

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica**



**TESIS DOCTORAL**

**Análisis de la reglamentación europea, promulgada a raíz de los accidentes nucleares, y la determinación de la emisión gamma en alimentos importados**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**María Elena Veiga Ochoa**

Directora

**Rosa María Basante Pol**

**Madrid, 2016**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica**



**ANÁLISIS DE LA REGLAMENTACIÓN EUROPEA, PROMULGADA  
A RAÍZ DE LOS ACCIDENTES NUCLEARES, Y LA  
DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN GAMMA EN ALIMENTOS  
IMPORTADOS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN FARMACIA  
PRESENTADA POR**

**María Elena Veiga Ochoa**

Directora:  
Prof. Dra. D<sup>a</sup> Rosa M<sup>a</sup> Basante Pol

**Madrid, 2015**









**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica**

**ANÁLISIS DE LA REGLAMENTACIÓN EUROPEA, PROMULGADA  
A RAÍZ DE LOS ACCIDENTES NUCLEARES, Y LA  
DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN GAMMA EN ALIMENTOS  
IMPORTADOS**

**María Elena Veiga Ochoa**

**Madrid, 2015**





ROSA MARIA BASANTE POL, PROFESORA TITULAR ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE FARMACIA Y TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA DE LA FACULTAD DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID,

INFORMA:

Que la presente memoria elaborada por la licenciada en Farmacia, MARIA ELENA VEIGA OCHOA, titulada “Análisis de la Reglamentación Europea, promulgada a raíz de los accidentes nucleares, y la determinación de la emisión gamma en alimentos importados” ha sido realizada bajo su dirección, y al estar concluida, autoriza su presentación para que sea juzgada por el tribunal correspondiente. Y para que así conste firma el presente informe en Madrid, a 19 de octubre de 2015.



*A mis hijos Carlos e Íñigo*



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a la Profesora Basante Pol, la confianza que me mostró cuando siendo todavía estudiante de la licenciatura en Farmacia me incorporó a su equipo investigador. Rosa, muchas gracias, recuerdo con gran cariño como me inicié de tu mano en el Archivo Histórico de Protocolos de Madrid y en la Biblioteca del Palacio Real, momentos inigualables que no olvidaré nunca. Me enseñaste a sumergirme en la Historia a través de documentos celosamente custodiados y perfectamente clasificados, en los que conocimos a Boticarios de la época y analizamos actividades de su vida cotidiana, que quedaron reflejadas en aquellos documentos. He tenido el placer de disfrutar de tu experiencia culminada en mi tesina en el año 1985 y, unos cuantos años más tarde, en las actividades que me permitieron defender el trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Ahora enfrentada a este nuevo reto, sé que sin ti esta tesis no hubiera visto la luz, me has dado todo tu apoyo y ayuda, y te lo agradezco enormemente.

Al Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica por haber hecho posible la presentación de la tesis, y por facilitarme todo lo que he necesitado.

A la Dra Argelia Castaño, Directora del Centro Nacional de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III, por el entusiasmo y apoyo que me ha mostrado alentándome a seguir adelante.

A mis compañeros del CNSA. El accidente de Chernobyl provocó que nos iniciáramos en el complejo y apasionante campo del mundo nuclear. Tuvimos que pasar muchas horas para sacar adelante un trabajo del que nos sentíamos plenamente responsables debido a las consecuencias que tenían los resultados obtenidos sobre la salud de la población.

A Carlos Pérez, por transmitirme todos sus conocimientos, por la paciencia en explicarme todos los detalles que conforman la compleja técnica de la espectrometría gamma, y sobre todo por el entusiasmo que me aporta ante nuevos retos que me hacen afrontar con optimismo las dificultades que se presentan, y por hacer fácil lo no tan fácil.



A Alberto, por toda su ayuda prestada durante todo el tiempo que me ha llevado realizar este trabajo, por su paciencia y por aplazar todas sus responsabilidades y caminar a mi lado. No ha hecho más que ser como es él, una gran persona que se ocupa de los demás. Y por supuesto por el ánimo incondicional que me ha brindado en momentos de flaqueza, que han sido algunos.

A mis padres, porque en todo momento confiaron en mí y quisieron lo mejor, aconsejándome en decisiones que de haber tomado me habrían cambiado la vida, y sobre todo a mi madre que es un pilar fundamental no solo para mí, sino para toda nuestra familia.



***INDICE***



## INDICE

ABSTRACT .....	I
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO .....	25
III. ACCIDENTES NUCLEARES Y NORMATIVA .....	33
III.1. Accidentes Nucleares de Chernobyl y Fukushima .....	41
III.2. Normativa Regulatoria .....	57
IV. ESPECTROMETRÍA GAMMA .....	119
IV.1. Determinación de los emisores gamma .....	123
IV.2. Sistemas de detección .....	127
IV.3. Instrumentación .....	133
IV.4. Calibración de la instrumentación .....	137
IV.5. Verificación de la instrumentación .....	141
V. DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA EN MUESTRAS DE DIFERENTES ALIMENTOS IMPORTADOS .....	145
V.1. Preparación de las muestras .....	149
V.2. Evaluación de los resultados obtenidos en alimentos procedentes de países afectados por el accidente ocurrido en Chernobyl .....	155
V.3. Evaluación de los resultados obtenidos en alimentos procedentes de zonas próximas al accidente ocurrido en Fukushima .....	193
VI. CONCLUSIONES .....	207

VII.BIBLIOGRAFÍA .....	211
------------------------	-----

#### ANEXOS

Anexo I .....	231
Anexo II .....	235
Anexo III.....	241
Anexo IV.....	245

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE EUROPEAN REGULATIONS SANCTIONED IN RESPONSE TO NUCLEAR ACCIDENTS AND THE ASSESMENT OF GAMMA RADIATION ON IMPORTED FOOD**

Novel scientific and technological progress require to seek new sources of electricity. Such response is, inter alia, nuclear energy. Nuclear power stations currently produce around a third of the electricity and 14% of the energy consumed in the European Union.

A thorough aspect in the use and development of nuclear energy as power source is safety. Nuclear facilities are designed so that the probability of an accident that may affect people and environment was very low. Reasonably, preventive emergency plans take place in the own nuclear facilities in order to mitigate and minimize the consequences, and otherwise another emergency nuclear plans take place outside facilities. Monitoring programs are also conducted in the nearby nuclear facilities, according to the Recommendation reached on 8<sup>th</sup> June 2000 by the European Commission on the application of Article 36 of the Euratom Treaty for the checking of the levels of radioactivity in the environment, in order to assess the exposure to the whole population.

The main objectives of these plans are to check the presence and evolution of radioactive elements and the radiation levels in the environment; to determinate the causes of its increase, if succeed; to estimate the radiological risk to the population; to set corrected measures, if necessary; to ensure legal compliance on the premises and; to verify the suitability of effluent monitoring program to detect radionuclides leaks and transfer to the environment.

However, despite of the exhaustive controls carried out in the of nuclear power plants areas, unfortunately accidents can take place involving pollution to the population and the environment, as the Chernobyl and Fukushima nuclear power plants accidents occurred. Official institutions responded to them developing an own European legislation corpus and afterwards modified and revised in order to ensure contaminated food and feed with levels higher than allowed did not reach human food chain.

The objective of this work is to analyze regulatory legislation established by the European Union following the nuclear accident that occurred at Chernobyl Plant and later at the Fukushima Plant, in order to ensure the health protection of European consumers. The foods were imported from other countries affected by the radioactive cloud, which could be contaminated by the atmospheric dispersion of radioactive elements. Similarly, the legislation adopted following the Chernobyl accident is analyzed and just before to the Fukushima accident in order to have established tolerance limits if another nuclear accident or radiological emergency occur. The approach of the study was the analysis and review of the regulations and recommendations developed for food control by the European Union institutions.

The determination of the most significant radioactive contaminants in food required by law was made by gamma spectrometry. Radioactive contamination in selected imported food is determined, from countries affected by the Chernobyl accident, from 12<sup>th</sup> May 1986 to 30<sup>th</sup> June 2015. The total number of samples tested was 17870 corresponding the highest percentage samples to herbal and spice, followed by dairy products coming from inner countries such as France, Germany or Italy and other third countries like Bulgaria, Hungary and Yugoslavia.

The analysis on the evolution of the mushroom samples analyzed since the adoption of the first Regulation (EEC) No 1707/86 to date, establishing maximum levels in compliance with Regulation (EC) No 1048/2009, provides information about Cesium 137 period of contamination in several species growing in forests and wooded areas.

Finally, the study of radioactive contamination on imported food from areas affected by the accident at Fukushima, from April 29<sup>th</sup> 2011 to June 30<sup>th</sup> 2015, has got differenced analytical results to the Chernobyl's. The total number of samples analyzed was 308 and all samples showed activities in Cs 134 and Cs 137 less than the allowed limits.

The conclusions are:

1. The lack of regulations provided in the event of a nuclear accident to protect the health of the population of the Member States concerning food contamination did necessary, following the Chernobyl Nuclear Power Plant accident, the approval by the Council and the European Commission of more than twenty Regulations and two Recommendations.
2. The awareness of the European Union was always fast and agreed, only ten days after the accident, by means the publication of the Recommendation (86/156 / EEC) on May 6<sup>th</sup>, 1986, to protect the health of the Member States consumers, in spite of the secrecy with which Soviet authorities mask the accident.
3. The rejected imports according to Regulation (EEC) No 1388/86 and the adoption of maximum allowed levels for agricultural products originating in third countries covered by Regulation (EEC) No 1707/86 and its amendments, assured food consumption within safer limits, ensuring the health of consumers.
4. The rules approved by the European Atomic Energy Community (EURATOM) following the Chernobyl accident, to establish maximum tolerance levels of radioactive contamination of foodstuffs following a nuclear accident or any other case of radiological emergency was necessary implementing when the Fukushima accident took place.
5. Although a previous control of food from both the European Union and third countries was carried out, the radioactive contamination study in mushrooms has revealed if presenting activity, they are not checked if they come inside the European Union. Thus, mushrooms from Bulgaria and Romania were not analyzed from the moment that these countries became part of the European Union.
6. The information about Fukushima contamination regularly provided by the Japanese authorities, once Regulation (EU) No 351/2011 was approved and developed, revealed the own strong restriction to prevent contaminated products leaving outside its borders, showing seriousness and responsibility

7. The current legislation is suitable with regard to established tolerance levels. In the event that a new nuclear accident took place, Regulation (Euratom) No 3954/87 would take effect whose tolerances are wider. Furthermore it is expected that countries concerned continue at least the performance of Japan monitoring their food polluted and reducing the maximum acceptable levels.

## ***I. INTRODUCCIÓN***



Los nuevos avances científicos y tecnológicos exigen buscar respuestas adecuadas a las nuevas fuentes de energía eléctrica. Dichas respuestas se encuentran, entre otras, en la energía nuclear.

Las centrales nucleares producen en la actualidad alrededor de un tercio de la electricidad y el 14 % de la energía que se consume en la Unión Europea, pero fue en los años cincuenta cuando los seis Estados fundadores de la Unión, para hacer frente a la

escasez general de fuentes de energía convencionales, encontraron en la energía nuclear un medio de alcanzar la independencia energética (Parlamento Europeo, 2015).

El uranio fue descubierto en 1789 por Martin Klaproth y, posteriormente, en el año 1895 Wilhelm Röntgen descubrió los rayos X por la fluorescencia que originaban en un material próximo al tubo de rayos catódicos con el que trabajaba. En el año 1896, Henri Becquerel descubrió la radiactividad natural, también de forma accidental, al producirse el ennegrecimiento de películas fotográficas que estaban próximas a unas sales de uranio que eran objeto de su estudio debido a la radiación emitida por las mismas. En 1898, Pierre y Marie Curie, continuaron las investigaciones iniciadas por Becquerel, comprobando que el torio emitía radiaciones similares a las del uranio y descubrieron nuevos elementos radiactivos a los que denominaron polonio y radio (Bulbulian, 1997). Fue Ernest Rutherford quién identificó los tres tipos de radiaciones y su poder de penetración, denominándolas alfa, beta y gamma (World Nuclear Association, 2014c).

La radiactividad artificial fue descubierta en 1934 por Irene Curie y Frédéric Joliot-Curie al bombardear átomos de aluminio con partículas alfa de una fuente de polonio y producirse, como consecuencia, una radiación que incesante y cuya intensidad decaía de forma exponencial (Ridenour, 1936). Enrico Fermi consiguió producir la primera reacción nuclear controlada, utilizando neutrones en lugar de protones. A finales de 1938 Otto Hahn y Fritz Strassmann, comprobaron la existencia de la fisión atómica del uranio.

La radiactividad es un proceso físico que desarrolla una sustancia inestable que se desintegra transformándose en otra distinta. Este proceso de transición a la estabilidad ocurre tanto en átomos existentes en la naturaleza, radiactividad natural, como en otros creados artificialmente, radiactividad artificial, emitiendo otras partículas y radiaciones ionizantes (Herrán, 2008)

El descubrimiento de la radiactividad marcó el inicio del estudio de los núcleos atómicos y constituyó la primera etapa en el conocimiento de la estructura nuclear. Después de años de investigación se descubrió que los nucleidos radiactivos de origen natural emitían uno

o varios tipos de radiación y se demostró que los rayos alfa eran núcleos de helio, los rayos beta electrones o positrones y los rayos gamma, radiación electromagnética. De hecho, los efectos descubiertos en las primeras investigaciones con rayos X son aún hoy los principios básicos de la detección de radiaciones (Flakus, 1981).

Los principales tipos de radiaciones emitidas son las denominadas alfa, beta y gamma.

En la emisión alfa, la partícula emitida es un núcleo de helio, formada por dos protones y dos neutrones que se produce en elementos de alto número atómico y puede estar acompañada de emisión de fotones gamma. De esta forma y conforme a las leyes descritas por Frederick Soddy y Kasimir Fajans (Fajans, 1913), cuando un átomo radiactivo emite una partícula alfa, la masa atómica disminuye en 4 unidades y el número atómico en 2.

En la emisión beta, se distingue la llamada radiación  $\beta^-$  que sucede cuando el núcleo tiene neutrones en exceso, transformándose en un protón y en una partícula beta negativa, mientras que si tiene protones en exceso se transforma espontáneamente en un neutrón y una partícula beta positiva, o positrón, siendo en este caso la llamada radiación  $\beta^+$ . Cuando un átomo radiactivo emite una partícula beta, el número atómico (Z) aumenta o disminuye en una unidad y la masa atómica (A) se mantiene constante.

La radiación electromagnética gamma se produce cuando un núcleo de un átomo con un nivel energético superior pasa a otro nivel energético inferior o a su estado fundamental. No constituye una desintegración propia sino que se produce acompañando a las radiaciones alfa y beta. En este proceso no hay variación del número atómico ni de la masa, lo único que cambia es su contenido energético (Soddy, 1913).

La mayoría de las sustancias radiactivas se desintegran por un único proceso, pero puede ocurrir que ocurran varias desintegraciones a la vez, es lo que llamamos ramificación como ocurre con las series radiactivas naturales.

Cualquiera que sea el tipo de desintegración, se denomina padre o precursor al nucleido radiactivo inicial e hijo o descendiente al residual. El caso más simple es cuando el hijo es estable; si el hijo es a su vez radiactivo se trata de una cadena de desintegración radiactiva.

Para una sustancia radiactiva, todos los núcleos tienen la misma probabilidad de desintegración, de manera que la probabilidad  $P(dt)$  de que se produzca una desintegración radiactiva en un intervalo de tiempo  $dt$  es solamente proporcional a  $dt$ , si  $dt$  es lo suficientemente pequeño para que  $P(dt)$  sea mucho menor que 1. La constante de proporcionalidad  $\lambda$ , se denomina constante de desintegración radiactiva y es característica de cada radionucleido y del modo de desintegración. Por tanto,

$$P(dt) = \lambda dt \quad [1]$$

La constante de desintegración radiactiva  $\lambda$ , es la probabilidad que tiene cada núcleo de la sustancia considerada de desintegrarse en la unidad de tiempo. Las unidades son de tiempo, tales como  $s^{-1}$ ,  $h^{-1}$ , etc...

Las leyes que regulan los procesos radiactivos son las mismas independientemente del tipo de radiación emitida y obedecen a la expresión:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad [2]$$

donde,

$N_0$  es el número de átomos radiactivos por unidad de volumen en el tiempo cero

$N$  es el número de átomos radiactivos después de un tiempo  $t$

$\lambda$  es la constante de desintegración, función del período de semidesintegración.

La constante de semidesintegración indica el tanto por uno de átomos desintegrados en cada unidad de tiempo. Esta unidad se relaciona con el período de semidesintegración por la ecuación:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad [3]$$

El período de semidesintegración (T) se define como el tiempo necesario para que la actividad de una sustancia radiactiva se reduzca a la mitad. La Figura 1 representa la evolución del número de átomos (N) en función del tiempo (Ortega, 2000).

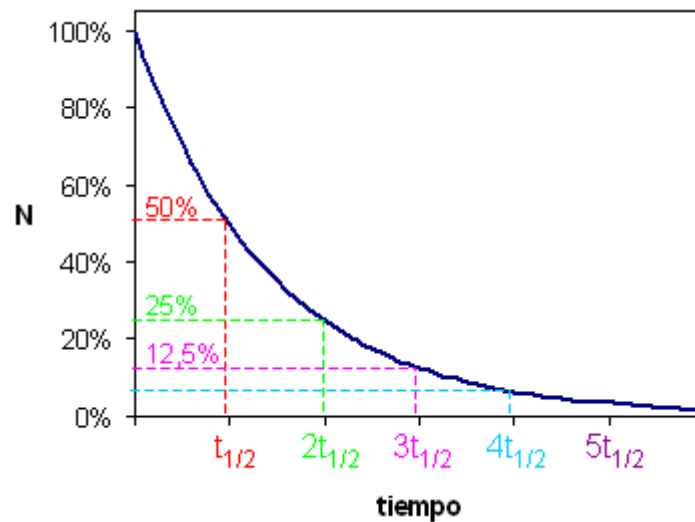


Figura 1. Período de semidesintegración

La actividad (A) de una muestra de una sustancia radiactiva es el número de átomos que se desintegran en la unidad de tiempo

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| \quad [4]$$

Teniendo en cuenta la ley de decrecimiento radiactivo,

$$A = \lambda N(t) \quad [5]$$

La unidad de actividad en el Sistema Internacional es el Bequerelio ( $Bq$ ), que es una desintegración por segundo (*d.p.s.*)

Si hacemos referencia a la masa del material radiactivo donde se producen las transformaciones radiactivas, hablaríamos de actividad específica, que es la actividad de la muestra por unidad de masa y se expresa en  $Bq/kg$ .

Una de las principales características de las radiaciones es su capacidad para penetrar en la materia e interactuar con los átomos de la misma. En estas interacciones, la radiación pierde parte de su energía, que es absorbida por el medio material que está atravesando, esta transferencia de energía es la causa de los distintos efectos producidos por las radiaciones, como los efectos biológicos sobre la materia viva. Por tanto, los métodos de medida y detección de las radiaciones se basan en su interacción con determinados materiales.

La interacción difiere entre partículas cargadas y no cargadas. Así, las partículas cargadas al pasar a través de un material experimentan una serie de interacciones con los átomos que constituyen dicho material. En el transcurso de estas interacciones las partículas van perdiendo su energía hasta que llegan a detenerse y neutralizarse eléctricamente si el espesor del material lo permite.

El proceso mayoritario responsable de la pérdida de energía es la interacción electromagnética entre la partícula cargada y los electrones atómicos del medio, como colisiones de la partícula incidente con los electrones. Estas colisiones pueden ser de tipo elástico o inelástico. En las de tipo elástico, la energía cinética total se conserva y una parte de la energía cinética de la partícula incidente se transfiere como energía cinética al átomo. Si las colisiones son de tipo inelástico, parte de la energía transferida es absorbida por el átomo que pasa a un estado excitado o se ioniza.

Las partículas cargadas pueden también interactuar con los núcleos atómicos del medio que atraviesan, son interacciones fundamentalmente de tipo coulombiano, tanto a nivel atómico como nuclear. La dispersión elástica con los núcleos atómicos puede provocar un cambio brusco de la velocidad de la partícula incidente, que sufre una aceleración y provoca la emisión de radiación electromagnética con pérdida de energía. Esta radiación es la denominada radiación de frenado o "*bremsstrahlung*".

Por lo tanto, las partículas cargadas, como son las alfa y beta, al interactuar con la materia pierden su energía al atravesar el medio según los tres procesos descritos, ionización, excitación o emisión de la radiación de frenado. Sin embargo, la interacción de la radiación electromagnética X y Y con la materia presentan un comportamiento diferente.

Así, los rayos X se originan cuando se produce una transición entre dos estados energéticos de un átomo y los rayos gamma cuando la transición es entre los estados energéticos de un núcleo. Por tanto, a pesar de su origen los dos son una radiación electromagnética, aunque en general los rayos gamma son más energéticos que los rayos X, siendo esta la única diferencia entre ambos.

La radiación electromagnética se puede considerar que está formada por un haz de fotones cuya energía es:

---

$$E = h \cdot \nu \quad [5]$$

Dónde,  $h$  es la constante de Plank y  $\nu$  es la frecuencia de dicha radiación.

La unidad de energía es el electrón-voltio, que se define como la energía cinética que adquiere un electrón cuando es acelerado en el vacío con la diferencia de potencial de un voltio y equivale a  $1,602176462 \times 10^{-19}$  Julios (J), valor que se obtiene al multiplicar la carga del electrón,  $1,602176462 \times 10^{-19}$  Culombios (C) por la unidad de potencial eléctrico en voltios (V). En física de altas energías, el electron-voltio resulta una unidad muy pequeña, por lo que son de uso frecuente múltiplos como el kiloelectrón voltio (keV) o megaelectronvoltio (MeV) (Chopin, 2002).

La interacción de la radiación electromagnética con la materia es, en general, más compleja que la que se produce en las partículas cargadas. Los fotones son partículas sin carga y por tanto no pueden ionizar directamente, sino indirectamente mediante los electrones secundarios que se liberan en los procesos de interacción.

Los principales procesos de interacción de los fotones con la materia son, efecto fotoeléctrico, efecto Compton y Producción de pares. Cada uno de ellos es predominante en un determinado intervalo de energías del fotón incidente. Así para bajas energías es más probable el efecto fotoeléctrico, para energías medias el efecto Compton y para altas energías la producción de pares.

El efecto fotoeléctrico tiene lugar cuando el fotón es totalmente absorbido por el átomo con el que interacciona y su energía se transfiere totalmente a un electrón atómico, y es cuando este electrón llamado fotoelectrón sale del átomo con una energía cinética igual a la diferencia entre la energía del fotón incidente y su energía de enlace en el átomo, conforme con la siguiente ecuación:

$$E_c = h \cdot \nu - E_{enlace} \quad [5]$$

El efecto Compton tiene lugar cuando se produce una colisión elástica entre el fotón incidente y un electrón libre. El fotón pierde parte de su energía que pasa al electrón en forma de energía cinética. Esta pérdida de energía es función del ángulo de dispersión, quedando con una frecuencia más pequeña que la inicial. Cuando el fotón dispersado sale del detector se genera un pulso en el detector correspondiente a la energía de electrón. Todos los fotones dispersados generan una distribución de pulsos que forman el llamado borde Compton.

El proceso de producción de pares tiene lugar cuando un fotón pasa cerca del núcleo de un átomo, el fotón es absorbido y su energía convertida en un electrón ( $e^-$ ) y un positrón ( $e^+$ ). La energía del fotón se consume en la producción de dos partículas y como la equivalencia energética de la masa de un electrón es 0,511 MeV, la energía mínima que ha de tener el fotón para poder transformarse en un electrón y un positrón será el doble, es decir, de 1,022 MeV. La energía cinética que adquieren el electrón y positrón, contribuye a la formación del pulso en el detector, el resto de  $e^-$  y  $e^+$  se unen produciendo fotones de 511 KeV que escapan del detector quedando la energía del fotón incidente modificada en un pico de escape simple de esa energía (Lieser, 2001).

En la Figura 2 se representan los tres procesos descritos.

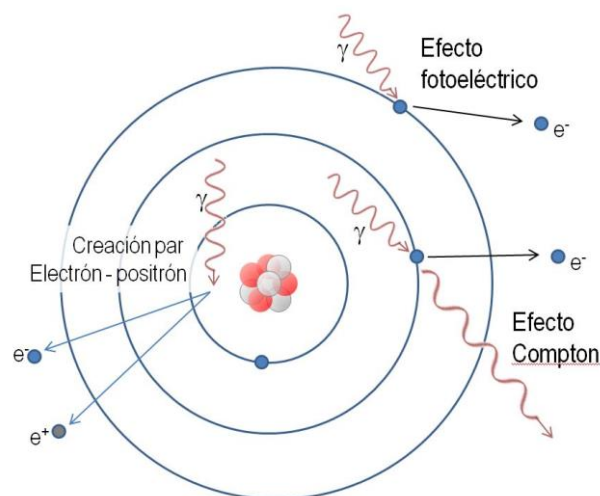


Figura 2. Efecto Fotoeléctrico, Compton y Producción de Pares

Por tanto, al interaccionar los fotones con la materia solo se producen un par de iones en cada uno de los procesos que son, el fotoelectrón y el átomo residual en el caso del efecto fotoeléctrico, el electrón Compton y el átomo residual en el caso del efecto Compton, y el par electrón positrón en el caso de la producción de pares. No se puede considerar que se produce una ionización directa, pero al ser partículas cargadas, los fotoelectrones, los electrones Compton y los pares electrón positrón provocan ionizaciones secundarias. Por ello la radiación electromagnética más energética se considera indirectamente ionizante (Kapoor, 2005).

La radiación gamma sufre una atenuación debida a los tres procesos descritos, de esta forma el número de fotones que interaccionan por unidad de tiempo sobre un material de un determinado espesor, situado a una distancia de la superficie, es proporcional a la intensidad del haz que índice sobre la lámina. Como cada interacción supone la desaparición de un fotón por cada uno de los efectos descritos, al ser absorbido por el efecto fotoeléctrico, o materializado en la producción de pares o bien dispersado por el efecto Compton, la variación de la Intensidad del haz al atravesar el material de un espesor determinado es igual al número de interacciones que se producen, que por producirse desaparición de fotones irá con signo negativo:

$$dI(x) = -\mu I(x)dx \quad [6]$$

donde,

$I$ , es la intensidad

$\mu$ , es el coeficiente de atenuación lineal

Si se considera la densidad del material ( $\rho$ ), es el coeficiente de atenuación másica  $\mu_m$ , que está relacionado con el coeficiente lineal según la siguiente ecuación:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad [7]$$

En la Figura 3, se representan los procesos de atenuación de la radiación gamma en función de la energía para el germanio, material utilizado en los detectores de semiconductor.

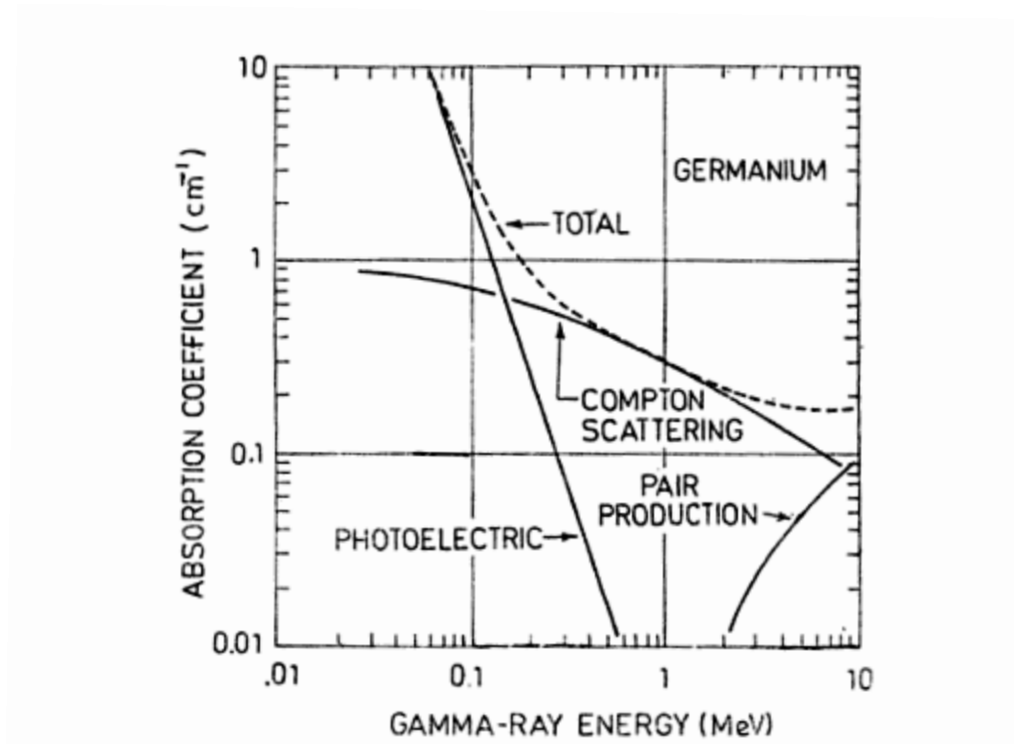


Figura 3. Atenuación de la radiación gamma en función de la energía (germanio)

El estudio de los efectos que las radiaciones inducen en un medio, y más concretamente en tejidos de organismos vivos, requiere de magnitudes y unidades que relacionen la radiación con los efectos que induce.

Al interaccionar la radiación con los átomos de la materia, la radiación pierde energía, es decir, se absorben fracciones de energía. Esta energía absorbida induce en los tejidos una

serie de efecto físico químicos, como rotura de moléculas, creación de radicales libres, que conducen a alteraciones en las células. La energía absorbida es un parámetro importante porque el efecto biológico deriva de la degradación de dicha energía.

El término dosis expresa cantidad de radiación. Como el principal mecanismo de pérdida de energía al interaccionar la radiación con la materia es por ionización, el daño biológico está ligado al número de iones formados. Inicialmente se medía la dosis de radiación a través de la ionización que producía, de ahí el término dosis de exposición, que por recomendaciones de la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), pasó a llamarse exposición. Como la ionización producida por una radiación en un medio no es fácil de medir, se introdujo el concepto de dosis absorbida que relaciona la energía intercambiada entre la radiación y una determinada masa de materia.

La exposición, que se aplica solamente a radiación X o gamma, viene expresada mediante la siguiente ecuación:

$$X = \frac{dQ}{dm} \quad [8]$$

donde,

$X$ , es la exposición y  $Q$  es el valor absoluto de la carga de todos los iones de un mismo signo producidos en un volumen elemental de aire cuya masa es  $m$ .

La unidad en el sistema internacional es el C/kg y la unidad especial utilizada es el Roentgen (R), que equivale a  $2,58 \cdot 10^{-4} C/kg$

La tasa de exposición es el cociente entre la exposición y el tiempo, y su unidad es el R/h.

La dosis absorbida (D) (ICRP, 2007) viene dada por la ecuación,

$$D = \overline{d\varepsilon}/dm \quad [9]$$

donde,

$\overline{\varepsilon}$ , es el valor medio de la energía impartida por la radiación a la materia en un volumen elemental y  $m$  es la masa de la materia contenida en ese volumen.

La energía impartida y por tanto la dosis, depende del tipo de radiación y de su intensidad, así como del tipo de material irradiado.

La unidad de dosis en el SI es el J/Kg, que se denomina Gray (Gy). Se emplea también el rad, que se relaciona con el Gy por cuanto  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$

La tasa de dosis es la variación de la dosis en un intervalo de tiempo y su unidad es el Gy/h, o el rad/h.

Además de las magnitudes físicas, para especificar los límites de exposición se emplean las magnitudes de protección con el fin de garantizar que la incidencia de efectos estocásticos sobre la salud se mantenga por debajo de niveles inaceptables y se eviten reacciones tisulares. Se basan en la dosis absorbida promedio, ( $D_{T,R}$ ) en el volumen de un órgano o tejido específico T debida a la radiación de tipo R. La radiación R se da por tipo y energía de la radiación ya sea incidente en el cuerpo o emitida por radionucleidos que residen dentro de él. La dosis equivalente en un órgano o tejido,  $H_T$  está definida por la siguiente ecuación:

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \quad [10]$$

donde  $w_R$  es el factor de ponderación de la radiación para la radiación R. La suma se realiza para todos los tipos de radiaciones involucradas.

La unidad de dosis equivalente es el J/ kg denominado Sievert (Sv). También se emplea el rem, que se relaciona con el Sv, por cuanto  $1 Sv = 100 rem$

Y si se expresa la Dosis Equivalente en función del tiempo, se obtiene la Tasa de Dosis Equivalente ( $\dot{H}$ ),

$$\dot{H} = \frac{dH}{dt} \quad [11]$$

cuya unidad es el Sv/h, aunque también se emplean fracciones de tiempo menores, como el Sv/s.

El descubrimiento de la fisión sirvió para demostrar que no solo se libera energía, sino que los neutrones liberados producen la fisión de otros núcleos de uranio produciéndose una reacción en cadena, siendo el  $^{235}\text{U}$  el que produce una reacción más eficaz. La aplicación de este descubrimiento es la producción de energía eléctrica en un reactor nuclear. Fermi demostró que utilizando materiales absorbentes se limita la multiplicación de neutrones y por lo tanto se controla de esta forma la reacción nuclear.

Las Centrales nucleares generan energía eléctrica a partir de energía nuclear; es en el núcleo del reactor donde tienen lugar una serie de reacciones nucleares de fisión en cadena, de forma que interacciona un neutrón con un núcleo de elevado número atómico, normalmente  $^{235}\text{U}$ , produciéndose la fisión del mismo en núcleos más pequeños de aproximadamente la mitad de su número másico y la liberación de dos a siete neutrones y energía en forma de calor (Mínguez, 1987).

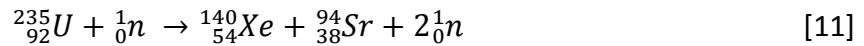
Los componentes fundamentales de un reactor son:

- Combustible, se utiliza un material fisionable, generalmente óxido de uranio enriquecido entre un 3 y un 5 por ciento en  $^{235}\text{U}$ . Este combustible se fabrica en forma de pastillas cerámicas que son introducidas dentro de vainas o barras metálicas, llamadas barras de combustible.
- Moderador, hace disminuir la velocidad de los neutrones rápidos generados en la fisión, puesto que son los neutrones de baja energía los que tienen más probabilidad de producir la fisión y mantener así la reacción. Se utiliza agua, agua pesada, helio, grafito o sodio metálico.
- Elementos de control, actúan como absorbentes de neutrones y permiten controlar la población de neutrones y mantener estable el reactor.
- Refrigerante, extrae el exceso de calor generado por el combustible, circula externamente alrededor de las barras y se emplean refrigerantes líquidos como el agua ligera y el agua pesada o gases como el anhídrido carbónico y el helio.
- Núcleo del reactor, es donde tiene lugar la reacción nuclear, en él están las barras de combustible y las barras de control rodeadas por el moderador, de modo que si las barras de control son insertadas en el núcleo del reactor, la reacción se para y se vuelve a reiniciar al extraerlas.
- Blindaje, se emplea para atenuar la radiación gamma y neutrónica, que son las que presentar mayor poder de penetración, se suele utilizar hormigón, acero o plomo (Shultis, 2007) (Murray, 2014).

Por otro lado, los residuos generados por la fisión del uranio son almacenados dentro de la propia central en piscinas de hormigón especiales para material radiactivo.

Los reactores más utilizados son, de agua a presión (PWR) y de agua en ebullición (BWR), ambos utilizan agua como moderador y refrigerante, aunque el diseño de los mismos es diferente.

Los fragmentos de fisión que se generan en el reactor son altamente inestables, es decir, radiactivos, produciéndose reacciones del tipo



Los elementos generados, por emisión de partículas alfa o beta y conforme a las leyes de desintegración de Soddy y Fajans, se desintegran en otros elementos, así en la Figura 4 se representa la desintegración del  ${}^{140}_{54}\text{Xe}$  que emite una partícula beta, y se transforma en su hijo  ${}^{140}_{55}\text{Cs}$  con un neutrón menos y un protón más, sin variar su masa atómica, de esta forma avanza un puesto en el sistema periódico; éste a su vez emite otra partícula beta y se transforma en  ${}^{140}_{56}\text{Ba}$ , que a su vez emite otra partícula beta y pasa a  ${}^{140}_{57}\text{La}$  y éste por otra emisión beta a  ${}^{140}_{57}\text{Ce}$  que ya es estable. En toda la serie se producen desintegraciones beta negativas (Moller, 1996) (Knolls Atomic Power Lab, 2010).

${}^{139}\text{Ce}$ z: 58 n: 81 Jn: 3/2+ $T_{1/2}$ :137.641 d 0.020	${}^{140}\text{Ce}$ z: 58 n: 82 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :stable	${}^{141}\text{Ce}$ z: 58 n: 83 Jn: 7/2- $T_{1/2}$ :32.508 d 0.013	${}^{142}\text{Ce}$ z: 58 n: 84 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :> 5 10 <sup>16</sup> y	${}^{143}\text{Ce}$ z: 58 n: 85 Jn: 3/2- $T_{1/2}$ :33.039 h 0.006	${}^{144}\text{Ce}$ z: 58 n: 86 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :284.91 d 0.05
${}^{138}\text{La}$ z: 57 n: 81 Jn: 5+ $T_{1/2}$ : 1.02 10 <sup>11</sup> y 0.01 10 <sup>11</sup>	${}^{139}\text{La}$ z: 57 n: 82 Jn: 7/2+ $T_{1/2}$ :stable	${}^{140}\text{La}$ z: 57 n: 83 Jn: 3- $T_{1/2}$ :1.67855 d 0.00012	${}^{141}\text{La}$ z: 57 n: 84 Jn: (7/2+) $T_{1/2}$ :3.92 h 0.03 ecay β- 100%	${}^{142}\text{La}$ z: 57 n: 85 Jn: 2- $T_{1/2}$ :91.1 m 0.5 ecay β- 100%	${}^{143}\text{La}$ z: 57 n: 86 Jn: (7/2)+ $T_{1/2}$ :14.2 m 0.1 ecay β- 100%
${}^{137}\text{Ba}$ z: 56 n: 81 Jn: 3/2+ $T_{1/2}$ :stable	${}^{138}\text{Ba}$ z: 56 n: 82 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :stable	${}^{139}\text{Ba}$ z: 56 n: 83 Jn: 7/2- $T_{1/2}$ :83.06 m 0.28	${}^{140}\text{Ba}$ z: 56 n: 84 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :12.7527 d 0.0023	${}^{141}\text{Ba}$ z: 56 n: 85 Jn: 3/2- $T_{1/2}$ :18.27 m 0.07	${}^{142}\text{Ba}$ z: 56 n: 86 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :10.6 m 0.2 ecay β- 100%
${}^{136}\text{Cs}$ z: 55 n: 81 Jn: 5+ $T_{1/2}$ :13.16 d 0.03 ecay β- 100%	${}^{137}\text{Cs}$ z: 55 n: 82 Jn: 7/2+ $T_{1/2}$ :30.08 y 0.09 ecay β- 100%	${}^{138}\text{Cs}$ z: 55 n: 83 Jn: 3- $T_{1/2}$ :33.41 m 0.18	${}^{139}\text{Cs}$ z: 55 n: 84 Jn: 7/2+ $T_{1/2}$ :9.27 m 0.05 ecay β- 100%	${}^{140}\text{Cs}$ z: 55 n: 85 Jn: 1- $T_{1/2}$ :63.7 s 0.3 ecay β- 100%	${}^{141}\text{Cs}$ z: 55 n: 86 Jn: 7/2+ $T_{1/2}$ :24.84 s 0.16 ecay β- 100%
${}^{135}\text{Xe}$ z: 54 n: 81 Jn: 3/2+ $T_{1/2}$ :9.14 h 0.02 ecay β- 100%	${}^{136}\text{Xe}$ z: 54 n: 82 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :> 3.6 10 <sup>20</sup> y ecay 2β- %	${}^{137}\text{Xe}$ z: 54 n: 83 Jn: 7/2- $T_{1/2}$ :3.818 m 0.013	${}^{138}\text{Xe}$ z: 54 n: 84 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :14.08 m 0.08	${}^{139}\text{Xe}$ z: 54 n: 85 Jn: 3/2- $T_{1/2}$ :39.68 s 0.14 ecay β- 100%	${}^{140}\text{Xe}$ z: 54 n: 86 Jn: 0+ $T_{1/2}$ :13.60 s 0.10 ecay β- 100%

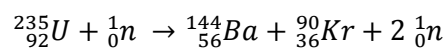
Figura 4. Desintegración de  ${}^{140}\text{Xe}$

El producto de fisión  $^{94}\text{Sr}$  producido según la ecuación anterior, por emisión de una partícula beta pasa a  $^{94}\text{Y}$  y éste a  $^{94}\text{Zr}$ , que ya es estable, como se aprecia en la Figura 5

$^{94}\text{Zr}$ z: 40 n: 54 Jn: 0+ $T_{1/2}$ : stable	$^{95}\text{Zr}$ z: 40 n: 55 Jn: 5/2+ $T_{1/2}$ : 64.032 d	$^{96}\text{Zr}$ z: 40 n: 56 Jn: 0+ $T_{1/2}$ : $2.0 \cdot 10^{19}\text{y}$
$^{93}\text{Y}$ z: 39 n: 54 Jn: 1/2- $T_{1/2}$ : 10.18 h	$^{94}\text{Y}$ z: 39 n: 55 Jn: 2- $T_{1/2}$ : 18.7 m 0.1	$^{95}\text{Y}$ z: 39 n: 56 Jn: 1/2- $T_{1/2}$ : 10.3 m 0.1
$^{92}\text{Sr}$ z: 38 n: 54 Jn: 0+ $T_{1/2}$ : 2.611 h	$^{93}\text{Sr}$ z: 38 n: 55 Jn: 5/2+ $T_{1/2}$ : 7.43 m 0.03	$^{94}\text{Sr}$ z: 38 n: 56 Jn: 0+ $T_{1/2}$ : 75.3 s 0.2

Figura 5. Desintegración de  $^{94}\text{Sr}$

Otra de las reacciones que se producen en el reactor es la siguiente,

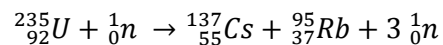


En este caso el  $^{144}_{56}\text{Ba}$ , tras cuatro desintegraciones beta se transforma en  $^{144}_{60}\text{Nd}$  que emite una partícula alfa, es decir emite dos protones y dos neutrones, el núcleo hijo ( $^{140}_{58}\text{Ce}$ ) tiene dos protones menos que el padre, lo que significa que ha retrocedido dos puestos en el sistema periódico y su masa ha disminuido en cuatro unidades, como se puede apreciar en la Figura 6.

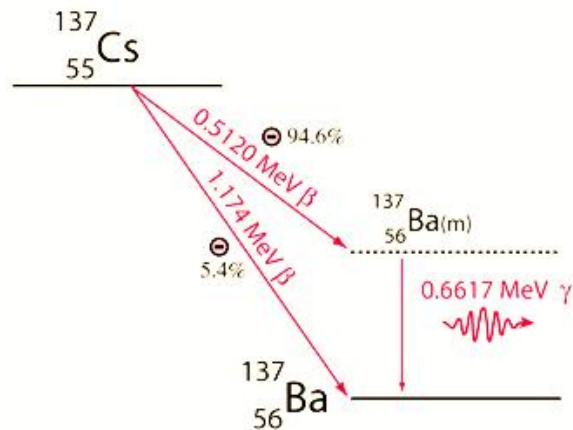
<sup>142</sup> Nd z: 60 n: 82 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>143</sup> Nd z: 60 n: 83 Jn: 7/2- T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>144</sup> Nd z: 60 n: 84 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> : 2.29 10 <sup>15</sup> y	<sup>145</sup> Nd z: 60 n: 85 Jn: 7/2- T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>146</sup> Nd z: 60 n: 86 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>147</sup> Nd z: 60 n: 87 Jn: 5/2- T <sub>1/2</sub> :10.98 d	<sup>148</sup> Nd z: 60 n: 88 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable
<sup>141</sup> Pr z: 59 n: 82 Jn: 5/2+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>142</sup> Pr z: 59 n: 83 Jn: 2- T <sub>1/2</sub> :13.12 h	<sup>143</sup> Pr z: 59 n: 84 Jn: 7/2+ T <sub>1/2</sub> :13.57 d	<sup>144</sup> Pr z: 59 n: 85 Jn: 0- T <sub>1/2</sub> :17.28 m	<sup>145</sup> Pr z: 59 n: 86 Jn: 7/2+ T <sub>1/2</sub> :5.984 h	<sup>146</sup> Pr z: 59 n: 87 Jn: (2)- T <sub>1/2</sub> :24.15 m	<sup>147</sup> Pr z: 59 n: 88 Jn: (5/2+) T <sub>1/2</sub> :13.4 m 0.3
<sup>140</sup> Ce z: 58 n: 82 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>141</sup> Ce z: 58 n: 83 Jn: 7/2- T <sub>1/2</sub> :32.508 d	<sup>142</sup> Ce z: 58 n: 84 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :> 5 10 <sup>16</sup> y	<sup>143</sup> Ce z: 58 n: 85 Jn: 3/2- T <sub>1/2</sub> :33.039 h	<sup>144</sup> Ce z: 58 n: 86 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :284.91 d	<sup>145</sup> Ce z: 58 n: 87 Jn: (5/2-) T <sub>1/2</sub> :3.01 m 0.06	<sup>146</sup> Ce z: 58 n: 88 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :13.52 m
<sup>139</sup> La z: 57 n: 82 Jn: 7/2+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>140</sup> La z: 57 n: 83 Jn: 3- T <sub>1/2</sub> :1.67855 d	<sup>141</sup> La z: 57 n: 84 Jn: (7/2+) T <sub>1/2</sub> :3.92 h 0.03	<sup>142</sup> La z: 57 n: 85 Jn: 2- T <sub>1/2</sub> :91.1 m 0.5	<sup>143</sup> La z: 57 n: 86 Jn: (7/2)+ T <sub>1/2</sub> :14.2 m 0.1	<sup>144</sup> La z: 57 n: 87 Jn: (3-) T <sub>1/2</sub> :40.8 s 0.4	<sup>145</sup> La z: 57 n: 88 Jn: (5/2+) T <sub>1/2</sub> :24.8 s 2.0
<sup>138</sup> Ba z: 56 n: 82 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>139</sup> Ba z: 56 n: 83 Jn: 7/2- T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>140</sup> Ba z: 56 n: 84 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>141</sup> Ba z: 56 n: 85 Jn: 3/2- T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>142</sup> Ba z: 56 n: 86 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>143</sup> Ba z: 56 n: 87 Jn: 5/2- T <sub>1/2</sub> :stable	<sup>144</sup> Ba z: 56 n: 88 Jn: 0+ T <sub>1/2</sub> :stable

Figura 6. Desintegración del <sup>144</sup>Ba

En el siguiente tipo de reacción, que también tiene lugar al producirse la fisión del <sup>235</sup>U, uno de los radionucleidos generados, el <sup>137</sup><sub>55</sub>Cs, produce una emisión gamma, que como indica la tercera ley de Soddy, la emisión gamma no constituye una desintegración propia sino que se produce acompañando a la radiaciones alfa y beta.



