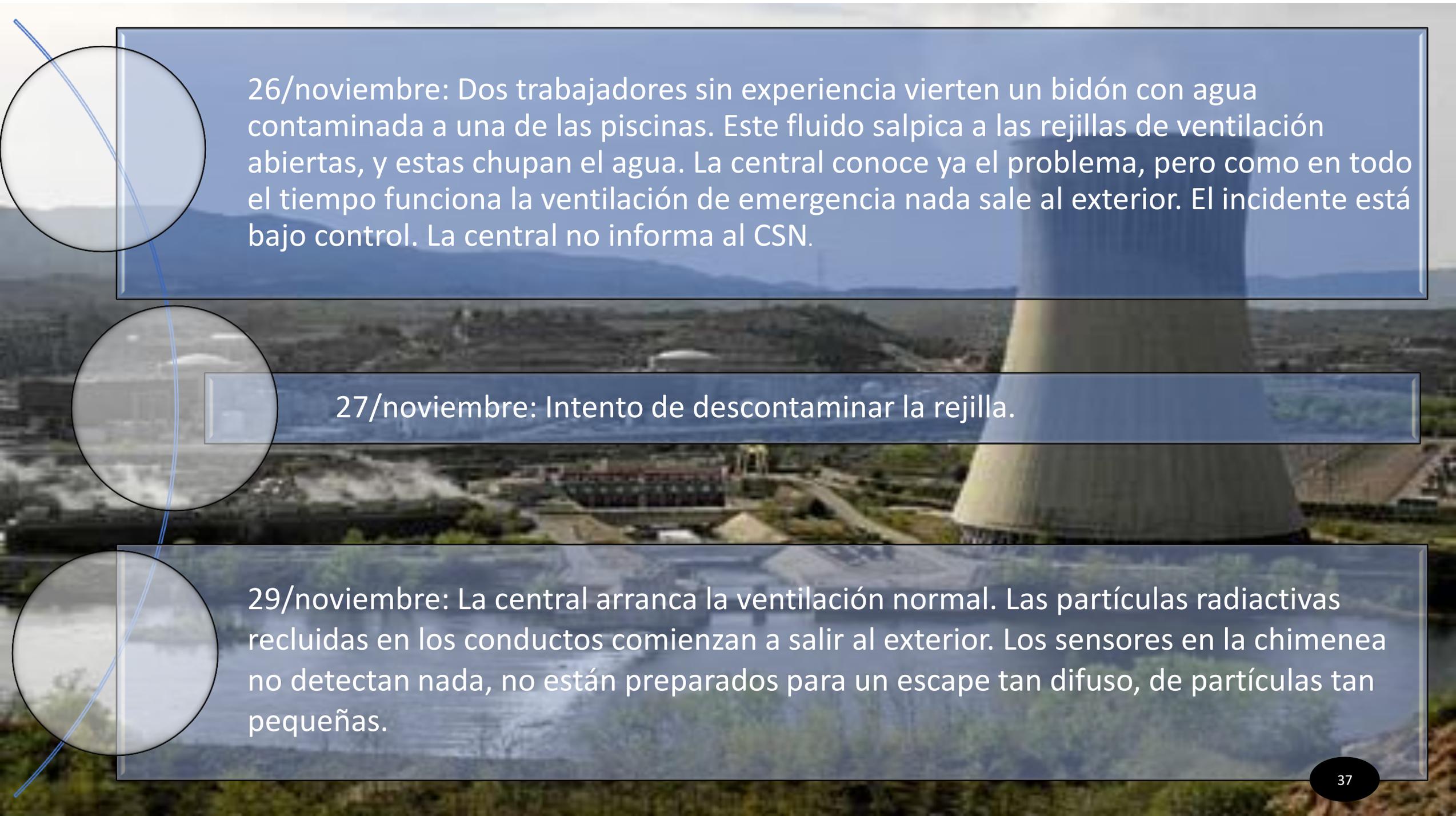
Los problemas de corrosión detectados (agosto de 2004) en el sistema de refrigeración de Vandellós II fueron clasificados como incidente de nivel 2. La central fue sancionada con 1,6 millones de euros. A raíz del incidente Endesa e Iberdrola, propietarias de la instalación, iniciaron las obras de un sistema alternativo de refrigeración, con agua dulce.

El 24 de agosto de 2008 se produjo un incendio en el edificio de turbinas debido a un fallo en el interruptor de generación del turboalternador. Se produjo la parada automática del reactor y por tanto su desconexión de la red.

El incidente no tuvo ninguna consecuencia radiológica y los sistemas de seguridad actuaron correctamente según su diseño, por lo que el suceso se categoriza como Nivel 0 en la escala INES.