De esta forma, el <sup>137</sup><sub>55</sub>Cs producido tras la fisión de uranio, mediante la emisión de una partícula beta, con una intensidad del 94,6%, se transforma en <sup>137m</sup><sub>56</sub>Ba metaestable, que a su vez decae a <sup>137</sup>Ba estable, mediante la emisión de un fotón de 661,7 keV, que es detectado por espectrometría gamma y presenta una intensidad del 85 % respecto a la actividad del Cesio 137. Se presenta un esquema en la Figura 7.

Figura 7. Desintegración de  $^{137}_{55}\text{Cs}$ 

Los isótopos generados, a pesar de tener algunos semividas muy cortas, se están generando continuamente por la reacción en cadena que tiene lugar. De todos los radionucleidos producidos hay algunos que se consideran más peligrosos por las consecuencias biológicas que producen, y son los que están regulados en la normativa europea. Entre ellos hay productos volátiles como  $^{137}\text{Cs}$ , que pertenece al mismo grupo que el potasio, que puede ser captado y transmitido a la cadena alimentaria y presenta una semivida de 30,05 años, ó  $^{131}\text{I}$  que a pesar de tener un período de semidesintegración de 8 días, es rápidamente captado por el tiroides y compite por el iodo natural. Otros presentan una volatilidad intermedia, como el  $^{90}\text{Sr}$  pero al tener las mismas propiedades que el calcio, es absorbido y depositado en los huesos. Sin embargo la probabilidad de liberación no es muy alta debido a su menor volatilidad (Violante, 2008).

La detección de las radiaciones ionizantes está basada en los diferentes procesos de interacción de la radiación con la materia. Los efectos descubiertos en las primeras investigaciones con rayos X y sustancias radiactivas son los principios básicos de detección de las radiaciones.

Una de las primeras técnicas de detección de radiaciones ionizantes fue la basada en el centelleo que éstas originan en el sulfuro de cinc. Estos detectores se basan en la

excitación de las moléculas provocada por la radiación, con emisión de luz que es transformada en impulso eléctrico mediante un tubo fotomultiplicador.

La realización de medidas cuantitativas se consiguió con los detectores gaseosos, desarrollados a principios del siglo XX, que al incidir partículas directa o indirectamente ionizantes, producen la ionización del gas y generan un impulso eléctrico. Los contadores proporcionales supusieron un avance importante en los años cuarenta para detección de radiación gamma de baja energía, sin embargo presentaban una baja eficiencia. Unos años más tarde, los detectores de centelleo de NaI (TI), detectores formados por cristales de yoduro de sodio con impurezas de talio, presentaban una mayor eficiencia y una aceptable resolución energética, permitiendo la separación de fuentes gamma con energías múltiples (Ortega y Jorba, 1996).

Con la aparición de los primeros detectores de semiconductor en los años 60, la espectrometría gamma avanzó notablemente y se consiguió mejorar la resolución energética facilitando la identificación de espectros con múltiples líneas de emisión. Los primeros detectores de Germanio Litio fueron desarrollados por Ewan y Tavendale, la desventaja fundamental de estos detectores era la necesidad de su enfriamiento constante a la temperatura del nitrógeno líquido. Los detectores fabricados con cristales hiperpuros, como el de Germanio ultrapuro (HPGe) evitan este problema, pues solo es necesario el enfriamiento durante su funcionamiento.

Un aspecto a destacar en la utilización y desarrollo de la energía nuclear como fuente eléctrica es la seguridad. Las instalaciones nucleares están diseñadas para que la probabilidad de que ocurran accidentes que puedan afectar al público y al medio ambiente sea muy baja. Para ello existen una serie de planes preventivos, como el plan de emergencia interior que tiene lugar en las propias centrales, para mitigar y reducir sus consecuencias, y en relación con la protección exterior el Plan básico de emergencia en centrales nucleares, PLABEN<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Real Decreto 1428/2009, de 11 de septiembre, por el que se modifica el Plan Básico de Emergencia Nuclear, aprobado por Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio. B.O.E. nº 221 de 12.09.2009 p. 76729 – 76731 Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2009/09/12/pdfs/BOE-A-2009-14502.pdf> (Acceso 2.IV.2015)

Asimismo se realizan programas de vigilancia en el entorno de las instalaciones nucleares, elaborados para el control de la vigilancia radiológica ambiental siguiendo los acuerdos alcanzados en la *Recomendación de la Comisión de 8 de junio de 2000*<sup>2</sup> (2000/473/EURATOM) *relativa a la aplicación del artículo 36 del Tratado del Euratom sobre el control de los índices de radiactividad en el medio ambiente, con vistas a evaluar la exposición del conjunto de la población.*

Los objetivos básicos de estos planes de vigilancia son detectar la presencia y vigilar la evolución de los elementos radiactivos y de los niveles de radiación en el medio ambiente y determinar las causas de los posibles incrementos, estimar el riesgo radiológico potencial para la población, establecer medidas correctoras si fuera necesario, así como garantizar el cumplimiento de los requisitos legales impuestos en las instalaciones y verificar la idoneidad del programa de vigilancia de efluentes, para detectar posibles fugas y de los modelos de transferencia de los radionucleidos al medio ambiente (Consejo de Seguridad Nuclear, 2015a).

Complementario a estas acciones son la realización de ejercicios de simulacro de accidente nuclear, puesto que se circunscriben no solo al ámbito de la propia central sino a la población y a las autoridades civiles, y sirve para ensayar la puesta en práctica de los planes existentes, como el Ejercicio Europeo de emergencia nuclear *Curiex 2013*, en el que participaron equipos de apoyo nacionales e internacionales (Dirección General Protección Civil, 2014)

No obstante y a pesar de los controles exhaustivos que se realizan en el entorno a centrales nucleares, pueden tener lugar desgraciados accidentes que impliquen contaminación a la población y el medio ambiente, como fueron los casos de los accidentes ocurridos en las centrales nucleares de Chernobyl y Fukushima. Ante ellos y

---

<sup>2</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas. <sup>o</sup> L 191 p.0037 – 0046 de 27.7.2000. Disponible en <http://www.boe.es/doue/2000/191/L00037-00046.pdf> (acceso 2.IV.2015)

como respuesta por parte de las instituciones oficiales, se desarrolla, modifica y revisa una legislación europea al respecto que va a garantizar que los alimentos y piensos contaminados con niveles superiores a los establecidos no lleguen a la cadena alimentaria de los consumidores.

## ***II. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO***



El objetivo de este trabajo es el análisis de la normativa regulatoria por parte de la Unión Europea establecida a raíz del accidente nuclear que tuvo lugar en la Central Nuclear de Chernobyl y posteriormente en la Central Nuclear de Fukushima, con el fin de asegurar la protección de la salud de los consumidores europeos de aquellos alimentos, importados de países afectados por la nube radiactiva, que pudieran estar contaminados por la dispersión en la atmósfera de elementos radiactivos. El derecho a la protección de la salud, reconocido en todos los Tratados de los diferentes Estados, y recogido en nuestra vigente Constitución en el artículo 43, ha llevado a la creación de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria mediante el Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento

Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002, para asegurar un nivel elevado de protección de la salud de las personas y de los intereses de los consumidores en relación con los alimentos.

De igual forma, se analiza la normativa adoptada, con posterioridad al accidente de Chernobyl, y antes de ocurrir el accidente de Fukushima, que se hizo necesaria para tener establecidos unos límites de tolerancia en caso de tener lugar otro accidente nuclear o emergencia radiológica. La determinación de los contaminantes radiactivos de mayor trascendencia en alimentos, requeridos en la legislación, se ha realizado por espectrometría gamma.

Para conseguir este objetivo el planteamiento del trabajo ha sido, en primer lugar, el análisis y revisión de la normativa desarrollada para el control de alimentos en forma de Reglamentos y Recomendaciones de las distintas instituciones de la Unión Europea a raíz de dichos accidentes nucleares.

Se estudia, por lo tanto, la evolución de la normativa aprobada como consecuencia del accidente ocurrido en la Central Nuclear de Chernobyl, que se inicia con una primera Recomendación de la Comisión el 6 de mayo de 1986, el Reglamento (CEE) nº 1388/86, de 12 de mayo de 1986, por el que se suspenden las importaciones de una serie de productos originarios de terceros países, y las modificaciones al mismo por medio de los Reglamentos (CEE) nº 1505/86 y (CEE) nº 1603/86, y la aprobación el 30 de mayo del Reglamento (CEE) nº 1707/86, por el que se establecen las tolerancias máximas para alimentos originarios de terceros países como consecuencia del citado accidente. Este reglamento es modificado en lo que respecta a las condiciones de importación en el Reglamento (CEE) nº 1762/86, y prorrogado sucesivamente en los Reglamentos (CEE) nº 3020/86 y (CEE) nº 624/87. Con las mismas tolerancias que el Reglamento inicial (CEE) nº 1707/86 y condiciones de importación diferentes es aprobado el Reglamento (CEE) nº 3955/87, el 22 de diciembre de 1987, modificado en lo que respecta a condiciones de importación en el Reglamento (CEE) nº 1983/88 y posteriormente prorrogado en los Reglamentos (CEE) nº 4003/89 y (CEE) nº 737/90. Aunque el período de vigencia de éste último es el 31 de marzo de 1995, se suceden nuevos Reglamentos donde se listan, bien

productos excluidos del control o productos a los que se aplican, como los Reglamentos (CEE) nº 146/91, (CEE) nº 598/92, (CEE) nº 1518/93 y (CE) nº 3034/94. Es de nuevo prorrogado el Reglamento (CEE) nº 737/90 en el Reglamento (CE) nº 686/95, y aprobado el Reglamento (CE) nº 727/97, con un nuevo listado de productos a los que aplicar la normativa. La aprobación del Reglamento (CE) nº 1661/99, establece los países a los que aplicar la normativa existente así como el control de setas en todas sus presentaciones. Una nueva prórroga del Reglamento (CEE) nº 737/90 queda recogido en el Reglamento (CE) nº 616/2000. La aprobación del Reglamento (CE) nº 1609/2000, supone la publicación del listado de productos a los que aplicar la normativa, y el Reglamento (CE) nº 1661/1999 es modificado en lo que respecta al listado de aduanas de control por los Reglamentos (CE) nº 1627/200 y (CE) nº 1621/2001. La Recomendación de 14 de abril de 2003 recoge una descripción de los productos que continúan contaminados, y de la importancia de continuar con las medidas establecidas, que queda recogido en el Reglamento (CE) nº 1635/2006, donde un nuevo listado de países cuyos productos, fundamentalmente setas, se han de controlar. El Reglamento (CE) nº 737/90 es derogado por la versión codificada que es el Reglamento (CE) nº 733/2008, en las mismas condiciones y establece un período de validez que es prorrogado en el Reglamento (CE) nº 1048/2009, que está en vigor en la actualidad.

También se analiza la regulación del EURATOM que establece las tolerancias en caso de otros accidentes nucleares, iniciado con dos Dictámenes sobre un Proyecto de Propuesta el 25 de febrero de 1987 (87/C 105/06) y el 13 de mayo de 1987 (87/C 180/10) y la Propuesta de Reglamento (87/C 174/09), para concluir en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 que establece unas tolerancias máximas. El listado de productos alimenticios secundarios queda recogido en el Reglamento (EURATOM) nº 944/89, y en el Reglamento (EURATOM) nº 2218/89 se completa el listado de tolerancias establecidas. Las condiciones de exportación de productos alimenticios en caso de un accidente nuclear no son reguladas por el EURATOM, sino por el Consejo de las Comunidades Europeas en el Reglamento (CEE) nº 2219/89 y por último el Reglamento (EURATOM) nº 770/90, regula las tolerancias para piensos.

El inicio de la normativa desarrollada tras el accidente que tuvo lugar en la Central Nuclear de Fukushima el 11 de marzo de 2011, se plasma en el Reglamento (UE) nº 297/2011, de 25 de marzo de 2011, que establece como tolerancias máximas para alimentos y piensos procedentes de Japón las establecidas en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87, aprobado en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica. Las tolerancias son reducidas en el posterior Reglamento (UE) nº 351/2011, que modifica al anterior, conforme a los umbrales de intervención establecidos en Japón. En función de los niveles de radionucleidos existentes en alimentos en las diferentes prefecturas de Japón, siempre a tenor de la información suministrada por las Autoridades japonesas, tienen lugar modificaciones que se recogen en los Reglamentos (UE) nº 506/2011 y (UE) nº 657/2011. La aprobación del Reglamento (UE) nº 961/2011, establece condiciones de importación, tolerancias máximas, que son las ya existentes y período de vigencia, y deroga el primer Reglamento (UE) nº 297/2011. La aprobación del Reglamento (UE) nº 1371/2011 implica la retirada de una de las prefecturas del control y la prórroga del Reglamento (UE) nº 961/2011 y el Reglamento (UE) nº 250/2012 supone modificación en las condiciones de importación y nueva prórroga del Reglamento en vigor. El establecimiento de nuevas tolerancias más restringidas hace aprobar el Reglamento (UE) nº 284/2012, derogando el que estaba en vigor. La incorporación de una nueva prefectura, modifica éste último Reglamento en el (UE) nº 561/2012, y modificaciones en los productos a controlar quedan recogidos en el Reglamento (UE) nº 996/2012. El control específico de hongos de determinadas prefecturas se regula en el Reglamento (UE) nº 495/2013, y la continuidad en el seguimiento de los niveles queda reflejado en el Reglamento (UE) nº 322/2014.

Por otro lado, se realiza un estudio de la idoneidad de la técnica analítica a emplear, espectrometría gamma y los equipos utilizados.

Se determina la contaminación radiactiva en una selección de alimentos importados, procedentes de países afectados por el accidente de Chernobyl, desde el 12 de mayo de 1986 hasta el 30 de junio de 2015.

Y por último, el estudio de la contaminación radiactiva de los alimentos importados procedentes de zonas afectadas por el accidente de Fukushima, desde el 29 de abril de 2011 al 30 de junio de 2015, que presenta diferencias a destacar, en cuanto a los resultados analíticos con respecto al accidente de Chernobyl.



***III.ACCIDENTES NUCLEARES Y  
NORMATIVA***



La energía nuclear es una alternativa a los combustibles fósiles y constituye un elemento esencial de la combinación energética de muchos Estados miembros. Sin embargo, a raíz de los accidentes de Chernobyl y de Fukushima, ha surgido una intensa polémica en torno a la energía nuclear. La decisión de Alemania de eliminar progresivamente la energía nuclear para el año 2020 y el cierre temporal de dos reactores belgas como consecuencia del descubrimiento de fisuras en sus vasijas han aumentado la presión en favor del abandono de la energía nuclear en Europa. Sin embargo, corresponde únicamente a los Estados miembros decidir acerca del uso de la energía nuclear. No obstante, en la Unión Europea se están realizando grandes esfuerzos para mejorar las normas de seguridad de

las centrales nucleares y garantizar una manipulación y eliminación seguras de los residuos nucleares.

Se considera accidente nuclear la emisión involuntaria e imprevista de materiales radiactivos susceptibles de comprometer seriamente la salud de la población. Aunque estos accidentes pueden tener lugar en diversos establecimientos, centrales nucleares, hospitales, laboratorios de investigación, etc, sólo se considerarán en esta memoria los accidentes producidos en centrales nucleares. Si tenemos en cuenta que la primera central nuclear entró en funcionamiento en Óbninsk, antigua URSS, el 26 de junio de 1954 y que el primer accidente en una central nuclear ocurrió el 29 de septiembre de 1957 en la central soviética de Cheliabinsk-40, se puede deducir que el funcionamiento de las centrales nucleares lleva aparejado un riesgo potencial de accidente de mayor o menor repercusión sobre la salud de la población.

Una explosión en la central de Cheliabinsk-40, próxima a los Montes Urales (URSS), el 29 de septiembre 1957 dio lugar a la contaminación de una gran área de terreno con materiales radiactivos y constituye uno de los primeros accidentes graves en una instalación nuclear que implica la dispersión de material radiactivo al medio ambiente en general. Grandes áreas de cultivo, así como asentamientos rurales tuvieron un alto grado de contaminación, lo que hizo necesario el desarrollo e implementación de diversas medidas para mitigar las consecuencias del accidente. Es el tercer accidente más grave que se ha producido en la historia, detrás de los de Chernobyl y Fukushima, y recibe el nivel 6 según la escala Escala Internacional de Sucesos Nucleares, INES (Consejo Seguridad Nuclear, 2014). Un total de 10.000 personas fueron evacuadas y decenas de miles quedaron expuestas a la radiación. El 29 de septiembre, los sistemas de refrigeración de un tanque de almacenamiento de residuos fallaron y la temperatura comenzó a subir dentro del tanque. La evaporación del líquido refrigerante en el tanque y la alta temperatura de decenas de toneladas de residuos dio lugar a una explosión que provocó una importante pérdida en la integridad del tanque y la proyección de material radiactivo en el entorno. La pluma alcanzó una altitud de unos 1.000 metros y el resultado fue una amplia dispersión del material. Aproximadamente el 90% de los 740 PBq de productos de fisión mixta liberados se depositaron en forma de partículas a menos de 5 km, mientras

que el resto del material radiactivo se depositó en forma de lluvia seca sobre un área de 30-50 km de ancho y 300 km de longitud que se extendió de norte a noreste del centro de producción de Mayak. Además de la radiación externa que recibió la población de la zona, después del accidente la vía de contaminación principal fué a través de los alimentos de la zona, como la leche de animales que consumían pastos contaminados, la harina obtenida a partir de grano también contaminado y el agua obtenida de los embalses próximos (Norwegian Radiation Protection Authority, 2007).

El incendio que se produjo el 10 de octubre de 1957 en Windscale a lo largo del Mar de Irlanda, en Inglaterra, fue un accidente dentro del programa nuclear militar británico. Para seguir siendo una gran potencia, Inglaterra había decidido poner en marcha en 1945 un programa para producir plutonio para bombas atómicas. El accidente se debió a la falta de conocimientos que tenían en ese momento los ingenieros y físicos sobre el comportamiento del grafito irradiado a temperaturas relativamente bajas. Desde el inicio habían observado la liberación espontánea de la energía y para evitar que la temperatura aumentara excesivamente se llevaban a cabo "recocidos" periódicos. El día 10 de octubre de 1957, una liberación de energía demasiado rápida desencadenó un incendio de elevada magnitud y se liberaron a la atmósfera productos de fisión. Gracias a los esfuerzos de los operarios, el fuego se pudo controlar y se evitó el desastre. Cuando se descubrió que se habían liberado a la atmósfera compuestos radiactivos, y en especial el  $^{131}\text{I}$ , se tomaron medidas para prohibir el consumo de leche en un área de 200 millas cuadradas alrededor de Windscale. Estas medidas, las primeras de su clase, tuvieron el efecto de reducir las consecuencias del accidente sobre la salud. Aunque todavía hay controversias acerca de la cantidad de radiactividad liberada y los efectos de estos vertidos, las estimaciones más pesimistas llevan a un cierto número de muertes debido a la radiación que pudiera, no obstante, haberse debido a otras causas. Hoy en día no volvería a ocurrir un incendio similar, incluso con los reactores ingleses como Magnox o AGR que siguen utilizando grafito como moderador pues el aire refrigerante del grafito ha sido sustituido por el gas dióxido de carbono que sofoca el incendio (Arnold, 2007)

El accidente nuclear de la central nuclear de Three Mile Island (Pensilvania) se produjo el 28 de marzo de 1979. Tuvo lugar en el segundo reactor de la central, un reactor de agua a

presión. Una combinación de fallos en los equipos de la central y de errores de operarios de la misma produjo una pérdida de refrigerante y una fusión parcial del núcleo en tal reactor. Fue el peor accidente nuclear de la historia en Estados Unidos, clasificado como de nivel 5 en la Escala INES. Algunos gases radiactivos se expandieron por el ambiente unos días después del accidente, pero no hubo heridos, ni efectos sobre la salud de la población de forma inmediata. Las emisiones de radiación durante el accidente fueron mínimos, muy por debajo de los niveles que se han asociado con efectos sobre la salud de la exposición a radiación. La dosis media de radiación a 10 millas de la planta fue de 0,08 mSv. Este accidente motivó la futura mejora de la seguridad de las centrales nucleares, definiéndose medidas correctoras que se han ido incluyendo en todos los países con instalaciones nucleares, además del desarrollo de programas de formación y entrenamiento del personal de la instalación (World Nuclear Association, 2014a).

En España, el incidente de la central nuclear de Vandellós I (Tarragona), que tuvo lugar el día 19 de octubre de 1989, fue clasificado como nivel 3 en la Escala INES, ya que no se produjo escape de productos radiactivos al exterior, ni fue dañado el núcleo del reactor ni tampoco hubo contaminación dentro del emplazamiento. El 24 de noviembre de 1989, el antiguo Ministerio de Industria y Energía español resolvió suspender el permiso de explotación de la central. Se inició su desmantelamiento parcial en virtud de la Orden Ministerial de fecha 28 de enero de 1998. Esta orden transfería la titularidad de la instalación a Enresa, a la vez que autorizaba la ejecución de las actividades de desmantelamiento reflejadas en el Plan de Desmantelamiento y Clausura de Vandellós I, PDC. La finalización de la primera de las fases de desmantelamiento contempladas en el proyecto dejó el cajón del reactor, ya descargado de sus elementos combustibles, en un período de espera y decaimiento denominado fase de latencia. Tras este período, cuya duración se estima en unos 25 años, se procederá a desmontar y desmantelar el cajón del reactor y resto de estructuras de la instalación, con el objeto de liberar la totalidad de los terrenos del emplazamiento. La Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de fecha 17 de enero de 2005, autorizó el comienzo de la fase de latencia de la instalación nuclear, quedando Enresa, empresa que gestiona los residuos radiactivos en España, como titular de la misma y responsable de la ejecución de las actividades de vigilancia y mantenimiento. Desde ese

momento y de forma periódica se están realizando las correspondientes inspecciones por parte de los inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear, cuyas actas aparecen publicadas en la página web del Consejo de Seguridad Nuclear (2015c).

Con la firma de los «Tratados de Roma» de 25 de marzo de 1957, se establecía una Comunidad Económica Europea (CEE) y una Comunidad Europea de la Energía Atómica, más conocida con el nombre de Euratom. Ambos fueron ratificados sin problemas por los Estados nacionales y entraron en vigor a partir del 1 de enero de 1958. Con la creación de la Comunidad Europea de la Energía Atómica, o Tratado de EURATOM, posteriormente, modificándose y consolidándose (Unión Europea, 2010) así como aceptándose en los países que más tarde se incorporaron a la Comunidad Europea, como fuera el caso del Reino de España<sup>3</sup> se favorecería ya desde la misma fecha de creación el crecimiento de las centrales nucleares y se establecía desde entonces la normativa para asegurar la seguridad de la población en materia nuclear debiéndose realizar controles de radiactividad en aire, agua y suelo.

Sin embargo, un hecho a destacar fue que la normativa en lo que respecta a los límites permitidos para alimentos tuvo que realizarse a partir del accidente de Chernobyl para evitar que los ciudadanos de los Estados miembros consumieran alimentos procedentes de países terceros afectados por la nube radiactiva. La normativa surgida se puede agrupar en cuatro bloques:

- Normativa relativa a las consecuencias del accidente de Chernobyl
- Normativa relativa a las directrices de actuación en caso de cualquier accidente nuclear ( EURATOM)
- Normativa surgida a las consecuencias del accidente de Fukushima
- Normativa e iniciativas para gestionar posibles accidentes nucleares u otras situaciones de emergencia radiológica.

Aunque se describen de forma concatenada para seguir un orden cronológico.

---

<sup>3</sup> Por Instrumento de 20 de septiembre de 1985 («BOE» núm. 1, de 1 de enero de 1986; corrección de errores en «BOE» núm. 256, de 25 de octubre de 1986), se ratifica la adhesión de España a la Comunidad Europea de la Energía Atómica en base a la autorización concedida por la Ley Orgánica 10/1985, de 2 de agosto («BOE» núm. 189, de 8 de agosto). Disponible en [http://www.boe.es/legislacion/enlaces/documentos/ue/Tratados\(0476-0576\).pdf](http://www.boe.es/legislacion/enlaces/documentos/ue/Tratados(0476-0576).pdf) (Acceso 30.VI.2014)

La normativa se inicia con una Recomendación seguida de Reglamentaciones dictadas por la CEE (Comunidad Económica Europea, actualmente Unión Europea) que marcan las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente de Chernobyl.

Posteriormente en la Convención sobre Asistencia en caso de Accidente Nuclear o Emergencia Radiológica, (Viena, 26 de septiembre 1986) se aprueba la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares.

El Euratom aprueba un Reglamento en diciembre de 1987 y sucesivas modificaciones relativos a las tolerancias máximas de contaminación radiactivos en productos alimenticios y piensos tras un accidente nuclear.

El accidente en la Central Nuclear de Fukushima da lugar a partir del 25 de marzo de 2011 a Reglamentos en los que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón incluidos los productos pesqueros

## **II.1 ACCIDENTES NUCLEARES**

La energía nuclear ha sido denostada por determinados sectores de la población como consecuencia de los accidentes nucleares ocurridos a partir del año 1957 y descritos previamente. Con el fin de proteger a la población y al medio ambiente de la consecuencia de dichos accidentes, las autoridades competentes han ido desarrollando una normativa apropiada.

El accidente ocurrido el 26 de abril de 1986 en la Central Nuclear de Chernobyl, situada en Prypyat, a 18 km de la ciudad de Chernobyl y a 100 km al norte de Kiev, produjo la emisión a la atmosfera de una cantidad significativa de radionucleidos al producirse la explosión en el reactor número 4, hecho que contaminó más de 200.000 km<sup>2</sup> de Europa puesto que la explosión proyectó los radionucleidos a una altura superior a 1000 metros, de ahí su propagación en suelos, aire y alimentos.

Se trataba de un reactor nuclear tipo RBMK-1000, denominación que los soviéticos dan a un tipo de reactores de gran potencia del tipo canal, utilizados solo en la Unión Soviética. Están refrigerados por agua y moderados por grafito y utilizan como combustible dióxido de uranio ligeramente enriquecido al 2%. Su diseño es diferente al resto de los reactores existentes pues aunque utiliza agua en ebullición, y el vapor producido alimenta directamente a las turbinas, se emplea un sistema de presión para bombear el agua hasta la parte inferior de los canales de combustible, que a través de los tubos de presión, se convierte en vapor para cerrar el ciclo. Un esquema del mismo se presenta en la Figura 8 (World Nuclear Association, 2014b)

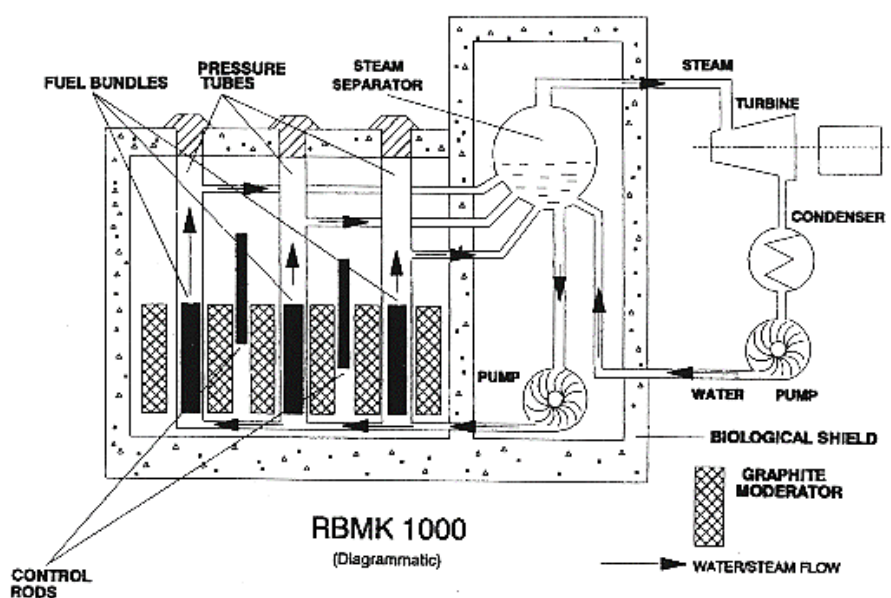


Figura 8. Reactor tipo RBMK 1000

El accidente tuvo lugar durante una parada técnica programada en el reactor con la intención de comprobar cuánto tiempo la turbina de vapor continuaría generando energía una vez cortada la afluencia de vapor, puesto que en caso de avería, las bombas refrigerantes de emergencia necesitan de un mínimo de potencia para ponerse en marcha al desconocerse si una vez cortada, la inercia de la turbina podía mantener las bombas funcionando. Para la realización de esta prueba era necesario no parar totalmente el reactor para evitar que el  $^{135}\text{Xe}$ , producto de la fisión, absorbiera los neutrones generados que detendrían la reacción. Con el fin de disminuir la potencia se introdujeron las barras de control pero por un error en la programación de la potencia, ésta bajó más de lo previsto y con el fin de impedir que se produjera el fenómeno conocido como envenenamiento del Xenón, lo que pararía la reacción, se sacaron precipitadamente demasiadas barras de control, produciéndose un aumento brusco de potencia y, por consiguiente, la explosión del reactor con la liberación al exterior de los productos de fisión.

Debido a las condiciones meteorológicas existentes en relación con la transferencia de la masa de aire, la nube que se formó en el momento del accidente dejó una estela radiactiva sobre toda la zona al oeste y al norte de la central. Este accidente no fue comunicado públicamente y dos días más tarde fue detectada la contaminación por un trabajador en la planta nuclear de Forsmark, en Suecia, descubrimiento que fue clave para forzar a las autoridades soviéticas a informar sobre la catástrofe de Chernobyl (Bryan, 2003).

Según un informe del Centro Finés para la Seguridad Nuclear y Radiactiva, Radiation and Nuclear Safety Authority, el tiempo en Europa la mañana del 26 de abril estaba dominado bajo las altas presiones al oeste de la Unión Soviética y por una zona de baja presión que iba desde Islandia hasta el noroeste de Europa. A lo largo del día se formó una baja presión en Escandinavia que rápidamente llegó al mar noruego y una masa de aire cálido llegó al sur de Finlandia. Este aire cálido se extendió a casi todo el país a primeras horas del día 27 de abril.

El tiempo en la zona de Chernobyl cuando ocurrió el accidente era de alta presión atmosférica, los vientos eran muy débiles y su dirección variable, con formación de niebla a lo largo de la

noche. La velocidad del viento variaba entre 30 y 60 km/h, siendo más elevada en la atmósfera y, por lo tanto, llegando a alcanzar Finlandia a las 24 horas después del accidente.

El Instituto Hidrológico y Meteorológico sueco realizó un estudio de la distribución de la pluma radiactiva originada en Chernobyl, de acuerdo con la información meteorológica disponible (Persson, 1987). Como la liberación de material radiactivo fué desconocida entre el 26 de abril al 5 de mayo, dado que las autoridades soviéticas únicamente anunciaron la extinción del incendio el 5 de mayo, sin ninguna información adicional acerca de las explosiones sucedidas, la localización de la pluma solo indica la posible contaminación existente.

Las cálculos se realizaron a dos alturas, a 1500 m y 750 m, encontrándose la contaminación, en una primera fase del accidente, en los niveles más altos de la atmósfera, principalmente a 1500 m. Más tarde la contaminación se localizó a niveles más bajos, del orden de 750 m, y depositándose en el suelo en forma de aerosoles por la lluvia. Las partículas más pesadas se situaban en zonas cercanas al accidente por deposición gravitatoria.

Se ha podido concluir que las direcciones que tomó la pluma se agruparon en cinco períodos y por zonas

- En el área de Escandinavia, Finlandia y el Báltico, la emisión del 26 de abril llegó entre el 27 y el 30 de abril
- En el área del este de Europa central, sur de Alemania, Italia y la antigua Yugoslavia la emisión del 27 de abril llegó entre el 28 de abril y el 2 de mayo
- En Ucrania y zonas situadas al este, la emisión del 28 y 29 de abril llegó entre el 28 de abril y el 2 de mayo
- En la zona de los Balcanes, Rumania y Bulgaria, la emisión que tuvo lugar entre el 29 y 30 de abril, llegó del 1 al 4 de mayo
- En la zona del Mar negro y Turquía, la emisión del 1 al 4 de mayo llegó a partir del 2 de mayo y más tarde.

La liberación mayor tuvo lugar en los dos primeros períodos de emisión, los días 26 y 27 de abril. El estudio de la dirección de la pluma finaliza a los cinco días por la dificultad en el cálculo del movimiento de las partículas emitidas. Se realizaron mapas que indican cómo se iría

desplazando la pluma a lo largo de esos días, pero es probable que la mayoría de la liberación tuviera lugar en los dos primeros períodos que corresponden con los mapas que se indican en las Figuras 9, 10 y 11. Se representa en línea continua la altura de 1500 m y en línea discontinua la de 750 m. El paso del tiempo en horas se refiere a la altura de 1500 m y en la primera figura la línea fin indica un área de incertidumbre debido a la presencia de vientos débiles y variables (World Health Organization, 1986)

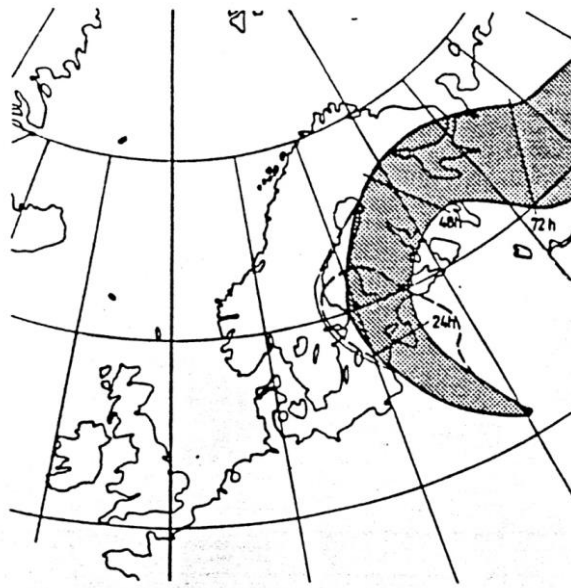


Figura 9. 26 de abril de 1986 00:00 horas GMT

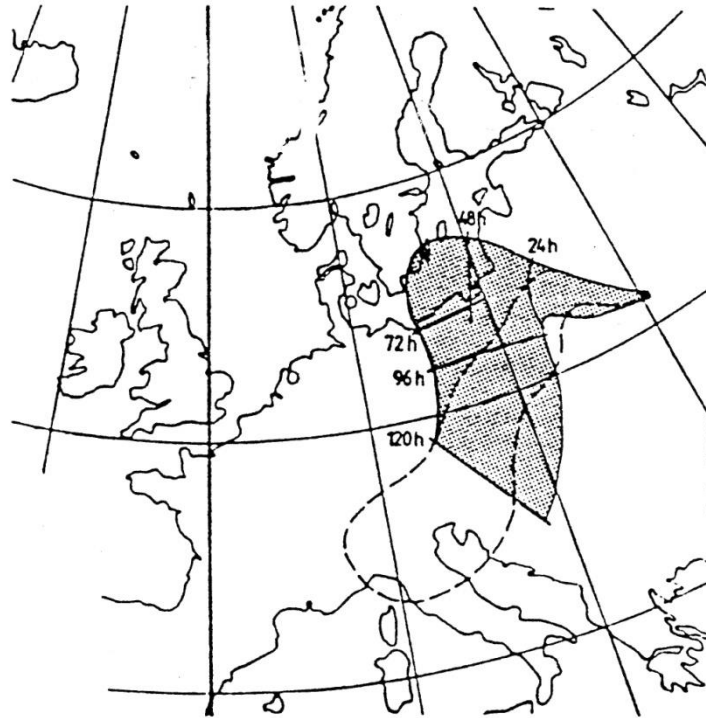


Figura 10. 27 de abril de 1986 00:00 horas GMT

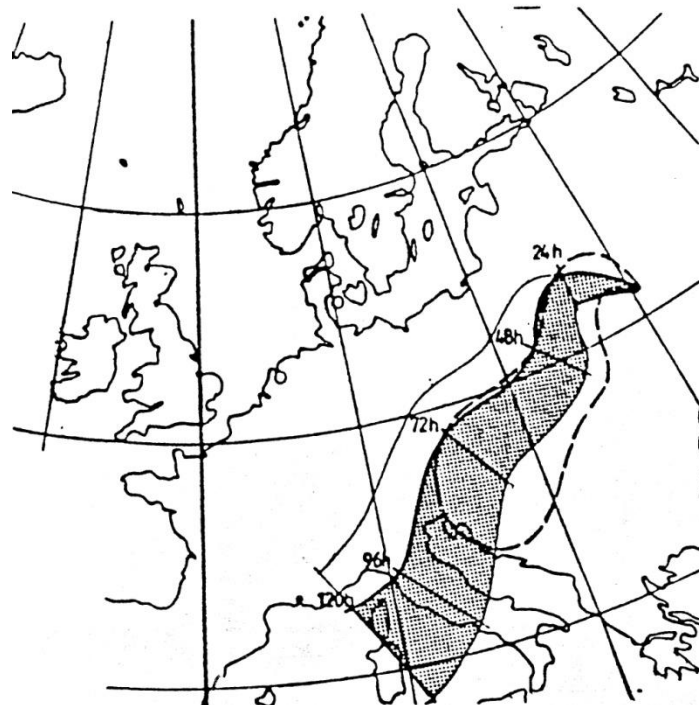


Figura 11. 27 de abril de 1996. 12:00 horas GMT

Durante los diez días siguientes continuó una intensa liberación de gases y aerosoles radiactivos que contaminaron el terreno en distintas direcciones y a considerables distancias de la central. El 6 de mayo de 1986 se estimó que la liberación total de sustancias radiactivas, excluidos los gases nobles radiactivos, era de aproximadamente 1,9 EBq (exabequerelios,  $10^{18}$  Bq), el 3,5% del total de radionucleidos existentes en el reactor en el momento del accidente. La liberación de los radionucleidos más significativos desde el punto de vista biológico, como  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  y  $^{137}\text{Cs}$ , fueron del orden de PBq (petabequerelios,  $10^{15}$  Bq).

El pueblo de Pripjat se contaminó gradualmente, de forma que la tasa de dosis de radiación gamma fue aumentando desde las 9 de la noche del 26 de abril hasta las 7 de la mañana del 27 de abril, llegando a alcanzarse entre 180 y 300 mR/h. Se tomó la decisión de evacuar Pripjat y algunas poblaciones cercanas ante los pronósticos de que la exposición externa recibida por la población durante los primeros días del accidente podría exceder el nivel utilizado en la Unión Soviética como criterio para adoptar la decisión de introducir medidas de emergencia para proteger a la población. Incluso se llegaron a alcanzar tasas del orden de varios Roentgen/hora, aunque el 6 de mayo los niveles habían disminuido aproximadamente a un tercio (Llyin, 1987).

La Comisión de Investigación de la Unión Soviética informó de la muerte de dos trabajadores aunque no a causa de la exposición a la radiación, y 18 de ellos estuvieron expuestos a dosis muy altas. La evacuación del área de Chernobyl tuvo lugar el 27 de abril a las 14:00 horas, y no informó de las consecuencias que tuvo la exposición. La integración de las curvas de la variación de la situación radiológica en diversos distritos de Pripjat y su comparación con los datos obtenidos directamente de las lecturas de los dosímetros personales utilizados por los integrantes de los servicios de seguridad radiológica y los equipos de emergencia, indicaron que la dosis máxima recibida por los grupos de mayor riesgo entre los habitantes del pueblo podía haber ascendido a 0,1 gray (Gy) para la radiación externa y a cerca de 1 Gy para la radiación beta en la piel. Fue clasificado como nivel 7 de la escala INES.

Valerie Legasov, científico soviético y miembro de la Academia de las Ciencias de la Unión Soviética, formó parte del Comité de Investigación del accidente y dio a conocer los mapas de la

contaminación que supuso la liberación del material radiactivo, entre los días del 26 de abril al 5 de mayo, como se indica en la Figura 12 (Segerstahl, 1991)

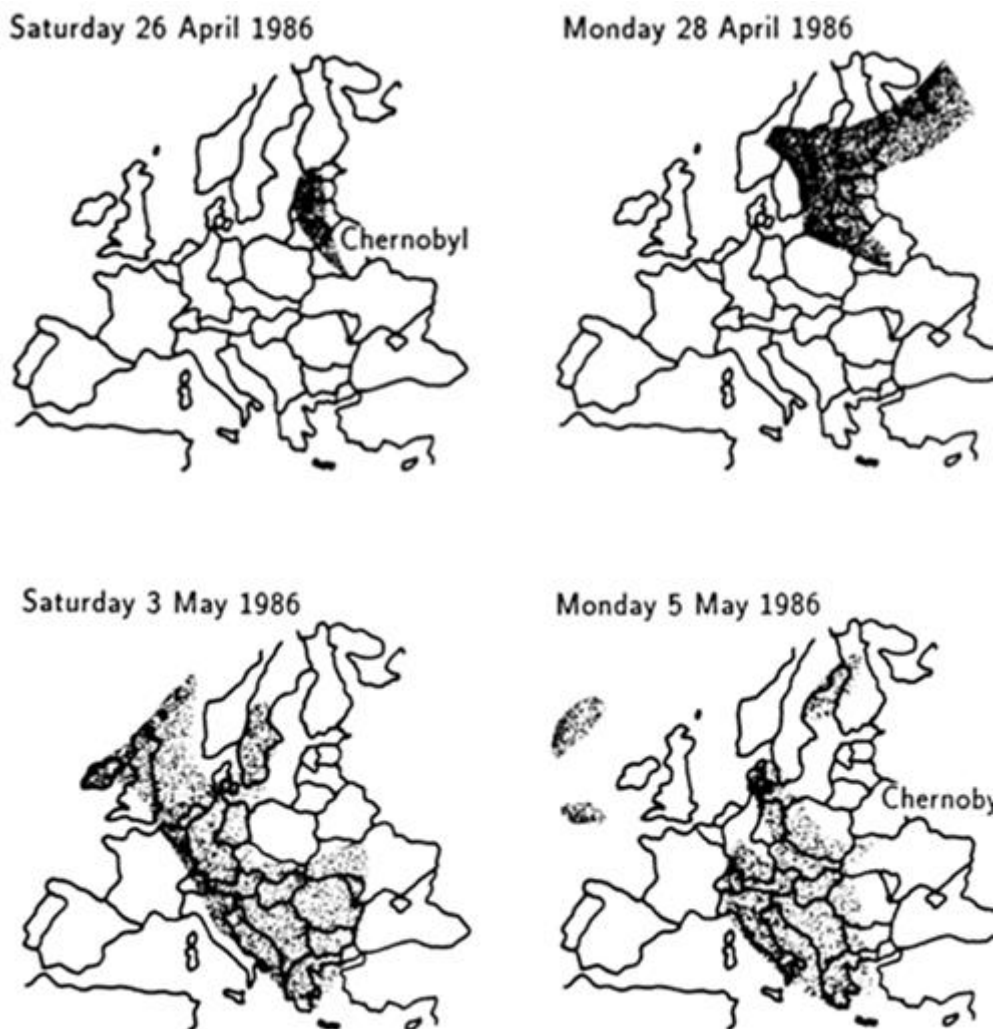


Figura 12. Zonas afectadas según la distribución cronológica de la pluma radiactiva

En la Figura 13 se aprecia la situación de la central nuclear y la contaminación superficial de  $^{137}\text{Cs}$  en los diferentes países, expresada en  $\text{KBq}/\text{m}^2$ , completada con la Tabla I (International Atomic Energy Agency, 2006).

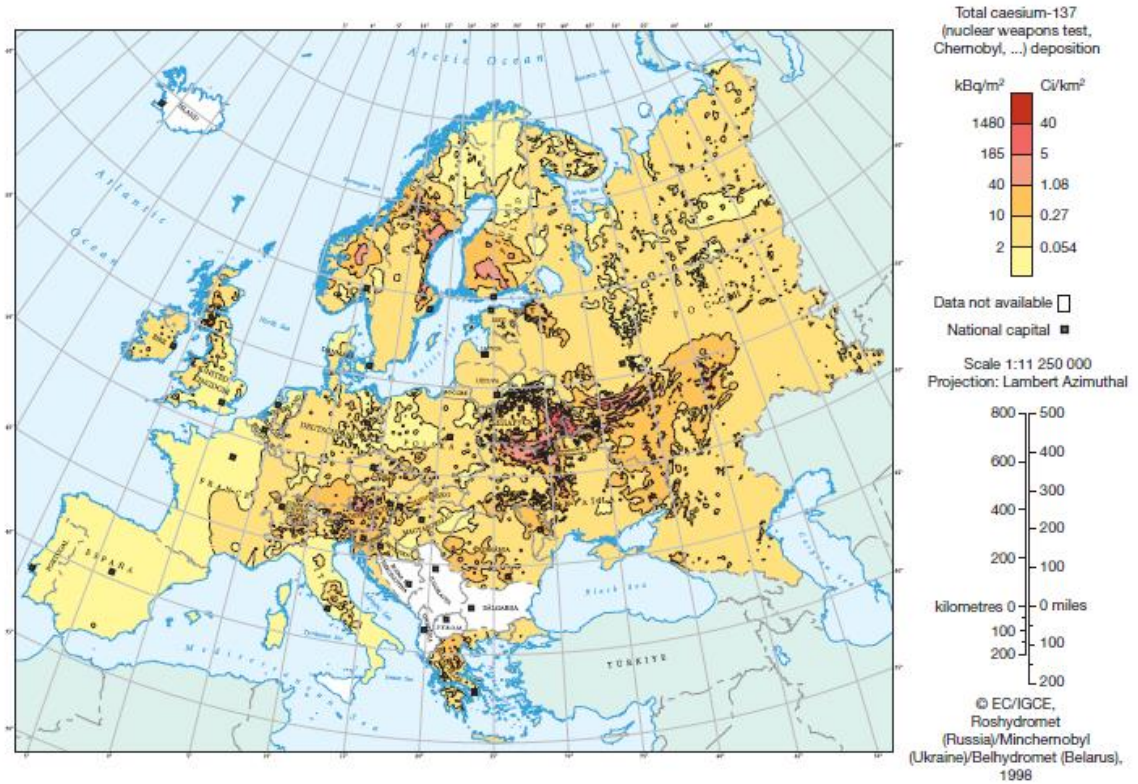


Figura 13. Distribución de la contaminación con <sup>137</sup>Cs en Europa en el año 1986

Tabla I. Áreas contaminadas con <sup>137</sup>Cs en el año 1986 expresado en kBq/m<sup>2</sup>

País	37-185 kBq/m <sup>2</sup>	185-555 kBq/m <sup>2</sup>	555-1480 kBq/m <sup>2</sup>	>1480 kBq/m <sup>2</sup>
Federación Rusa	49800	5700	2100	300
Bielorrusia	29900	10200	4200	2200
Ucrania	37200	3200	900	600
Suecia	12000	--	--	--
Finlandia	11500	--	--	--
Austria	8600	--	--	--
Noruega	5200	--	--	--
Bulgaria	4800	--	--	--
Suiza	1300	--	--	--
Grecia	1200	--	--	--
Eslovenia	300	--	--	--
Italia	300	--	--	--
Moldavia	60	--	--	--

En la propia Figura 13, se observa que hay países de los que no se tienen datos disponibles, entre los que están Bulgaria, Albania y la antigua Yugoslavia (Bosnia, Croacia, Eslovenia, Macedonia, Montenegro y Serbia).

El accidente produjo consecuencias adversas a corto y largo plazo para las personas y el medio ambiente, también tuvo un impacto psicosocial y económico en las poblaciones afectadas e influyó negativamente en el mundo de la industria nuclear.

Para proteger a los consumidores, la Unión Europea, entonces CEE, prohibió la importación de alimentos de países procedentes de zonas afectadas por la nube radiactiva, en primer lugar y después limitó la actividad de los mismos, tal como se describe en la presente Memoria.

Por otro lado, nos ocupamos de lo que fue ya más recientemente el accidente de la Central Nuclear de Fukushima Daiichi, a consecuencia del terremoto que tuvo lugar el 11 de marzo de 2011, próximo a la costa noreste de Japón y el posterior tsunami. En la Figura 14 se representa (CSN, 2015) un plano de la situación de la central respecto de la capital, Tokyo (The National Diet of Japan, 2012)

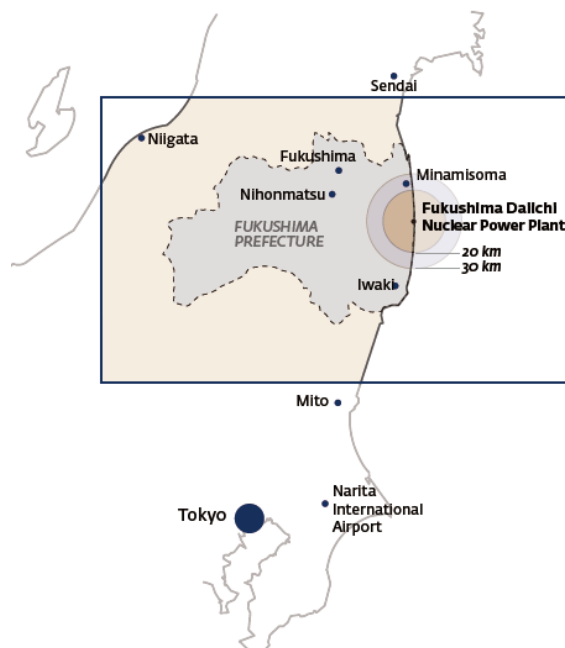


Figura 14. Emplazamiento de la Central Nuclear de Fukushima Daiichi.

Los reactores de esta Central son del tipo BWR (Lamarsh, 2001). Este tipo de reactor aprovecha la energía térmica desprendida por la fisión para hacer hervir el agua contenida en la propia vasija del reactor y que está en contacto con las barras de combustible. Ese agua actúa, además, como moderador de la reacción nuclear. En la Figura 15 se presenta un esquema de tal tipo de reactor BWR.

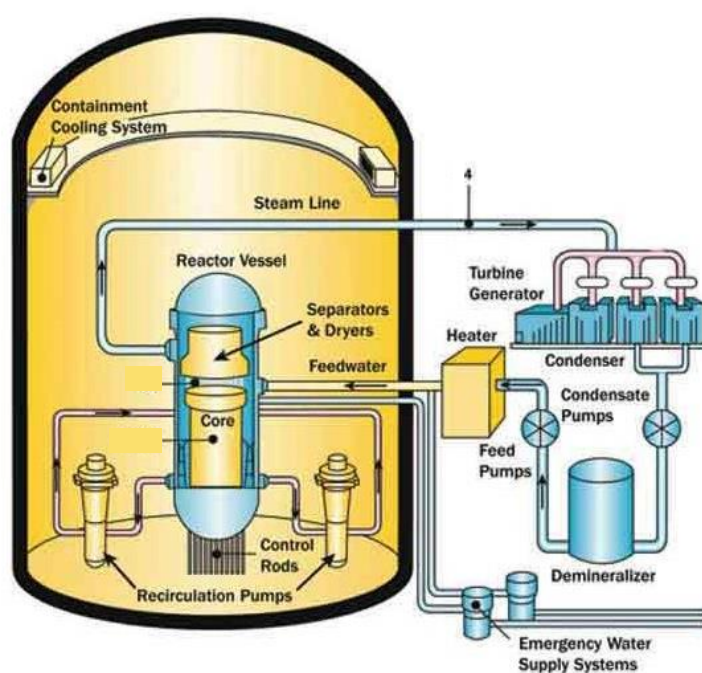


Figura 15. Reactor tipo BWR

De esta manera, el calor producido en el núcleo del reactor produce vapor que hace girar la turbina que, a su vez, mueve un alternador que produce la electricidad. El vapor al salir de la turbina pasa a un condensador que lo vuelve a convertir en agua líquida, y que una vez calentada a temperatura adecuada, se vuelve a bombear a la vasija del reactor. Las centrales nucleares de agua en ebullición tienen dos circuitos de agua independientes entre sí, el circuito

de agua/vapor, que está en contacto con las barras de combustible y el circuito de refrigeración exterior, que entra en contacto con el medio ambiente circundante.

Cuando tuvo lugar el terremoto, tres de los seis reactores de los que disponía la central estaban parados por motivos de mantenimiento y tras el terremoto se paró el resto. Para enfriar los reactores, y al no poderse disponer de energía eléctrica se utilizaron generadores que fallaron al llegar el tsunami. La falta de refrigeración produjo la fusión del núcleo de los reactores. Se fueron sucediendo incendios y el combustible gastado almacenado en las piscinas se empezó a sobrecalentar reduciéndose el nivel de agua. Los medios que emplearon al producirse nuevas explosiones no fueron efectivos, todos los reactores estaban dañados así como las barras de combustible de dos de ellos.

A consecuencia de esto se decretó el estado de emergencia en las 11 centrales nucleares de Japón de las prefecturas de Miyagi, Fukushima e Ibaraki, y se pararon diferentes unidades de las Centrales de Onagawa, Daichi y Tokai. Las autoridades de Japón decidieron el mismo día 11 la evacuación preventiva en un radio 3 km alrededor de la planta, y se fue ampliando hasta llegar el día 15 a 30 km. Los trabajadores de la planta sufrieron exposición a radiación en varias ocasiones y fueron evacuados temporalmente. El accidente se clasificó inicialmente de nivel 4 en la Escala Internacional de Eventos Nucleares.

Las explosiones sucedidas a lo largo de los días en los demás reactores se intentaron controlar con agua de mar mezclada con bórico, o lanzando agua desde un helicóptero. También se rellenaron las piscinas con agua destilada e incluso se pusieron en funcionamiento generadores eléctricos con cables de 1 km de longitud.

El día 18 se elevó a 5 el nivel de emergencia y el hallazgo de  $^{131}\text{I}$  en la prefectura de Fukushima el 20 de marzo hizo que el gobierno japonés anunciara el desmantelamiento de la central. La sospecha de la posible fundición de las barras de combustible por el elevado índice de radiación encontrado en el agua, hizo que el 12 de abril, las autoridades de Japón elevaran a nivel 7 el accidente, nivel máximo en la Escala INES (Consejo de Seguridad Nuclear, 2011).

Se aplicaron todas las medidas urgentes de protección en caso de accidente nuclear, como son confinamiento, profilaxis radiológica y evacuación de la población. El confinamiento consiste en la permanencia en el interior de los edificios, con las ventanas y puertas cerradas, es una forma de protección a corto plazo contra la irradiación externa, de la nube y superficies contaminadas, así como la inhalación de aire contaminado. La profilaxis radiológica consiste en administrar compuestos de yodo que evita la retención del yodo radiactivo, liberado en el accidente, por el tiroides, reduciéndose los riesgos de ingestión. Otra medida es la evacuación, que consiste en el abandono de la zona contaminada, previniendo las exposiciones a medio y largo plazo protegiendo a la población de los riesgos de inhalación y de exposición procedente del aire o terreno contaminado.

Concretamente el día 11 se tomaron medidas de evacuación preventiva en un radio de 3 Km, ampliando la zona a 20 km el día 12, lo que supuso unas 220.000 personas evacuadas. Se realizaron chequeos radiológicos de evacuados.

En la madrugada día 15 se amplían las medidas y se realiza el confinamiento entre 20 y 30 Km, así como la administración de yodo, que se inició el día 14 con chequeos de tiroides en niños en zonas particularmente afectadas. En un radio de 20 km, se midieron dosis en cortos periodos de tiempo de 0.3mSv/h, lo que podría suponer la posible destrucción de las cosechas y productos lácteos de ese año (Braun, 2011). Entre las medidas complementarias se realizó el control radiológico de los alimentos y agua de zonas afectadas, así como medidas de tasa de dosis y contaminación ambiental, deposición de contaminación en suelos en múltiples puntos y control radiológico del medio marino, en un radio de 30 Km.

La tasa de dosis en función de la distancia y teniendo en cuenta la dirección del viento, oscilaba desde 0.15  $\mu$ Sv/h en Tokyo hasta más de 50  $\mu$ Sv/h en un radio de 20 Km de distancia a la central. Sin embargo, después de la explosión de la unidad 2, se detectaron valores puntuales de 12 mSv/h. En la Figura 16, se representa la tasa de dosis del día 29 de abril (Nuclear Regulation Authority Japan, 2015).

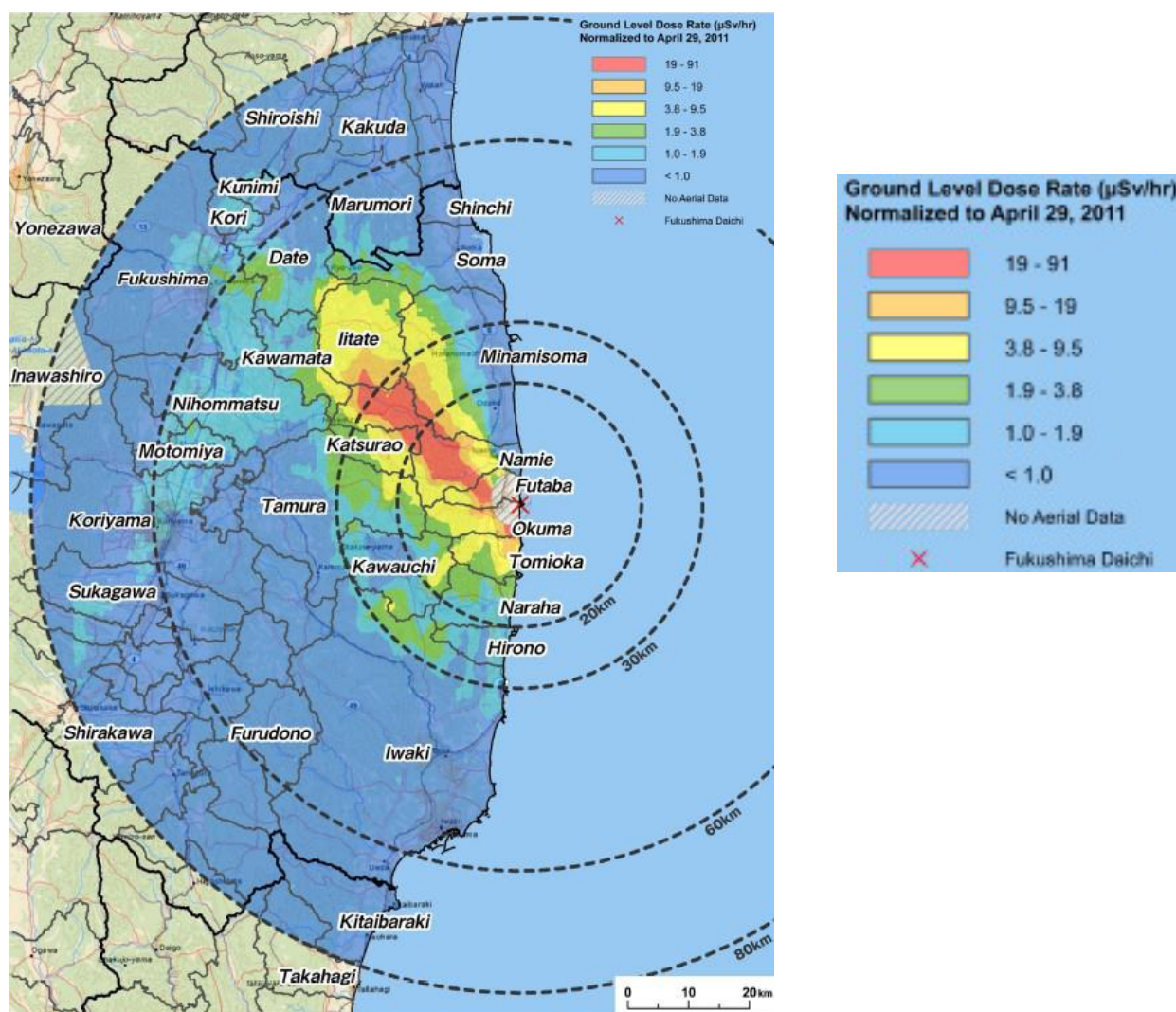


Figura 16. Mapa de la tasa de Dosis en función de la distancia

La información de las autoridades japonesas a la Unión Europea fue prácticamente inmediata, incluso se establecieron tolerancias menores que las existentes en la Reglamentación Europea en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.

La Organización Mundial de la Salud elaboró en 2013 (World Health Organization, 2013) un documento sobre la evaluación del riesgo en la salud como consecuencia del accidente cuyo objetivo era estimar el impacto sobre la salud pública para poder prever las futuras necesidades sanitarias y llevar a cabo las correspondientes acciones.

Los expertos calcularon los riesgos para la población general en la prefectura de Fukushima, Japón y el resto del mundo, así como para los trabajadores de la central nuclear que pudieron verse expuestos durante las actividades de socorro de emergencia tras el accidente. La evaluación se realizó en relación al riesgo de contraer cáncer en determinados órganos y según factores demográficos, en función de la edad, sexo y proximidad a la central nuclear. Fuera de estas zonas, incluso dentro de la prefectura de Fukushima, no se prevé que pueda existir aumento apreciable de la incidencia de cáncer. Con respecto al personal de emergencias de la planta se calcula que aproximadamente dos tercios de esos empleados corren el mismo riesgo de padecer cáncer que la población general, mientras que en un tercio el riesgo es mayor. Se consideró necesario supervisar a largo plazo la salud de las personas que presenten un riesgo alto así como ofrecer servicios de seguimiento y apoyo médicos necesarios lo que constituirá durante décadas un importante elemento de salud pública.

En la Figura 17 se aprecia la similar distribución de la contaminación superficial de los dos accidentes referidos de Chernobyl y Fukushima en los que a resultados de la diferente gestión de las autoridades, el impacto fue muy diferente sobre la población y el medio ambiente.

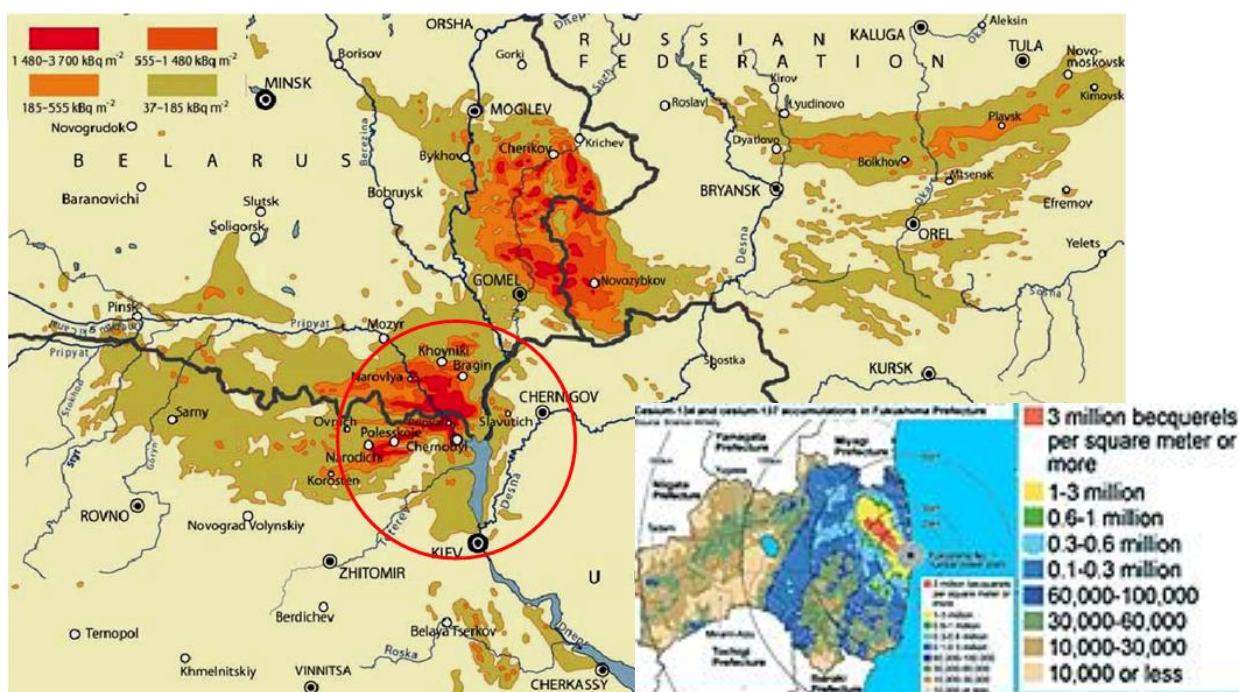


Figura 17. Contaminación superficial en los accidentes de Chernobyl y Fukushima

Así, en ambos casos, las zonas de mayor contaminación superficial se encuentran en torno a 3000 Bq/m<sup>2</sup>, aunque podríamos establecer como principales diferencias:

- La superficie contaminada, fue mucho mayor en Ucrania del orden de 500 km frente a los 60 km de Japón.
- La evacuación preventiva en Japón hace suponer que no sean previsibles efectos para la salud del público mientras que en Chernobyl la evacuación tardía hizo que la población recibiera dosis apreciables.
- Los profesionales actuantes en la emergencia en el caso de Japón continúan sometidos a controles radiológicos estrictos, por lo que se descarta la posibilidad de efectos agudos de la radiación. En Chernobyl hubo gran cantidad de trabajadores de emergencias que sufrieron efectos graves en para la salud.
- El origen del accidente de Japón fue causado por un suceso natural extremo, contra el que la planta no estaba diseñada y sin posibilidad de ayuda exterior a corto plazo, el de Chernobyl fue debido a un error al que habría que añadir un diseño obsoleto de la central.
- La recuperación es posible en el caso de Japón, aunque previsiblemente con elevados costes. Incluso está de nuevo en funcionamiento uno de los reactores de la central de Sendai, perteneciente a la prefectura de Miyagi, desde el 11 de agosto de 2015, y se prevé abrir un segundo reactor para mediados de octubre, mientras que en Chernobyl, la zona ha quedado devastadoramente irrecuperable.

### **III.2 NORMATIVA REGULATORIA**

El accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl el 26 de abril de 1986 supuso la dispersión a la atmósfera de cantidades considerables de materiales radiactivos produciendo unos niveles de contaminación significativos que afectaron a productos alimenticios y piensos en países de la Unión Europea. La reglamentación, por entonces, inexistente para proteger la salud de los consumidores de los alimentos procedentes de países contaminados por la nube radiactiva, provocó la aprobación de medidas legales de control por parte de la hoy Unión

Europea. Así se aprobó un primer Reglamento del Consejo en mayo de 1986 y posteriormente se adoptaron modificaciones y aprobaciones de nuevos Reglamentos que hasta la fecha continúan en vigor.

De esta forma, la Unión Europea aprobó la *Recomendación de la Comisión 86/156/CEE<sup>4</sup> de 6 de mayo de 1986 dirigida a los Estados miembros, referente a la coordinación de las medidas nacionales adoptadas respecto a los productos agrícolas como consecuencia de las lluvias radiactivas procedentes de la Unión Soviética*. En la Recomendación se indica que como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de perteneciente a la Unión Soviética, se han dispersado en la atmósfera elementos radiactivos cuyas consecuencias se han detectado en la Comunidad y para proteger la salud de los consumidores, los Estados miembros han adoptado medidas nacionales para restringir o prohibir la comercialización de determinados productos agrícolas. Con respecto a las relaciones con los países terceros afectados, se presenta una propuesta al Consejo para suspender las importaciones de productos agrícolas susceptibles de estar contaminados y se adoptan en el sector de las carnes, las medidas necesarias. También considera necesario coordinar las medidas adoptadas por los Estados miembros por lo que respecta a la comercialización en su propio mercado, recomendándoles que se respeten severos límites, aplicables a los productos más sensibles y que se apliquen a los productos que se exporten las mismas normas y controles que los aplicados para la comercialización en su mercado nacional. De esta forma se ofrece una garantía por parte del Estado miembro exportador que permitirá al Estado miembro importador renunciar a cualquier otra exigencia de importación o certificado suplementario, y ningún Estado miembro aplicará a los productos originarios de otro Estado miembro medidas más estrictas que las que aplica para su propio mercado. Por ello, se recomienda para la comercialización en el propio mercado europeo unas tolerancias máximas que figuran en la Tabla II.

Tabla II. Tolerancias máximas establecidas en la Recomendación 86/156/CEE

A partir de	Actividad máxima Bq/kg	
	Leche y productos lácteos	Frutas y hortalizas
6 de mayo de 1986	500	350

<sup>4</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 118 de 07/05/1986 p.0028  
 Disponible <http://old.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1986:118:0028:0028:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

16 de mayo de 1986	250	175
26 de mayo de 1986	125	90

De igual modo se deben someter a los mismos límites y a los mismos controles relativos a la radiactividad que se aplican para su propio mercado, a los productos que se exporten, así como reconocer los controles igualmente efectuados por el Estado miembro exportador, suprimiendo cualquier otra exigencia de importación en esta materia, especialmente cualquier certificado suplementario. Se establece la obligación de informar sin demora a los demás Estados miembros y a la Comisión del resultado de la presente Recomendación.

El primer Reglamento aprobado fue el *Reglamento (CEE) n° 1388/86<sup>5</sup> del Consejo de 12 de mayo de 1986 relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos terceros países*. En este reglamento se hace referencia de igual modo a la dispersión a la atmósfera de elementos radiactivos detectados en Europa como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl y puesto que algunos Estados miembros han adoptado medidas de prohibición o control de las importaciones de países de la zona contaminada, se decide adoptar medidas comunitarias para preservar la unicidad del mercado común, y por tanto conviene suspender, de forma provisional, las importaciones de determinados productos agrícolas originarios de terceros países que hayan sido contaminados por las lluvias radiactivas, teniendo en cuenta la gravedad de la situación según la localización geográfica de dichos países. Se suspenden las importaciones de los siguientes productos originarios de Bulgaria, Hungría, Polonia, Rumanía, Checoslovaquia, la Unión Soviética y Yugoslavia, entre los que se encuentran, caballos, asnos y mulos vivos, animales vivos de las especies ovina y caprina, aves de corral, vivas, conejos domésticos, carnes y despojos comestibles, ancas de rana, pescados de agua dulce y huevos de peces, crustáceos y moluscos como cangrejos de río y caracoles que no sean de mar, leche y productos lácteos frescos, legumbres y hortalizas frescas, incluidas las patatas, y frutas frescas.

<sup>5</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 127 de 13/05/1986 p.001 -003  
 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1388&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Poco después se aprobó el Reglamento (CEE) N° 1505/86<sup>6</sup> de la Comisión de 16 de mayo de 1986 por el que se establecen determinadas normas detalladas para la aplicación del Reglamento (CEE) n° 1388/86 del Consejo relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos terceros países. Se indica que puede excluirse el riesgo de contaminación para determinados productos y por tanto se sustituye la lista de productos suspendidos de la importación del reglamento anterior. El listado de productos difiere poco del anterior y únicamente especifica los tipos de frutas, pescados, moluscos y crustáceos, así como una serie de exclusiones como las huevas de peces o los cangrejos de río y algunos tipos de patatas o las aceitunas entre otros. Se añade, sin embargo, leche y nata fresca sin concentrar ni azucarar. También, se hace referencia a lo que se entiende por importación, no indicado en el reglamento anterior, y lo define como el almacenamiento provisional y la sujeción a todo régimen aduanero. Es de destacar que el propósito de listar los productos a los que se refiere en términos de *prohibición y exclusión de la prohibición* puede inducir a error, aunque el reglamento indique que con la nueva lista se consiga una mayor claridad.

El Reglamento (CEE) N° 1603/86<sup>7</sup> de la Comisión de 26 de mayo de 1986 por el que se modifica por segunda vez el Reglamento (CEE) n° 1388/86 del Consejo relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos terceros países supone la regulación de aquellos productos que no presentan riesgo de contaminación, Así, se excluyen de la relación los caballos destinados a la competición hípica y por tanto se modifica el anexo del Reglamento anterior en este aspecto.

A continuación se aprueba el Reglamento (CEE) n° 1707/86<sup>8</sup> del Consejo de 30 de mayo de 1986 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. Se indica la conveniencia de sustituir las medidas provisionales establecidas por el Reglamento n° 1388/86 por un régimen que permita la reanudación de las importaciones siempre que se impongan tolerancias máximas y que la Comunidad debe velar por que los productos agrícolas y

<sup>6</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 131 de 17/05/1986 p.0045 – 0046 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1505&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>7</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 140 de 27/05/86 p.0024 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1603&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>8</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 146 de 31/05/1986 p.0088 – 0090 Disponible [http://publications.europa.eu/resource/cellar/6c939994-083d-4a92-a775-dd997125e1b3.0008.02/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/cellar/6c939994-083d-4a92-a775-dd997125e1b3.0008.02/DOC_1) (acceso 30.VI.2014)

transformados destinados a la alimentación humana y que puedan estar contaminados, sólo se introduzcan con arreglo a modalidades comunes que salvaguarden la salud de los consumidores. Por otro lado, se especifica que se realizarán los controles apropiados para conseguir el cumplimiento de dichas tolerancias máximas pudiendo ser sancionados mediante prohibiciones de importación en caso de que no se respeten. Las tolerancias máximas mencionadas permitidas para la radiactividad acumulada de Cesio 134 y Cesio 137 son, 370 Bq/kg para la leche y productos alimenticios destinados a la alimentación en especial de los niños de pecho durante los cuatro a seis primeros meses de vida y 600 Bq/kg para el resto de productos. Los Estados miembros controlarán que se respeten las tolerancias máximas teniendo en cuenta el grado de contaminación del país de origen, pudiendo implicar la presentación de certificados de exportación. Según el resultado de los controles, los Estados miembros adoptarán las medidas requeridas incluyendo la prohibición del despacho a libre práctica caso por caso o de manera general para un producto determinado. Cada Estado miembro comunicará a la Comisión todas las informaciones relativas a la aplicación del presente Reglamento y especialmente los casos en los que no se hayan respetado las tolerancias máximas. La Comisión transmitirá dichas informaciones a los demás Estados miembros. Si se comprueba que no se han respetado las tolerancias máximas repetidas veces, se podrá prohibir la importación de los productos originarios del tercer país de que se trate.

Se proporciona una relación de productos no aptos para la alimentación humana excluidos del control y por otro lado, se crea un Comité *ad hoc*, compuesto por representantes de los Estados miembros y presidido por un representante de la Comisión. Queda derogado el Reglamento (CEE) nº 1388/86 y el presente Reglamento expira el 30 de septiembre de 1986.

Posteriormente, se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 1762/86<sup>9</sup> de la Comisión, de 5 de junio de 1986, por el que se establecen las modalidades de aplicación del Reglamento (CEE) nº 1707/86 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, y establece que el control de los productos mencionados en el Reglamento (CEE) nº 1707/86 será efectuado por el Estado miembro en el que tenga lugar el despacho a libre práctica de los

---

<sup>9</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 152 de 06/06/86 p. 0041 – 0044. Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1762&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

productos. Para verificar que se respetan las tolerancias máximas fijadas por dicho Reglamento, el control se efectuará antes o después de la aceptación de la declaración de despacho a libre práctica, pero siempre, con anterioridad al levante de las mercancías. El control de los productos originarios de países terceros de Europa se efectuará por muestreo de forma frecuente y requerirá una serie de normas mínimas. Así, el número de los controles se determinará conforme a las orientaciones establecidas por la Comisión, teniendo en cuenta el grado de contaminación de los países de origen, las características de los productos de que se traten, los resultados de los controles y la posible presentación de un certificado de exportación. En lo que se refiere a los productos originarios de otros países terceros sin especificar, el control se efectuará en las condiciones habituales. Los Estados miembros podrán someter a controles los productos que no presenten ningún riesgo de contaminación, debido a su fecha de obtención o de recolección anterior al 26 de abril de 1986, si así lo disponen las autoridades competentes.

Con respecto a los animales de abasto, el control se efectuará en el momento de su sacrificio. El levante para el despacho a libre práctica quedará supeditado a la presentación de un certificado expedido por los servicios veterinarios responsables del control del matadero, en el que se certifique que la carne respeta las tolerancias máximas. A tal fin, y tan pronto como lleguen al país destinatario, los animales de abasto deberán ser llevados directamente a un matadero y, de conformidad con las exigencias de la política sanitaria, deberán ser sacrificados, a más tardar, en los tres días hábiles siguientes a la fecha de su entrada en dicho matadero.

Cuando se compruebe el incumplimiento de las tolerancias máximas respecto a un producto determinado, las autoridades competentes del Estado miembro podrán decidir que se rechace o se destruya el producto de que se trate. Y cuando se compruebe que han sido rebasadas las tolerancias máximas respecto a un producto originario de un tercer país, todos los productos del mismo tipo originarios del tercer país de que se trate serán sometidos a un control intensificado.

Cada Estado miembro comunicará sin demora a la Comisión los casos que se hayan comprobado de incumplimiento de las disposiciones relativas a las tolerancias máximas, indicando el país de origen, la designación de las mercancías, el grado de contaminación, el

medio de transporte, el exportador y el tipo de decisión adoptada respecto a los lotes de que se trate. Asimismo, cada Estado miembro transmitirá mensualmente, a más tardar el día 15 del mes siguiente, un cuadro recapitulativo en el que se recogerán el número de casos de incumplimiento que se hayan comprobado, el número de los resultados de los controles efectuados sobre los productos sensibles y un informe general sobre los controles efectuados sobre los demás productos, correspondiendo la primera comunicación al 16 de junio de 1986. Las comunicaciones de los Estados miembros referentes al caso de incumplimiento de las tolerancias máximas, incluirán, partida arancelaria y designación de las mercancías en los casos en que la partida arancelaria no sea suficiente, cantidades, grado de contaminación comprobado, país de origen, medios de transporte, exportador, número y fecha del certificado de exportación en el caso de que se haya presentado y tipo de decisión adoptada, rechazo o destrucción. Cada Estado miembro indicará a la Comisión los organismos encargados de la transmisión de los datos y de la aplicación de los controles. La Comisión informará sin demora a los Estados miembros de los casos de incumplimiento de las tolerancias máximas que se hayan comprobado. La declaración de despacho a libre práctica de los productos podrá ir acompañada de un certificado de exportación expedido por las autoridades competentes de los países terceros. El certificado de exportación garantizará que el producto que acompaña respeta las tolerancias máximas fijadas en el Reglamento (CEE) nº 1707/86. La Comisión comunicará a los Estados miembros los datos relativos a las autoridades habilitadas, en los países terceros de que se trate, para expedir el certificado de exportación. Finalmente, se amplía la relación de productos no aptos para la alimentación humana excluidos del control.

Era necesario que en el mismo año, se aprobara el *Reglamento (CEE) nº 3020/86<sup>10</sup> del Consejo, de 30 de septiembre de 1986, por el que se prorroga el Reglamento (CEE) nº 1707/86 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, dado que el Reglamento 1707/86 solo era válido hasta el 30 de septiembre de 1986, y teniendo en cuenta que la Comisión ha iniciado un procedimiento de elaboración de umbrales de referencia de radiactividad de los productos destinados a la alimentación que tengan una base científica, para que respeten los principios de las recomendaciones internacionales en materia de

---

<sup>10</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 280 de 01/10/1986, p.079 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1986:280:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

radioprotección y sean coherentes con las normas de base de la Comunidad, se decide prorrogar el Reglamento (CEE) nº 1707/86 hasta el 28 de febrero de 1987.

Antes de que finalizara el período de validez del Reglamento 1707/86, se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 624/87<sup>11</sup> del Consejo de 27 de febrero de 1987 por el que se prorroga el Reglamento (CEE) nº 1707/86 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, y refiere que como las tolerancias máximas establecidas han resultado eficaces para salvaguardar la salud de los consumidores, mantener los intercambios con los países terceros, garantizar la unicidad de mercado y prevenir las desviaciones de tráfico comercial a raíz del accidente de Chernobyl, y puesto que estas tolerancias se han fijado con carácter temporal y que deberán revisarse basándose en una información científica lo más completa posible que permita al Consejo, a propuesta de la Comisión, adoptar las disposiciones adecuadas para el futuro, se procede a prorrogar por un período limitado el Reglamento nº 1707/86. Por consiguiente, la fecha límite de 28 de febrero de 1987, se sustituye por la de 31 de octubre de 1987. También hace referencia, como en el reglamento anterior, al procedimiento de elaboración de los umbrales de radiactividad de los productos destinados a la alimentación, iniciado por la Comisión y aún sin finalizar.

De forma paralela al seguimiento por parte de la Comisión del control de la importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl, se elaboran propuestas y dictámenes para, entre otros objetivos, aprobar posteriormente una nueva regulación de productos alimenticios y piensos tras un accidente nuclear.

Así, se publica el documento oficial *Dictamen sobre un proyecto de propuesta de una Decisión del Consejo relativa a un sistema intracomunitario de intercambio rápido de informaciones en caso de constatación de niveles desacomunadamente elevados de radioactividad o en caso de un accidente nuclear (87/C 105/06)<sup>12</sup> de 25 de febrero de 1987*. En este documento se hace

---

<sup>11</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 58 de 28/02/1987 p.101 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987R0624&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>12</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº C 105 de 21/04/1987, p.009 – 013 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:105:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

una reflexión sobre las dificultades existentes para hacer frente a un accidente de importancia como el de Chernobyl, a pesar de existir normas básicas relacionadas con la protección sanitaria de la población y de los trabajadores y las disposiciones del capítulo III del Tratado Euratom. Sin embargo, la ausencia de coordinación de las informaciones de los Estados miembros, su presentación divergente y de carácter fragmentario, han tenido como resultado poner en duda la fiabilidad de las informaciones transmitidas, situación acentuada por el desarrollo de las comunicaciones transfronterizas. El accidente ha demostrado la incapacidad de la Comunidad para responder de manera coordinada ante un accidente grave y ha impedido a la Comisión asumir las responsabilidades que le incumben según el Tratado del Euratom. Ha supuesto una pérdida de confianza con respecto a la seguridad de las instalaciones nucleares de los estados miembros y un perjuicio en la credibilidad de los procedimientos y dispositivos existentes, y, por lo tanto, ha cuestionado la energía nuclear de fisión, que supone el 35% de la producción eléctrica de la Comunidad Europea en promedio, el 60% en Bélgica y el 65% en Francia. Por tanto, se hace imprescindible tomar medidas de urgencia para restablecer y reforzar la confianza de la población, intentando que sirva de enseñanza dicho accidente para reforzar procedimientos y acuerdos existentes en la actualidad a nivel comunitario.

Se propone un sistema intracomunitario de intercambio rápido de informaciones en caso de niveles desacomodadamente elevados de radiactividad o en caso de accidente nuclear, de forma que sea operativo en el plazo más breve posible, así como adoptar decisiones principalmente en lo que respecta a la información, armonización, mejora en la gestión y difusión a las poblaciones. También debería existir un dispositivo de asistencia mutua, así como favorecer una mejor aplicación de las disposiciones del Tratado del Euratom, adaptando si es necesario, las normas básicas a la evolución del progreso técnico considerando la diversidad de las poblaciones susceptibles de ser afectadas por las radiaciones ionizantes, en particular niños. El Comité propone una serie de sugerencias, entre las que están, establecer unos criterios con respecto a lo que figura como “tasa anormalmente elevada de radiactividad en el medio ambiente”, que la periodicidad prevista para la transmisión de las informaciones sea elástica y que se transmitan a medida que estén disponibles y que los Estados miembros adopten una actitud voluntarista para transmitir a la Comisión la información. Tras estas bases, se propone que los Estados miembros que descubran tasas anormalmente elevadas de radiactividad en el entorno o en el territorio donde se haya producido un accidente o cualquier otro suceso que afecte a instalaciones o actividades, y que pueda suponer la liberación de sustancias

radiactivas, debe notificar sin demora a la Comisión y al resto de Estados miembros que pudieran verse afectados, los niveles de radiactividad medidos, la naturaleza, el momento en que se ha producido y la localización del accidente y continuar informando tan frecuentemente como sea necesario. También enumera una relación de los datos que debe comprender dicha información, naturaleza del accidente, momento en que se ha producido, causa supuesta o conocida así como características del escape, entre otras. Tras la recepción de la información, los Estados miembros deben informar de las medidas tomadas o previstas e informar al menos diariamente, de los niveles medidos en productos alimenticios, agua potable o medio ambiente, y la Comisión las transmitirá inmediatamente a las Autoridades competentes del resto de Estados miembros, salvo si son proporcionadas a modo de confidencialidad, que deberá indicarse. Se da un plazo de un mes a partir de dicha notificación para que los Estados miembros tomen las medidas necesarias para adecuarse a la presente decisión.

A continuación se publica el *Dictamen sobre un proyecto de propuesta de Reglamento del Consejo por el que se fijan los niveles máximos admisibles de radiactividad para los productos agrícolas y el agua potable (87/C 180/10)*<sup>13</sup> de 13 de mayo de 1987. Hace referencia al grave problema que ha supuesto la contaminación de géneros alimenticios como consecuencia del accidente nuclear de Chernobyl y la ausencia de normas comunitarias o internacionales que fijen límites para que estos alimentos puedan ser comercializados después de un accidente, así como la falta de información para que la Comisión evaluase los riesgos potenciales de contaminación radiactiva de la atmosfera y alimentos, impidiéndole asumir las responsabilidades que le asigna el Tratado del Euratom y adoptar conforme al citado artículo 38, las directivas que la situación de urgencia requería. Aunque la Comisión ha tomado medidas de urgencia para regular las importaciones, no se ha conseguido fijar unos valores límites de contaminación aplicables a intercambios intracomunitarios. Por tanto, es necesario fijar límites con antelación para que no sean objeto de controversia en caso de urgencia y se propone la creación de un sistema permanente para establecer dichos límites máximos admisibles de contaminación radiactiva para productos agrícolas y agua potable en caso de accidente nuclear. Deben fijarse en función de los grupos de población particularmente expuestos, no estar destinados a anular la exigencia legal de minimizar las radiaciones, deben estar conformes a

---

<sup>13</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº C 180 de 08/07/1987, p. 0020 – 0026 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:180:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

normas jurídicas en radioprotección, pues no sería admisible que la población se vea expuesta a una contaminación anual, a través de los alimentos, superior a la de los trabajadores expuestos a radiaciones y que en materia de política sanitaria se adopten las medidas necesarias a nivel nacional. Con respecto a la información de un posible accidente ocurrido en un tercer país, es fundamental para poder tomar las medidas de control de las importaciones, que la Comunidad sea informada. En lo que respecta a escapes accidentales y limitados de materias radiactivas, la instauración de controles permanentes del nivel de radiactividad de productos agrícolas, en las cercanías de centrales nucleares, permitiría prever con rapidez los efectos de esos escapes y delimitar la zona afectada y tomar medidas de información y protección de la población. También es necesario informar a la población sobre los riesgos que presenta el consumo de alimentos contaminados, sobre las precauciones a tomar y reglas a adoptar en caso de accidente nuclear, y estudiar a fondo los efectos producidos por el consumo de productos alimenticios contaminados. Además de fijar los niveles máximos se debería definir un plan de urgencia, que precisara las medidas de seguridad a tomar por parte de las autoridades públicas, los productores, los negociantes y el conjunto de la población, según el grado de contaminación de los productos agrícolas, y que cada Estado miembro informara a la población de dicho plan. El control de los productos importados lo deberían llevar los Estados miembros y establecer prohibición de la importación de aquellos productos que no respeten los niveles máximos. Los límites no han de ser rígidos, pues los productos agrícolas y el agua no podrían ser comercializados o exportados, y se adaptarían en función de la situación real creada. El Comité muestra preocupación por el procedimiento propuesto para adaptar los niveles máximos admisibles de radiactividad y si serán apropiados en una situación real de emergencia. El procedimiento debe precisarse, ser fiable y permitir una toma de decisión rápida. La consulta al grupo de expertos, como se indica en el Tratado del Euratom, en el artículo 31, debe realizarse en un plazo breve para impedir que los Estados miembros se vean obligados a adoptar medidas nacionales unilaterales. Por otro lado, en caso de urgencia absoluta, la Comisión debería estar autorizada a adoptar un Reglamento que adopte los niveles máximos admisibles de radiactividad procediendo únicamente a la consulta del grupo de expertos. Sin embargo, aunque el establecer límites pueda tener consecuencias importantes a nivel económico, social y comercial, debería prevalecer la protección de la población, y también se deberían establecer medidas referentes a la alimentación del ganado con piensos contaminados. Se presenta a modo de sugerencia por parte del Comité, la propuesta para establecer los límites máximos de

contaminación radiactiva del agua potable y de los productos agrícolas que puedan comercializarse o exportarse después de un accidente nuclear o cualquier otro acontecimiento que haya producido una contaminación significativa de los mismos. Se indica que los productos agrícolas son los destinados al consumo humano o animal, directo o después de un proceso de transformación.

En caso de accidente nuclear como el descrito en el Dictamen (sic, Decisión) 87/C 105/06 se adoptará un Reglamento por el que se apliquen los niveles máximos admisibles, que indica vienen definidos en un anexo. Sin embargo, no se encuentra en el citado documento, y se debe referir al elaborado con posterioridad a éste, 87/ C 174/09 de 16 de junio de 1987 y publicado antes, el 2 de julio de 1987, por lo que se comenta más adelante.

La Comisión tiene en cuenta las normas fijadas en las Directivas 80/836/EURATOM<sup>14</sup> y 84/467/EURATOM<sup>15</sup> y en el Tratado del Euratom en sus artículos 30 y 31, con el principio según el cual todas las exposiciones deben mantenerse a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta la protección sanitaria de las distintas categorías de la población, principalmente los niños de corta edad y las mujeres embarazadas. Los niveles máximos admisibles deben fijarse teniendo en cuenta la contaminación a largo plazo. Los Estados miembros, en caso de accidente nuclear, entendiéndolo como tal lo dispuesto en la Convención<sup>16</sup> sobre la pronta notificación de accidentes nucleares que tuvo lugar en Viena el 26 de septiembre de 1986, procederán al control de los productos mencionados e informarán a la Comisión de los resultados, durante el período y el ritmo que establezca. El proyecto de Reglamento es elaborado por la Comisión después de la elaboración del dictamen del grupo de expertos, como se indica en el artículo 31 del Tratado del Euratom, y se presenta al Comité, que emitirá a su vez un dictamen en un plazo máximo de cinco días. Para garantizar que los niveles admisibles tienen en cuenta todos los nuevos datos científicos, la Comisión consulta periódicamente al grupo de expertos. Los productos no conformes con los niveles máximos admisibles no serán comercializados ni exportados y los Estados miembros lo comunicarán a la

---

<sup>14</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 246 de 17/09/1980, p. 0001 – 0072 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1980:246:FULL&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>15</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 265 de 05/10/1984, p. 004 – 0156 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1984:265:FULL&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>16</sup> Boletín Oficial del Estado nº 261 de 31/10/1989, p.34239 -34253 Disponible <http://www.boe.es/boe/dias/1989/10/31/pdfs/A34239-34253.pdf> ( acceso 30.VI.2014)

Comisión. De nuevo se hace referencia a un Anexo sobre productos alimenticios de menor importancia, que no figura en este documento, sino en la Propuesta del Reglamento del Consejo 87/C 174/09.