Ascó (Noviembre/2007)

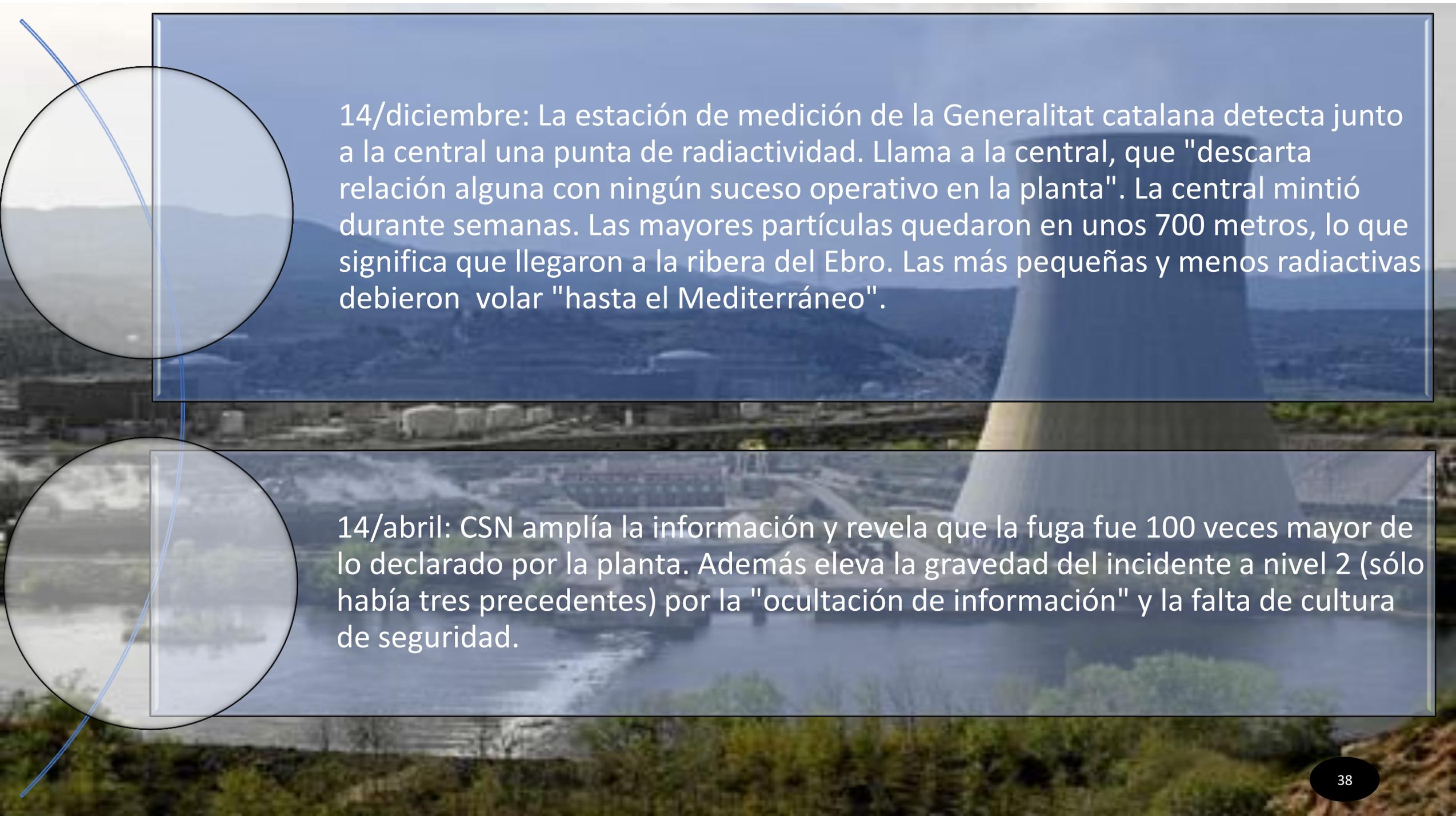




26/noviembre: Dos trabajadores sin experiencia vierten un bidón con agua contaminada a una de las piscinas. Este fluido salpica a las rejillas de ventilación abiertas, y estas chupan el agua. La central conoce ya el problema, pero como en todo el tiempo funciona la ventilación de emergencia nada sale al exterior. El incidente está bajo control. La central no informa al CSN.

27/noviembre: Intento de descontaminar la rejilla.

29/noviembre: La central arranca la ventilación normal. Las partículas radiactivas recluidas en los conductos comienzan a salir al exterior. Los sensores en la chimenea no detectan nada, no están preparados para un escape tan difuso, de partículas tan pequeñas.