*La Propuesta de Decisión del Consejo relativa a un sistema comunitario de rápido intercambio de información en caso de detección de niveles de radiactividad anormalmente elevados o en caso de accidente nuclear(87/C 160/07)<sup>17</sup> presentada por la Comisión al Consejo el 5 de mayo de 1987, adopta que cuando un Estado miembro tome medidas de emergencia para proteger a la población, bien por registrar índices de radiactividad anormalmente elevados en el medio ambiente, bien tras un accidente u otra contingencia que implique a cualquier instalación o actividad de un Estado miembro o de personas naturales o jurídicas en su territorio que puedan dar lugar a la emisión de materiales radiactivos, el Estado miembro comunicará a la Comisión y a los Estados miembros vecinos, inmediatamente los índices de radiactividad registrados y/o el accidente, su naturaleza, el momento en que se produjo y la localización exacta, informado en cuanto sea disponible de la causa hipotética o comprobada del accidente, las características generales de la emisión radiactiva, la naturaleza, forma física y química, cantidad, composición y altura de la emisión. Dará información sobre las condiciones meteorológicas e hidrológicas del momento, así como las previsibles para prever la dispersión de la emisión radiactiva. Presentará los resultados del control del medio ambiente, de las medidas registradas en productos alimenticios, piensos y agua potable. Informará de las medidas de protección tomadas o preparadas, y las medidas tomadas preparadas para informar a la población, así como el comportamiento pronosticado después de la emisión radiactiva. Toda esta información se actualizará a intervalos adecuados incluyendo el desarrollo de la situación de emergencia y el fin real o previsto. Los Estados miembros al recibir la información, indicarán as medidas tomadas y los resultados de los índices de radiactividad en los productos alimenticios, piensos, agua potable y medio ambiente. La Comisión remitirá la información al resto de Estado miembros y evaluará dicha información comunicando los riesgos radiológicos entrañados.*

---

<sup>17</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº C 160 de 18.06.1987 p.006 – 008 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:51987PC0135&rid=8>(acceso 30.VI.2014)

La siguiente propuesta a la que hemos hecho referencia es la *Propuesta de Reglamento (EURATOM) (87/C 174/09)*<sup>18</sup> del Consejo de 16 de junio de 1987, relativo a la fijación de tolerancias máximas de radiactividad de los productos alimenticios, piensos y agua potable en caso de detección de niveles de radiactividad anormalmente elevados o en caso de accidente nuclear. Esta propuesta se publicó antes que la propuesta 87/C 180/10, aunque se realizó después y justifica la aprobación de un Reglamento de forma similar a ese. De este modo, la nueva propuesta explica que la Comunidad, conforme con el Tratado de Energía Atómica, debe establecer normas de seguridad uniformes para la protección sanitaria de la población y de los trabajadores, y hace una enumeración de las reglamentaciones adoptadas. Así, el 2 de febrero de 1959, se adoptó una Directiva<sup>19</sup> por parte del Consejo que establecía las normas básicas en materia de seguridad, modificada posteriormente el 15 de julio de 1980 por la Directiva 80/836/EURATOM del Consejo, y el 3 de septiembre de 1984 por la Directiva 84/467/EURATOM que en el artículo 45 exige a los Estados miembros la fijación de niveles de intervención en caso de accidente. Y puesto que como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl, se adoptaron medidas provisionales aprobando el reglamento (CEE) nº 1707/86, se hace necesario establecer un sistema más permanente que, en el caso de accidentes nucleares u otros acontecimientos que produzcan una contaminación radiactiva significativa de los productos alimenticios, de los piensos, o del agua potable, permita a la Comunidad fijar tolerancias máximas de contaminación con el fin de proteger a la población. Se informará a la Comisión acerca de un accidente nuclear o niveles de radiactividad anormalmente altos, de acuerdo con la Decisión del Consejo sobre un sistema comunitario de intercambio rápido de información en caso de detección de niveles de radiactividad anormalmente elevados o en caso de accidente nuclear o con arreglo al Convenio de rápida notificación en caso de accidente nuclear de 26 de septiembre de 1986. Se indica que a partir de los datos disponibles en el campo de la protección radiológica, se pueden establecer niveles de referencia derivados que sirvan de base para fijar tolerancias máximas directamente aplicables en caso de un accidente u otro acontecimiento que dé lugar a una contaminación radiactiva significativa y que dichas tolerancias toman en cuenta recomendaciones científicas disponibles a escala internacional, para tranquilizar a la opinión pública y evitar divergencias en la reglamentación internacional.

<sup>18</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº C 174 de 2. 7. 1987, p. 006 – 009 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:174:FULL&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>19</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº 11 de 20/02/1959, p. 221/59. Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31959L0221&from=FR> ( acceso 30.VI.2014)

Se establece un procedimiento para determinar las tolerancias máximas de contaminación radiactiva del agua potable, los productos alimenticios y piensos que pudieran comercializarse o exportarse y se adoptará en caso de accidente un reglamento que haga aplicables las siguientes tolerancias máximas, Tabla III.

Tabla III. Anexo I de la Propuesta de Reglamento 87/C174/09 Tolerancias máximas de radiactividad de los productos alimenticios, piensos y agua potable (Bq/kg o Bq/l)

	Leche y productos lácteos	Otros productos alimenticios excepto productos menores	Agua potable y productos alimenticios líquidos	Pienso s
Isótopos de iodo y estroncio, especialmente I-131 y Sr-90	500	3000	400	--
Isótopos de Plutonio y elementos transplutónicos y emisores de radiación alfa, especialmente Pu-239 y Am-241	20	80	10	--
Todos los demás nucleidos con período de semidesintegración superior a 10 días, especialmente Cs-134 y Cs-137	1000	1250	800	2500

Con respecto a la leche y productos lácteos es de aplicación para unas partidas concretas del arancel aduanero común, e incluye productos alimenticios destinados a niños de pecho durante los cuatro a seis primeros meses de vida.

Para productos menores se permite un nivel de contaminación diez veces superior al indicado y son los que vienen recogidos en un anexo, entre los que están alcaparras, café, té, hierba mate y especias.

Se consideran productos alimenticios líquidos los recogidos en unos capítulos concretos del arancel aduanero y con respecto a los piensos no existe valor de aplicación inmediata para  $^{131}\text{I}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  y  $^{241}\text{Am}$ .

El reglamento tendrá una vigencia limitada, no superior a tres meses y recibirá inmediatamente el dictamen del grupo de expertos. Podrá revisarse a petición de un Estado miembro, al igual que las tolerancias máximas establecidas, y los Estados miembros se asegurarán que no se comercialicen en su propio mercado ni se exporten los productos que no estén de acuerdo con las tolerancias máximas establecidas.

Una vez elaborados los dos Dictámenes de Comité Científico y Técnico y la propuesta de Reglamento, se aprueba el *Reglamento (EURATOM) Nº 3954/87<sup>20</sup> del Consejo de 22 de diciembre de 1987, por el que se establecen las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica*. Señala que como consecuencia del accidente ocurrido en la Central Nuclear de Chernobyl se debe establecer un sistema, tras un accidente nuclear o en cualquier caso de emergencia radiológica, que fije las tolerancias máximas de contaminación radiactiva en productos alimenticios y piensos, para proteger a la población. Establece que se informará a la Comisión acerca de un accidente nuclear de acuerdo con la *Decisión 87/600/EURATOM del Consejo de 14 de diciembre de 1987<sup>21</sup> sobre arreglos comunitarios para el rápido intercambio de información en caso de emergencia radiológica* o en virtud del *Convenio sobre la pronta notificación de accidentes nucleares de 26 de septiembre de 1986* y se adoptará un reglamento que haga aplicables las tolerancias máximas preestablecidas que a partir de los datos actualmente disponibles en el campo de la protección radiológica, han sido establecidos niveles de referencia derivados y que éstos pueden utilizarse como base para fijar tolerancias máximas de contaminación radiactiva para ser inmediatamente aplicados tras un accidente nuclear o en cualquier otro caso de emergencia radiológica que pudiera producir o haya producido una contaminación radiactiva importante de los productos alimenticios y de los piensos. Estas tolerancias consideran las recomendaciones científicas más recientes a escala internacional, para tranquilizar a la población y evitar divergencias en la reglamentación internacional y es necesario establecer un procedimiento que permita la adaptación rápida de estas tolerancias preestablecidas a tolerancias máximas adecuadas a las circunstancias particulares, así como adoptar un reglamento que haga aplicables tolerancias máximas para

---

<sup>20</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 371 de 30/12/1987, p.0011 – 0013 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987R3954&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>21</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 371 de 30/12/87, p 76-78 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987D0600&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

preservar la unidad del mercado común, y evitar desviaciones del tráfico en la Comunidad. Para facilitar la adaptación de las tolerancias máximas se deben establecer procedimientos que permitan la consulta de expertos incluido el Grupo de expertos previsto en el artículo 31 del Tratado y para respetar las tolerancias máximas habrá de someterse a controles adecuados.

Este Reglamento, por tanto, establece el procedimiento para determinar las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y de los piensos que puedan comercializarse tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica que pudiera producir o haya producido una contaminación radiactiva significativa de los productos alimenticios y de los piensos. En dicho Reglamento se definen los productos alimenticios, que son aquellos productos destinados al consumo humano, ya sea directo o después de un proceso de elaboración, y piensos, que son los productos destinados únicamente para la alimentación animal. También señala que si la Comisión recibe información oficial sobre accidentes en los que pudieran alcanzarse las tolerancias indicadas en el presente reglamento, adoptará un reglamento que haga aplicables dichas tolerancias, con un período de vigencia no superior a tres meses. Se presentará una propuesta de reglamento al Consejo, previa consulta de los expertos, para que se adapten las disposiciones establecidas, siempre teniendo en cuenta las normas básicas y el principio de que todas las exposiciones se mantendrán en un nivel tan bajo como sea razonablemente posible. Si el Consejo no decide se continuarán aplicando las tolerancias del presente reglamento. Para garantizar que estas tolerancias cumplan cualquier nuevo dato científico, se revisará el dictamen de expertos, y también podrán revisarse a propuesta de un Estado miembro o de la Comisión. Los niveles que se establecen para productos alimenticios y piensos expresados en Bq/kg ó Bq/l, se encuentran en la Tabla IV. Dado que no aplica tolerancias para lactantes, productos líquidos ni piensos, se puede suponer que por falta de datos científicos para establecer tolerancias en esos tipos de alimentos, y ante la urgencia de aprobar un reglamento que estuviera en vigor en caso de un accidente nuclear, se establecen únicamente para los alimentos genéricos. No obstante, y como se puede ver más adelante, se completa la relación en un nuevo Reglamento.

Tabla IV. Niveles máximos permitidos de radionucléidos para productos alimenticios y piensos (Bq/kg o Bq/l)

	Alimentos para lactantes	Productos lácteos	Otros productos alimenticios excepto productos alimenticios secundarios	Productos alimenticios líquidos
Isótopos de estroncio, en particular Sr 90		125	750	
Isótopos de yodo, en particular I 131		500	2000	
Isótopos de Plutonio y elementos transplutónicos y emisores de radiación alfa, en particular Pu 239 y Am 214		20	80	
Todos los demás nucleidos cuyo período de semidesintegración sea superior a 10 días, en particular Cs 134 y Cs 137		1000	1250	

El mismo día se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 3955/87<sup>22</sup> del Consejo de 22 de diciembre de 1987 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, donde se indica que el Reglamento (CEE) nº 1707/86 fue prorrogado primero por el Reglamento (CEE) nº 3020/86 y después por el Reglamento (CEE) nº 624/87 y sin perjuicio del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 del Consejo, de 22 de diciembre de 1987 aprobado recientemente para cualquier accidente nuclear o emergencia radiológica, la Comunidad debe continuar la vigilancia, en lo que se refiere a las consecuencias específicas del accidente de Chernobyl, de los productos agrícolas y transformados destinados a la alimentación humana. Se establece que la radiactividad máxima acumulada de Cesio 134 y Cesio 137 no debe superar 370 Bq/kg para la leche y productos alimenticios destinados a la alimentación especial de los niños durante los primeros cuatro a seis meses de edad, que respondan a las necesidades de nutrición de esta

<sup>22</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 371 de 30/12/1987 p.0014 – 0019  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1987:371:FULL&from=ES>

categoría de personas y acondicionadas al por menor en envases claramente identificados y etiquetados como “preparaciones para lactantes” y 600 Bq/kg para todos los demás productos de que se trate. El nivel aplicable a productos concentrados o deshidratados se calcula sobre la base del producto reconstituido preparado para el consumo. Además, se presenta una relación de productos que no hay que controlar por no estar destinados a la alimentación y que es ampliada con respecto a la que figura en el Reglamento (CEE) nº 1707/86.

Los Estados miembros controlarán que se respeten las tolerancias máximas fijadas teniendo en cuenta el grado de contaminación del país de origen. Los controles podrán igualmente implicar la presentación de certificados de exportación. Según el resultado de los controles, los Estados miembros adoptarán las medidas requeridas incluida la prohibición del despacho a libre práctica caso por caso o de manera general para un producto determinado. Cada Estado miembro comunicará a la Comisión todas las informaciones relativas a la aplicación del presente Reglamento y especialmente los casos en los que no se hayan respetado las tolerancias máximas. La Comisión transmitirá dichas informaciones a los demás Estados miembros. En caso de que se compruebe que no se han respetado las tolerancias máximas repetidas veces, se podrán adoptar las medidas necesarias. Estas medidas pueden llegar hasta la prohibición de la importación de los productos originarios del tercer país de que se trate. Con este fin, se crea un Comité *ad hoc*, compuesto por representantes de los Estados miembros y presidido por un representante de la Comisión. El Presidente no tomará parte en la votación. El presente Reglamento expirará dos años después de su entrada en vigor, por tanto el 30 de diciembre de 1989.

Es de interés comentar que desde la aprobación del *Reglamento (CEE) nº 624/87 del Consejo de 27 de febrero de 1987 por el que se prorroga el Reglamento (CEE) nº 1707/86 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, cuya fecha límite de validez era el 31 de octubre de 1987, no había ningún reglamento en vigor hasta la aprobación del Reglamento (CEE) 3955/1987, de 22 de diciembre de 1987. Por tanto hay un período de cincuenta y nueve días en los que no hay reglamentación al respecto, aunque el control de alimentos importados continuó de forma ininterrumpida.

Al año siguiente se aprueba el *Reglamento CEE nº 1983/88*<sup>23</sup> de la Comisión de 5 de julio de 1988 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 3955/87 del Consejo, relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. Este Reglamento se ocupa de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 3955/87 del Consejo, con los mismos puntos que presenta el Reglamento (CEE) nº 1762/86 con respecto a la aplicación del Reglamento (CEE) nº 1707/86. Se indica la necesidad de establecer criterios objetivos a los que deben ajustarse los Estados miembros para la aplicación del control y establecer la posibilidad de exonerar los controles a los productos obtenidos o recolectados antes del 26 de abril de 1987. De esta forma, los Estados miembros deben realizar controles de los productos originarios de terceros países mediante muestreo, el número de los controles dependerán del grado de contaminación del país de origen, tipo de productos, resultados de los controles y la eventual presentación del certificado de exportación. El certificado de exportación garantizará que el producto respeta los niveles de tolerancia y el formulario sigue el mismo modelo con los mismos epígrafes que el descrito en el Reglamento (CEE) nº 1762/86. Cuando se compruebe que se han sobrepasado los límites máximos, todos los productos del mismo tipo originarios del tercer país de que se trate serán sometidos a un control intensificado. Señala igualmente que cada Estado miembro comunicará a la Comisión los casos de incumplimiento, indicando el país de origen, designación de mercancías, grado de contaminación, decisión adoptada y número de lotes, entre otros; siendo la transmisión mensual, nunca más tarde del día 15 de mes siguiente. El certificado de exportación garantizará que el producto respeta los niveles máximos de tolerancia establecidos.

Por otra parte, se aprueba un nuevo reglamento en relación al Reglamento (CEE) nº 3954/89 que establece tolerancias máximas en productos alimenticios secundarios, el *Reglamento (EURATOM) nº 944/89*<sup>24</sup> de la comisión de 12 de abril de 1989 por el que se establecen tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios secundarios tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica, dando una relación de productos alimenticios que tienen una importancia secundaria en la dieta de la población y

<sup>23</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 174 de 06/07/1988, p. 0032 – 0034 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31988R1983&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>24</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 101 de 13/04/89 p.0017 – 0018 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1989:101:FULL&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

representan sólo una aportación marginal al consumo de alimentos, entre los que se encuentran, entre otros, ajos, alcaparras, trufas, yerba mate, canela, clavo, caviar o cacao y establece que los niveles máximos permitidos serán diez veces superiores a los establecidos en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/86.

Posteriormente se aprueba el *Reglamento (EURATOM) nº 2218/89 del Consejo<sup>25</sup>, de 18 de julio de 1989 por el que se modifica el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 por el que se establecen tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y los piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica*. Hace referencia a la falta de tolerancias máximas en algunas secciones del anexo del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87, debido a la realización de trabajos complementarios de carácter científico, que junto con las comunicaciones que la Comisión presentó al Consejo el 14 de junio y el 9 de diciembre de 1987 elaboradas previa consulta al grupo de expertos, se decide completar dicho Anexo con arreglo a los trabajos científicos más recientes en la materia y consolidar en un esquema único los niveles y los elementos a los que se refiere dicho Anexo.

El Anexo del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 se sustituye por el Anexo del presente Reglamento, que establece las siguientes tolerancias expresadas en Bq/kg ó Bq/l, recogidas en la Tabla V.

---

<sup>25</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 211 de 22/07/89 p. 001 -003 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R2218&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Tabla V. Tolerancias máximas para los productos alimenticios y los piensos (Bq/kg)

	Productos alimenticios				Pensos
	Alimentos para lactantes	Productos lácteos	Otros productos alimenticios excepto productos alimenticios secundarios	Productos alimenticios líquidos	
Isótopos de estroncio, en particular Sr 90	75	125	750	125	
Isótopos de yodo, en particular I 131	150	500	2000	500	
Isótopos de Plutonio y elementos transplutónicos y emisores de radiación alfa, en particular Pu 239 y Am 241	1	20	80	20	
Todos los demás nucleidos cuyo período de semidesintegración sea superior a 10 días, en particular Cs 134 y Cs 137	400	1000	1250	1000	

Se indican como notas aclaratorias a la tabla, entre otras las siguientes, la tolerancia aplicable a los productos concentrados o secos se calcula tomando como base el producto reconstituido listo para el consumo, cada Estado miembro indicará las recomendaciones a las condiciones de dilución. Con respecto a los productos alimenticios líquidos, los valores se calculan teniendo en cuenta el consumo de agua corriente y se aplicarán los mismo valores a los suministros de agua potable, a discreción de las autoridades competentes de los Estados miembros. Entre los radionucleidos de período de semidesintegración superior a 10 días, no se incluyen, carbono 14, tritio o potasio 40.

El mismo día fue aprobado el *Reglamento (CEE) nº 2219/89<sup>26</sup> del Consejo, de 18 de julio de 1989, relativo a las condiciones particulares de exportación de productos alimenticios y piensos después de un accidente nuclear o en cualquier otra situación de emergencia radiológica*, donde

<sup>26</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 211 de 22/07/89 p.004 – 005 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R2219&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

se indica que después de un accidente nuclear o en cualquier otra situación de emergencia radiológica, no es aceptable que se permita la exportación hacia países terceros, de productos cuyo grado de contaminación exceda las tolerancias máximas aplicables a los productos destinados al consumo en la Comunidad puesto que en tales circunstancias resulta difícil tratar los productos de modo diferente en función de su destino final. Se incluyen también los piensos dado que estos productos, por motivos de salud pública, son también objeto del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87. Se concluye, por tanto, que no podrán ser exportados ni los productos alimenticios ni los piensos cuya contaminación radiactiva supere las tolerancias máximas aplicables indicadas en el citado Reglamento. Como en el resto de normativas, se indica que se realizarán controles para que se respeten las tolerancias máximas informando Estado miembro a la Comisión de la información relativa a la aplicación del mismo.

Se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 4003/89<sup>27</sup> del Consejo, de 22 de diciembre de 1989, por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3955/87 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. Dicho Reglamento hace referencia a que las razones que se adujeron en el momento de la adopción del Reglamento 3955/87 continúan siendo válidas porque la contaminación radiactiva de determinados productos agrícolas originarios de los países terceros especialmente afectados por el accidente, sigue superando las tolerancias máximas de radiactividad fijadas y dado que la Comisión ha consultado al grupo de expertos previsto en el artículo 31 del Tratado Euratom, y está conforme con una prórroga de la duración de validez de dicho Reglamento, se aprueba la prórroga del reglamento hasta 31 de marzo de 1990.

Próxima la expiración del último Reglamento, se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 737/90<sup>28</sup> del Consejo de 22 de marzo de 1990 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. Hace referencia al reglamento (CEE) nº 3955/87 modificado por el Reglamento (CEE) nº 4003/89 en lo que respecta a las tolerancias máximas de radiactividad

---

<sup>27</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 382 de 30/12/1989 p.0004 – 0004 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R4003&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>28</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 82 de 29/03/1990, p. 0001 – 0006 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990R0737&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

fijadas para la importación de productos agrícolas originarios de países terceros destinados a la alimentación humana y el control por parte de los Estados miembros indicando que dicho reglamento continúa en vigor hasta el 31 de marzo de 1990. La Comunidad debe procurar, por lo que respecta a las consecuencias específicas del accidente de Chernobyl, que los productos agrícolas y transformados destinados a la alimentación humana sólo puedan ser introducidos siempre que se proteja la salud de los consumidores, y puesto que la contaminación radiactiva en determinados productos agrícolas originarios de los países terceros, afectados por el accidente, sigue superando las tolerancias máximas de radiactividad fijadas en dicho Reglamento, deben continuar los controles apropiados que pueden implicar prohibiciones de importación en caso de inobservancia. También se indica que la contaminación radiactiva presente en muchos productos agrícolas ha descendido y se podrían alcanzar los niveles existentes antes del accidente de Chernobyl, por ello debería establecerse un procedimiento que pueda excluir estos productos. Excepto los productos impropios para el consumo humano, que figuran en un anexo y coinciden con los del reglamento anterior, se mantienen los mismos niveles para las partidas enumeradas de leche y productos lácteos, esto es 370 Bq/kg para la radiactividad acumulada de Cesio 134 y Cesio 137 y de 600 Bq/kg para el resto. Se establece como fecha límite de aplicación del Reglamento el 31 de marzo de 1995.

Se aprueba el *Reglamento (EURATOM) nº 770/90<sup>29</sup> de la Comisión, de 29 de marzo de 1990, por el que se establecen las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica*, donde se indica que de conformidad con el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 de la Comisión se adoptarán las tolerancias máximas de contaminación radiactiva que se aplican a los piensos. Para ello, se ha consultado al Grupo de expertos designado por el Comité Científico y Técnico con arreglo al artículo 31 del Tratado Euratom y considerando las cantidades relativas de radionúclidos individuales que pueden ser liberados en caso de accidente nuclear junto con sus vidas medias y la transferencia desde los piensos a los productos de origen animal, se ha llegado a la conclusión de que solamente resulta necesario fijar tolerancias máximas de contaminación radiológica de los piensos para los isótopos de Cesio, que se recogen en la Tabla VI

---

<sup>29</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 83 de 30/03/1990, p. 0078 – 0079 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990R0770&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

Tabla VI. Tolerancias máximas según el Reglamento (Euratom) nº 770/90

Animal	Bq/kg
Cerdos	1 250
Aves, corderos, terneros	2 500
Otros	5 000

Cabe señalar que estas tolerancias por si solas no garantizan el cumplimiento en todas las circunstancias y no aminoran la obligación de controlar los niveles de contaminación de los productos de origen animal destinados al consumo humano. De igual forma indica que estas tolerancias son aplicables a los piensos listos para el consumo. En la tabla original podría parecer que los niveles están destinados a animales y no a piensos para esos animales, porque en la columna correspondiente a la identificación de los mismos figura “cerdos” en lugar de “animal”. Sin embargo se ha comprobado que se trata de una errata en el título, en lugar de cerdos, debería poner animal, como aparece en la reglamentación en inglés, francés, italiano o alemán y, por lo tanto, se ha procedido a su rectificación.

El nuevo *Reglamento (CEE) nº 146/91<sup>30</sup> de la Comisión de 22 de enero de 1991 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, señala que dado que muchos productos agrícolas importados de países terceros no presentan contaminación radiactiva consecutiva al accidente de Chernobyl, o presentan una contaminación radiactiva desdeñable desde el punto de vista sanitario, se establece una relación de productos excluidos. Entre estos productos excluidos, se encuentran, pescados, crustáceos y moluscos de agua dulce, ajos, trufas, aceitunas, alcaparras, pistachos, nueces, plátanos, aguacates, café, mate, canela, vainilla, clavo, algas o tabaco, entre otros. Algunos de estos productos, se consideran en el Reglamento (EURATOM) nº 944/89 sobre tolerancias de productos alimenticios tras un accidente nuclear, como secundarios, permitiéndose niveles diez veces superiores a los establecidos.

<sup>30</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 17 de 23/01/1991, p.005 – 008 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991R0146&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

---

Al año siguiente se aprueba el *Reglamento (CEE) nº 598/92<sup>31</sup> de la Comisión de 9 de marzo de 1992 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. En el reglamento se considera que la lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90, establecida por el Reglamento (CEE) nº 146/91 de la Comisión, ha de ser ampliada teniendo en cuenta que la contaminación radiactiva de muchos productos agrícolas importados de países terceros se ha reducido a niveles que presentan un riesgo desdeñable para la salud. Por tanto, se revoca el Reglamento (CEE) nº 146/91, y se amplía la lista de los productos excluidos, entre los que figuran además de los recogidos en el anterior reglamento, asnos y mulos vivos, simiente de patatas, cocos, uvas, manzanas, albaricoques, fresas, frambuesas, endrinas, cacao, piña y semillas de trigo, cebada y avena, entre otros.

Se continúa con la exclusión de productos con el *Reglamento (CEE) nº 1518/93<sup>32</sup> de la Comisión, de 21 de junio de 1993, por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. En este reglamento, se señala que los productos agrícolas importados de países terceros no presentan contaminación radiactiva o es tan leve que presentan un riesgo insignificante para la salud, por tanto, se decide aumentar la relación de productos excluidos que figuran en el anterior Reglamento (CEE) nº 598/92. Se revoca el Reglamento (CEE) nº 598/92 y se excluyen de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 todos los productos que no figuran en el nuevo anexo, por tanto, los productos que se deben seguir controlando son, entre otros, animales destinados al matadero, animales vivos de las especies bovina, ovina y porcina, aves vivas, productos lácteos, miel, determinadas hortalizas como patatas, cebollas y zanahorias, arándanos, mirtilos, semillas de anís, cilantro, bayas de enebro, te, embutidos y productos similares, de carne, de despojos o de sangre, setas, y trufas. Tanto las trufas como las bayas de enebro, en los Reglamentos (CEE) nº 146/91 y (CEE) nº 598/92, respectivamente, estaban consideradas exentas de control, sin embargo presentan

---

<sup>31</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 64 de 10/03/1992, p.0015 – 0019 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992R0598&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>32</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 150 de 22/06/1993, p.0030 – 0032 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R1518&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

códigos arancelarios diferentes. Indicar que la interpretación de la identificación es compleja y puede inducir a error.

El *Reglamento (CE) nº 3034/94*<sup>33</sup> de la Comisión de 13 de diciembre de 1994 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de, es similar al reglamento anterior, aunque hace referencia a los productos excluidos, da la lista de productos a los que aplicar la normativa, y puesto que muchos productos importados de países terceros no presentan contaminación radiactiva, se deroga el anterior reglamento (CEE) nº 1518/93 y se da una nueva relación de productos a los que aplicar el reglamento (CEE) nº 737/90, más restringida con respecto a la del anterior reglamento. Así por ejemplo, ya no se incluyen, cebollas, zanahorias, algunos frutos secos o semillas de anís, cilantro o comino y se especifica que no se deben controlar dentro de las setas, los champiñones cultivados.

Se aprueba el *Reglamento (CE) nº 686/95*<sup>34</sup> del Consejo de 28 de marzo de 1995 por el que se amplía el Reglamento (CEE) nº 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl puesto que el reglamento (CEE) nº 737/90, por el que se realizan los controles por parte de los Estados miembros, está en vigor solo hasta el 31 de marzo de 1995, y dado que la contaminación radiactiva de determinados productos agrícolas originarios de los países terceros más afectados por el accidente sigue superando las tolerancias máximas de radiactividad fijadas en dicho Reglamento, se prorroga hasta el 31 de marzo de 2000.

La aprobación del *Reglamento (CE) nº 727/97*<sup>35</sup> de la Comisión de 24 de abril de 1997 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl, se

<sup>33</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 321 de 14/12/1994, p.0025 – 0027 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994R3034&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>34</sup> Diario oficial de las Comunidades Europeas nº L71 de 31/03/1995. p. 0015 – 0015 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31995R0686&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>35</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 108 de 25/04/1987, p.0016 – 0018 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1997:108:FULL&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

realiza para modificar la lista de productos a los que se aplica el reglamento (CEE) nº 737/90 y difiere del listado anterior del reglamento (CE) nº 3034/94, fundamentalmente en la exclusión de las patatas en todas sus presentaciones, quedando derogado éste último.

Pasados dos años del último reglamento en vigor, se aprueba el *Reglamento (CE) nº 1661/1999<sup>36</sup> de la Comisión, de 27 de julio de 1999, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. Se señala la existencia del poso radiactivo de Cesio procedente del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl en algunos terceros países lo que ha supuesto el incumplimiento en repetidos casos de setas importadas, y también ha afectado esta precipitación radiactiva a territorios de algunos Estados miembros. El hábitat natural de las setas silvestres son los bosques y superficies arboladas, ecosistemas que tienden a retener el Cesio radiactivo en un intercambio cíclico entre el suelo y la vegetación, es por ello, por lo que la contaminación continuada de setas silvestres no ha disminuido, sino que ha aumentado en algunas especies. Señala que en 1986 la Comisión realizó una evaluación, que posteriormente actualizó, sobre los posibles riesgos para la salud humana de los alimentos contaminados con Cesio radiactivo, evaluación que todavía es válida, teniendo en cuenta el período radiactivo de la sustancia en cuestión. Es imperativo reforzar el muestreo y análisis de setas, por ello se decide aumentar la eficacia de los controles estableciendo un número restringido de oficinas de aduanas en las que ser despachados los productos y cada envío debe ir acompañado de un certificado de exportación. La aplicación de estas medidas se considera necesaria para alcanzar el nivel de protección de la salud. El control del contenido de Cesio radiactivo, será efectuado por el Estado miembro en el que los productos sean despachados a libre práctica y, a más tardar, en dicho momento. Los controles se realizarán mediante muestreo, la elección del número de los controles se determinará teniendo en cuenta especialmente el grado de contaminación del país de origen, las características de los productos, los resultados de los controles anteriores, y los certificados de exportación. Cuando se compruebe que un producto originario de un tercer país supera los niveles máximos de tolerancia, se intensificarán los controles para todos los productos del mismo tipo originarios

---

<sup>36</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 197 de 29/07/1999, p.0017 – 0024 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999R1661&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

del tercer país de que se trate. Habrá controles sobre productos específicos, como animales de abasto o los indicados en el anexo I, setas en sus diferentes tipos y presentaciones, procedentes de los siguientes países, Albania, Bielorrusia, Bosnia y Hercegovina, Bulgaria, Croacia, República Checa, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Moldavia, Noruega, Polonia, Rumania, Rusia, Suiza, Turquía, Ucrania, República Federativa de Yugoslavia. Sobre estos productos procedentes de los países relacionados, se realizarán controles documentales sobre la base de los certificados de exportación, de forma que todo envío que supere los 10 kg de productos frescos o su equivalente estará sujeto a muestreos y análisis sistemáticos, teniendo debidamente en cuenta la información contenida en el certificado de exportación. Estos productos sólo podrán ser despachados a libre práctica en el Estado miembro de destino en un número limitado de oficinas de aduanas que figuran en uno de los anexos, entre las que están las existentes en España.

Si no se han cumplido los niveles máximos de tolerancia respecto a un producto determinado, las autoridades competentes del Estado miembro podrán exigir la destrucción o devolución al país de origen del producto importado. En caso de devolución, se entregará a las autoridades aduaneras que rehusaron el despacho a libre circulación una prueba documental de que el producto ha abandonado el territorio de la Comunidad Europea. Las autoridades competentes podrán imponer al importador el pago de tarifas por el muestreo y análisis de los productos, realizados para cumplir lo dispuesto en el Reglamento (CEE) nº 737/90. En el caso de envíos que superen los niveles máximos permitidos, las autoridades competentes podrán exigir también al importador el pago de los gastos originados por la destrucción del envío o su devolución al país de origen. Cada Estado miembro aplicará el artículo 8 de la Directiva 92/59/CEE<sup>37</sup> para notificar a la Comisión los casos comprobados de incumplimiento de las disposiciones relativas a los niveles máximos permitidos establecidos en el Reglamento (CEE) nº 737/90, precisando el país de origen, la descripción y el grado de contaminación de las mercancías, el medio de transporte, el exportador y la decisión adoptada respecto a los lotes en cuestión. Los Estados miembros informarán a la Comisión de los organismos designados para efectuar los controles. La Comisión informará sin demora a los Estados miembros de los casos

---

<sup>37</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 228 de 11/08/1992, p.0024 - 0032  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0059&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

de incumplimiento de los niveles máximos de tolerancia que se hayan comprobado, a través del sistema de alerta rápida comunitaria establecido en la Directiva mencionada anteriormente. Los Estados miembros garantizarán que los certificados de exportación emitidos por las autoridades competentes de los terceros países que figuran en el anexo acrediten que los productos a los que acompañan respetan los niveles máximos permitidos. Los certificados de exportación se extenderán en un formulario impreso en papel blanco y de acuerdo con el modelo que figura en un anexo. La Comisión comunicará a los Estados miembros los datos relativos a las autoridades facultadas en los terceros países en cuestión para expedir los certificados de exportación. Queda derogado el Reglamento (CEE) nº 1983/88.

Se aprueba el *Reglamento (CE) nº 616/2000<sup>38</sup> del Consejo de 20 de marzo de 2000 por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. Se indica que el Reglamento (CEE) nº 737/90 continúa en vigor hasta el 31 de marzo de 2000 puesto que los motivos que prevalecieron para adoptar y prorrogar el mismo continúan por la superación de los límites establecidos de algunos productos, y que por otro lado el reglamento (CEE) nº 1661/1999 refuerza los controles de champiñones no cultivados. Los datos científicos demuestran que la duración de la contaminación por Cesio 137 de algunos productos procedentes de especies que viven en bosques está relacionada con la vida media física de dicho radionucleido, que es de 30 años, por lo que se decide prorrogar el Reglamento (CEE) nº 737/90 hasta el 31 de marzo de 2010 con las mismas tolerancias.

El *Reglamento (CE) nº 1609/2000<sup>39</sup> de la Comisión, de 24 de julio de 2000, por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*, indica que la mayoría de los productos agrícolas importados de países terceros no presentan contaminación o es tan leve que no supone riesgo para la salud. Se hace referencia a la lista de

---

<sup>38</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 75 de 25/03/2000, p.001 – 002 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R0616&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>39</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 185 de 27/07/2000, p. 0027 - 0029 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R1609&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

productos excluidos que figuran en el reglamento (CE) nº 727/97, cuando en realidad la lista que figura en este reglamento es de los productos a los que se aplica la reglamentación. Como se ha indicado anteriormente, hay algunos conceptos que inducen a error, como es establecer listas de productos excluidos y en reglamentos posteriores, lista de productos a aplicar dicho control. Los resultados de un estudio llevado a cabo por la Comisión para evaluar las posibles importaciones en los Estados miembros de productos agrícolas con un contenido de Radio y Cesio por encima de los límites establecidos en el Reglamento (CEE) nº 737/90 indican que se deberían excluir otros dos productos alimenticios, se trata de té y determinadas hierbas. Se justifica el modo de presentación en el reglamento (CE) nº 1661/99 de la lista de productos a los que aplicar el Reglamento (CEE) nº 737/90 para facilitar el uso por parte de los funcionarios de aduanas. Queda derogado el reglamento (CE) nº 727/97 y se indica que todos los productos que no figuran en el anexo quedan excluidos de la aplicación de la normativa. De forma que en el listado ya no figuran hortalizas, legumbres ni te, y se detallan como productos a analizar, diferentes presentaciones de setas, frescas, cocidas y secas.

En la misma fecha que el anterior, se aprueba el *Reglamento (CE) nº 1627/2000<sup>40</sup> de la Comisión, de 24 de julio de 2000, que modifica el Reglamento (CE) nº 1661/1999 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. A petición de las autoridades francesas se añaden una serie de oficinas de aduana en el territorio de Francia donde podrán ser despachados los productos a controlar que figuran en el anexo del actual reglamento. Por tanto, el anexo sustituye al anexo del reglamento nº 661/1999.

En el *Reglamento (CE) no 1621/2001<sup>41</sup> de la Comisión, de 8 de agosto de 2001, que modifica el Reglamento (CE) no 1661/1999 en lo que se refiere al certificado de exportación exigido para los productos agrícolas y la lista de oficinas de aduana que autorizan la declaración de productos para su despacho a libre práctica en la Comunidad*, se indica añadir a petición de las autoridades alemanas competentes una serie de oficinas de aduana en el territorio de

---

<sup>40</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 187 de 26/07/2000, p.007 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R1627&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>41</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 215 de 09/08/2001, p.0018 – 0022 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001R1621&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Alemania que no figuraban en el Reglamento (CE) nº 1661/1999. Por otro lado, en junio de 2000 un equipo de inspección de la Oficina Alimentaria y Veterinaria (OAV) llevó a cabo una misión en Bulgaria con el fin de evaluar las instalaciones y medidas existentes para controlar la contaminación radiactiva de los productos alimenticios y, en particular, de las setas silvestres. Se recomienda la modificación del certificado de exportación para garantizar la independencia y autorización oficial de la persona que tome las muestras representativas de los envíos de setas destinadas a la exportación a la Comunidad. Para ello, debe modificarse el Reglamento (CE) nº 1661/1999, siendo el certificado de exportación el que figura en el nuevo Reglamento como Anexo I y la relación de oficinas de aduana la que aparece en el Anexo II.

Al año siguiente, y por motivos similares, se aprueba el *Reglamento (CE) nº 1608/2002*<sup>42</sup> de la Comisión de 10 de septiembre de 2002 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1661/1999 en lo referente a la lista de oficinas de aduanas autorizadas a despachar productos a libre práctica en la Comunidad. A petición de las autoridades competentes de Alemania, Suecia y Francia que solicitan modificar la lista de oficinas de aduanas referidas en el Reglamento 1661/2001, se sustituye el Anexo III por el que figura en el nuevo reglamento.

Se publica la *Recomendación de la Comisión (2003/274/CE)*<sup>43</sup> de 14 de abril de 2003 sobre la protección y la información del público en relación con la exposición derivada de la contaminación persistente por cesio radiactivo de determinados alimentos de origen silvestre, como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl, que realiza una revisión de lo acontecido desde que ocurrió el accidente en la central nuclear de Chernobyl. Así, indica que la precipitación de Cesio radiactivo sobre terceros países y la lluvia radiactiva afectó significativamente a zonas de varios estados miembros y candidatos a la adhesión a la Unión Europea y la reglamentación aprobada regula los niveles máximos permitidos tanto en la importación de productos agrícolas originarios de terceros países como en el comercio dentro de la Comunidad.

---

<sup>42</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 243 de 11/09/2002, p.007 – 0010 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R1608&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>43</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 99 de 17/04/2003, p.0055- 0056 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0274&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

Con respecto al Reglamento (CE) nº 1608/2002, comentado anteriormente, hace referencia al establecimiento de condiciones específicas para reforzar los controles de las importaciones de setas silvestres procedentes de determinados terceros países. Sin embargo, aunque éste sea el fin, el Reglamento en realidad se aprobó para modificar la lista de las aduanas de tres países comunitarios, Alemania, Suecia y Francia. Por otro lado, se indica la continuidad en el control de la comercialización de alimentos, sobre todo carne de oveja y reno. Con respecto a las medidas *in situ* en los territorios de los Estados miembros, señala que se deben realizar conforme a la Directiva 96/29/EURATOM<sup>44</sup> del Consejo de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos de las radiaciones ionizantes y los artículos 35 y 36 de Tratado del EURATOM. También hace una disquisición de la existencia de Cesio en ciertas zonas. Así, indica que los ecosistemas naturales como bosques y superficies arboladas constituyen el hábitat natural de las bayas y las setas silvestres, que tienden a retener Cesio radiactivo en un intercambio cíclico entre las capas superiores del suelo (humus), las bacterias, la microfauna, la microflora y la vegetación, y la materia orgánica del suelo tiende a incrementar la disponibilidad biológica del Cesio radiactivo.

Se enumera una serie de productos que siguen superando los niveles permitidos en determinadas regiones de la Unión Europea, como arándanos, frambuesas, fresas y una serie de setas como boleto, rebozuelo; también la carne de caza silvestre de corzo y ciervo, y los peces carnívoros de agua dulce, como percas o lucios. Setas de las especies micorrizas como *boletus edulis* y la carne de jabalí presentan niveles muy elevados de Cesio en las zonas de mayor precipitación. Se cree que la duración de la contaminación por Cesio derivada del accidente de Chernobyl de algunos productos procedentes de especies que viven en bosques y otros ecosistemas naturales, está relacionada con la semivida del radionucleido, que es de treinta años y por tanto los productos contaminados no presentarán cambios significativos las próximas décadas. Debido a que la comercialización de productos silvestres comestibles no se realiza necesariamente por medio de las cadenas de suministro de alimentos de la industria agroalimentaria, se podría omitir la vigilancia y los controles. La concienciación del público en relación a la contaminación persistente de productos alimenticios silvestres tiende a disminuir,

---

<sup>44</sup> Diario oficial de las Comunidades Europeas nº L 159 de 29/06/1996, p- 001 – 114 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0029&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

peo no se deben menospreciar los efectos sobre la salud de las personas que consumen grandes cantidades de estos productos procedentes de regiones afectadas.

Aunque en esta Recomendación se hace referencia a la vida media de cesio radiactivo, se debería denominar Cesio 137, puesto que el Cesio es un elemento que presenta varios isótopos radiactivos, y la vida media de treinta años le corresponde al Cesio 137.

Se señala la necesidad de utilizar el sistema de alerta rápida para intercambiar información entre los Estados miembros sobre los casos registrados de superación de los valores límites permitidos, conforme al *Reglamento (CE) nº 178/2002<sup>45</sup> del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria*, que en su artículo 53 establece las medidas de emergencia para alimentos y piensos de origen comunitario o importados de un país tercero. Sin embargo, entre los considerandos se indica que este sistema no debe cubrir el intercambio rápido de información en caso de emergencia radiológica, tal como se define en la Decisión del Consejo 87/600/EURATOM, comentada anteriormente, y que se realiza mediante el sistema de intercambio urgente de información radiológica de la Comunidad Europea (ECURIE) que se expondrá posteriormente.

Con todas estas premisas y con el objeto de proteger la salud del consumidor, se señala que los Estados miembros deben tomar las medidas adecuadas para que se respeten los niveles permitidos de Cesio 134 y Cesio 137 en el reglamento nº 737/90, en la comercialización de carne de caza, bayas silvestres, setas silvestres y peces carnívoros de agua dulce.

Después de más de tres años desde la última Recomendación se aprueba el *Reglamento (CE) nº 1635/2006<sup>46</sup> de la Comisión, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central*

---

<sup>45</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 31 de 01/02/2002, p. 0001 – 0024 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>46</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 306 de 07/11/2006, p.003 -009 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1635&from=ES>

*nuclear de Chernobyl*, que hace referencia a que el Reglamento (CE) nº 1661/1999 de la Comisión, de 27 de julio de 1999, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl ha sido modificado en varias ocasiones y dado que debe procederse a efectuar nuevas modificaciones, conviene refundirlo. Junto con las mismas reflexiones expuestas ya en la Recomendación anterior de 2003, añade que la evaluación realizada por la Comisión en 1986, que posteriormente actualizó, sobre los posibles riesgos para la salud humana de los alimentos contaminados con Cesio radiactivo, sigue siendo válida teniendo en cuenta el período radiactivo y que el nivel permitido se ajusta al recomendado por el Codex Alimentarius. Los controles por parte de los Estados miembros en productos originarios de terceros países se siguen realizando y el sistema de alerta rápido conforme al Reglamento nº 178/2002 debe aplicarse por analogía a la notificación de aquellos casos de incumplimiento de lo dispuesto sobre niveles máximos permitidos.

Con respecto a las medidas in situ en los territorios de los Estados, la Comisión está adoptando todas las medidas necesarias para garantizar que los Estados miembros cumplan eficazmente sus obligaciones jurídicas a este respecto, así aprobó la Recomendación de la Comisión de 14 de abril de 2003, sobre la protección y la información del público en relación con la exposición derivada de la contaminación por Cesio, indicada anteriormente. Al igual que en el Reglamento nº 1661/1999, se considera prioritario reforzar las disposiciones en materia de muestreo y análisis de setas, establecer un número restringido de oficinas de aduanas, que se podrán revisar al igual que el listado de terceros países y la presentación de los certificados de exportación oportunos con cada envío. El control de Cesio radiactivo se realizará en los mismos términos que indica el Reglamento (CEE) nº 1661/1999, con las mismas normas de muestreo. La notificación en caso de incumplimiento según los niveles permitidos en el Reglamento (CEE) nº 737/1990, se hará de acuerdo al Reglamento (CE) nº 178/2002.

Los controles serán sobre un listado de setas procedentes de los siguientes terceros países, en número inferior con respecto al anterior reglamento, Albania, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Liechtenstein, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Moldavia, Montenegro, Noruega, Rumanía, Rusia, Serbia, Suiza, Turquía y Ucrania. Sin

embargo, se ha incorporado Serbia en este nuevo listado. Se procederá al muestreo de todo envío que supere los 10 kg de productos frescos o su equivalente. Los certificados de exportación emitidos por las autoridades competentes de los terceros países se extenderán en un formulario de acuerdo con el nuevo modelo que figura en uno de los anexos.

Con motivo de las sucesivas modificaciones que ha sufrido el Reglamento (CEE) nº 737/90, se procede a la codificación del mismo aprobándose el *Reglamento (CE) nº 733/2008<sup>47</sup> del Consejo de 15 de julio de 2008 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl*. Así indica que sin perjuicio del recurso que pueda tener lugar en el futuro a las disposiciones del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87, relativo a las tolerancias máximas establecidas en caso de un accidente nuclear, la Comunidad debe garantizar con respecto al accidente de Chernobyl, que los productos destinados a la alimentación humana que pudiesen estar contaminados solo se introduzcan en la Comunidad conforme a unas modalidades comunes que salvaguarden la salud de los consumidores y preserven la unidad de mercado. Por tanto, los controles respecto a las tolerancias máximas deben continuar. El Reglamento es similar al anterior en lo que respecta a productos no aptos para el consumo humano que no requieren control y en cuanto a las tolerancias máximas permitidas, que continúan siendo 370 Bq/kg para leche y productos lácteos y 600 Bq/kg para los demás productos. Se presenta a modo de tabla en un anexo las correspondencias existentes entre el Reglamento derogado y el actual. Queda derogado el Reglamento anterior y el actual tendrá validez hasta el 31 de marzo de 2010, o cuando entre en vigor el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87.

Antes de la finalización del período de vigencia del Reglamento anterior, se aprueba el *Reglamento (CE) nº 1048/2009<sup>48</sup> del Consejo de 23 de octubre de 2009 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 733/2008 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernóbil*. Se indica que la contaminación por Cesio radiactivo de determinados productos agrícolas originarios de terceros países todavía supera las tolerancias máximas establecidas y

<sup>47</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº 201 de 30/07/2008, p.0001 – 0007 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0733&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>48</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº 290 de 06/11/2009, p.0004 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1048&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

puesto que está demostrado científicamente que en algunos productos procedentes de especies que viven en bosques y superficies forestales, la duración de la contaminación por Cesio 137 está relacionada con la vida media de este radionucleido, se decide prorrogar el Reglamento actual hasta el 31 de marzo de 2010 salvo decisión del Consejo o en el momento en que entre en vigor el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87, si ello ocurre antes del 31 de marzo de 2020.

La normativa, a consecuencia del accidente de Chernobyl, ha sido el inicio de una regulación necesaria en lo que se refiere a la seguridad de la población en el caso de que ocurran accidentes nucleares.

Como se ha indicado anteriormente, el accidente que tuvo lugar el día 11 de marzo de 2011 en la Central Nuclear de Fukushima, supuso la aprobación de nuevos Reglamentos específicos para la importación de productos originarios o procedentes de Japón, aunque ya estaba en vigor la normativa general a aplicar en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica, según el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87.

Por lo tanto, se aprueba el *Reglamento de Ejecución (UE) nº 297/2011<sup>49</sup> de la Comisión, de 25 de marzo, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la Central nuclear de Fukushima*. Hace referencia a la aplicación del Reglamento (CE) nº 178/2002 que establece la posibilidad de que la Unión Europea adopte medidas de emergencia en relación con alimentos y piensos importados de un tercer país que constituyan un riesgo grave para la salud pública o de los animales o para el medio ambiente. A continuación indica que a raíz del accidente sufrido, la Comisión ha sido informada de que los niveles de radionúclidos en algunos productos alimenticios originarios de Japón, como la leche y las espinacas, superaban los umbrales de intervención aplicables en Japón. Esta contaminación puede constituir una amenaza para la salud pública y la salud animal en la Unión y, por precaución, procede adoptar medidas urgentemente a nivel de la Unión para garantizar la seguridad de los piensos y alimentos, con inclusión del pescado y los productos de la pesca, originarios o procedentes de Japón. Como el

---

<sup>49</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 80 de 26/03/2011, p.005 – 008 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0297&from=ES> ( acceso 30.VI.2014)

accidente aún no ha sido controlado, en esta fase es conveniente realizar las pruebas requeridas antes de la exportación a los piensos y alimentos originarios de las prefecturas afectadas, y realizar pruebas aleatorias a los piensos y alimentos importados originarios de todo el territorio de Japón. Se establecen las tolerancias máximas del Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 de la Comisión, que establece tolerancias máximas de alimentos y piensos tras un accidente nuclear, el Reglamento (EURATOM) nº 944/89 de la Comisión, de 12 de abril de 1989, que establece tolerancias máximas de productos alimenticios secundarios y el Reglamento (EURATOM) nº 770/90 de la Comisión, de 29 de marzo de 1990, que establece las tolerancias máximas para piensos tras un accidente nuclear. Los Estados miembros deben informar a la Comisión de los resultados analíticos a través del Sistema de Alerta Rápida para Alimentos y Piensos, RASFF, (Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2009)<sup>50</sup> y del Sistema Comunitario de Intercambio de Informaciones Radiológicas Urgentes (ECURIE). Se establece, por tanto, que los envíos irán acompañados de una declaración que certifique que los productos han sido cosechados y/o procesados antes del 11 de marzo de 2011, que los productos son originarios de una prefectura que no sea Fukushima, Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Yamagata, Niigata, Nagano, Yamanashi, Saitama, Tokio ni Chiba, o en el caso de productos originarios de estas prefecturas, que dichos productos no contengan niveles de los radionucleidos Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137 superiores a las tolerancias máximas establecidas en los Reglamentos EURATOM citados anteriormente. Se presentará una declaración que irá firmada por una autoridad competente de Japón, según modelo que figura en el anexo e informe analítico si el producto es originario de una de las prefecturas indicadas.

Cada envío estará identificado mediante un código que se indicará en la declaración, en el informe de análisis que contenga los resultados del muestreo y el análisis, en el certificado sanitario y en los documentos comerciales que acompañen al envío. Los explotadores de empresas de piensos y alimentos o sus representantes notificarán la llegada de cada envío de productos al menos dos días laborables antes de la llegada física del envío, a las autoridades competentes en el puesto de inspección fronterizo, que efectuarán controles documentales y de identidad de todos los envíos de productos, así como controles físicos, con inclusión de análisis de laboratorio, para detectar la presencia de Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137, de un

---

<sup>50</sup> Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas (2009). Sistema de alerta rápida para alimentos y piensos de la Unión Europea. Disponible [http://ec.europa.eu/dgs/health\\_food-safety/information\\_sources/docs/fs/rasff30\\_booklet\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/information_sources/docs/fs/rasff30_booklet_es.pdf) (acceso 07.VII.2014)

10 % de los envíos de productos procedentes de las prefecturas listadas anteriormente, y de al menos un 20 % de los envíos de productos procedentes del resto de prefecturas. Los envíos se mantendrán bajo control oficial, durante un máximo de cinco días laborables, hasta que se disponga de los resultados de los análisis de laboratorio y los explotadores de empresas alimentarias y de empresas de piensos asumirán todos los costes resultantes de los controles oficiales.

El reglamento estará en vigor hasta el 30 de junio de 2011, y se revisará mensualmente sobre la base de los resultados analíticos obtenidos.

Pasados unos días de la entrada en vigor del Reglamento anterior, se aprueba el *Reglamento de ejecución (UE) 351/2011<sup>51</sup> de la Comisión, de 11 de abril de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 297/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima*. Se indica que el Reglamento nº 297/2011 establece el requisito de que las autoridades competentes de Japón efectúen un control antes de la exportación y dichas autoridades han establecido umbrales de intervención para Iodo, Cesio y Plutonio en alimentos. La Comisión fue informada el 17 de marzo de 2011 de los umbrales de intervención aplicables en Japón, adoptados como valores de regulación provisionales. Las autoridades de Japón han informado también a la Comisión de que no autorizarán la exportación de productos cuya comercialización no esté autorizada en el mercado de Japón. Se decide que para ser coherentes, la Unión Europea aplique provisionalmente las mismas tolerancias máximas en piensos y alimentos de Japón que los umbrales de intervención aplicables en este país, siempre y cuando estos sean más bajos que las tolerancias de la Unión Europea. Como ahora existen datos que indican que los piensos y los alimentos de algunas regiones de Japón están contaminados con Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137, y no hay indicios de que los piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón estén contaminados con otros radionucleidos, se procede a limitar los controles obligatorios a estos radionucleidos.

---

<sup>51</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 97 de 12/04/2011, p.0020 – 0023 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0351&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Los Estados miembros pueden realizar también análisis de manera voluntaria para detectar la presencia de otros radionucleidos, con el fin de reunir información sobre la posible presencia de los mismos. Se establecen tolerancias máximas respecto a los radionucleidos de estroncio y plutonio en uno de los anexos, quedando, por tanto, modificado el Reglamento (UE) nº 297/2011 respecto a los límites establecidos en los reglamentos del EURATOM. También se aplica además de a las prefecturas listadas, a los productos originarios de las aguas costeras de dichas prefecturas, independientemente del lugar en el que se desembarquen. Se modifica también el modelo de la declaración.

No se comercializarán los piensos y los alimentos originarios o procedentes de Japón que no cumplan las tolerancias máximas establecidas. Estos piensos y alimentos no conformes se eliminarán de manera segura o se devolverán al país de origen. Las tolerancias máximas establecidas se presentan en dos tablas, para alimentos y piensos, Tablas VII y VIII, respectivamente, aunque el documento en español presenta una errata indicando que las dos son para alimentos. Hace referencia a la sustitución provisional de estos límites por los establecidos en los Reglamentos del EURATOM nº 3954/87 y nº 770/1990.

Tabla VII. Tolerancias máximas para alimentos (Bq/kg) conforme al Reglamento de ejecución (UE) 351/2011

	Alimentos para lactantes y niños pequeños	Leche y productos lácteos	Otros alimentos, salvo los alimentos líquidos	Alimentos líquidos
Suma de isótopos de estroncio, en particular Sr 90	75	125	750	125
Suma de isótopos de iodo, en particular I 131	100	300	2000	300
Suma de isótopos de Plutonio y elementos transplutónidos y emisores de radiación alfa, en particular Pu 239 y Am 241	1	1	10	1
Suma de todos los demás nucleidos sea superior a 10 días, en particular Cs 134 y Cs 137, salvo el C 14 y el H 3	200	200	500	200

Con respecto a alimentos, la tolerancia aplicable a los productos concentrados o desecados se calcula sobre la base del producto reconstituido y listo para el consumo.

Tabla VIII. Tolerancias máximas para piensos (Bq/kg) conforme al Reglamento de ejecución (UE) 351/2011

	Piensos
Suma de Cs 134 y Cs 137	500
Suma de isótopos de Iodo, en particular el I 131	2000

Con respecto a los piensos, se establece para los isótopos de Iodo las mismas tolerancias que en alimentos hasta que se disponga de la evaluación de los factores de transferencia de Iodo de los piensos a los alimentos. La tolerancia máxima se refiere a un pienso con un contenido de humedad del 12 %.

Es de interés comentar que las tolerancias permitidas para los radionucléidos, I 131, Cs 134 y Cs 137, son muy bajas, incluso menores que las existentes en la normativa para los alimentos procedentes de países afectados como consecuencia del accidente de la central nuclear de Chernobyl.

Posteriormente se aprueba el *Reglamento de Ejecución (UE) nº 506/2011<sup>52</sup> de la Comisión de 23 de mayo de 2011 que modifica el Reglamento (UE) nº 297/2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima*. En este Reglamento se indica que el 12 de mayo de 2011 la Comisión fue informada del nivel elevado de Cesio radiactivo encontrado en hojas de té verde originarias de la prefectura de Kanagawa, confirmándose el 13 de mayo de 2011 mediante otros tres casos en hojas de té verde originarias de esta prefectura. Al no formar parte esta prefectura de las doce de la zona afectada, se debe someter a control a los piensos y alimentos procedentes de Kanagawa y añadirla como decimotercera prefectura de la zona afectada. Se modifica, por tanto el Reglamento (UE) nº 297/2011 añadiendo la prefectura citada, y en lo que respecta al certificado que debe acompañar a los envíos, lo modifica para los productos procedentes de la trece prefecturas indicando que aunque

<sup>52</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 136 de 23/05/2011, p.0052 – 0055 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0506&rid=7> ( acceso 30.VI.2014)

procedan, no sean originarios de ellas ni hayan estado expuestos a la radiactividad de tránsito, y para los productos originarios, que no contengan niveles de los radionucleidos Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137 superiores a las tolerancias establecidas en el presente Reglamento. Indicar que este reglamento no hace referencia a tolerancias máximas, sino que se debe referir al publicado posteriormente, el Reglamento (UE) nº 351/2011. Se mantienen los mismos porcentajes de control de los envíos por parte de las autoridades competente del puesto fronterizo. El Reglamento tendrá validez hasta el 30 de septiembre de 2011.

Con algo menos de dos meses desde la aprobación del Reglamento en vigor, se aprueba el *Reglamento de ejecución (UE) 657/2011<sup>53</sup> de la Comisión, de 7 de julio de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 297/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima*. Se indica que la Comisión fue informada el 14 de junio de 2011 de un nivel elevado de Cesio en hojas de té verde originarias de la prefectura de Shizuoka, lo que se confirmó el 15 de junio en cinco ocasiones más, y al no encontrarse entre las prefecturas de la zona afectada, se decide añadirla. Por otro lado, se retiran del control las prefecturas de Niigata y Yamagata, pues tras un control elevado de muestras y piensos, presentaban niveles de radiactividad no detectables o bajos. El modelo de declaración es de nuevo modificado en los que respecta a las prefecturas afectadas y dicha declaración irá firmada por un representante autorizado de la autoridad competente de Japón.

*El Reglamento de ejecución (UE) 961/2011 de la Comisión<sup>54</sup>, de 27 de septiembre de 2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el Reglamento (UE) nº 297/2011*, hace referencia a la información dada por las autoridades japonesas a la Comisión desde mediados de julio de 2011 en relación al nivel elevado de Cesio encontrado en la carne de vacuno de ganado adulto procedente de distintas prefecturas de Japón, y puesto que no se importa esta carne a la Unión Europea, por motivos

---

<sup>53</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 180 de 08/07/2011, p.0039 – 0042. Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0657&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>54</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 252 de 28/09/2011, p.0010 – 0015 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:252:0010:0015:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

de salud pública y animal y por radiactividad, los consumidores europeos no están afectados. Por otro lado, los niveles de radiactividad encontrados en nuevos alimentos, y el hecho de que los cultivos agrícolas y hortícolas se cosechen en zonas contaminadas, hacen necesario que las medidas vigentes continúen en vigor después del 30 de septiembre de 2011 y prolongar el presente reglamento hasta el 31 de diciembre de 2011.

Dado que el Reglamento (UE) nº 297/2011 ha sido modificado sucesivamente con la aprobación de los Reglamentos (UE) nº 506/2011 y (UE) nº 657/2011, se decide sustituir el inicial por este nuevo Reglamento, de forma que se impone que cada envío irá acompañado por una declaración que certifique que los productos han sido cosechados y/o procesados antes del 11 de marzo de 2011, o bien que proceden de prefecturas distintas de Fukushima, Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Nagano, Yamanashi, Saitama, Tokio, Chiba, Kanagawa o Shizuoka, o que los productos proceden de estas prefecturas pero no son originarios de ellas ni han estado expuestos a la radiactividad durante el tránsito, o bien, que aunque procedan no contengan niveles de los radionucléidos Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137 superiores a las tolerancias máximas establecidas en el anexo II del presente Reglamento, que son las mismas tolerancias aprobadas en el Reglamento (UE) nº 351/2011, que modificó el Reglamento (UE) nº 297/2011. Respecto a la identificación, la notificación previa por parte de los explotadores de las empresas, los controles oficiales, costes y productos no conformes se realizan en los mismos términos que el anterior reglamento y la declaración será redactada según el modelo que aparece en el anexo. El período de vigencia será hasta el 31 de diciembre de 2011 y se revisará mensualmente según se desarrolle la situación de la contaminación.

Antes de la finalización del período de vigencia del Reglamento anterior, se aprueba el *Reglamento de ejecución (UE) 1371/2011 de la Comisión<sup>55</sup>, de 21 de diciembre de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 961/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima*. Se continúa el seguimiento por parte de las autoridades japonesas de alimentos y piensos y tras comprobar que determinados de estos productos en prefecturas cercanas a la central todavía contienen niveles de radiactividad superiores a los

---

<sup>55</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 341 de 22/12/2011, p.0041 - 0044 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:341:0041:0044:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

máximos permitidos, se decide prorrogar por tres meses la fecha de aplicabilidad de las medidas. Sin embargo, dado que las muestras de alimentos y piensos de las prefecturas de Nagano están afectados mínimamente, solo una muestra de setas de más de las 1800 controladas, presentó niveles inaceptables, se decide retirar esa prefectura de la zona a controlar. Por otro lado, los resultados analíticos realizados en productos de importación por los Estados miembros han sido favorables y se estudia la posibilidad de reducir la frecuencia de los controles de importación. Se decide no exigir la determinación de Iodo 131, al ser un radionucleido de vida corta, unos ocho días, y puesto que no se han notificado emisiones del Iodo 131 al medio ambiente, la posibilidad de nuevas emisiones es mínima.

Por tanto, se modifica el Reglamento 961/2011, eliminando la prefectura de Nagano en la relación de la procedencia de los envíos a controlar y los radionucleidos a analizar quedan reducidos a Cesio 134 y Cesio 137, manteniéndose el resto del Reglamento con las mismas condiciones, excepto el modelo de declaración que es modificado al ser eliminada la citada prefectura. La fecha límite de aplicación es el 31 de marzo de 2012.

Antes de la finalización de la fecha límite de aplicación del anterior reglamento se aprueba el *Reglamento de Ejecución (UE) nº 250/2012<sup>56</sup> de la Comisión de 21 de marzo de 2012 que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 961/2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima*. El Reglamento realiza una síntesis de los controles que se realizan en los distintos puntos fronterizos de entrada en la Unión en cumplimiento con el Reglamento nº 961/2011, como es el porcentaje de envíos en función de la procedencia o la certificación por parte de las autoridades japonesas de los resultados analíticos exigidos. Como los resultados de estos controles, incluidos los análisis de laboratorio, indican que las autoridades japonesas están aplicando correcta y eficazmente las medidas de control a los piensos y alimentos destinados a ser exportados a la Unión, procede reducir la frecuencia de los controles realizados en esos envíos. Sin embargo, como las autoridades japonesas competentes continúan haciendo un seguimiento de la radiactividad que presentan los piensos y los alimentos y según los resultados, algunos piensos y alimentos de las

---

<sup>56</sup> Diario oficial de la Unión Europea nº L 82 de 21/03/2012, p.003 -004 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0250&rid=3> ( acceso 30.VI.2014)

prefecturas próximas a la central nuclear de Fukushima siguen conteniendo niveles de radiactividad por encima de los umbrales de intervención, conviene prorrogar la fecha de aplicabilidad de las medidas establecidas en el citado Reglamento y modificarlo convenientemente. Se reduce, por tanto, el control de los envíos originarios de la prefectura de Fukushima y de las diez prefecturas vecinas, del 10 al 5%, y con respecto a los envíos procedentes de una prefectura distinta de Fukushima y de las diez prefecturas cercanas, o si proceden pero no son originarios ni han estado expuestos a la radiactividad durante el tránsito, el control se reduce del 20 al 10 %. El Reglamento se prorroga hasta el 31 de octubre de 2012.

Se aprueba a los pocos días el *Reglamento de ejecución 284/2012 de la Comisión*<sup>57</sup>, de 29 de marzo de 2012, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el reglamento (UE) 961/2011. Se decide excluir de los controles al sake y otras bebidas espirituosas como whisky y shochu, puesto que no se ha detectado radiactividad y además el proceso de depuración, fermentación y destilación elimina la radiactividad casi completamente de la bebida espirituosa. El 24 de febrero de 2012, las autoridades japonesas adoptaron nuevas tolerancias para la suma de Cesio 134 y Cesio 137, aplicables a partir del 1 de abril de 2012, junto con medidas transitorias relativas a arroz, carne de vacuno, soja y productos derivados de su transformación, y son inferiores a las tolerancias del reglamento (EURATOM) nº 3954/87. Las medidas transitorias para la carne de vacuno no aplican por no estar permitida la importación de carne de vacuno procedente de Japón por motivos distintos de la radiactividad. Las tolerancias correspondientes a estas medidas transitorias son las que figuran en la Tabla IX.

Tabla IX. Medidas transitorias de la legislación japonesa aplicables en el Reglamento de ejecución (UE) nº 284/2012.

	Cesio radiactivo (Bq/kg)
Leche, productos lácteos, agua mineral y bebidas similares, fabricadas antes de 31/03/2012	200
Resto de alimentos excepto arroz, soja, productos derivados de su transformación antes de 31/03/2012	500
Arroz cosechado antes de 30/09/2012	500
Productos a base de arroz fabricados o transformados antes	500

<sup>57</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 92 de 30/03/2012, p.0016 – 0023 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:092:0016:0023:ES:PDF> ( acceso 30.VI.2014)

30/09/2012	
Soja	500
Productos a base de soja	500

Aunque las autoridades japonesas han informado a la Comisión que no se permite la exportación de productos cuya comercialización no esté permitida en el mercado japonés, conviene aplicar en la Unión las mismas tolerancias para alimentos y piensos originarios de Japón que las aplicadas en este país, siempre que sean inferiores a las establecidas en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87.

Se hace un resumen de los radionucleidos exigidos en el control desde que ocurrió el accidente así como la explicación por lo que no es necesario el control de Iodo 131, como es presentar una semivida de 8 días y no existir liberación del radionucleido en los últimos meses, así como la imposibilidad de nuevas liberaciones al medio ambiente. Esta es la razón por la que en el reglamento (UE) nº 1371/2011 no se mantienen tolerancias máximas para el mismo.

El control de estroncio, plutonio y americio que el Reglamento (UE) nº 961/2011 establece con unas tolerancias máximas, ya no es necesario mantener puesto que el reactor está en una situación estable y la posibilidad de liberaciones importantes al medio de estos radionucleidos está excluida o es muy pequeña. Para los alimentos no incluidos en las excepciones anteriores, las tolerancias máximas para la suma de Cesio 134 y Cesio 137 se encuentran en la Tabla X.

Tabla X. Tolerancias máximas para los alimentos (Bq/kg) establecidas en la legislación japonesa.

	Alimentos para lactantes y niños de corta edad	Leche y productos lácteos	Los demás alimentos excepto, agua mineral y bebidas similares, te preparado con hojas sin fermentar, soja y productos a base de soja	Agua mineral y bebidas similares y té preparado con hojas sin fermentar
Suma de cesio-134 y cesio-137 (Bq/kg)	50	50	100	10

Se señala que en los productos desecados destinados a ser consumidos en estado reconstituido, la tolerancia se aplicará al producto reconstituido. Para hongos secos se aplica un factor de reconstitución de 5, para el té la tolerancia se aplica a la infusión preparada con hojas de té, siendo el factor de transformación para el té seco, de 50. Así la tolerancia de 500 Bq/kg en hojas de té secas garantiza que el nivel en té preparado no supera los 10 Bq/kg. Se indica que estos valores sustituyen provisionalmente a los establecidos en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87. Para el arroz y los productos a base de arroz, la tolerancia máxima se aplicará a partir del 1 de octubre de 2012, hasta entonces será 500 Bq/kg, como indica la tabla anterior. Para la soja y productos a base de soja, se aplica una tolerancia de 500 Bq/kg.

Las tolerancias para piensos expresadas en Bq//kg figuran en la Tabla XI.

Tabla XI. Tolerancias máximas para los piensos (Bq/kg) establecidas en la legislación japonesa.

	Piensos para vacas y caballos	Piensos para cerdos	Piensos para aves de corral	Piensos para peces
Suma de Cesio 134 y Cesio 137	100	80	160	40

La tolerancia máxima se refiere a un pienso con un contenido de humedad del 12 %. Estas tolerancias máximas sustituyen provisionalmente las establecidas en el Reglamento 770/90, para así garantizar la coherencia con las tolerancias máximas aplicadas.

La declaración que debe acompañar a cada envío procede de las mismas prefecturas que las indicadas en el Reglamento anterior (UE) nº 1371/2011, debiendo presentar junto con resultados de los análisis realizados, el muestreo de los mismos, y se aplicará también a productos capturados o criados en las aguas costeras de dichas prefecturas

independientemente del lugar en el que se desembarquen. Se reduce el porcentaje de muestreo, pasando a ser el 5 % de los envíos procedentes de las prefecturas a controlar, aunque se deben presentar resultados del muestreo y análisis, en lugar del 10% actual, y un 10% si no proceden de dichas prefecturas o si proceden no son originarios ni han estado expuestos, en lugar del 20 %.

La declaración a cumplimentar difiere de la anterior, pues indica si están sujetos a medidas transitorias o no. El resto de apartados es similar, y añade como medida transitoria que se permitirá la importación de productos si se ajustan al reglamento (UE) nº 961/2011, siempre que hayan salido de Japón antes de la entrada en vigor del presente reglamento o que presenten la declaración de conformidad emitida antes del 1 de abril de 2012 y hayan salido de Japón antes del 15 de abril de 2012. Queda derogado el Reglamento (UE) nº 961/2011 y este nuevo es de aplicación hasta el 31 de octubre de 2012.

Es aprobado en menos de tres meses el *Reglamento de ejecución (UE) nº 561/2012 de la Comisión*<sup>58</sup>, de 27 de junio de 2012, que modifica el Reglamento (UE) nº 284/2012 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. Se añade la prefectura de Iwate a las relacionadas en el reglamento anterior, puesto que las autoridades japonesas han informado de frecuentes casos de no conformidad de setas shiitake criadas en troncos originarias de dicha prefectura, superando el nivel de 100 Bq/kg establecido desde el 1 de abril de 2012, e incluso los niveles anteriores de 500 Bq/kg, así como la no conformidad en algunas muestras de helechos y pescados originarios de dicha prefectura. La declaración de los envíos es modificada para añadir la nueva prefectura y la medida transitoria establecida en el anterior reglamento se permite siempre que los productos hayan salido de Japón antes de la entrada en vigor del presente reglamento o que la declaración haya sido emitida antes de esta fecha y los productos hayan salido no más de diez días laborables después.

---

<sup>58</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 168 de 28/06/2012, p.0017 – 0020 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:168:0017:0020:ES:PDF> ( acceso 30.VI.2014)

El Reglamento de ejecución 996/2012 de la Comisión<sup>59</sup>, de 26 de octubre de 2012, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el reglamento (UE) 284/2011, indica que se dispone de más de 26000 datos sobre la presencia de radiactividad en piensos y alimentos facilitados por las autoridades japonesas. Así han informado que además de las bebidas alcohólicas ya exentas, como sake, whiskey y shochu, otras bebidas alcohólicas no contienen niveles cuantificables de radiactividad por lo que se excluyen del control. Con respecto al muestreo y análisis de alimentos y piensos originarios de las prefecturas de Yamanashi y Shizuoka, ya no es necesario, y solo se debe mantener para el té de Shizuoka y los hongos de Shizuoka y Yamanashi. Sin embargo, se deben mantener en los alimentos y piensos originarios de Fukushima excepto las bebidas alcohólicas y envíos personales, que son aquellos que no son comerciales y se destinan a una persona privada para consumo o uso personal. Se limita el muestreo y análisis a hongos, té, productos de la pesca, determinadas plantas silvestres comestibles, determinadas hortalizas, determinadas frutas, el arroz y la soja, así como los productos derivados o transformados, o productos que contengan más del 50% de uno o más de estos ingredientes, procedentes de las prefecturas de Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Saitama, Tokio, Iwate, Chiba y Kanagawa. Se reduce la frecuencia de los controles a la importación puesto que no ha habido casos de incumplimiento desde hace más de un año. Se acuerda una próxima revisión cuando se disponga de los resultados en piensos y alimentos de la tercera campaña de cultivo después del accidente, es decir, antes del 31 de marzo de 2014. Para los productos cuya cosecha sea en la segunda parte de la segunda campaña de cultivo, y no estén disponibles todos los datos del segundo período de cultivo, se deberían revisar los productos antes del 31 de marzo de 2013. Las tolerancias máximas establecidas de Cesio 134 y Cesio 137, son las mismas que las establecidas en el reglamento (UE) nº 284/2012, y con respecto a las medidas transitorias, se declaran excepciones con respecto a la soja. Así especifica que sea cosechada y comercializada antes del 31 de diciembre de 2012 y los productos a base de soja fabricados o transformados antes de la misma fecha, en lugar del 30 de septiembre de 2012.

---

<sup>59</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 299 de 27/10/2012, p.0031 - 0041 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:168:0017:0020:ES:PDF> ( acceso 30.VI.2014)

A diferencia del reglamento hasta ahora en vigor, se requiere muestreo y análisis de piensos y alimentos de todos los productos originarios de Fukushima, de té y los hongos originarios de Shizuoka, de los hongos originarios de Yamanashi, de los siguientes productos originarios de Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Saitama, Tokio, Chiba, Kanagawa o Iwate, como son té, hongos, pescado, arroz, soja, judías, nueces, determinadas frutas, jengibre, determinadas plantas silvestres comestibles como helecho o cardo japonés entre otros, que figuran en uno de los anexos del Reglamento. Cada envío debe llevar una certificación con el informe analítico si se trata de té u hongos originarios de Shizuoka o de hongos de Yamanashi o de un producto derivado de su transformación que contenga más del 50 % de estos productos. Si los productos a controlar son originarios de las prefecturas indicadas o son productos capturados o criados en las aguas costeras de esas prefecturas, o es un alimento o pienso que contenga más de un 50%, también deberán tener un informe de análisis con el resultado. De igual forma si se desconoce el origen del producto o de los ingredientes en más de un 50%, se requerirá el informe del análisis con los resultados del muestreo y el análisis. Las autoridades del puesto de inspección fronterizo efectuarán controles documentales, de identidad y físicos de los envíos de productos originarios de Japón, incluidos los análisis para detectar Cesio 134 y Cesio 137, de al menos el 5 % de los envíos. Dichos envíos se mantendrán un máximo de cinco días laborables hasta que se disponga de los resultados.

Queda derogado el Reglamento nº 284/2012, pero se aplicará este reglamento a los productos que hayan salido de Japón antes de la entrada en vigor del nuevo Reglamento o lleven una declaración de conformidad expedida antes del 1 de noviembre de 2012 y hayan salido de Japón antes de 1 de diciembre de 2012. El presente reglamento estará en vigor hasta el 31 de marzo de 2014 y se revisará antes del 31 de marzo de 2013 en lo que respecta a los productos cuya cosecha se realice entre agosto y noviembre y en el caso de peces y productos para la pesca.

La revisión a la que hace referencia el Reglamento anterior conlleva la aprobación del *Reglamento de Ejecución (UE) nº 495/2013<sup>60</sup> de la Comisión, de 29 de mayo de 2013, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 966/2012 por el que se imponen condiciones*

---

<sup>60</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 143 de 30/05/2013, p.0003 – 0010 Disponible <http://www.boe.es/doue/2013/143/L00003-00010.pdf> ( acceso 30.VI.2014)

*especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima.* Tras la evaluación de los datos presentados por las autoridades japonesas para el período comprendido entre septiembre de 2012 y enero de 2013, como indicaba el reglamento anterior, se decide retirar de la lista de productos sometidos a muestreo y análisis, a las peras, el taro, el yacón, los frutos de pepita, la papaya y las vieiras, e incluir el alforfón, la raíz de loto y el arruruz de tres hojas (*Sagittaria trifolia*). Puesto que la importación de carne de bovino fresca procedente de Japón ha sido autorizada conforme al *Reglamento nº 193/2013<sup>61</sup> de la Comisión*, se añade a la lista de los productos que requieren un muestreo y análisis. Debido a los casos de incumplimiento, se añade el control de hongos procedentes de las prefecturas de Nagano, Niigata y Aomori. La modificación del reglamento afecta a todo lo indicado anteriormente, modificándose el listado de piensos y alimentos que requieren muestreo y análisis de Cesio 134 y Cesio 137 antes de su exportación a la Unión.

Aproximadamente un año después, se aprueba el *Reglamento de Ejecución (UE) nº 322/2014 de la Comisión<sup>62</sup>, de 28 de marzo de 2014, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima.* Se hace referencia a la revisión de más de 85.000 datos sobre la presencia de radiactividad en piensos y alimentos distintos de la carne de vacuno y más de 232.000 sobre la carne de vacuno, facilitado por las autoridades japonesas en relación con el tercer período vegetativo después del accidente. Como se siguen detectando niveles de radiactividad significativos o no conformes, en piensos y alimentos originarios de la prefectura de Fukushima, se mantiene el muestreo y análisis de todos los piensos y alimentos originarios de dicha prefectura, excepto bebidas alcohólicas y envíos personales. Conforme a los datos presentados por las autoridades japonesas ya no es necesario exigir el muestreo y el análisis de los piensos y alimentos originarios de las prefecturas de Tokio y Kanagawa, pero al haberse detectado la no conformidad de determinadas plantas silvestres comestibles originarias de las prefecturas de Akita, Yamagata y Nagano, se exige el muestreo y el análisis de las mismas. Con respecto a las prefecturas de Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Saitama, Iwate y Chiba de las que

<sup>61</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 65 de 08/03/2013, p. 0013 – p. 0014 Disponible <http://www.boe.es/doue/2013/065/L00013-00014.pdf> ( acceso 30.VI.2014)

<sup>62</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 95 de 29/03/2014, p.0001 - 0011 Disponible <http://www.boe.es/doue/2014/095/L00001-00011.pdf> ( acceso 30.VI.2014)

se requiere actualmente el muestreo y análisis de hongos, té, productos de la pesca, determinadas plantas silvestres comestibles, determinadas hortalizas, determinadas frutas, arroz y soja, así como de sus productos transformados y derivados, se solicitan los mismos requisitos a aquellos productos alimenticios que contengan más de un 50 % de dichos productos. Los datos de presencia a partir del tercer período vegetativo indican que conviene suprimir el muestreo para un número elevado de dichos piensos y productos alimenticios y mantenerlo para los hongos originarios de Shizuoka, Yamanashi, Nagano, Niigata y Aomori. Se suprime el muestreo de té procedente de prefecturas distintas de Fukushima al comprobarse que a partir del tercer período vegetativo no está contaminado, pero deberá incluir la declaración que indique su origen y con respecto a Fukushima, donde el té se produce en pequeñas cantidades y se destina al consumo local, en caso de exportación, las autoridades japonesas dan garantías de la realización de un muestreo y un análisis con la declaración correspondiente que indicaría el cumplimiento de los niveles máximos aplicables. El hecho de que no se haya detectado ninguna contaminación del té durante el tercer período vegetativo después del accidente, la poca probabilidad de que se exporte té desde Fukushima y las garantías ofrecidas por las autoridades japonesas hace que no sea necesaria una declaración de origen para el té procedente de prefecturas distintas de Fukushima, lo que reduciría la carga administrativa, y puesto que no se ha constatado ningún incumplimiento desde hace más de dos años, procede reducir la frecuencia de los controles en el momento de la importación. Conviene prever una próxima revisión cuando se disponga de los resultados del muestreo y del análisis sobre la presencia de radiactividad en piensos y alimentos del cuarto período vegetativo después del accidente, es decir, antes del 31 de marzo de 2015. Las tolerancias máximas son las mismas que las establecidas en el Reglamento (UE) nº 996/2012 y con las mismas medidas transitorias.

Se reduce el listado de alimentos y piensos para muestrear, y será necesaria una declaración que indique que los productos son de una prefectura distinta de Fukushima, Gunma, Ibaraki, Tochigi, Miyagi, Saitama, Chiba e Iwate, o si son originarios, excepto de Fukushima, no figuren en la relación de los alimentos a muestrear y analizar, o bien, aunque sean originarios no hayan estado expuestos a radiactividad. Si se trata de hongos, koshiabura, brotes de bambú, brotes de Aralia y los helechos procedentes de Akita, Yamagata y Nagano o bien hongos de Yamanashi, Shizuoka, Niigata y Aomori, o un producto derivado que contenga más de un 50% de dichos

productos, deben además llevar un informe de análisis con los resultados del muestreo y análisis. Dicho informe también acompañará a los productos sometidos a control o derivados con más de un 50%, si son originarios de las prefecturas indicadas, o si se desconoce el origen de los productos o de los ingredientes en más de un 50 %. También se exigirá un informe analítico de los productos capturados o criados en las aguas costeras de las prefecturas a vigilar. Las autoridades competentes del puesto de inspección fronterizo o del punto de entrada designado efectuarán controles documentales de todos los envíos de productos que deben llevar declaración firmada, controles de identidad aleatorios y controles físicos aleatorios, incluidos análisis de laboratorio para detectar la presencia de Cesio 134 y Cesio 137. El resultado analítico tiene que estar disponible en un plazo máximo de cinco días laborables. El Reglamento se debe revisar antes del 31 de marzo de 2015.

Se aprueba un nuevo Reglamento para piensos, el *Reglamento de Ejecución (UE) nº 2015/328*<sup>63</sup> de la Comisión de 2 de marzo de 2015 por el que se modifica el Reglamento (UE) nº 322/2014 en lo que concierne al documento de entrada que debe utilizarse para piensos y alimentos de origen animal. Este reglamento no se refiere directamente a las condiciones de importación de productos procedentes de Fukushima, sino a los documentos a cumplimentar por parte de los explotadores de las empresas de dichos productos. No obstante, se menciona por hacer referencia a un Reglamento relacionado con los controles efectuados con motivo del accidente ocurrido en la citada central nuclear. En el Reglamento nº 322/2014 solo se hace mención al documento común de entrada (DCE), conforme al Reglamento 669/2009<sup>64</sup>, para piensos y alimentos de origen no animal que se debe enviar a la autoridad competente del punto de entrada o punto fronterizo. Con respecto a piensos y alimentos de origen animal incluidos los productos de la pesca, es necesario un documento veterinario común de entrada (DVCE) que viene indicado en el Reglamento 136/2004<sup>65</sup>. Por tanto, se modifica el Reglamento en vigor únicamente en este aspecto, y se indica que los documentos respectivos se enviarán al puesto de inspección fronterizo al menos dos días laborables antes de la llegada física del envío.

---

<sup>63</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 58 de 03/03/2015, p. 0050 – 0051 Disponible <http://www.boe.es/doue/2015/058/L00050-00051.pdf> (acceso 30.VI.2014)

<sup>64</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 194 de 25/07/2009, p.0011 – 0021 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0669&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

<sup>65</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 21 de 28/01/2004, p. 0011- 0023 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0136&from=ES> (acceso 30.IV.2014)

Como se ha indicado previamente, el EURATOM ha sido el organismo ejecutor de la normativa aprobada para establecer las tolerancias máximas en alimentos y piensos en caso de un accidente nuclear o emergencia radiológica. Por ello, se hace una revisión de la historia de dicha organización.

Tras la constitución de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) y de la Comunidad Económica Europea (CEE), ambas en virtud del Tratado de Roma de 25 de marzo de 1957, ambas organizaciones han emitido numerosas normas de obligado cumplimiento para España que nuestro país asume como parte integrante de su ordenamiento a raíz de la adhesión a dicha Comunidad, formalizada a través del Tratado de Madrid de 12 de junio de 1985, con efectos desde el 1 de enero de 1986.

El Tratado tiene como objetivo contribuir a la formación y al crecimiento de las industrias nucleares europeas, conseguir que todos los Estados miembros saquen partido del desarrollo de la energía atómica y garantizar la seguridad de abastecimiento. Al mismo tiempo, el Tratado garantiza un elevado nivel de seguridad para la población y evita el desvío a fines militares de materiales nucleares destinados en principio a usos civiles. Es importante señalar que EURATOM solo tiene competencias en el ámbito de la energía nuclear civil y pacífica.

En el capítulo 3, dedicado a Protección Sanitaria, artículos 30 al 39, se establecen normas básicas para la protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los peligros que resulten de las radiaciones ionizantes. Esto es: dosis máximas admisibles con un suficiente margen de seguridad, exposiciones y contaminaciones máximas admisibles y principios fundamentales de la vigilancia médica de los trabajadores. Asimismo se establece la posibilidad de dictar a los Estados miembros recomendaciones sobre el índice de radiactividad de la atmósfera, de las aguas y del suelo. En caso de urgencia, se adoptará una directiva para intimar al Estado miembro de que se trate a tomar, en el plazo que se determine, todas las medidas necesarias para evitar una infracción de las normas básicas y asegurar el respeto de las regulaciones pertinentes.

Los objetivos específicos del EURATOM, según se recoge en el tratado de Roma de 1957 son:

- 1.- *Desarrollar la investigación y asegurar la difusión de los conocimientos técnicos La Comisión invita a los Estados miembros, personas o empresas a que le comuniquen sus programas de investigación nuclear.*
- 2.- *Establecer y garantizar la aplicación de normas de seguridad uniformes para la protección sanitaria de la población y de los trabajadores.*
- 3.- *Facilitar las inversiones y garantizar el establecimiento de las instalaciones básicas necesarias para el desarrollo de la energía nuclear en la UE*
- 4.- *Velar por el abastecimiento regular y equitativo en minerales y combustibles radiactivos de todos los usuarios de la UE.*
- 5.- *Garantizar que los materiales nucleares civiles no se destinan a otros fines (en particular, militares).*
- 6.- *Ejercer el derecho de propiedad que se le reconoce sobre los materiales fisionables especiales*
- 7.- *Promover el progreso de la utilización pacífica de la energía nuclear en colaboración con terceros países y organizaciones internacionales.*
- 8.- *Constituir empresas comunes.*

Las instituciones comunitarias dictan normas de gran incidencia en la regulación nacional basadas en las disposiciones del Tratado EURATOM, entre las disposiciones dictadas por las Comunidades Europeas que inciden en el sector nuclear, básicamente emanadas del EURATOM, pueden señalarse las especialmente significativas, que enumeramos a continuación y no han sido desarrolladas con anterioridad:

1. Relativas a los accidentes nucleares

Directiva 89/618/Euratom<sup>66</sup> del Consejo, de 27 de noviembre de 1989, relativa a la información de la población sobre las medidas de protección sanitaria aplicables y sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM)

---

<sup>66</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas n° L 357 de 07/12/1989 P. 0031 – 0034 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989L0618&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Directiva 96/29/EURATOM, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes, publicada en D.O.C.E. de 29/06/96). (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM)

Directiva 2003/4/CE<sup>67</sup> del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental. Transposición por Ley 27/2006, de 18 de julio.

Directiva 2009/71/EURATOM<sup>68</sup>, de 25 de junio de 2009, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares. (Modificada por Directiva 2014/87/EURATOM).

Directiva 2013/51/EURATOM<sup>69</sup> del Consejo, de 22 de octubre de 2013, por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano.

Directiva 2013/59/EURATOM<sup>70</sup> del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM y 2003/122/EURATOM.

Directiva 2014/87/EURATOM<sup>71</sup> del Consejo, de 8 de julio de 2014, por la que se modifica la Directiva 2009/71/EURATOM, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.

## 2. Relativas a las condiciones de control de los radionucleidos

<sup>67</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 41 de 14/02/2003 p. 0026 – 0032 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:041:0026:0032:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

<sup>68</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 172 de 02/07/2009 p. 0018 – 0022 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:172:0018:0022:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

<sup>69</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 296 de 07/11/2013, p. 0012 -0021 Disponible <http://www.boe.es/doue/2013/296/L00012-00021.pdf> (acceso 30.VI.2015)

<sup>70</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº 13, de 17/01/2014, p. 0001 -0073 Disponible <http://www.boe.es/doue/2014/013/L00001-00073.pdf> (acceso 30.VI.2015)

<sup>71</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº 219 de 25/07/2014, p. 0042 – 0052 Disponible <http://www.boe.es/doue/2014/219/L00042-00052.pdf> (acceso 30.VI.2015)

Directiva del Consejo 90/641/EURATOM<sup>72</sup>, de fecha 4 de diciembre de 1990, publicada en el D.O.C.E. de 13/12/90, sobre Protección Operacional de los Trabajadores Exteriores con riesgo de Exposición a Radiaciones Ionizantes por intervención en Zona Controlada. (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM)

Reglamento (EURATOM) nº 1493/1993<sup>73</sup>, del Consejo de la Unión Europea de 8 de junio de 1993, relativo a los Traslados de Sustancias Radiactivas entre los Estados Miembros.

Directiva 97/43/EURATOM<sup>74</sup>, de 30 de junio de 1997, relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/EURATOM (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM)

Directiva 2003/122/EURATOM<sup>75</sup> del Consejo, de 22 de diciembre de 2003, sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas. Transposición por Real Decreto 229/2006, de 24 de febrero. (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM)

Directiva 2006/117/EURATOM<sup>76</sup> del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativa a la vigilancia y al control de los traslados de residuos radiactivos y combustible nuclear gastado.

Directiva 2008/68/CE<sup>77</sup> del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de septiembre de 2008, sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas.

---

<sup>72</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº 349 de 13/12/1990 p.0021 – 0025 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0641&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

<sup>73</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 148 de 19/06/1993 p.0001 - 0007 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R1493&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

<sup>74</sup> Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L 180 09/07/1997 p.0022 – 0027 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0043&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

<sup>75</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 346 de 31.12.2003 p.0057 – 0064 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:346:0057:0064:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015) (acceso 30.VI.2015)

<sup>76</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 337 de 05/12/2006 p. 0021 - 0032 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0117&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

<sup>77</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 260 de 30/09/2008, p.0013 -0059 Disponible <http://www.boe.es/doue/2008/260/L00013-00059.pdf> (acceso 30.VI.2015)

---

Directiva 2011/70/EURATOM<sup>78</sup>, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos.

Con el fin de gestionar correctamente las situaciones de emergencia radiológica se estableció el Sistema de Intercambio Urgente de Información Radiológica de la Comunidad Europea (ECURIE) que corresponde a la implementación técnica de un conjunto de acuerdos comunitarios derivados del Tratado EURATOM, entre los que se encuentra la *Decisión 87/600/EURATOM sobre arreglos comunitarios para el rápido intercambio de información en caso de emergencia radiológica*, que tienen como objeto la notificación temprana y el intercambio de información entre sus Estados miembros y la CE en caso de emergencia nuclear o radiológica. El sistema ECURIE se plasma en una herramienta tecnológica para el envío y recepción de notificaciones, un acuerdo sobre el formato y tipología de la información a enviar y una red de puntos de contacto y autoridades competentes de cada Estado y la propia CE encargados de la coordinación del sistema. Tras la primera notificación de una emergencia, y como recoge la Decisión 87/600/EURATOM, los Estados tienen la obligación de informar periódicamente sobre los niveles de radiactividad que estén midiendo y las medidas de respuesta a la situación de emergencia que estén llevando a cabo, la naturaleza del suceso y el momento y lugar en el que se haya producido, así como la instalación o actividad afectadas, la causa hipotética o comprobada y la previsible evolución del accidente en lo que se refiere a la liberación de material radioactivo, las características generales de la liberación radioactiva, incluidas su naturaleza, sus formas física y química probables, y la cantidad, composición y altura real del material radiactivo liberado (Consejo de Seguridad Nuclear, 2015d).

Se debe informar sobre las condiciones y previsiones meteorológicas e hidrológicas que sean necesarias para prever la dispersión del material radioactivo liberado, los resultados del control de las condiciones medioambientales, de las mediciones de los niveles de radiactividad en los productos alimenticios, los piensos y el agua potable, así como de las medidas de protección adoptadas o previstas, las medidas adoptadas o previstas para informar a la población y el comportamiento futuro previsible de la liberación radiactiva.