14/diciembre: La estación de medición de la Generalitat catalana detecta junto a la central una punta de radiactividad. Llama a la central, que "descarta relación alguna con ningún suceso operativo en la planta". La central mintió durante semanas. Las mayores partículas quedaron en unos 700 metros, lo que significa que llegaron a la ribera del Ebro. Las más pequeñas y menos radiactivas debieron volar "hasta el Mediterráneo".

14/abril: CSN amplía la información y revela que la fuga fue 100 veces mayor de lo declarado por la planta. Además eleva la gravedad del incidente a nivel 2 (sólo había tres precedentes) por la "ocultación de información" y la falta de cultura de seguridad.

Santa María de Garoña (2008)



En el año 2008 se notificaron al CSN siete sucesos. Entre dichos sucesos, seis fueron clasificados como nivel 0 en la INES y uno como nivel 1.

El día 19 de agosto de 2008 se contempló la posibilidad de que las baterías de las unidades ininterrumpibles de potencia (UPS) de las barras A y B del sistema de 120 V c.a. pudieran haber tenido simultáneamente una capacidad inferior a la requerida. El suceso no tuvo consecuencias, ni para el personal de la central, ni para el medio ambiente y fue clasificado como nivel 1 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES).

En 2009, la empresa propietaria Nuclenor presentó la documentación necesaria para solicitar la explotación 10 años más (hasta 2019). El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, aprobó la prórroga de explotación de la central durante cuatro años más.

El 6 de septiembre de 2012, Endesa e Iberdrola, las empresas operadoras de la central, decidieron dejar pasar el plazo para solicitar la renovación de la licencia alegando "incertidumbre regulatoria".

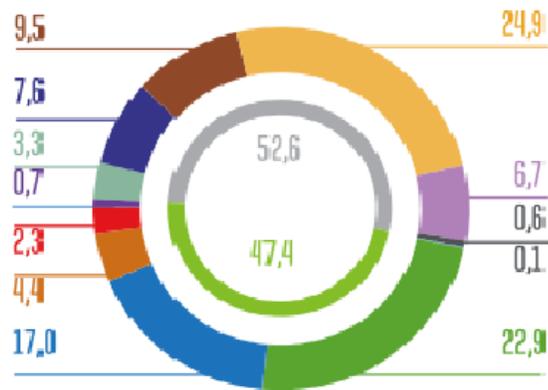


Actualidad: Marzo 2017: El Ministerio de Energía sigue estudiando el informe del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) favorable a la reapertura con condiciones de la central nuclear de Santa María de Garoña, plazo hasta agosto para pensar.