---

<sup>78</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L 199 de 02/08/2011 p. 0048 – 0056 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:199:0048:0056:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

Se informará a la Comisión cualquier otra información que pueda ser de utilidad, especialmente sobre la evolución de la situación de emergencia y el momento de su finalización real o previsible.

El impacto ambiental producido por la liberación a la atmosfera de compuestos radiactivos como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl ha tenido como resultado una serie de proyectos, por parte de organizaciones dedicadas a la gestión de emergencias e institutos científicos, con el fin de evitar que ocurra un accidente similar o, en su caso, que se reduzca su impacto y asimismo garantizar una respuesta mejor en Europa ante situaciones semejantes. El proyecto EURANOS, *European Approach to Nuclear and Radiological Emergency Management and Rehabilitation Strategies del 6º Programa Marco CE-EURATOM*, entre los años 2004 – 2009, consiguió una respuesta europea común ante una emergencia radiactiva para así desarrollar planes de rehabilitación a largo plazo. Dado el hecho de que la capacidad de respuesta de los diferentes países ante emergencias radiactivas producidas por causas accidentales o deliberadas a consecuencia de un ataque terrorista, es muy diferente y este tipo de incidentes puede además generar efectos en cadena a escala, se aumentaba la efectividad de la respuesta europea por medio de la difusión entre los Estados miembros de conocimientos, datos y tecnologías. Como resultado de ello, se establecía la gestión de situaciones de emergencia incorporando la rehabilitación a largo plazo de las zonas que podrían quedar contaminadas (Comisión Europea, 2015).

Con la aparición del 7º programa marco de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) sobre investigación y formación en materia nuclear, se apoyan las actividades de investigación y formación en el ámbito de la energía nuclear y, de este modo, se presta un apoyo científico y técnico al proceso de elaboración de las políticas comunitarias, conforme a la *Decisión del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativa al séptimo programa marco de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) (2006/970/Euratom)*<sup>79</sup>. De esta manera, se articulan dos grandes apartados, por un lado las acciones indirectas sobre la investigación de

---

<sup>79</sup> Diario Oficial de la Unión Europea nº L400 de 30/12/2006, p 0060 – 0085  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006D0970&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

la energía de fusión, la de fisión nuclear y la protección contra las radiaciones, y, por otro, las actividades de investigación directas del Centro Común de Investigación (CCI).

Como continuación del proyecto EURANOS y ya dentro del 7º Programa Marco, se creó en 2010 la Plataforma Europea NERIS (European Platform on Preparedness for Nuclear and Radiological Emergency Response and Recovery) (NERIS, 2015) para optimizar los procedimientos de respuesta europeos frente a emergencias radiológicas, incluidos aquellos que afectan a alimentos y a bienes de consumo contaminados. Se suscita un foro de diálogo entre las asociaciones y organizaciones europeas que intervienen en la toma de decisiones respecto a las acciones de protección en caso de emergencia nuclear o radiológica en Europa.

A pesar de que la Unión Europea haya desarrollado protocolos de protección radiológica que contemplan la gestión, en caso de un accidente nuclear con consecuencias radiológicas que afecten a los alimentos, piensos y en general los bienes de consumo, sin embargo, la aplicación de estas recomendaciones no es sencilla como se puso de manifiesto tras los accidentes de Chernobyl y Fukushima. La idiosincrasia y normativa específica de cada país, junto con la estigmatización de los productos afectados por su procedencia e incluso el rechazo de consumidores y distribuidores aun cuando el producto cumpla los requisitos de calidad radiológica establecidos en las recomendaciones requería una mayor capacidad de atención.

Así, dentro de la Plataforma NERIS, se creó el *Proyecto PREPARE* (Innovative Integrative Tools and Platforms to be Prepared for Radiological Emergencies and Post-Accident Response in Europe) en el que participan centros de investigación y universidades. En uno de sus Grupos de trabajo, en particular el de “Bienes de Consumo Contaminados” del proyecto PREPARE se desarrollan las estrategias, guías y herramientas necesarias para la gestión de alimentos y bienes de consumo contaminados con radiactividad, implicando no sólo a la Administración Pública, sino también contando con la opinión de productores, industria, distribuidores, consumidores y en general los agentes sociales implicados. De esta manera, cada país participante organiza su propio panel con intervención de las instituciones afectadas con responsabilidad directa sobre este tipo de situaciones, para establecer un sistema de gestión que combine la calidad del producto a consumir y la aceptación social y sea acorde con los principios de justificación y optimización de la Protección Radiológica.

Así, se han establecido en Bélgica, Grecia, Portugal y España, paneles de alimentos, piensos y bienes de consumo; en Francia, Suiza, Irlanda, Holanda y Noruega, paneles de alimentos y piensos y en Reino Unido y Finlandia, solo de bienes de consumo. En España, el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) junto con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), son los responsables de organizar el Panel Español. Participan representantes de organizaciones e instituciones involucradas en mayor o menor medida en la gestión de bienes de consumo contaminados entre los que se encuentra el Centro de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII).

Los temas que suscitan mayor preocupación para la mayoría de los países siguen siendo el establecimiento de regulaciones, niveles de referencia, niveles de exención o liberación y niveles de contaminación en superficie, así como los posibles escenarios accidentales fronterizos tanto para exportación como para importación. Además, la vigilancia radiológica, la aceptación social del producto y la percepción del riesgo y su gestión y comunicación se prestan al desarrollo de guías de actuación por parte de los diferentes organismos responsables afectados.



## ***IV. ESPECTROMETRÍA GAMMA***



La determinación de los diferentes contaminantes radiactivos existentes en alimentos, requiere de una técnica analítica distinta, en función de que el tipo de radiación sea alfa, beta o gamma.

En lo que respecta al tipo de contaminantes a determinar según la normativa existente, que establece tolerancias máximas en productos agrícolas originarios de terceros países, como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl, los radionucleidos que se deben analizar son los emisores gamma Iodo 131, Cesio 134 y Cesio 137.

De igual forma el tipo de radionucleidos a determinar para cumplir con la normativa establecida a los límites establecidos para la determinación de la contaminación radiactiva en piensos o alimentos originarios de Japón, a consecuencia del accidente de Fukushima, son emisores gamma.

En el intervalo entre ambos accidentes, la normativa aprobada para controlar la contaminación radiactiva en productos alimenticios y piensos en caso de tener lugar un nuevo accidente nuclear o emergencia radiológica, requiere además de la determinación de los emisores gamma descritos, de los radionucleidos alfa Plutonio 239 y Americio 241 y Estroncio 90, que es un emisor beta.

Por lo tanto, para cumplir con la normativa que está en vigor en la actualidad, los radionucleidos a los que aplicar tolerancias máximas, son emisores gamma.

La técnica más adecuada para el estudio de los emisores gamma presentes en una muestra es la espectrometría gamma que consiste en la obtención del espectro de energías de las radiaciones gamma emitidas por los radionucleidos, permitiendo así su cuantificación.

### **V.1 DETERMINACIÓN DE EMISORES GAMMA**

La determinación de radionucleidos emisores gamma se realiza mediante la obtención del espectro de energía correspondiente utilizando detectores de germanio y programas específicos para el tratamiento de los resultados. Las condiciones ambientales requeridas durante el ensayo fijan la temperatura ambiental entre 16 °C y 27° C, controlada debidamente (ca. 1 hora) por medio de un registrador de temperatura. (ANSI, 1999)

Los materiales de referencia empleados se preparan, tal como se indica en el apartado correspondiente, en las diferentes geometrías utilizadas habitualmente, a partir de un vial que contiene el estándar con su correspondiente certificado de calibración. Los recipientes más utilizados son del tipo Marinelli (GA-MA, 2015) de diferentes capacidades, desde 250 a 1000 ml.

El software empleado, Genie 2000® de Canberra (2015), es un sistema empleado para la adquisición y tratamiento de espectros obtenidos de materiales, en donde los análisis se realizan de forma interactiva, gráfica y mediante secuencias preestablecidas.

Los espectros se almacenan con todos los parámetros utilizados en el análisis, como son, identificación de picos, calibración, librería de radionucleidos y parámetros de la muestra, de forma que el espectro se puede volver a analizar si es necesario.

Se realiza una calibración en energía y se hace la corrección por eficiencia, procesos que se describen en un apartado posterior.

Se realiza la identificación de los posibles isótopos contenidos en la muestra seleccionando una librería que contenga los isótopos de interés. Se hace una corrección de interferencias de forma que se controlan los picos con energías coincidentes y se determina la actividad conjunta de los diferentes picos de un isótopo ponderando los valores de actividad individuales. También se calculan los límites de detección para cada una de las energías de los isótopos identificados.

El procedimiento de medida de la muestra se inicia con una primera etapa de adquisición y contaje para posteriormente proceder al análisis de la muestra sobre el espectro recogido utilizando la calibración correspondiente a la geometría empleada.

El fondo ambiental debe conocerse con objeto de efectuar las correcciones necesarias para que el espectro obtenido represente la radiación emitida por la muestra. El fondo del sistema tiene una importancia significativa en los límites de detección y la precisión de las medidas de baja actividad.

La edición de secuencias de análisis se realiza para cada detector, seleccionándose los parámetros correspondientes que sirven para la identificación de los picos, el cálculo de las áreas, la sustracción del fondo, la corrección por eficiencia, la selección de la librería de radionucleidos con la que se va a analizar la muestra, el cálculo de actividades, incertidumbres y límites de detección, así como el resultado en la unidad de medida de interés.

La creación de las diferentes librerías se realiza con los radionucleidos de interés, siendo necesario, el nombre del isótopo, la vida media y su incertidumbre y el tipo de radionucleido (e.g.  $^{137}\text{Cs}$  es un radionucleido de fisión). Con respecto a las líneas de emisión, se indica la energía de emisión así como la incertidumbre asociada y la abundancia de la misma. En el caso de que el isótopo presenta más de una línea, se marca la de mayor abundancia o la que presenta menor interferencia con otros picos para facilitar su identificación.

Existe la posibilidad de realizar el análisis sin utilizar una secuencia de análisis, modificando manualmente los criterios establecidos y descritos anteriormente, y de igual modo utilizar librerías diferentes a la almacenada en la secuencia.



## ***IV.2. SISTEMAS DE DETECCIÓN***

Los espectrómetros gamma están formados por un conjunto de equipos, el principal elemento del sistema de medida es el detector y los más utilizados son los detectores de semiconductor.

Las propiedades de los materiales semiconductores explican el funcionamiento de los detectores de semiconductor. Lo que determina las propiedades electrónicas de un semiconductor es la energía de separación entre la banda de valencia y la banda de conducción. A la temperatura del cero absoluto los electrones ocupan los niveles de energía más bajos posibles, de modo que la banda de menor energía llamada banda de valencia, está

completamente llena y la próxima superior, la banda de conducción, completamente vacía (Knoll, 1985) (Ferrer, 2006).

Los detectores de semiconductor están formados por estructuras cristalinas de germanio o silicio, elementos que poseen cuatro electrones de valencia y comparten con sus átomos contiguos en enlaces de tipo covalente. Estos enlaces originan uniones muy rígidas y los electrones ocupan posiciones fijas en la red cristalina con energías de ligadura características de cada sustancia. Al establecer un campo eléctrico por aplicación de una diferencia de potencial y no existir electrones libres, no hay desplazamiento de portadores de carga, no hay corriente eléctrica, pero con una energía de al menos 1 eV esas fuerzas de ligadura existentes entre los electrones se rompen y se pueden desplazar de la banda de valencia a la de conducción, proceso que tiene lugar a temperatura ambiente debido a la agitación térmica. Disminuyendo la temperatura del cristal semiconductor se puede conseguir un comportamiento similar a un aislante, al reducirse la agitación térmica y obtener de esta forma un detector de radiación ionizante (Lutz, 2007).

Al interaccionar la radiación con el cristal del semiconductor, la energía cedida por la radiación es capaz de romper estos enlaces liberando electrones, y formar huecos con carga positiva. Al aplicar en el semiconductor una diferencia de potencial, los pares electrón hueco producidos en las interacciones de la emisión radiactiva, son acelerados por el campo eléctrico y recogidos en forma de impulso de carga, de forma que los electrones que ya están en la banda de conducción se desplazan hacia el polo positivo y los huecos de la banda de valencia también pueden moverse hacia el electrodo contrario. Como el mecanismo de movimiento de electrones y huecos es diferente, la velocidad también lo es, lo que se aprecia en la forma del pulso. (Debertin, 2001) (Leo, 1994).

Para que no existan pérdidas y la radiación incidente ceda toda su energía al cristal, los cristales deben tener las dimensiones adecuadas para evitar la radiación de escape y campos eléctricos intensos para evitar la recombinación de portadores. Sin embargo, no se puede aplicar una

diferencia de potencial muy elevada para mantener la integridad del cristal. (L'Annunziata, 1998).

Para evitar conseguir semiconductores con un elevadísimo grado de pureza, las impurezas de los cristales de germanio se pueden controlar implantando elementos que tengan tres electrones de valencia como boro o indio. De esta forma la estructura cristalina formada por átomos de germanio que está saturada, al sustituirse algún átomo de germanio por un trivalente como el boro, que contribuye con tres electrones la estructura ya no está saturada, y se forma un semiconductor tipo P, con déficit de electrones. Si son elementos pentavalentes como fósforo, arsénico o antimonio, se unirán cuatro de sus electrones con los cuatro de germanio, quedando uno libre, y se constituye un semiconductor tipo N, con exceso de electrones. Al unir los dos tipos se obtienen semiconductores con una estructura tipo NIP, siendo la zona de unión I la zona de depleción, donde no hay portadores y es la zona sensible a la radiación. La aplicación de una alta tensión de polarización, hace que se absorba el exceso de portadores de carga libres de las zonas P y N, lo que se consigue aplicando la polarización inversa, con el borne positivo en el lado N y el negativo en el lado P. Cuando el detector es polarizado, el campo eléctrico, a lo largo de la región intrínseca, aumenta la anchura de la misma, Figura 18. La región I posee una alta resistividad y, por tanto, la corriente de fuga es muy baja (Spieler, 2014).

La carga creada, que es proporcional a la energía depositada en el detector por el fotón que interacciona, es convertida en un pulso de voltaje mediante un preamplificador sensible a carga

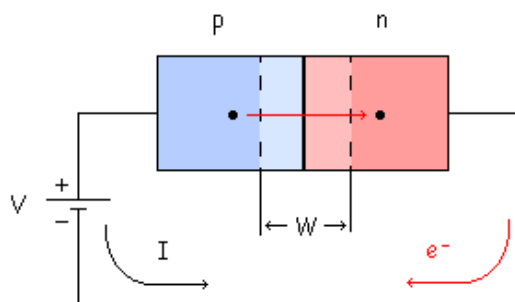


Figura 18. Detector compensado

Este proceso produce excelentes detectores intrínsecos o ultrapuros (HPGe), formados por cristales de gran pureza en geometrías planares o coaxiales, formados por un cilindro de Germanio con un contacto tipo n+ en la superficie exterior y uno tipo p+ en la superficie del pozo cilíndrico interior. El rango de energías útil comienza en torno a 50 keV. Los detectores coaxiales de electrodo inverso (REGe), presentan una geometría similar con la diferencia de que los electrodos se sitúan con una configuración inversa, el contacto p+ en la superficie exterior y el n+ en la superficie interior, como se aprecia en la Figura 19 (Canberra, 2014)

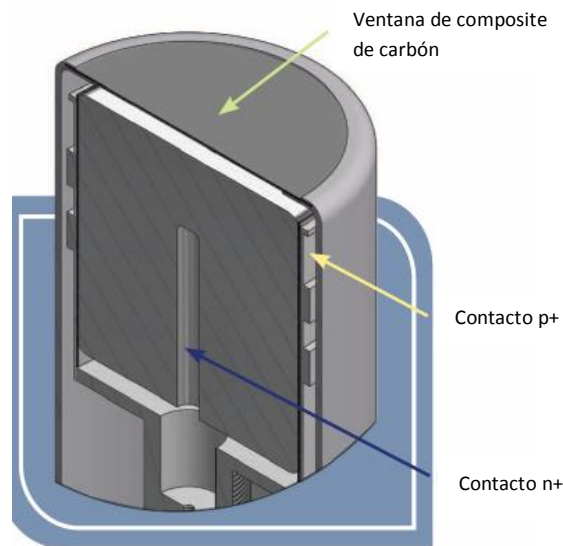


Figura 19. Configuración de un Detector REGe.

La agitación térmica a la temperatura ambiente es suficiente para pasar los electrones de la banda de valencia a la de conducción, pero a temperaturas inferiores a 90°K no se producen pares electrón hueco por efecto térmico, por eso se monta el semiconductor sobre un dedo frío de Cu inmerso en Nitrógeno líquido cuya temperatura es de 77°K.

La señal de carga emitida por el detector se convierte en señal de tensión, se amplifica y por último se transforma en un valor digital que es leído por el analizador multicanal, por ello la cadena electrónica asociada al sistema de espectrometría está formada además de la fuente de

alta tensión (HV), por los siguientes equipos, preamplificador, amplificador, convertidor analógico digital (ADC) y analizador multicanal.

La fuente de alta tensión proporciona la diferencia de potencial que necesita el detector para recoger la señal de carga eléctrica liberada por la radiación cuando incide sobre el detector, señal que al ser muy pequeña requiere como primer elemento de la cadena electrónica un preamplificador que amplifica la señal y maximiza la relación entre señal y ruido. Se debe instalar lo más próximo a la salida del detector para reducir la capacidad asociada a la transmisión de la señal de carga del detector. El ruido generado en el preamplificador puede reducirse manteniendo la primera etapa de amplificación a bajas temperaturas, para lo cual se emplea un sistema de enfriamiento del detector con nitrógeno líquido. Además, el preamplificador adapta la alta impedancia del detector con la baja impedancia del cable coaxial que comunica las señales con el resto de la cadena electrónica.

El ADC digitaliza el impulso, realiza la conversión de la señal analógica procedente del amplificador en valores numéricos que se clasifican en niveles o canales. Determina la altura de los pulsos y transfiere estos pulsos al multicanal. La señal de entrada es filtrada por dos discriminadores, de nivel inferior (LLD lower level discriminator) que limita el ruido y el superior (ULD Upper level discriminator) que limita los canales. Estos discriminadores pueden ajustarse independientemente, de forma que se puede seleccionar un determinado intervalo de energías para el análisis.

El Analizador multicanal (MCA) representa gráficamente los impulsos enviados por el ADC, clasifica los pulsos según su amplitud o altura, que es proporcional a la energía de la radiación incidente, al contar los pulsos de determinada altura y hacer con estos un histograma de canales, almacena el espectro tal como es visto por el detector. La representación es un histograma que representa en abscisas la energía (amplitud) y en ordenadas el número de eventos de esa energía que se han producido, de esta forma se obtiene una representación espectral de la muestra. En el espectro se pueden detectar los elementos emisores por su posición en el eje de energías y la actividad de los mismos por la altura. El análisis se realiza por determinación de altura de pulsos.

En un caso teórico se produciría una representación con tantas líneas verticales como elementos tenga la muestra a analizar, ya que la energía de emisión es única. Sin embargo, debido a la imperfección de la cadena amplificadora y a los propios detectores, esta línea es un pico de varios canales de ancho.

### **IV.3. INSTRUMENTACIÓN**

Los equipos empleados han sido, un detector de Germanio de alta pureza (HPGe) de la marca CANBERRA®, modelo GX3020. Se trata de un detector coaxial de 63 mm de diámetro y 46 mm de altura. El voltaje de trabajo óptimo del detector es de (+) 4000 V. La relación entre el número de cuentas en el canal de fotopico para la emisión de 1332 keV ( $^{60}\text{Co}$ ) y el promedio del continuo Compton, denominada razón Pico/Compton del detector, es 60,8:1. Está conectado a

un preamplificador modelo 2002 CSL, la fuente de alto voltaje es de la marca Bertan modelo 315, el amplificador es el modelo 2026 de Canberra y el ADC, modelo 8701 de Canberra.

Otro de los detectores utilizados ha sido un detector coaxial de CANBERRA®, modelo BE 3830, con diámetro activo de 71 mm y un área activa de 3800 mm<sup>2</sup> y ventana de fibra de carbono. El voltaje óptimo es de (+) 4500 V. Se muestran las especificaciones técnicas del detector en el Anexo I. El modelo del preamplificador es 2002 CSL, y dispone de un analizador de espectros digital, modelo DSA 1000 de Canberra® que engloba la fuente, el amplificador y el convertidor analógico digital. Una de las ventajas que presenta el procesador digital de espectros es su estabilidad térmica ya que la variación de temperatura afecta sobre todo a los componentes analógicos del amplificador. Al digitalizar la señal se eliminan la mayoría de estos componentes y se reduce drásticamente la deriva térmica asociada a la electrónica de espectrometría. Otra de las ventajas de los procesadores digitales de señal es que la señal del preamplificador es digitalizada a alta frecuencia, a 25 MHz, de forma que la señal es filtrada digitalmente y se reconstruye una imagen ideal del pulso para determinar de forma automática el máximo del mismo, ya que es el único parámetro que interesa en espectrometría. El proceso es rápido, porque la conformación de la señal ya no tiene que ser una gaussiana, sino que se aproxima a un trapecioide y este proceso lleva la mitad de tiempo, De esta forma se consigue una mayor tasa de conteo sin afectar a la resolución del espectro. Por otra parte controla la figura de ruido en la entrada del preamplificador para determinar que pulsos deben tratarse y que zonas corresponden a oscilaciones de ruido.

Otro de los detectores empleados está formado por un detector de germanio modelo GR2520 de la marca CANBERRA. Se trata de un detector coaxial de 51,5 mm de diámetro y 51,5 mm de altura. Presenta un voltaje óptimo de (-) 4000 Voltios, es un modelo reverse. El detector de germanio está conectado a un preamplificador modelo 2001C de la marca CANBERRA. La fuente de alto voltaje es de la marca Canberra modelo 3106 D, el amplificador es el modelo 2020 de la marca Canberra y el Convertidor analógico digital el modelo 8075 de Canberra.

El enfriamiento del detector y del preamplificador se consigue incorporando ambos dispositivos en un criostato, que se encuentra en contacto directo con el nitrógeno líquido contenido en el vaso Dewar.

Para conseguir una reducción del fondo, en medidas de baja actividad, el detector está situado dentro de un blindaje, que reduce la radiación procedente del exterior, construido con plomo con una antigüedad suficiente para no presentar trazas de elementos radiactivos artificiales.

El blindaje consiste en un receptáculo aproximadamente cúbico, cuyas paredes son de plomo, de un grosor de unos 10 cm, espesor considerado óptimo, dado que un espesor mayor generaría una componente de radiación inducida, como consecuencia de las emisiones gamma producto de la interacción de los rayos cósmicos con el blindaje. Se expone un esquema del sistema en la Figura 20 (Barrera, 2008).

La cara interior del blindaje está cubierta con una capa superficial de cobre, de 1 mm, para atenuar la radiación de fluorescencia de rayos X inducida en el plomo, cuya energía está comprendida en el intervalo 70-80 keV

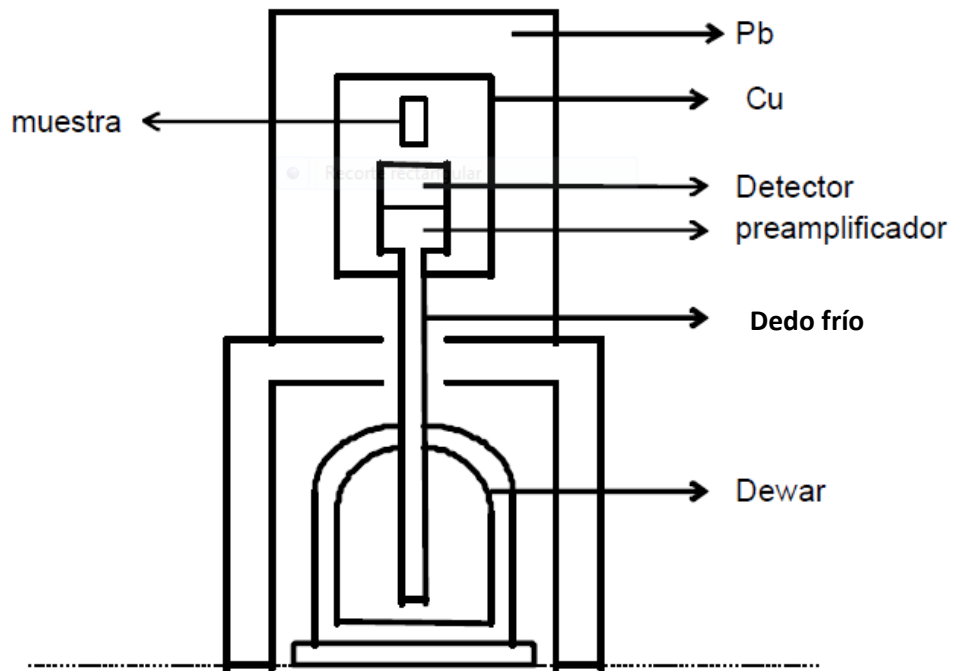


Figura 20. Esquema del sistema

### ***IV.3. CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN***

Para asegurar la calidad del resultado de las medidas se procede a la calibración de los equipos que se realiza con una periodicidad establecida y se utilizan los materiales de referencia de que dispone el laboratorio.

Con el material de referencia certificado, cóctel formado por diferentes emisores gamma que cubren el intervalo de energías de interés, se preparan los diferentes materiales de referencia, con las geometrías utilizadas habitualmente en el laboratorio.

En primer lugar se edita un registro de calibración para cada material de referencia preparado, que contiene la información de cada radionucleido, esto es, energía de emisión, vida media, concentración de actividad en gammas por segundo e incertidumbre asociada de cada línea de emisión, si el radionucleido tuviera diferentes líneas.

A continuación se procede a realizar la calibración de los equipos para correlacionar los espectros medidos por el equipo con las emisiones de la fuente de calibración. La calibración consta de dos fases, calibración en energía y en eficiencia.

La calibración en energía se realiza para establecer la proporcionalidad entre la energía depositada por la radiación en el detector y el correspondiente canal asociado en el espectro, de esta forma se pueden identificar los isótopos correspondientes.

Es importante conocer la resolución en energía, que es la capacidad de discriminación entre distintas emisiones que tiene el sistema. Se calcula como la anchura del pico a mitad de altura (FWHM) (*Full Width at Half Maximum*), para ello se realiza un ajuste entre FWHM y la energía.

Por lo tanto, el proceso consta de los siguientes pasos:

- una calibración energía / canal, de forma que correlaciona el canal de espectro con la energía de emisión
- la curva anchura a mitad de altura /energía, que determina el ancho del pico en función de la energía.
- la curva cola del pico / energía, que determina la forma en que varía la cola de baja energía del pico en función de su energía. Es de utilidad en el caso de existencia de multipletes.

Para cada isótopo se obtiene el resultado del canal asociado, la anchura a mitad de altura (FWHM) del pico correspondiente y la variación de la cola del pico de baja energía. Con ello se genera una recta de calibración que representa la energía frente al canal.

La calibración en eficiencia permite establecer la relación entre la actividad de un radionucleido emisor gamma y el recuento del correspondiente fotopico, en función de la energía del fotón emitido. La eficiencia de los detectores no es lineal, su respuesta varía en función de la energía del fotón incidente, e influye tanto el detector como el material que se mide. Por tanto, la calibración en eficiencia es el proceso mediante el que se calcula la respuesta del detector a un determinado tipo de geometría. Para cada configuración se obtiene una curva de energía en función de la eficiencia. Se representa en la figura 21 un ejemplo, así como el orden del polinomio de ajuste.

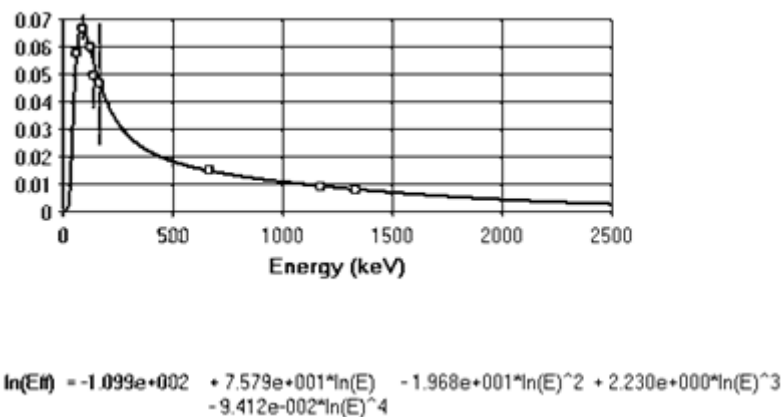


Figura 21. Curva de calibración en eficiencia

El orden del polinomio es importante porque elementos con una energía ligeramente superior a la máxima empleada en la calibración pueden cambiar el sentido al estar fuera del rango de calibración, es decir, no podrían ser calculadas correctamente. Si se cambia el orden del polinomio la curva es más lineal fuera de ese rango de calibración.



### **IV.5. VERIFICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN**

Es un requerimiento a tener en cuenta que una serie de técnicas específicas se aplican para evaluar la calidad de las mediciones de rutina de radiación gamma y los procedimientos de análisis relacionados. Dichas medidas monitorizan los factores que influyen en la calidad del funcionamiento, tanto el rendimiento del espectrómetro como la calidad de la medición y la calidad del análisis de los picos (Glavič-Cindro, 2000).

El control de calidad en la espectrometría gamma se realiza para comprobar el estado de los equipos y prevenir sesgos en las medidas mediante un seguimiento de una serie de

parámetros como son los centroides de los picos más significativos y la anchura a mitad de altura (FWHM) de los mismos. Además se puede controlar la eficiencia del equipo a partir de la actividad medida o del número de cuentas de una determinada línea de emisión. Por lo tanto, los parámetros más significativos para controlar el sesgo de las medidas serían:

- la ganancia, que controla la posición de los picos en el espectro, tanto en canales como en energía
- la eficiencia que se emplea para determinar que no varía la respuesta del detector, monitorizando la actividad de determinados picos o isótopos
- el fondo que realiza un seguimiento de la actividad mínima detectable de determinados isótopos y controla que no se hayan producido contaminaciones en el sistema de detección.

Este proceso se realiza mediante una aplicación del sistema empleado Genie 2000®. Con él se definen los parámetros a controlar y mediante un sistema de almacenamiento se extrae directamente el valor de los parámetros desde el espectro mediante secuencias de análisis apropiadas.

La base de datos dispone de los parámetros definidos, entre los que están: centroides de picos, energías o actividades, que son de utilidad para monitorizar a lo largo de periodos de tiempo y determinar si el equipo está funcionando sin degradaciones. Este proceso se realiza con el espectro de una determinada muestra que se toma como referencia.

Mediante la generación de informes, tanto gráficos como estadísticos, se puede estudiar la evolución de un parámetro determinado y mostrar los límites de alerta y alarma asociados a dicho parámetro, definidos previamente, de forma que si los valores medidos de la muestra calibrada no entran en el intervalo definido como válido para cada uno de los parámetros, en el informe se genera un error que indica la presencia de la desviación superior a la permitida.

Los valores de cada uno de los parámetros controlados se cargan automáticamente desde el espectro en el análisis. La base de datos es específica para cada uno de los detectores, ya

que tanto estos como la electrónica de medida son diferentes y presentan diferentes calibraciones, de forma que se crean los campos donde se van a almacenar los diferentes parámetros.

Así, por ejemplo, se puede calcular el centroide, la energía, la anchura a mitad de altura, el área el contaje en cuentas por segundo, la eficiencia y el fondo del pico. Si se selecciona un determinado parámetro, se pueden definir los valores asociados al parámetro, como el nivel de alerta y alarma, el tipo de tendencia o el control de valores máximo y mínimo.

Por medio de este sistema se realiza el proceso de verificación que consta de las siguientes etapas,

- Adquisición del contaje obtenido con el material de referencia
- Tratamiento y análisis del material de referencia
- Calibración energía - canal con el espectro del material de referencia, si fuera necesario

En el Anexo II se presentan los resultados de la verificación trimestral para un detector, así como las gráficas correspondientes de la evolución de la energía y la FWHM de los picos más significativos.

Como consecuencia de la propia inestabilidad de los equipos electrónicos, la calibración en energía puede cambiar en el tiempo. Por ello, se puede realizar una verificación semanal a partir de fotopicos procedentes de emisiones ambientales obtenidos de medidas de fondo. La alta linealidad de la relación energía - canal permite afirmar que con un número limitado de puntos, es suficiente para determinar la calibración en energía.



***V. DETERMINACIÓN DE LA  
CONTAMINACIÓN RADIATIVA EN  
MUESTRAS DE DIFERENTES  
ALIMENTOS IMPORTADOS***



Para aplicar la Reglamentación aprobada con el fin de proteger a la población de la posible contaminación radiactiva que pudieran tener los alimentos importados desde que sucedió el accidente de Chernobyl, en abril de 1986, el laboratorio de Radioprotección dependiente de la Subdirección de Sanidad Ambiental del Ministerio de Sanidad y Consumo, fue el que realizó la evaluación de las muestras de los alimentos importados.

En el año 1990 el laboratorio del Servicio de Radioprotección se adscribió al Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) dependiente del Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo dependiente del Ministerio de Sanidad y Consumo. Actualmente, depende del Ministerio de

Economía y Competitividad, y anteriormente fue dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. Con motivo del accidente de la Central Nuclear de Fukushima, en marzo de 2011, desde la Subdirección General de Sanidad Exterior, dependiente de Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, se acordó que los análisis de los alimentos importados procedentes de Japón, fueran realizados por el mismo Servicio de Radioprotección. Se adjunta documento en el Anexo III.

El protocolo y la toma de muestras de los alimentos importados se estableció teniendo en consideración que era por los distintos puntos fronterizos de nuestro país por donde accedían esos productos. Los servicios de Sanidad Exterior en cada punto fronterizo son los que efectúan la recepción de muestras, realizándose la toma de muestras por parte de los inspectores. El protocolo de toma de muestra contempla la toma de tres muestras, inicial, que se envía a analizar, dirimente, se queda en poder del importador y contradictorio, por si fuera necesario un nuevo análisis, que son convenientemente envasadas, precintadas e identificadas con un número de expediente para garantizar la trazabilidad de la muestra. De las tres muestras tomadas por el inspector, la inicial, acompañada del correspondiente requerimiento oficial de solicitud de análisis de radiactividad, de acuerdo con la reglamentación en vigor, es enviada al laboratorio. En este requerimiento figura la petición de medida de radiactividad, la naturaleza de la muestra, el país de origen, los datos de identificación del importador, el número de expediente, así como el sello de salida con el número correspondiente, fecha y firma del inspector. Todo ello acompañado de la correspondiente acta de inspección y toma de muestra en la que figuran, además de los datos anteriormente citados, la aceptación y firma del importador o su representante. En el anexo IV se recoge un modelo de solicitud que acompaña a las correspondientes muestras.

## **V.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

El Servicio de Radioprotección del CNSA realiza actividades de control sanitario de la contaminación radiactiva en muestras ambientales y alimentos, da apoyo técnico a distintos organismos e instituciones, y participa en reuniones nacionales e internacionales en materia de Protección Radiológica (CNSA, 2015).

Las muestras enviadas por los Servicios de Sanidad Exterior de las diferentes Delegaciones de Gobierno, se reciben en el Servicio de Radioprotección adjudicándoles un número de registro, y se les aplica el protocolo que a continuación se describe.

Una vez desembalada la muestra, se comprueba que la identificación de la muestra corresponde con los datos que figuran en el documento de solicitud de análisis, tanto la identificación de la muestra como el acta o expediente. Se comprueba que la muestra no ha sufrido deterioro y que está debidamente precintada.

Una vez comprobada la conformidad de la muestra, se procede al registro de entrada en el laboratorio, para ello se le asigna un número, que se corresponde únicamente con esa muestra con todos los datos que la identifican, como son, además de la identificación de la misma, la Delegación que envía la muestra, cuál es su procedencia, el número de acta o expediente, y la cantidad recibida.

La naturaleza del alimento analizado depende de la procedencia, las muestras analizadas procedentes de países afectados por el accidente ocurrido en la Central Nuclear de Chernobyl, se han clasificado en los siguientes tipos, aceites, cacao, carnes, cereales, productos de confitería y azúcares, encurtidos, especias, frutos secos, frutos silvestres, herboristería, lácteos, legumbres, pescados, químicos, salsas, setas, vegetales, vinos y licores y otros, denominados así por no poderse clasificar en ninguno de los anteriores. Las muestras analizadas procedentes de zonas probablemente afectadas por el accidente que tuvo lugar en Fukushima, han sido las siguientes, aceite, agua, algas, cereales y pastas, productos de confitería, especias y condimentos, Herboristería, Pescados, productos químicos, setas, te, vegetales y legumbres, vinos y licores y otros que no se han podido incluir en ninguno de los citados.

El tratamiento de las muestras consiste en homogeneizar los productos líquidos o triturar los productos sólidos, para así disponerlos en los diferentes tipos de materiales volumétricos que presentan las mismas geometrías que las correspondientes a los materiales de referencia de los que se disponía. Se procede a la tara del recipiente y por volumen o peso se dispone la muestra en el mismo, identificándola convenientemente con el número de muestra asignado y el peso o volumen obtenido. En función de la cantidad de muestra, tipo de detector y geometría

empleada, se programa el tiempo de contaje óptimo para obtener un límite de detección establecido para los principales radionucleidos a analizar. El contaje se realiza como se ha indicado en un apartado anterior.

Los materiales de referencia empleados son suministrados por un Laboratorio de referencia, asociado al Centro Español de Metrología (CEM) y depositario de patrones nacionales, en viales con una actividad determinada de cada uno de los radionucleidos emisores gamma que cubren el espectro de energías de interés. La preparación se presenta en una solución de HCl 2N, y se indican los portadores añadidos que facilitan la disolución de los radionucleidos activos. Los resultados del certificado son coherentes con las Capacidades de Calibración y Medida (CMC) indicadas en el Acuerdo de Reconocimiento mutuo por el que todos los Institutos Nacionales de Metrología participantes reconocen entre sí la validez de los certificados de calibración y de medida para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados, conforme al Comité Internacional de Pesas y Medidas (BIPM, 2015).

La preparación de los materiales de referencia en las geometrías utilizadas en el laboratorio, se realiza conforme al protocolo de preparación de materiales de referencia. Entre los materiales necesarios están los recipientes donde van a dispensarse los materiales preparados, habitualmente recipientes Marinelli de diferentes capacidades, matraces donde realizar las diluciones, pipetas pasteur, micropipetas, vasos de precipitado de diferentes tamaños, solución para realizar la dilución, viales de vidrio con rosca y los equipos de protección individual necesarios, como mascarilla, gafas y doble guante. (Consejo de Seguridad Nuclear, 2015b). Dicho protocolo incluye los pasos siguientes:

- Se prepara la disolución ácida o alcalina con los portadores adecuados, preferiblemente de iguales características a las indicadas en el correspondiente certificado. Para ello se utiliza un pesasustancias donde se pesan cada uno de los portadores en la cantidad necesaria para un volumen generalmente de 2000 ml y se vierten en un vaso de precipitados. Se lava el pesasustancias y el vaso de precipitados, este líquido de lavado se vierte en un matraz de 1 litro y se enrasa con HCl 4M, a continuación y si es necesario mayor volumen se puede diluir hasta 2000 ml. El contenido se pasa a botellas de plástico de 1 litro con tapa de rosca hasta su utilización.

- Se abre la ampolla según las normas clásicas, manteniendo ésta sobre un vaso de precipitados lo suficientemente grande para recoger todos los restos en caso de una rotura fortuita
- Se tara un vial de vidrio, provisto de tapa roscada
- Con la ayuda de una pipeta Pasteur, se pasa todo el líquido de la ampolla al vial
- Se pesa el vial con el patrón y se deduce el peso de éste
- Se diluye el contenido del vial utilizando la disolución preparada bien gravimétricamente o volumétricamente.

Para la dilución gravimétrica, se realizan los siguientes pasos:

- Se tara el matraz aforado donde se va a realizar la dilución
- Se pasa el contenido del vial al matraz con ayuda de una pipeta Pasteur, se lava el interior del vial con la disolución específica y se pasa al matraz con la misma pipeta, repitiendo esta operación 5 ó 6 veces.
- Se comprueba que el vial queda exento de radiactividad por espectrometría gamma, si no es así se vuelve a lavar el vial
- Se diluye hasta el volumen seleccionado por pesada (corresponde con el matraz aforado) con la disolución específica, se tapa el matraz y se agita para formar una mezcla homogénea.
- Se pesa el matraz aforado con la disolución patrón y se deduce el peso y la correspondiente actividad específica en Bq/kg
- La disolución se guarda con las oportunas precauciones de almacenamiento, tapón bien apretado y con funda protectora de plástico, y se toman las alícuotas correspondientes cuando se vayan a preparar los materiales de referencia requeridos.

Si se realiza una dilución volumétrica, es necesario seleccionar el volumen requerido y pasa el contenido del vial a un matraz aforado de volumen igual al seleccionado con ayuda de una pipeta Pasteur. A continuación se prosigue igual que en el apartado anterior, sin realizar la pesada del mismo.

Una vez preparadas las diluciones, se procede a la elaboración de los materiales de referencia en las geometrías de interés para el laboratorio. En el caso de recipientes Marinelli, se añade sobre el mismo, previamente tarado, la cantidad suficiente de disolución inactiva con los portadores previamente preparada para cubrir toda la superficie de la base y a continuación se añade con pipeta Pasteur la cantidad necesaria de disolución patrón de forma que quede repartida por todo el Marinelli y se añade más disolución inactiva hasta completar el volumen del recipiente. Si se emplean recipientes tipo duquesa, el proceso es similar, es una geometría menos utilizada pues presenta una menor eficiencia al situarse encima del detector y no envolver a detector como ocurre con los recipientes Marinelli, no obstante, es una buena alternativa para muestras de difícil manipulación.

Una vez preparados todos los materiales de referencia en las geometrías necesarias se elabora un registro de calibración asociado al material y recipiente empleados.



## ***V.2. EVALUACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ALIMENTOS PROCEDENTES DE PAISES AFECTADOS POR EL ACIDENTE OCURRIDO EN CHERNOBYL***

Con el fin de conocer cómo ha evolucionado la naturaleza y número de muestras y su contaminación radiactiva con el tiempo transcurrido desde que tuvo lugar el accidente en la

Central Nuclear de Chernobyl, podemos identificar una serie de fases en cuanto a las determinaciones en razón de la normativa vigente:

- En un primer período la normativa está enfocada en conocer el impacto inmediato de la radiación a través de alimentos procedentes de la Unión Europea.
- A continuación y pasado el período de suspensión de las importaciones, se inicia un control de los productos agrícolas procedentes de terceros países con la aprobación del Reglamento (CEE) nº 1707/86, el 16 de mayo de 1986, donde se establecen las tolerancias máximas, lo que supone el envío de alimentos de naturaleza muy diferente y en número considerable de los mismos.
- En una tercera fase se recogen los resultados de muestras analizadas en el período de prórroga o laguna normativa, debido a la finalización del periodo de vigencia del Reglamento (CEE) nº 624/87 y antes de implementarse el Reglamento (CEE) nº 3955/87.
- Por último se va a hacer el análisis de la evolución de las muestras de setas analizadas desde que entra en vigor el primer Reglamento (CEE) nº 1707/86, y las sucesivas modificaciones, entre las que se encuentra el Reglamento (CEE) nº 1518/93 que establece una lista de productos a aplicar las tolerancias máximas, y especifica, entre otros, las setas en todas sus presentaciones, frescas, preparadas o conservadas, que hasta ese momento no se contemplaban como tal, aunque estaban incluidas como un alimento más. Las setas son uno de los productos considerados para aplicar la normativa, tanto por su procedencia como por la contaminación existente, de forma que la normativa continúa en vigor hasta el 31 de marzo de 2020.

El período de estudio comprende desde que ocurrió el accidente en la Central Nuclear de Chernobyl hasta el 30 de junio de 2015, indicar que en este intervalo el número total de muestras analizadas han sido 17870, centrando el estudio en las etapas indicadas.

El primer documento aprobado por la Unión Europea para proteger la salud de los consumidores de los elementos radiactivos dispersados en la atmósfera como consecuencia del accidente de Chernobyl y detectados en la Comunidad, es la *Recomendación de la Comisión 86/156/CEE de 6 de mayo de 1986*, de forma que se controlara el comercio del propio mercado

de la Unión Europea. Las tolerancias recomendadas se expresan en períodos de tiempo a lo largo del mes de mayo, siendo 39 las muestras analizadas correspondientes a lácteos procedentes de Francia. Se representa en la figura 22 la distribución de las mismas a lo largo de los tres períodos indicados en la Recomendación.

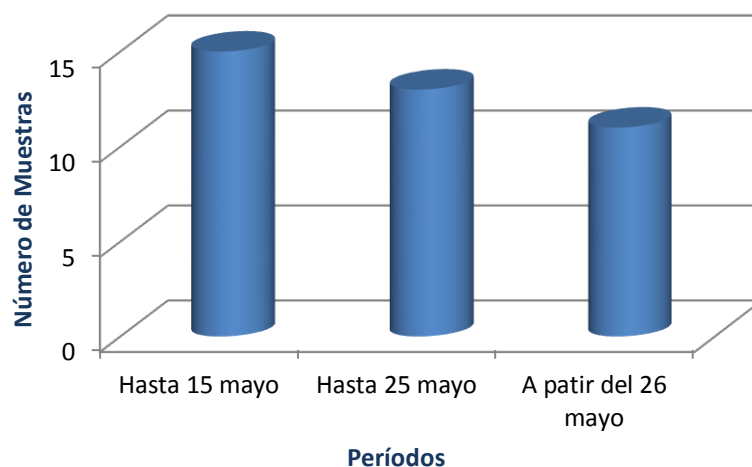


Figura 22. Número de muestras procedentes de Francia

En lo que respecta al período comprendido entre la entrada en vigor del Reglamento (CEE) nº 1707/86 del Consejo de 30 de mayo de 1986 y el período de validez del Reglamento (CEE) nº 624/87, de 27 de febrero de 1987, son enviadas 3720 muestras desde diferentes puntos fronterizos, que se distribuyen según los diferentes tipos de muestra como se indica en la Figura 23.