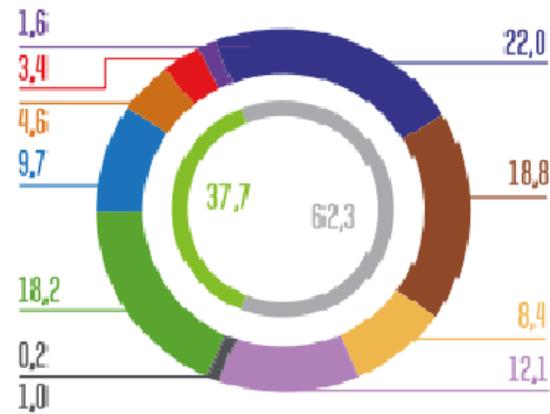
Evolución energía

Estructura de potencia instalada peninsular | %

100.082 MW



Estructura de generación mensual peninsular | %



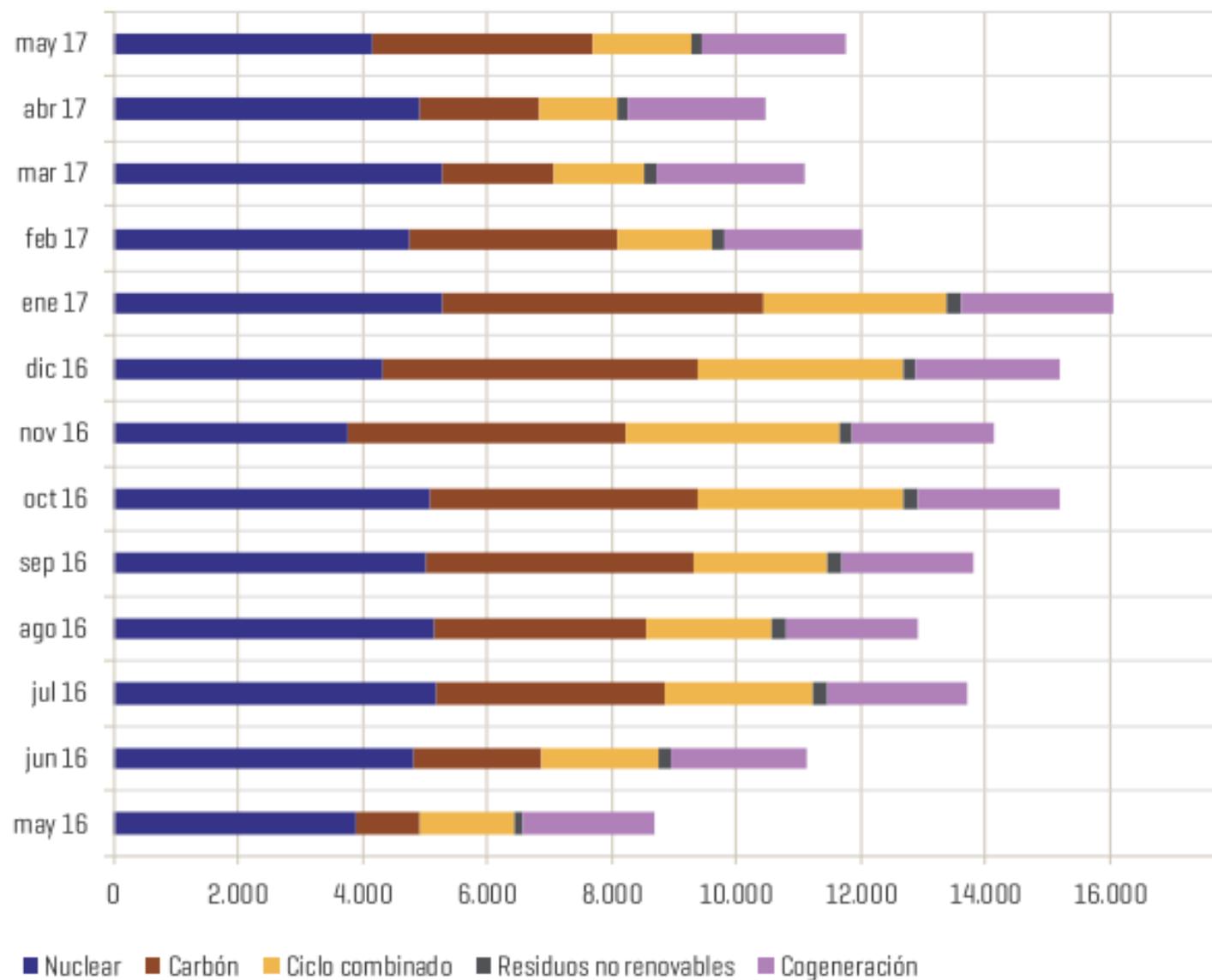
1/ No incluye la generación de bombeo.

NUCLEAR
Tecnología con mayor peso en la generación

22,0%

- | | |
|-----------------|--------------------|
| No renovables | Renovables |
| Bombeo puro | Eólica |
| Nuclear | Hidráulica /1 |
| Carbón | Solar fotovoltaica |
| Ciclo combinado | Solar térmica |
| Cogeneración | Otras renovables |
| Residuos | Residuos |

Evolución de la generación no renovable peninsular | GWh



Origen del combustible

CENTRALES ESPAÑOLAS

En España, ENUSA, empresa pública fundada en el año 1972, es la encargada de cubrir todas las actividades de la primera parte del ciclo de combustible (suministro de concentrados de uranio, conversión, enriquecimiento y fabricación de elementos combustibles) para las centrales nucleares españolas.

En España, las necesidades anuales de combustible del parque nuclear actualmente en funcionamiento son:

1.800 t de U_3O_8 (concentrados de uranio)

1.500 tU como UF_6 (servicios de conversión)

900.000 UTS (servicios de enriquecimiento), para obtener unas 150 tU de uranio enriquecido al 4,4%

Las centrales nucleares españolas, a través de ENUSA, son clientes de las mayores empresas productoras de concentrados del mundo, procediendo aproximadamente el 60% de los dos países más importantes (Rusia y Namibia), el 21% de Rusia o de los antiguos países de la Unión Soviética, el 15% de Níger y el 4% de Sudáfrica. Este reparto permite una importante seguridad del suministro.

Las centrales nucleares españolas por medio de ENUSA tal vez sean las que mayor diversificación del suministro de servicios de enriquecimiento tengan en el mundo. Todas estas razones hacen que España tenga las capacidades suficientes para garantizar el suministro de mineral de uranio, y los servicios necesarios para la fabricación del combustible nuclear, para el funcionamiento a largo plazo de nuestro parque nuclear durante 60, 80 o 100 años.