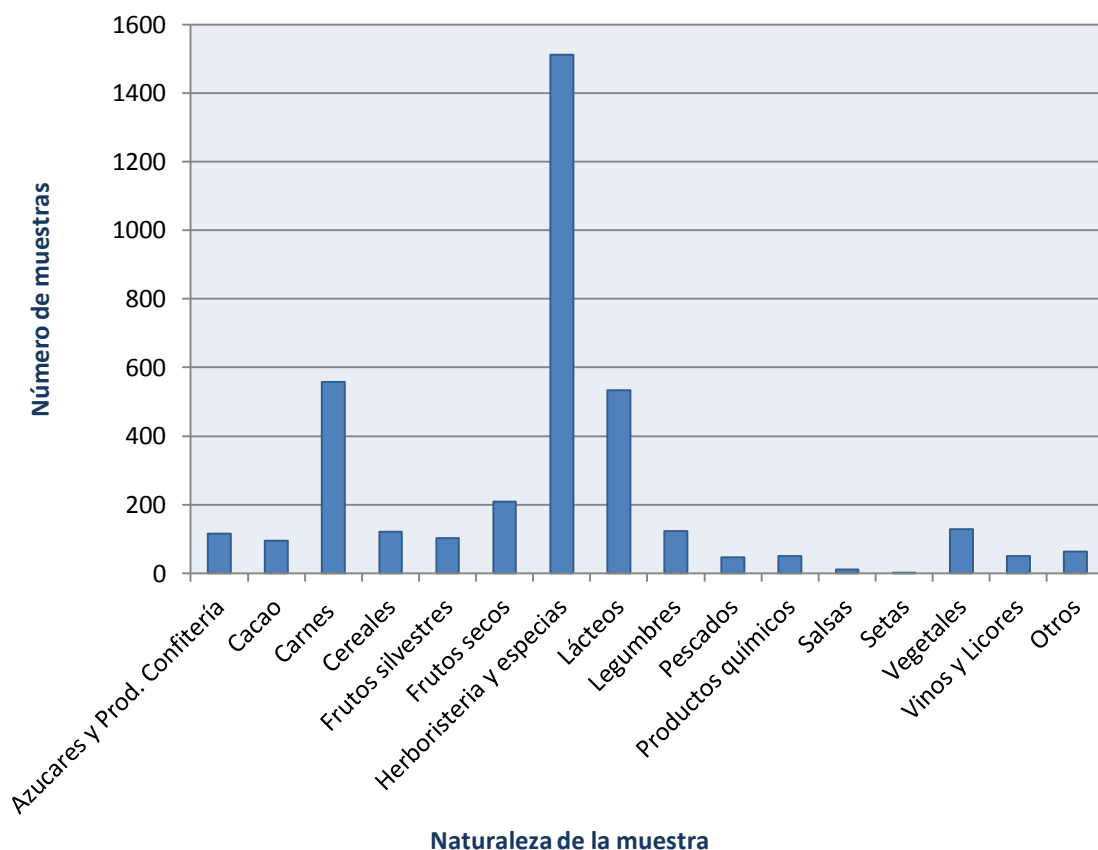


Figura 23. Distribución del número de muestras según la naturaleza las mismas.

El de tipo de muestra enviada desde los puntos fronterizos es de muy diferente naturaleza correspondiendo el mayor porcentaje a muestras de herboristería y especias, seguido de productos lácteos y carnes.

En cuanto a los países de procedencia, algunos son de la Unión Europea, como por ejemplo Francia, Alemania o Italia. Otras muestras procedían de países que no pertenecían entonces a la Unión Europea tales como Bulgaria, Hungría, Yugoslavia, y países de otros continentes como por ejemplo Estados Unidos, Chile, Corea del Sur o Camerún. Podemos señalar que a estos últimos países, por su situación geográfica, la nube radiactiva no tuvo incidencia, sin embargo, y como se ha comentado anteriormente, la radiactividad provoca una enorme inseguridad debido al desconocimiento de la misma por parte de la población, lo que hace que cualquier medida de prevención que se tome sea correcta. También se ha de indicar que muchas de las muestras, aunque procedentes de esos países, eran importadas por países comunitarios que a

su vez las exportaban a España, y es por esta razón por lo que desde los distintos puntos fronterizos se realizaba la correspondiente toma de muestra y posterior análisis.

El siguiente período a analizar es el correspondiente a lo que se ha denominado laguna normativa o período de prórroga, entre la vigencia de los reglamentos (CEE) nº 624/87 y (CEE) nº 3955/87. Como se ha indicado el primero tenía como fecha límite el 31 de octubre de 1987 y sin embargo el segundo no es aprobado hasta el 22 de diciembre de 1987. Hay un período de 59 días en los se presupone la prórroga del Reglamento (CEE) nº 624/87, puesto que el Reglamento (CEE) nº 3955/87 entró en vigor el día de su publicación el 30 de diciembre de 1987.

Durante este período de tiempo el control de alimentos importados continuó de forma ininterrumpida, de hecho se realizó el análisis de 1121 muestras, sobrepasando las tolerancias máximas solo 19 de ellas. Dieciséis correspondían a productos de herboristería, una de leche, una de frutos secos y otra de frutos silvestres. La procedencia de las muestras era tanto de países terceros como de la Unión Europea.

Un hecho a destacar positivamente es que se siguiera realizando el envío de las muestras puesto que la contaminación continuaba, y esto demuestra que los consumidores españoles han estado protegidos incluso durante el período de prórroga del citado Reglamento.

El mayor porcentaje de muestras analizadas corresponde a Alemania, con un 26,3 % frente a Bulgaria con un 6,6 % o Francia con un 5%. Sin embargo, el número de muestras que superaron las tolerancias era similar, lo que implica la mayor contaminación existente en Bulgaria y Francia frente a Alemania. Se considera de interés comentar que aunque Alemania y Francia formaban parte de la hoy Unión Europea, el control de sus productos se realizaba, para así cumplir con la normativa existente que hacía referencia al control de productos de países incluso dentro de la Unión Europea.

Se puede remarcar que aunque el número de muestras es reducido, si se puede afirmar que la actividad de  $^{137}\text{Cs}$ , o bien de la suma de  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$ , en las muestras va disminuyendo conforme transcurre el tiempo desde el accidente. Las muestras analizadas que han superado

las tolerancias máximas se indican en el gráfico de la Figura 24 y se puede observar que el mayor número corresponde a *Folia tiliae*. Este dato se puede atribuir al dato de que los tilos son árboles muy comunes en los bosques de Centroeuropa y su importación es más relevante en nuestro país respecto a otras especies vegetales del área mediterránea como el romero o el orégano. Es de destacar que las muestras con mayor concentración de Cesio son las procedentes de Bulgaria.

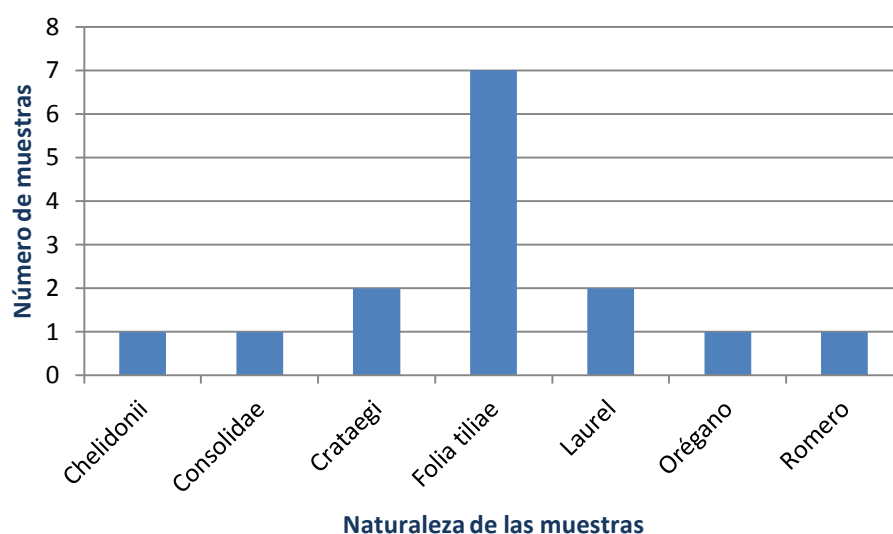


Figura 24. Tipos de herboristería

Por último se va a hacer el análisis de la evolución de las muestras analizadas de setas. Se ha dedicado una parte importante al estudio de las setas por la actividad que siguen presentado, casi treinta años después del accidente de Cesio 137, debido a que los ecosistemas en que se desarrollan como son bosques y superficies arboladas tienden a retener este elemento radiactivo, y también por apreciarse un aumento considerable de la importación de las mismas a lo largo de los años.

Desde la aprobación del primer Reglamento nº (CEE) nº 1707/86, y tras sucesivas modificaciones, entre las que se encuentra el Reglamento (CEE) nº 1518/93 que establece una lista de productos a aplicar las tolerancias máximas donde especifica, entre otros, las setas en todas sus presentaciones, frescas, preparadas o conservadas, que hasta ese momento no se contemplaban como tal, aunque estaban incluidas como un alimento más.

Como se ha indicado en el apartado de Normativa regulatoria, los Reglamentos anteriores al Reglamento (CEE) nº 1518/93, presentaban una relación de productos excluidos del control, y al ser esta relación cada vez mayor se optó por incluir en la normativa la lista de productos a los que se deben aplicar las tolerancias máximas establecidas. Pero no es hasta que se aprueba el Reglamento (CE) nº 1661/1999, cuando el control queda sometido fundamentalmente a setas procedentes de terceros países, puesto que se ha demostrado que el suelo sigue contaminado y las setas se desarrollan con dicha contaminación. A continuación se detallan los resultados de las medidas de radiactividad gamma de las muestras de setas analizadas en función de la procedencia de las mismas, la contaminación de la zona, incluyendo el tipo de seta.

En las primeras medidas, la actividad corresponde a la suma de cesio 134 y Cesio 137, para facilitar la comparación entre las diferentes muestras. Dado que el período de semidesintegración de Cesio 134 es de dos años aproximadamente, a partir de ese momento solo se considera significativa la medida de Cesio 137, con un el período de semidesintegración de 30,05 años.

El número de muestra de setas en función del país de procedencia, en el período que abarca desde el primer Reglamento (CEE) nº 1707/1986 hasta el 30 de junio de 2015, que corresponde al período de estudio de este trabajo, se presenta en la tabla XII, y son un total de 1090 muestras.

Tabla XII. Relación de número de muestras de setas en función del país de procedencia

<b>País</b>	<b>Número de muestras</b>
Alemania	2
Bulgaria	656
Bosnia	4
China/Holanda	2
EAU	1
Hungría	3
Lituania	2
Macedonia	40
Polonia	12
Rumania	48
Rusia	26
Serbia	8
Suiza	1
Turquía	258
Ucrania	6
Yugoslavia	8
país no identificado	13

Estos resultados expresados en porcentaje se recogen en la Figura 25, donde se ve claramente que el mayor número de muestras de setas analizadas proceden de Bulgaria, con un porcentaje del 60%, seguido de Turquía con un 23,7%. En menor porcentaje están Rumania, Macedonia, Rusia o Polonia, mientras que del resto de países la proporción de muestras analizadas es despreciable.

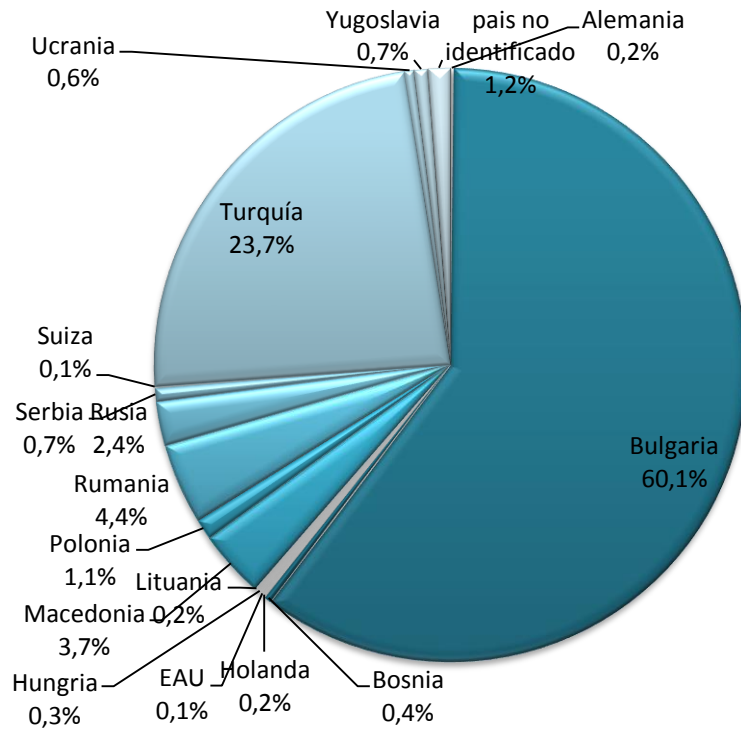


Figura 25. País de procedencia de setas expresado en porcentaje

En la figura 26 se representa el total de los resultados de las muestras de setas analizadas en función de su actividad de Cesio ( $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ , o  $^{137}\text{Cs}$ ) expresada en Bq/kg y agrupadas por el país de procedencia.

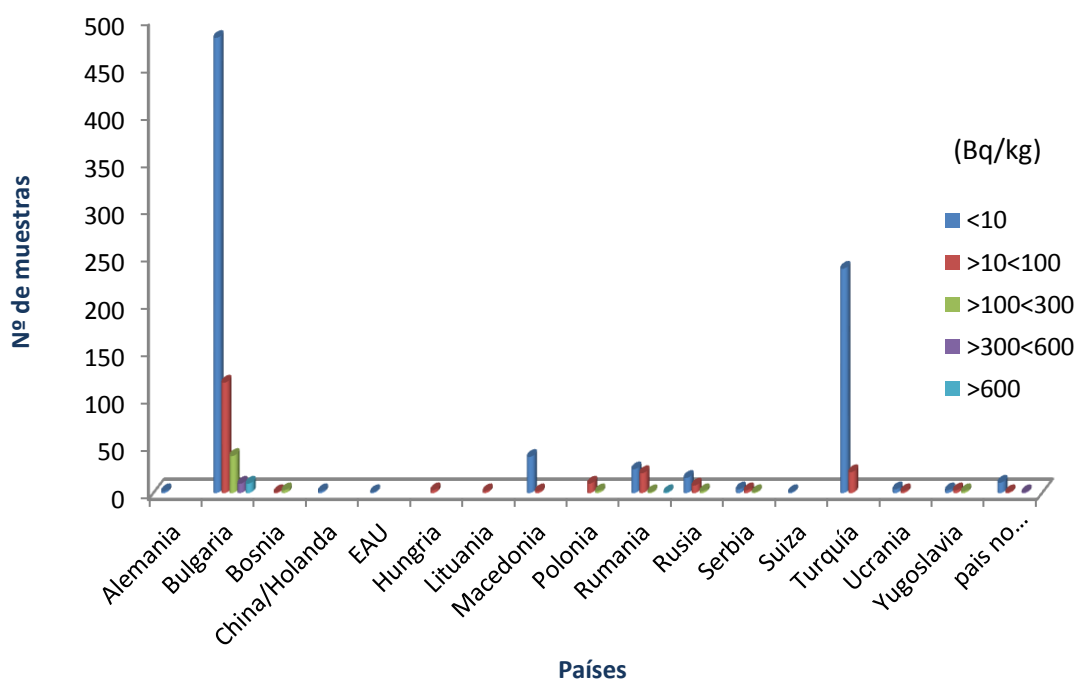


Figura 26. Número de muestras de setas analizadas en función de la actividad y procedencia.

Además de que las muestras procedentes de Bulgaria son mayoritarias en número, también presentan una mayor actividad, porque la nube de los contaminantes volátiles liberados en el accidente tuvo una gran incidencia en esta zona, cómo se deduce de su situación geográfica. Como se ha indicado en el mapa que muestran los datos de contaminación superficial de los países europeos, en el capítulo correspondiente a accidentes nucleares, las autoridades búlgaras no proporcionaron datos al respecto.

Aunque lo países mayoritarios de setas importadas son Bulgaria y Turquía, se va a incluir en el estudio también aquellos que presentan un porcentaje significativo, esto es, Rumania, Macedonia, Rusia y Polonia, y en menor proporción, Ucrania, Serbia y Yugoslavia. En la Tabla XIII, se recoge el número de muestras procedentes de cada país clasificadas en función de su actividad de Cesio expresada en Bq/kg. Las setas se han clasificado en función de los intervalos de actividad que aparecen en la tabla. La mayoría de las muestras presentan unas concentraciones de radiactividad inferiores a 10 Bq/kg, y dentro de éstas un porcentaje importante por debajo del límite de detección. Asimismo las muestras que superan los límites permitidos (>600 Bq/kg) conforme a la Reglamentación vigente, solo fueron 10 procedentes de Bulgaria y una muestra procedente de Rumanía.

Tabla XIII. Países con mayor porcentaje de setas analizadas

	Número de muestras				
	<10 Bq/kg	>10 <100 Bq/kg	>100 <300 Bq/kg	>300 <600 Bq/kg	>600 Bq/kg
Bulgaria	480	116	39	10	10
Macedonia	38	2			
Polonia		10	2		
Rumania	25	21	1		1
Rusia	16	8	2		
Serbia	4	3	1		
Turquía	236	22			
Ucrania	4	2			
Yugoslavia	3	3	2		

Se presentan los resultados de las muestras en función del país de procedencia, que son los siguientes:

- Setas procedentes de Rumania

El número de muestras de setas procedentes de Rumania, en el período estudiado, han sido 48 distribuidas a lo largo de los años como se indica en la figura 27, donde además se representa la actividad de Cesio 137 en Bq/kg. Es de destacar que solamente se han analizado muestras de setas durante los años 2001, 2003, 2004 y 2005. Podemos apuntar que en el período anterior a 2001 el consumo de setas en España no era tan popular como posteriormente y el nivel de importación era menor, ya que con las setas producidas en España y las que se importaban de otros países, como Bulgaria era suficiente. A partir del 1 de enero de 2007 con la incorporación de Rumanía, junto con Bulgaria, a la Unión Europea, deja de tener la categoría de país tercero y no existe obligatoriedad de control de radiactividad en los productos importados según la normativa vigente. De las muestras analizadas sólo una de ellas presentaba niveles superiores a 600 Bq/kg y correspondía a una muestra de 2005 de *Boletus edulis* frescos. Esto indica que 19 años después del accidente de Chernobyl las setas siguen presentando altos niveles de radiactividad, lo que pone de manifiesto lo acertado de

mantener en vigor la reglamentación relativa al control de las tolerancias máximas de radiactividad permitidas en alimentos importados.

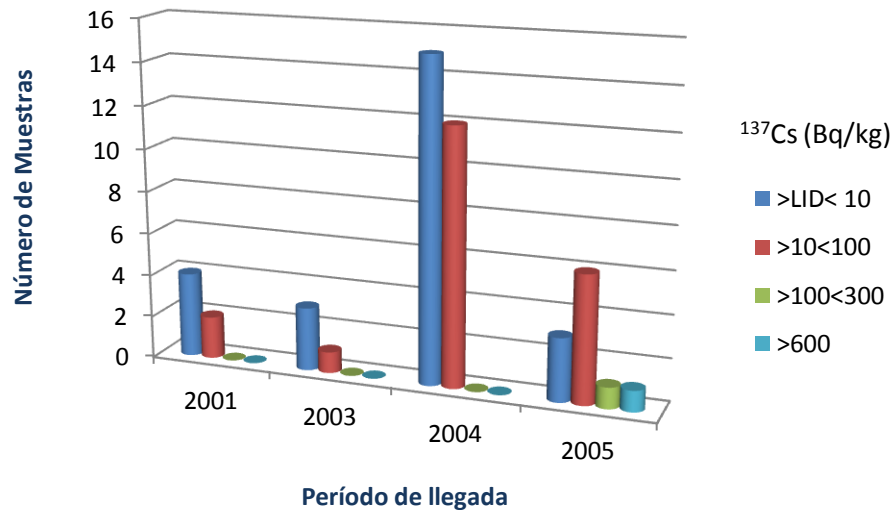


Figura 27. Número de muestras de setas analizadas procedentes de Rumania en función de la actividad

- Setas procedentes de Rusia

Los resultados de las muestras de setas procedentes de Rusia, figura 28, han sido un total de 26, correspondientes a las recibidas desde 2001 hasta 2015. El grado de contaminación no presenta una clara evolución con el tiempo, pues se detecta una mayor contaminación en las muestras correspondientes al año 2012, obedece a la extensión geográfica de las zonas de recogida de setas, implicando áreas que no han sido afectadas por el accidente, por ello ninguna de ellas presenta niveles de Cesio 137 iguales o superiores al límite establecido. A diferencia de los países de la Unión Europea, al ser Rusia país tercero los alimentos importados deben obligatoriamente cumplir la reglamentación de niveles permitidos de radiactividad, por tal motivo en el momento actual sigue en vigor el control de los alimentos importados desde ese país.

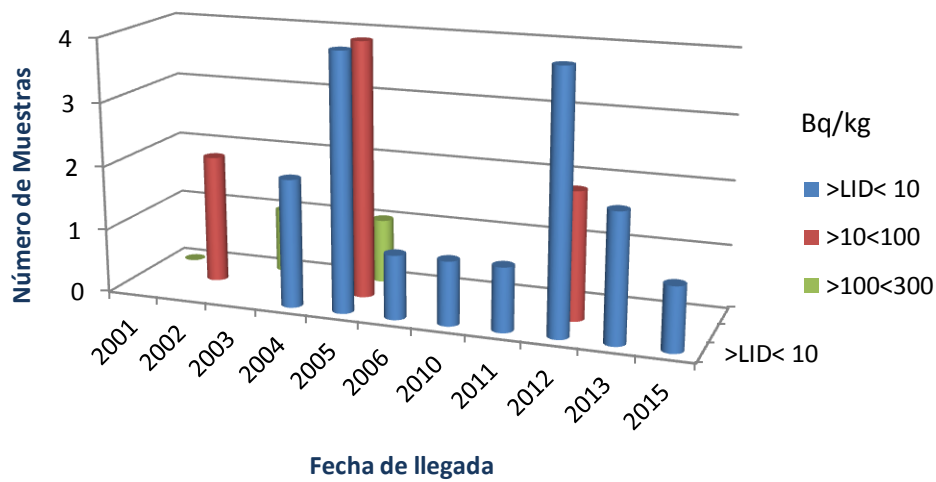


Figura 28. Muestras de setas analizadas procedentes de Rusia. Actividad de  $^{137}\text{Cs}$  expresada en Bq/kg.

- Setas procedentes de Macedonia

En los que respecta a las muestras de setas procedentes de Macedonia, se analizaron entre los años 2004 y 2012 un total de 40 muestras, que se representan en la Figura 29. Aunque Macedonia aún no forma parte de la Unión Europea, a partir del año 2012 no se analizaron muestras de setas debido quizá a fluctuaciones en las importaciones, cuyas variaciones escapan del ámbito de este trabajo. Como se aprecia en la figura los niveles de radiactividad de todas las muestras analizadas están muy por debajo de los valores máximos permitidos, pero pone de manifiesto una vez más cómo se asegura la calidad de los alimentos importados en España, debido a un estricto cumplimiento de la reglamentación dictada por la Unión Europea.

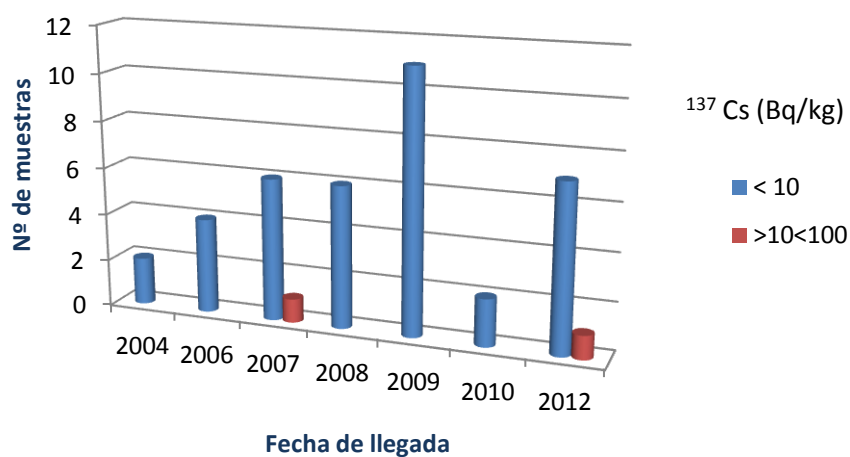


Figura 29. Muestras de setas analizadas procedentes de Macedonia. Actividad de  $^{137}\text{Cs}$  expresada en Bq/kg

- Setas procedentes de Turquía

Las muestras de setas procedentes de Turquía, de las que continúa el seguimiento por no pertenecer a la Unión Europea, han sido 258, distribuidas desde el año 1989 a 2015 como se indica en la figura 30.

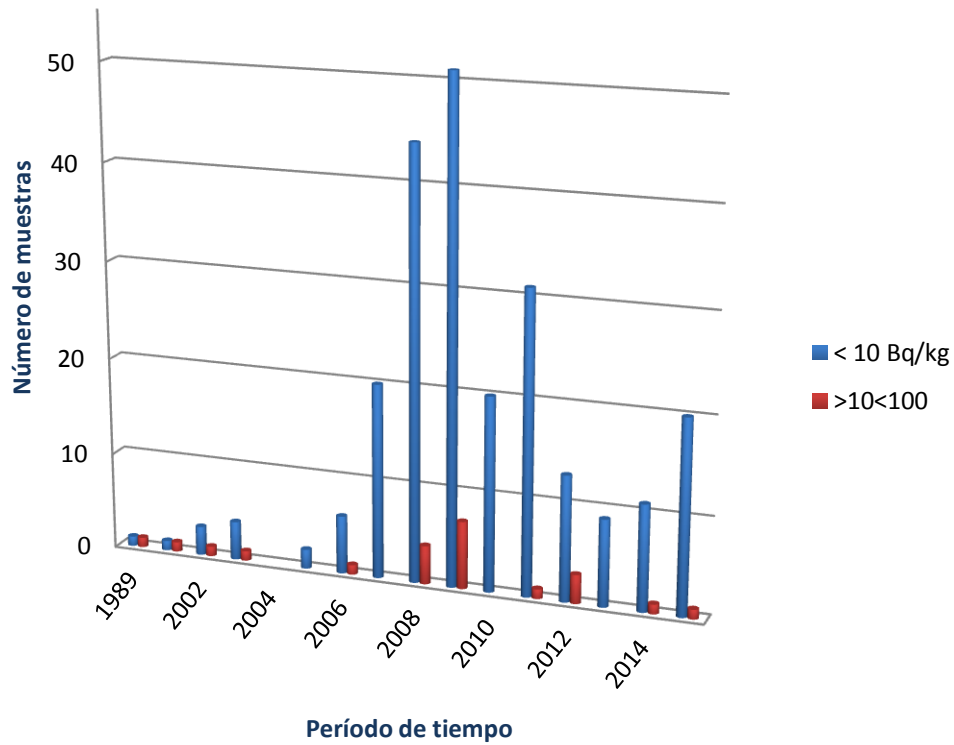


Figura 30. Muestras de setas analizadas procedentes de Turquía. Actividad de <sup>137</sup>Cs expresada en Bq/kg

En este caso, desde el año 1989 se analizaron muestras y es entre 2007 y 2011 cuando el número aumenta, debido probablemente a la normativa que recomienda el control de las mismas y al no pertenecer a la Unión Europea, el control continúa. Otra de las causas además puede ser, como se indicó anteriormente, que España antes no era un gran consumidor de setas, pero la evolución producida en los hábitos de la población y en el momento actual, por diversas circunstancias, se ha incrementado notablemente el consumo de setas a lo largo de todo el año.

Sin embargo, la actividad que presentan es baja, en la figura 31 se representan las 22 muestras con valores comprendidos entre 10 y 100 Bq/kg, y ninguna de ellas supera los 50 Bq/kg.

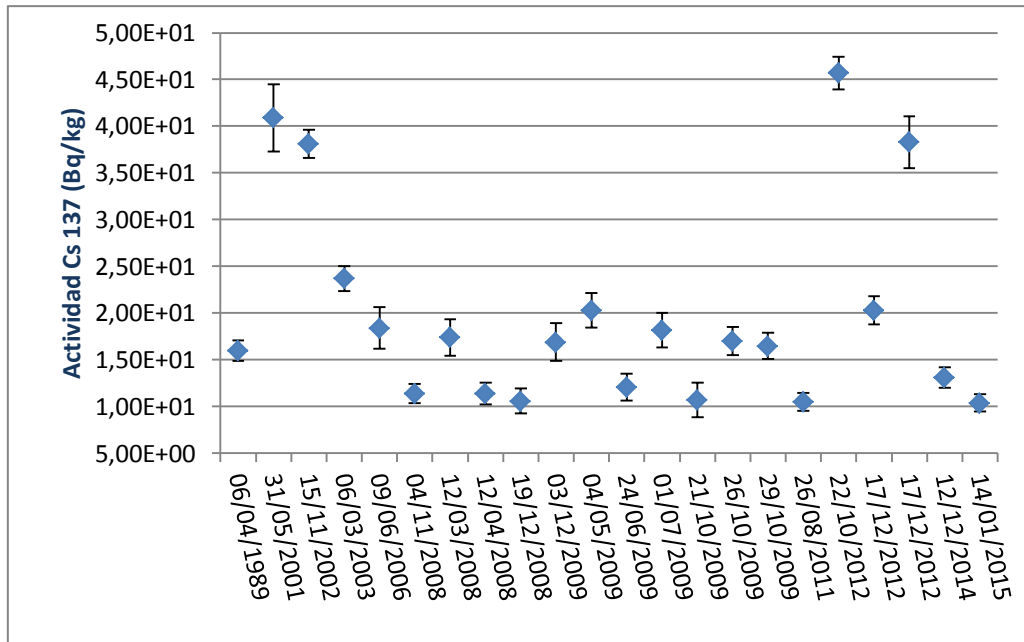


Figura 31. Muestras de setas de Turquía con actividad de <sup>137</sup>Cs inferior a 100 Bq/kg

■ Setas procedentes de Polonia

Únicamente han sido analizadas 12 muestras procedentes de Polonia, según se recoge en la Figura 32. Sin embargo, todas presentan actividad por encima del Límite inferior de detección.

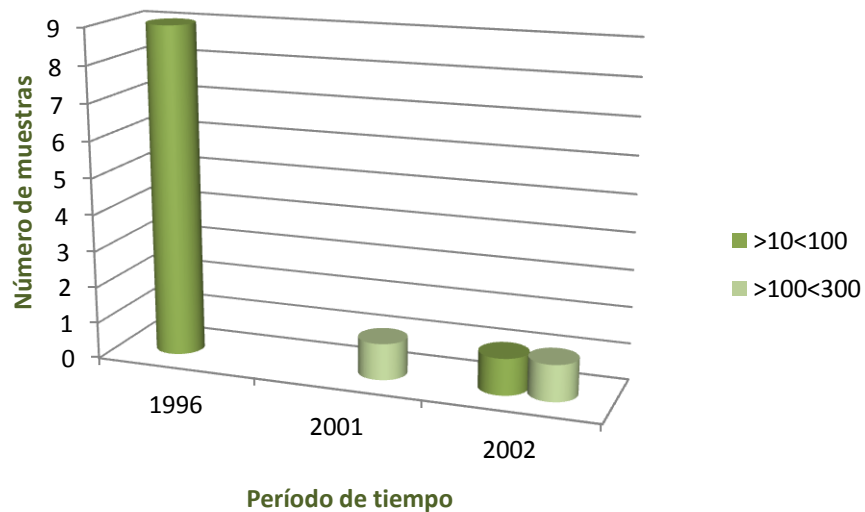


Figura 32. Muestras de setas procedentes de Polonia entre 1996 y 2002. Actividad <sup>137</sup>Cs (Bq/kg)

En el año 1996 se evaluaron 9 muestras, con una actividad de Cesio 137 con valores comprendidos entre 40 y 80 Bq/Kg, figura 33.

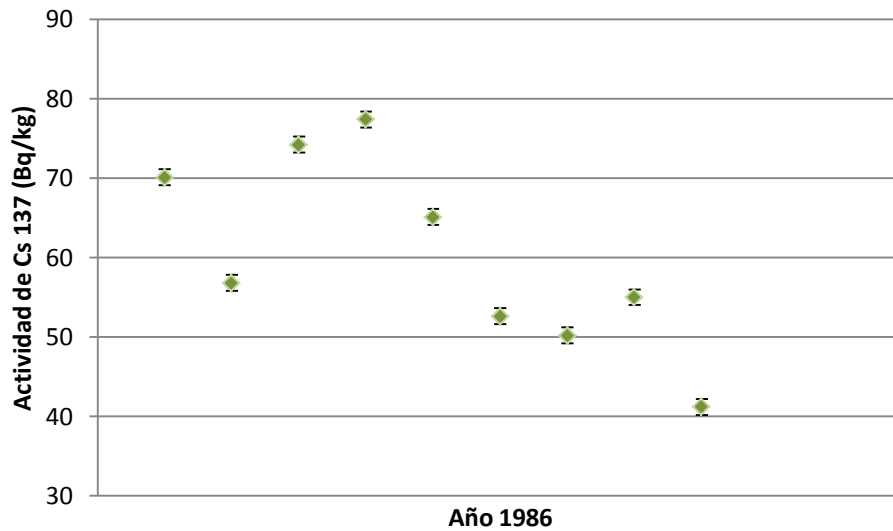


Figura 33. Actividad de <sup>137</sup>Cs en muestras de setas procedentes de Polonia en el año 1996

En el periodo de 1986 a 2001, no se analizaron muestras, sin embargo las muestras correspondientes a 2001 y 2002, presentan actividades similares o incluso superiores a las de 1986, figura 34. Se puede deducir que en el período latente la contaminación existía, y es necesario la aprobación del reglamento (CEE) nº1609/2000, para que se reinicie el control. Desde 2002 no se han analizado muestras procedentes de Polonia considerando que Polonia forma parte de la Unión Europea desde 2004, no se podrá conocer si la contaminación continúa o ha disminuido.

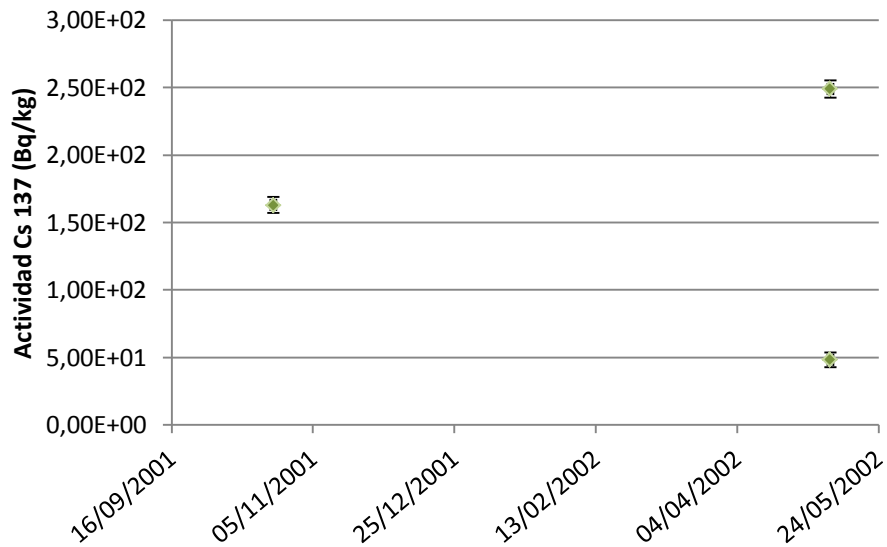


Figura 34. Actividad de  $^{137}\text{Cs}$  en muestras de setas procedentes de Polonia los años 2001 y 2002.

- Setas procedentes de Bulgaria

Los resultados de actividad radiactiva obtenidos a partir de las 656 muestras de setas procedentes de Bulgaria se recogen en la figura 35. En primer lugar se observa el aumento significativo del número de muestras desde 1990, primer año en el que se analizaron muestras de setas procedentes de este país, hasta el 2007, último año de recogida de muestras de setas en los puntos fronterizos de España, ya que al incorporarse Bulgaria a la Unión Europea como país miembro, no existe obligación de controlar la radiactividad de los alimentos de allí importados de acuerdo con la normativa vigente.

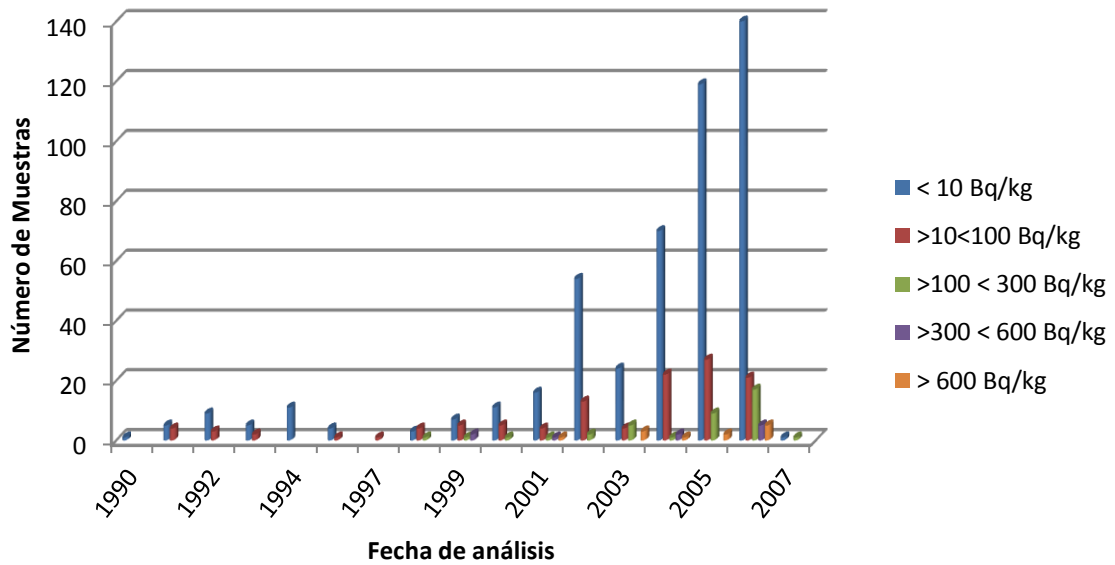


Figura 35. Resultados de las muestras obtenidas procedentes de Bulgaria

En el período analizado la mayoría de las muestras presentaban unos niveles de radiactividad por debajo de los límites permitidos, aunque algunas de ellas presentaron valores por encima de los permitidos, lo que impidió su entrada en nuestro país. Concretamente, 11 muestras, de las cuales 10 pertenecen al género *Cantharellus*, y una corresponde a una mezcla de setas frescas.

En la tabla XIV se recogen los datos de actividad de las muestras de setas que superaron los límites permitidos con indicación de su fecha de análisis. Con excepción de una muestra del año 2004 que dio un valor superior a los 5000 Bq/Kg, los resultados del resto de las muestras oscilaban entre 600 Bq/kg (muestra del año 2003) y 3900 Bq/Kg (muestra del año 2006). Es de indicar que con estos resultados estas setas fueron rechazadas, después de haber verificado los resultados con los correspondientes análisis contradictorios, tal y como marca el protocolo desarrollado al inicio de este capítulo

Tabla XIV. Resultados superiores a los permitidos (600 Bq/kg) en muestras de setas de Bulgaria

Fecha de recepción	Actividad Cs 137 (Bq/kg)	Incertidumbre Cs 137 (Bq/kg)
13/08/2001	1,69E+03	4,20E+01
03/06/2003	1,91E+03	4,44E+01
01/07/2003	5,71E+03	1,24E+02
06/10/2004	6,28E+02	1,23E+01
15/12/2005	8,21E+02	1,68E+01
15/12/2005	2,59E+03	5,97E+01
06/02/2006	3,90E+03	6,38E+01
06/02/2006	2,04E+03	3,65E+01
03/04/2006	2,24E+03	3,85E+01
21/04/2006	1,49E+03	2,83E+01
21/04/2006	2,31E+03	3,95E+01

En la muestra de 2001 y en una de 2003, se ha cuantificado también Cs 134 a pesar del corto período de semidesintegración, 2 años, lo que indica el elevado grado de contaminación existente para que ocho semividas después persista. En el gráfico de la Figura 36 se representan las muestras con valores de tolerancia superiores a los permitidos.

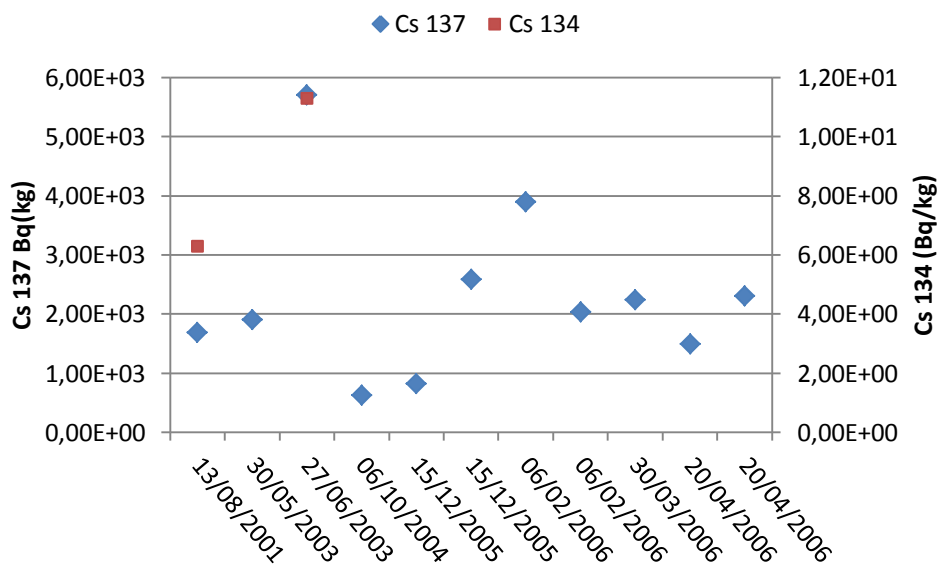


Figura 36. Muestras con actividades superiores a los límites permitidos

A partir de los datos obtenidos en el período 2001 – 2006, con resultados que superaban los límites, se puede suponer que en los años posteriores todas las setas importadas en España de origen búlgaro pudieran presentar valores de actividad

superiores a los límites establecidos. Como se ha indicado la reglamentación vigente sólo obliga al control de productos que se importan de terceros países y desde 2007 Bulgaria ya es miembro de pleno derecho de la Unión Europea.

- Setas procedentes de Serbia, Ucrania y Yugoslavia

Se agrupan los tres países puesto que la importación de setas ha sido minoritaria, pero cobra interés por la proximidad geográfica con respecto al lugar del accidente.

Las setas procedentes de Yugoslavia, han sido ocho en el período comprendido entre 1986 y 1989, siendo todas deshidratadas, y con actividades próximas a 100 Bq/kg.

En la Figura 37, se representa la evolución de la actividad de Cesio 137 de las muestras procedentes de Bosnia, desde el año 2003 hasta el 2012, con una clara disminución de la contaminación hasta obtener resultados inferiores a de 1 Bq/kg.

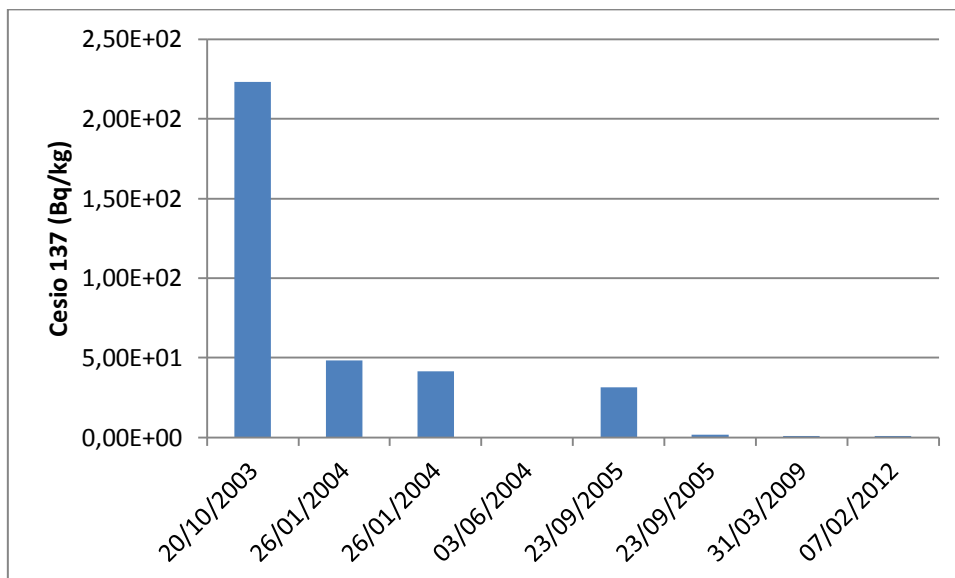


Figura 37. Evolución de la actividad de Cs 137 (Bq/kg) a lo largo del tiempo, de muestras procedentes de Serbia

Con respecto a las setas procedentes de Ucrania, indicar que solo han sido 8 muestras del año 2000, con actividades comprendidas entre 2 Bq/kg y 200 Bq/kg. Al ser el país donde se produjo el accidente, el consumo de toda

la zona se prohibió, por esa razón, no tuvieron lugar importaciones los primeros años.

Con el fin de poder establecer una relación entre el tipo de seta y su grado de contaminación radiactiva se agrupan los resultados de actividad por género de setas:

- Género *Boletus*

En la figura 38 se muestra la evolución de los resultados de actividad de 108 muestras del género *Boletus* a lo largo del tiempo. Se aprecia que sólo una de las muestras, analizada en septiembre de 2005 y procedente de Rumania, presentó valores de radiactividad por encima de los límites permitidos.

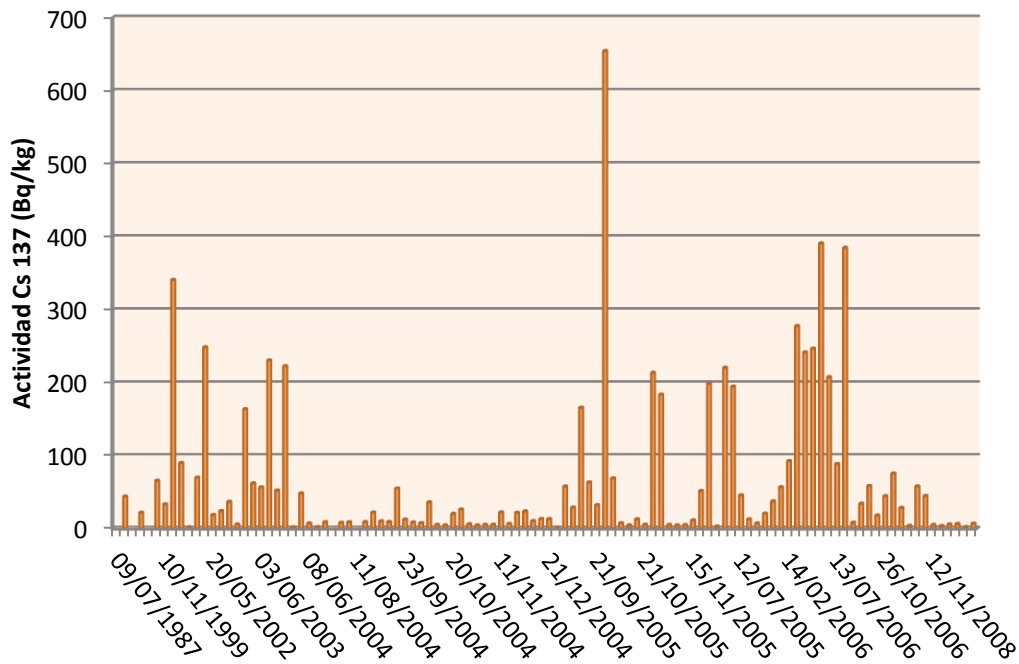


Figura 38. Evolución de los resultados de actividad de muestras del género *Boletus* en función del tiempo

Afortunadamente se ha proseguido el análisis de estas setas y a partir del segundo semestre de 2006 hasta 2013, los valores de radiactividad son inferiores a 100 Bq/kg. En el gráfico de la figura 39 se observa la evolución.

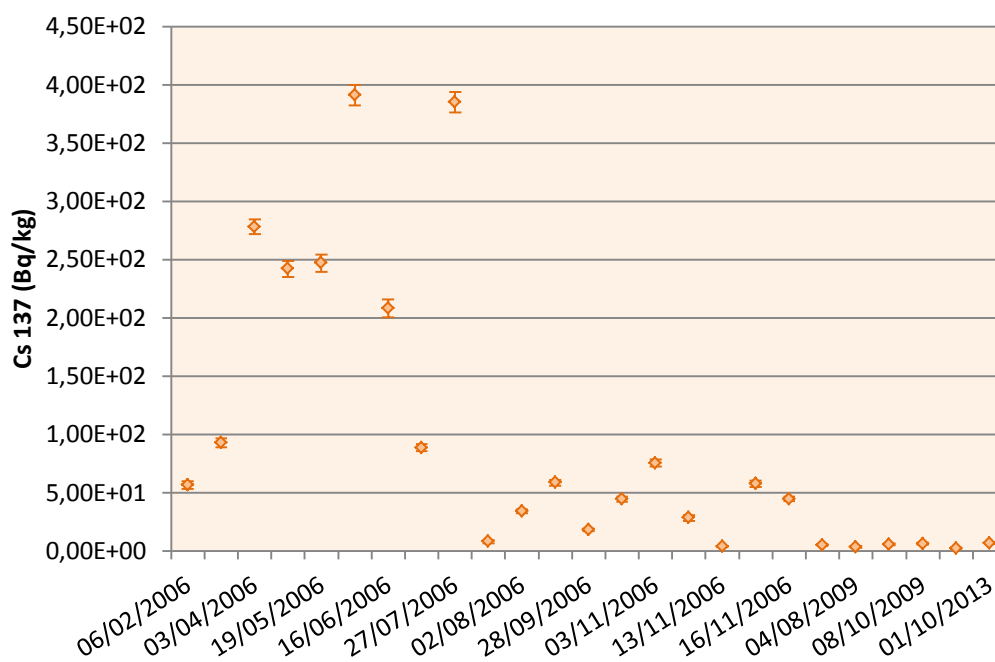


Figura 39. Evolución de la actividad de Cs 137 (Bq/kg) en función del tiempo.

- Género *Amanita*, Especie *A. Caesarea*

Las muestras de *Amanita Caesarea* evaluadas provenían de Bulgaria, Macedonia y Turquía. Aunque no es un número importante, cabe destacar que los niveles de radiactividad detectados eran muy bajos, la única muestra con mayor concentración de radiactividad corresponde a una muestra de procedente de Bulgaria, figura 40. De estos bajos valores de radiactividad se podría deducir que esta especie es más impermeable a la absorción de radionucleidos que otras especies de setas.

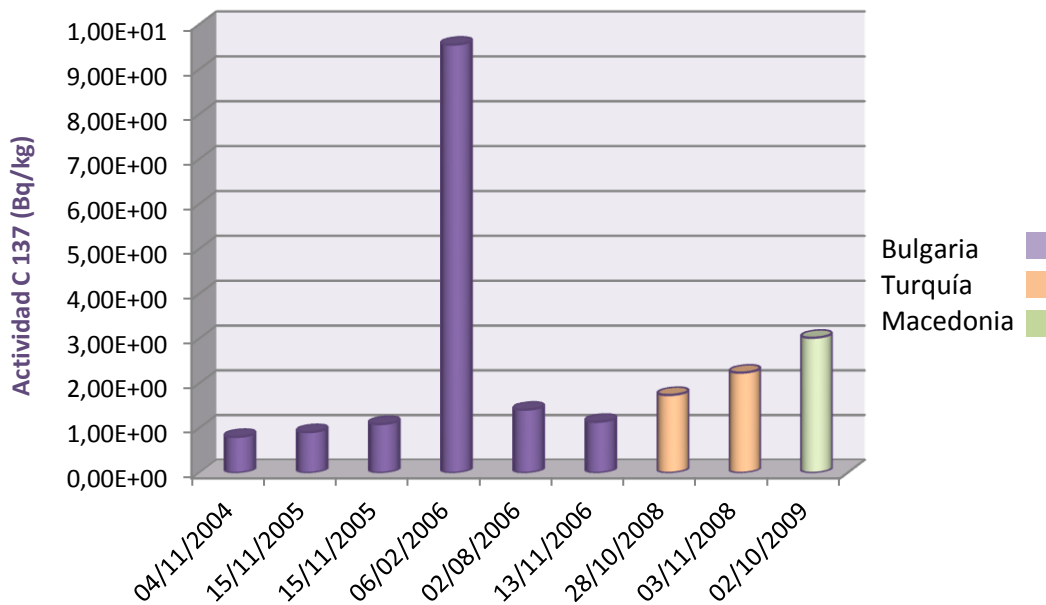


Figura 40. Evolución de los resultados de actividad de muestras de la especie Amanita Caesarea en función del tiempo

- Género *Tricholoma*, especie *T. portentosum*

La figura 41 recoge los datos numéricos correspondientes a la radiactividad medida en muestras de *Tricholoma portentosum*. Todas las muestras, procedentes de Bulgaria, presentan unos valores muy bajos de actividad, inferiores a 5 Bq/Kg de Cesio 137. Como en el caso anterior se puede deducir que son especies con una cierta impermeabilidad a la captación de radionucleidos que contaminen el terreno sobre el que se desarrollan. Del mismo género y especies diferentes, se han analizado 20 muestras procedentes de Bulgaria, excepto dos, y todas han presentado actividades por debajo del límite inferior de detección.

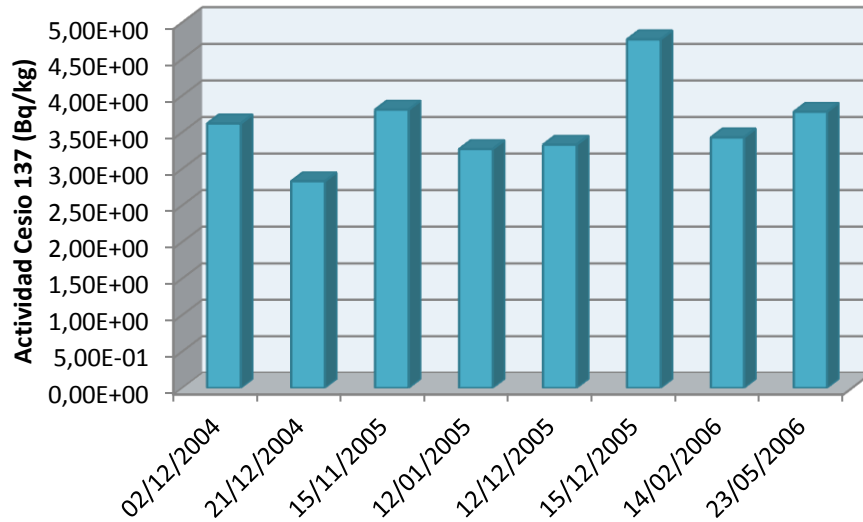


Figura 41. Evolución de los resultados de actividad de muestras de procedencia búlgara de la especie *Tricholoma portentosum* en función del tiempo

- Género *Canthrellus*, especie *C. lutescens*

Los resultados de actividad de muestras de la especie *Cantherellus lutescens*, se indican en la Figura 42. Todas las muestras proceden de Bulgaria y aunque el número de las mismas no es muy elevado, 8 muestras, la actividad de Cesio 137 es espectacularmente elevada si se compara con la obtenida en muestras de otras especies de setas. Con excepción de muestras puntuales correspondientes al período 2001- 2006, con valores comprendidos entre 12 y 400 Bq/Kg, las demás muestras presentaban actividades superiores a los límites permitidos. Con estos datos se refuerza la hipótesis de que la actividad en Cesio 137 puede estar relacionada con la especie de seta.

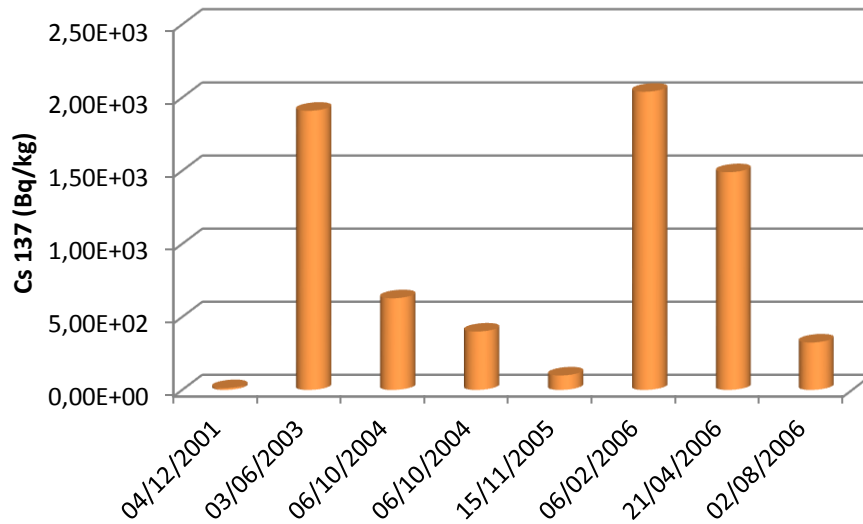


Figura 42. Evolución de los resultados de actividad de muestras de procedencia búlgara de la especie *Cantherellus lutescens* en función del tiempo

- Género *Cantherellus*, especie *C. cibarius*

En la figura 43 se representan las actividades de las muestras de analizadas desde el año 1999 hasta el 2009, un total de 54. Los datos obtenidos a partir de muestras de esta especie de seta, al igual que la especie *Cantherellus lutescens*, parece indicar una cierta afinidad por la captación de radionucleidos, pues aunque un número de muestras considerables presenta actividades inferiores a 10 Bq/kg (28 muestras), 11 muestras contienen actividades entre 100 y 600 Bq/Kg y una muestra correspondiente al año 2006 supera los límites permitidos 600 Bq/Kg.

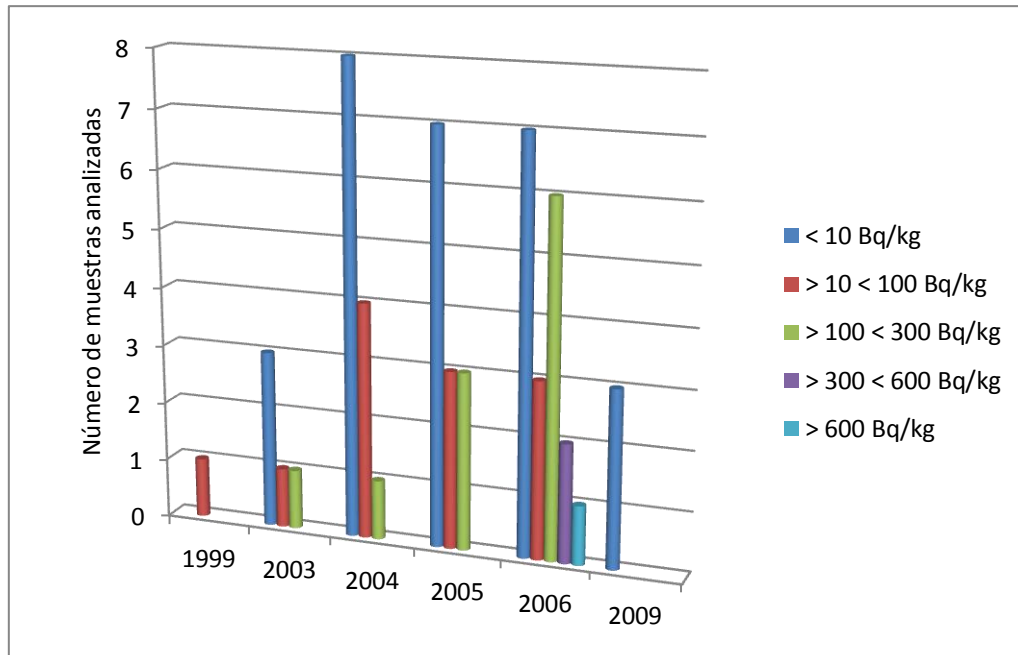


Figura 43. Evolución de los resultados de actividad de muestras de la especie *Cantherellus cibarius* en función del tiempo

Los resultados correspondientes a *Cantherellus* procedentes de Bulgaria se representan en la figura 44. Al comparar esta figura con la anterior se aprecia que de todas las muestras evaluadas de esta especie de seta, la única que presentó valores de actividad superiores a los límites permitidos (600 Bq/Kg), procedía de Bulgaria.

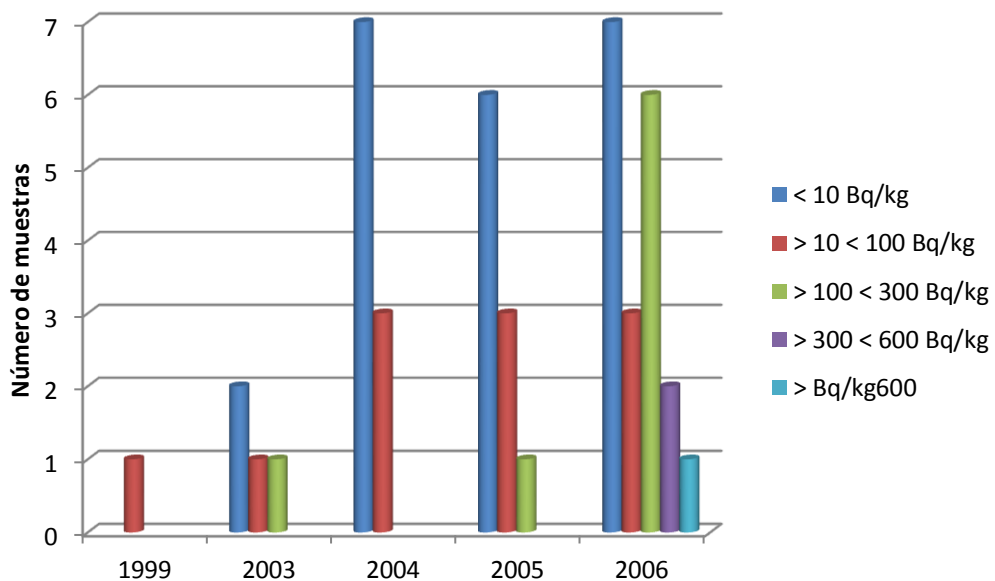


Figura 44. Evolución de los resultados de actividad en función del tiempo de muestras de la especie *Cantherellus cibarius* procedentes de Bulgaria

- Género *Cantharellus*, especie *C. tubaeformis*

El número de muestras correspondiente a esta especie no es muy numeroso, pero al igual que las anteriores especies del mismo género, presentan actividades muy altas de Cesio 137, que se representan en la Figura 45

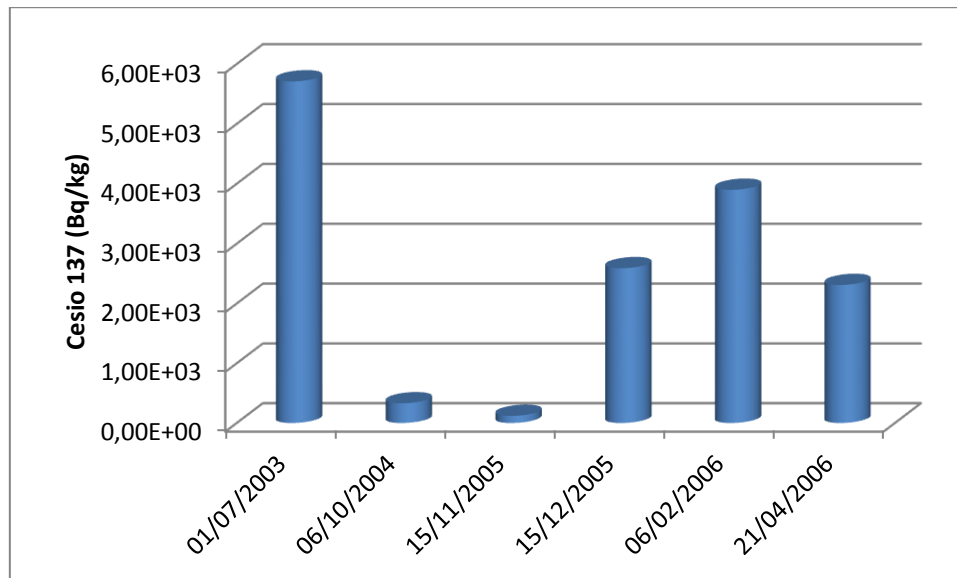


Figura 45. Actividad de Cs 137 en setas d la especie *Cantharellus tubaeformis*

- Género *Cantharellus*, especie *C. cornucopioides*

Las muestras analizadas de esta especie han sido 77, procedentes de Turquía, Serbia y en mayor porcentaje de Bulgaria. La figura 46 representa las actividades de Cesio 137 determinadas en las muestras de procedentes de Turquía y Serbia. Como se observa en ninguna de las muestras independientemente del país de origen, o el año de la recepción de la muestra se obtuvieron valores de actividades superiores a 100 Bq/kg, lo que podría indicar que esta especie, a diferencia de otras del mismo género no muestra una gran afinidad por absorber los radionucleidos presentes suponiendo que las muestras proceden de la misma zona que las anteriores.

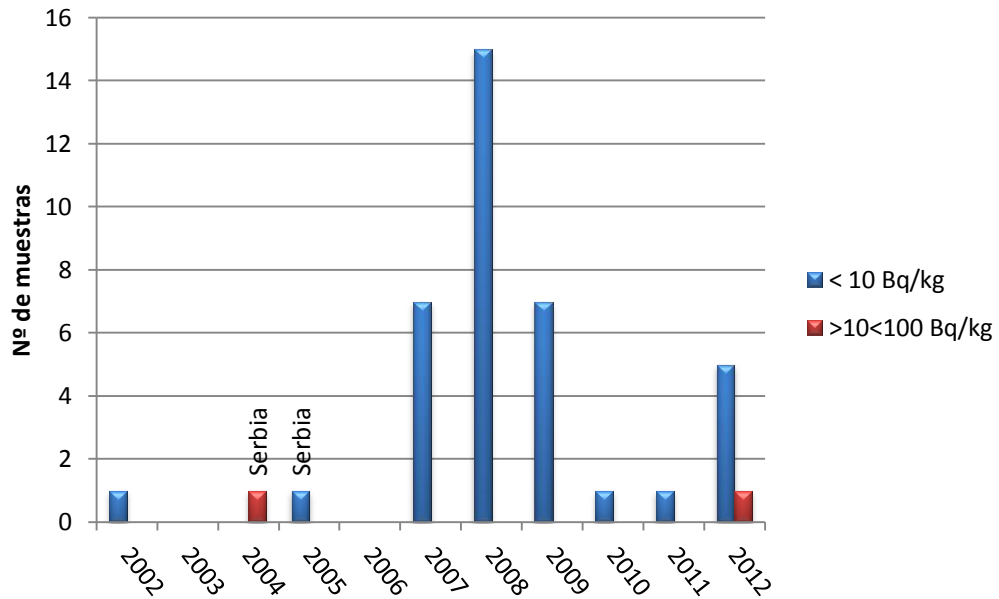


Figura 46. Evolución de los resultados de actividad de Cesio 137 en función del tiempo de muestras de la especie *Cantherellus cornucopioides* procedentes de Turquía y Serbia

En la figura 47, se representa la actividad de las 37 muestras de setas de esta especie procedentes de Bulgaria, donde se puede observar que el resultado difiere significativamente. El intervalo que comprende actividades entre 100 y 300 Bq/kg de Cesio 137, no existe en la gráfica anterior, lo que indicaría que la procedencia es el origen de la contaminación, más que la especie en este caso concreto. También una de las muestras ha superado los límites de tolerancia establecidos.

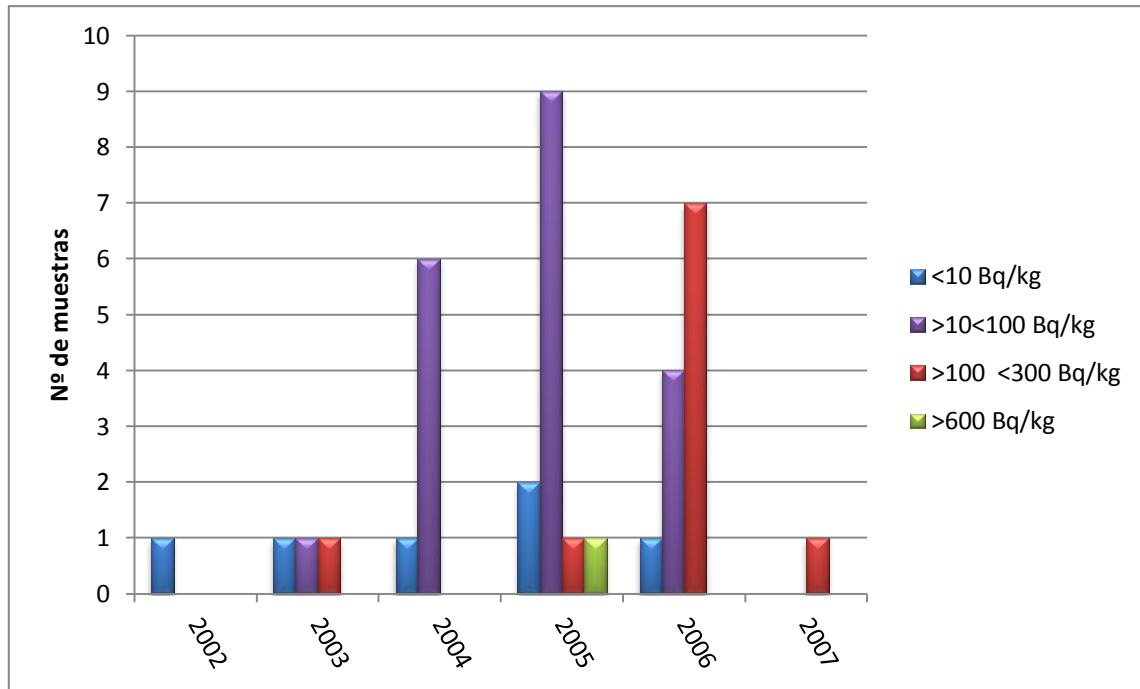


Figura 47. Evolución de los resultados de la actividad de Cesio 137 en función del tiempo de muestras de la especie *Cantherellus cornucopioides* procedentes de Bulgaria

- Género *Calocybe*, especie *C. gambosum*

Las muestras correspondientes a la especie *Calocybe gambosum* provienen mayoritariamente de Bulgaria (159 muestras), y en menor medida de Macedonia (8 muestras) y Turquía (1 muestra). Todas ellas presentan actividades inferiores a los límites permitidos, y la única con una actividad entre 10 y 100 Bq/Kg de Cesio 137 corresponde a una muestra de 2005 procedente de Bulgaria, como se aprecia en la figura 48. De estos datos se deduce por un lado la baja captación de radionucleidos que presenta esta especie de seta y que las setas que proceden de Bulgaria son las que presentan mayores actividades respecto a otros países más alejados geográficamente de la nube radiactiva liberada en el accidente de Chernobyl.

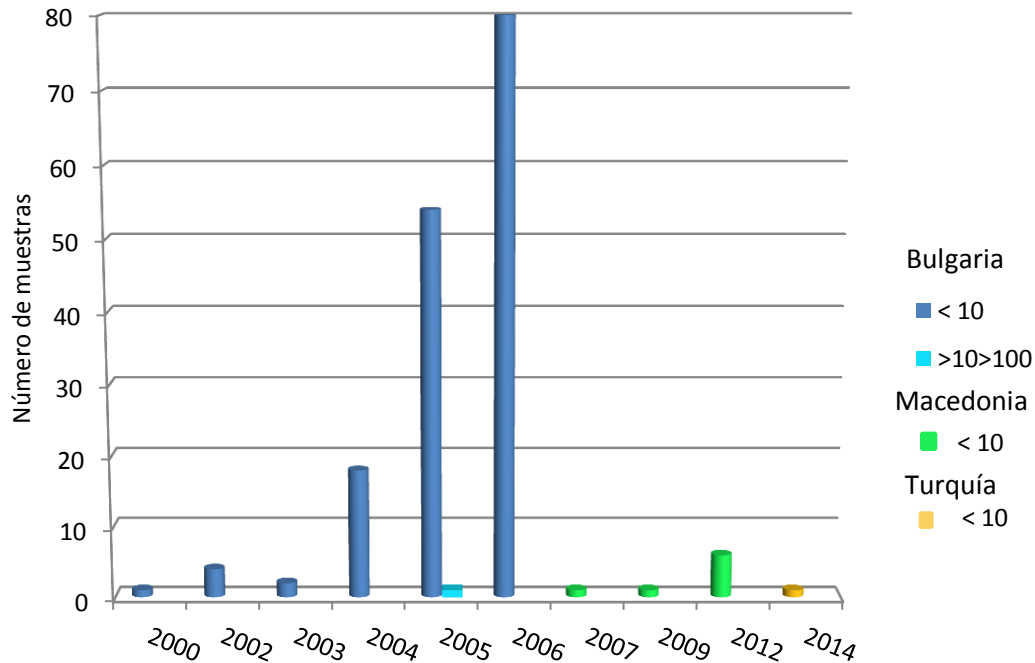


Figura 48.- Evolución de los resultados de actividad de Cesio 137 en muestras procedentes de Bulgaria, Macedonia y Turquía de la especie *Calocybe gambosum* en función del tiempo

- Género *Lactarius*, especie *L.deliciosus*

Las muestras de *Lactarius deliciosus* proceden de Bulgaria, entre los años 1993 y 2006, de Macedonia entre los años 2006 y 2009 y de Turquía en los años del 2007 al 2011. El número total de setas importadas de esta especie han sido en el intervalo de estudio 59. Los resultados aparecen recogidos en la figuras 49, 50 y 51 respectivamente. Esta especie ha demostrado poseer baja capacidad para acumular radionucleidos, siendo los datos de actividad más bajos los correspondientes a las muestras que provienen de Macedonia y Turquía, cómo se deduce de la comparación de resultados reflejados en las figuras anteriormente citadas.

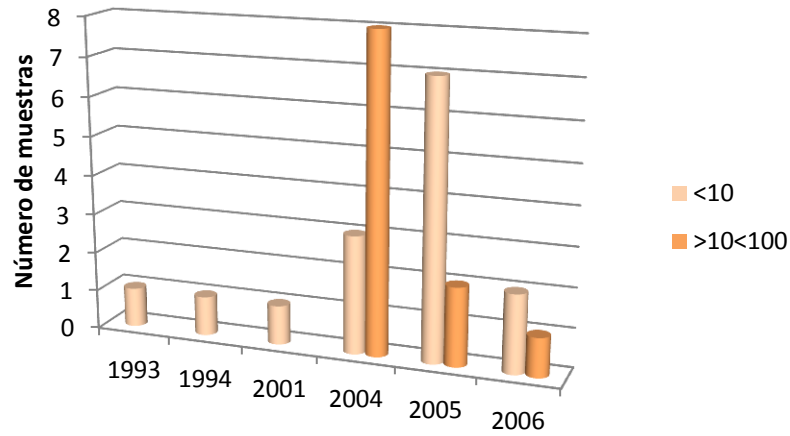


Figura 49. Evolución de los resultados de actividad de Cesio 137 (Bq/kg) en muestras de setas de la especie *Lactarius deliciosus* procedentes de Bulgaria

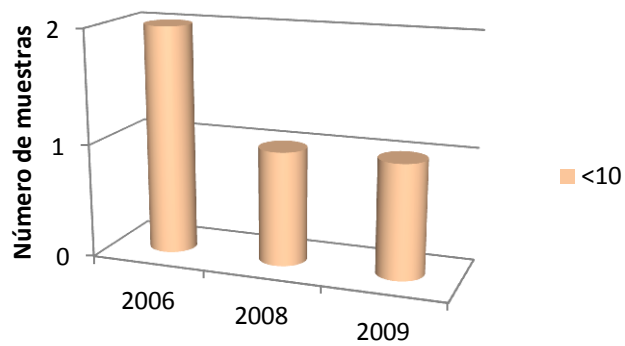


Figura 50. Evolución de los resultados de actividad de Cesio 137 (Bq/kg) en función del tiempo de muestras de la especie *Lactarius deliciosus* procedentes de Macedonia

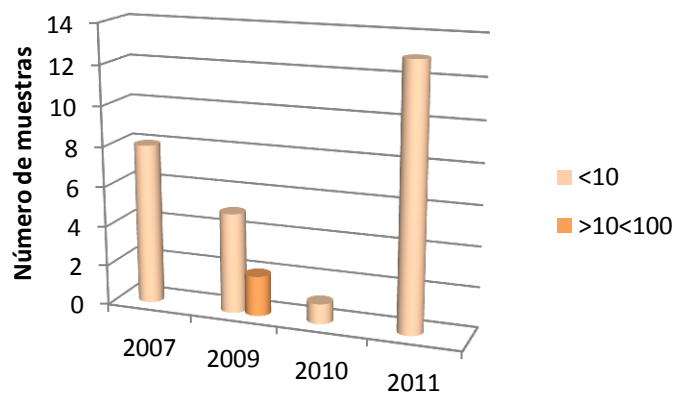


Figura 51. Evolución de los resultados de actividad de Cesio 137 (Bq/kg) en función del tiempo de muestras de la especie *Lactarius deliciosus* procedentes de Turquía

▪ Género *Marasmius*, especie *M. Oreades*

Entre los años 1991 y 2006 las muestras de *Marasmius oreades* proceden de Bulgaria, y a partir de 2007 de Macedonia. Las actividades de dichas muestras se recogen en la figura 52, donde se aprecia que esta especie es poco proclive a acumular Cesio, y los valores más altos, una vez más, corresponden a muestras que proceden de Bulgaria. Esto es, una muestra del año 1998 y la muestra de 2004 con actividades entre 100 y 300 Bq/Kg. El número de muestras ha sido de 106.

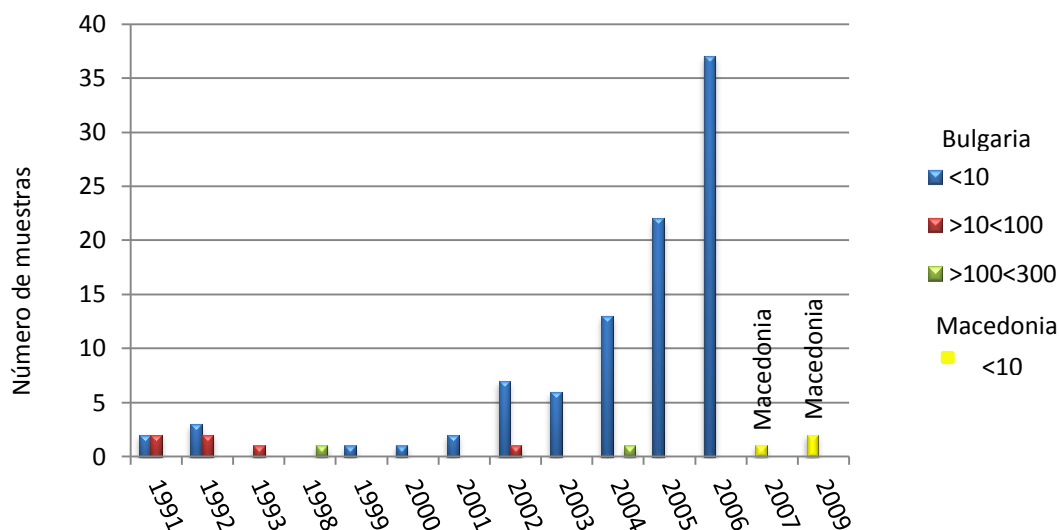


Figura 52. Evolución de los resultados de actividad de cesio en función del tiempo, en muestras de la especie *Marasmius oreades* procedentes de Bulgaria y Macedonia

▪ Género *Morchella*

Se han analizado diversas especies del género *Morchella* procedentes de distintos países: Bulgaria, Turquía, Macedonia y Bosnia, contabilizándose un total de 168 muestras. Los resultados agrupados por país de procedencia se recogen en las figuras 53, 54 y 55. Todas las muestras excepto una presentaron valores de actividad inferiores a 100 Bq/Kg y solo una muestra del año 2006, procedente de Bosnia indicó actividad en Cesio 137, comprendida entre 300 y 600 Bq/Kg.

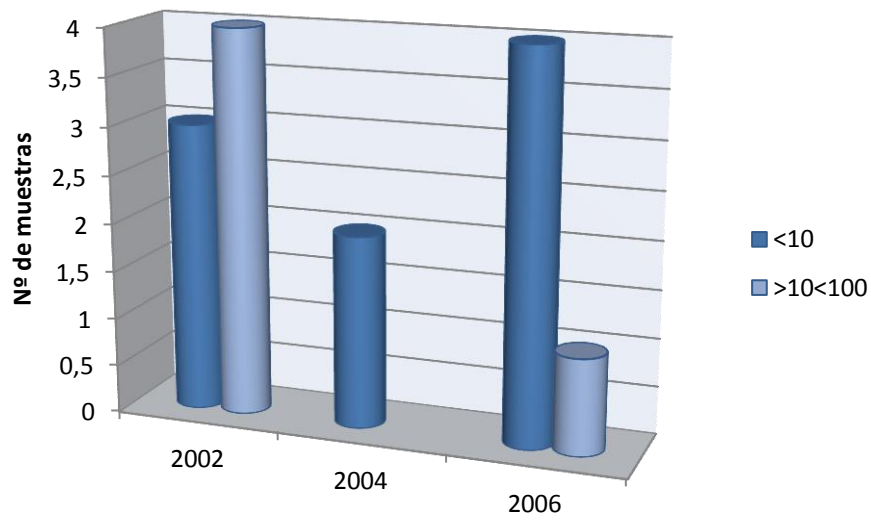


Figura 53. Evolución de los resultados de Cesio 137 (Bq/kg) en función del tiempo, en muestras de diferentes especies del género *Morchella* procedentes de Bulgaria

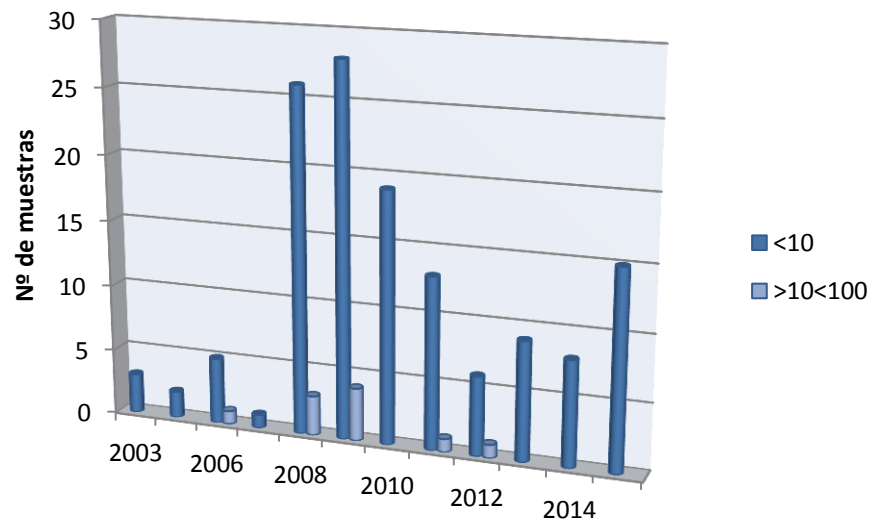


Figura 54. Evolución de los resultados de Cesio 137 (Bq/kg) en función del tiempo, de muestras de diferentes especies del género *Morchella* procedentes de Turquía.

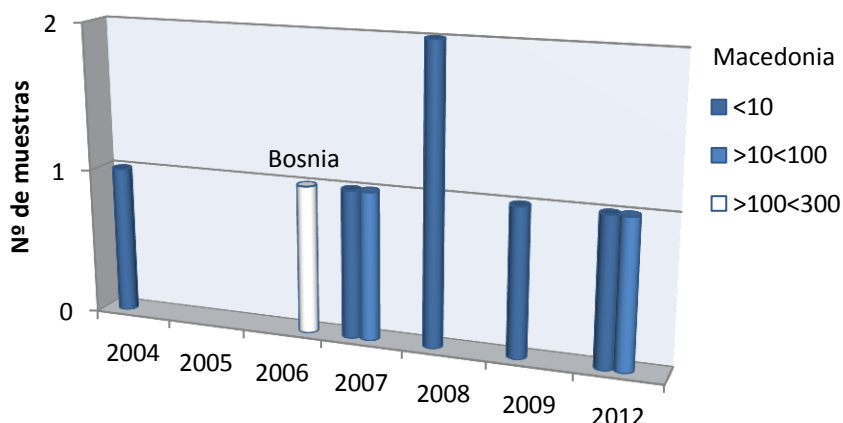


Figura 55. Evolución de los resultados de actividad en función del tiempo de muestras de diferentes especies del género *Morchella* procedentes de Macedonia y Bosnia

Es de indicar que las muestras empezaron a analizarse a partir del año 2002, 16 años después del accidente de Chernobyl y quizá esa causa sea la explicación de valores tan bajos de actividad en un número tan elevado de muestras, lo que indicaría por un lado la baja capacidad de este género de setas para captar radionucleidos y por otro lado pone de manifiesto que aunque la reglamentación exige el control de la actividad radiactiva en setas hasta el año 2020, se observa una tendencia a la disminución en las actividades de las muestras que provienen de la zona de influencia de la nube radiactiva según va transcurriendo el tiempo desde el accidente nuclear de Chernobyl.

Por último, en la figura 56 se recogen los datos de las actividades de todas las muestras de setas analizadas desde que ocurrió el accidente en Chernobyl hasta que entró en vigor el Reglamento (CE) nº 1661/1999. La gran heterogeneidad de los resultados obtenidos en función de la especie de las setas analizadas y del país de procedencia fueron quizá uno de los argumentos que se consideraron para que se prosiguiera el control de la actividad radiactiva de estos alimentos hasta el año 2020, tal y cómo se recoge en el Reglamento en vigor.

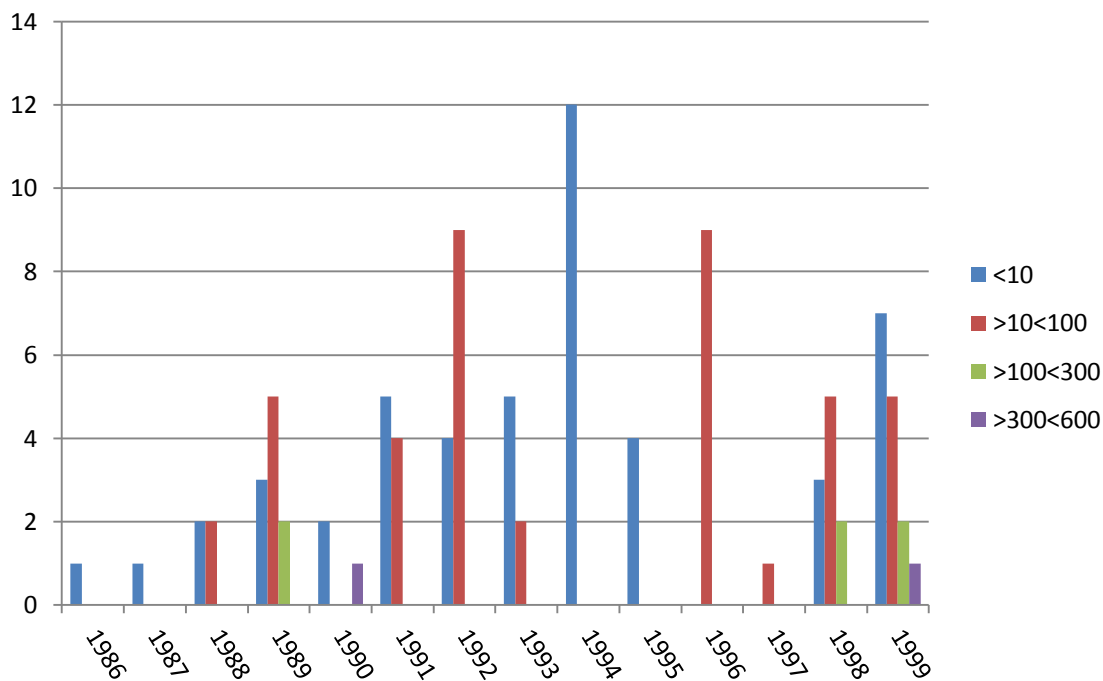


Figura 56. Evolución del número de muestras de setas analizadas y sus actividades en función del tiempo, desde que tuvo lugar el accidente hasta la aprobación del Reglamento (CE) nº 1661/1999

De la evaluación de los resultados de las muestras de alimentos analizadas a consecuencia del accidente nuclear de Chernobyl se puede extraer que en el momento actual, independientemente de la proximidad o lejanía, de los países importadores respecto del lugar del accidente de Chernobyl, la obligatoriedad para controlar la radiactividad en los alimentos importados depende de pertenecer a la Unión Europea o ser un país tercero. Así, los productos importados de Bulgaria y Rumanía dejaron de ser analizados desde el momento en que este país pasó a formar parte de la Unión Europea.

Por otro lado los resultados de las muestras de setas analizadas hasta el momento actual ponen de manifiesto la importancia de seguir analizando dicho producto hasta el año 2020, tal y como indica el Reglamento (CE) nº 1048/2009, pues debido a su naturaleza o forma de desarrollo, retienen el cesio persistente en el suelo contaminado como consecuencia del accidente de Chernobyl.

De igual modo el análisis de actividades agrupadas por especies de setas permitiría afirmar que la naturaleza de las setas podría tener influencia en la capacidad para captar elementos

radiactivos provenientes de la tierra contaminada donde se desarrollan. Sin embargo, para tomar decisiones al respecto sería necesario conocer exactamente la procedencia geográfica de cada una de las muestras.



### ***V.3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ALIMENTOS PROCEDENTES DE ZONAS PRÓXIMAS AL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA***

Por último vamos a evaluar y analizar las muestras de alimentos procedentes de zonas de Japón posiblemente contaminadas como consecuencia del accidente que tuvo lugar en Fukushima.

Como se ha descrito anteriormente, en el capítulo correspondiente a normativa regulatoria, que a raíz del accidente sufrido en la central de Fukushima el 11 de marzo de 2011, la Comisión

fue informada de que los niveles de radionucleidos de algunos productos alimenticios originarios de Japón, como la leche y las espinacas, superaban los niveles de intervención aplicables en Japón. Por esta razón es aprobado el Reglamento (UE) nº 297/2011, para aplicar las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de productos alimenticios aprobadas en el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87, en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica. Los niveles establecidos en dicho Reglamento son muy superiores a los aprobados como consecuencia del accidente de Chernobyl.

La aprobación del nuevo Reglamento (UE) nº 351/2011, el 11 de abril de 2011, modifica el Reglamento (UE) nº 297/2011, puesto que la Comisión es informada el 17 de marzo de 2011 de los umbrales de intervención aplicables en Japón, asegurando las autoridades japonesas que no autorizarían exportaciones de aquellos productos cuya comercialización no este autorizada en Japón. Por ello se procede a la aplicación por parte de la Unión Europea de las mismas tolerancias que las establecidas en Japón, puesto que son menores que las que se estaban aplicando correspondientes al Reglamento (EURATOM) nº 3957/87.

Por ser un país culturalmente diferente en sus hábitos alimentarios, es de destacar la diferente naturaleza de los alimentos recibidos frente a Chernobyl,. El total de muestras analizadas procedentes de zonas afectadas por el accidente ocurrido en la Central Nuclear de Fukushima el 11 de marzo de 2011, hasta el 30 de junio de 2015, período que ha sido objeto de estudio, ha sido de 308 muestras, distribuidas como se indica en la Tabla XIV .

Tabla XV. Distribución de los diferentes tipos de muestras en función del tiempo

<b>PRODUCTO</b>	<b>Año 2011</b>	<b>Año 2012</b>	<b>Año 2013</b>	<b>Año 2014</b>	<b>Año 2015</b>	<b>Total</b>
<b>Productos de la pesca</b>	78	17	10	6		111
<b>Especias y condimentos</b>	19	14	8	14	12	67
<b>Te</b>	2	5	1	2	1	11
<b>Cereales y pasta</b>	6	10	11	6	5	38
<b>Confitería</b>	8	4	2	1		15
<b>Algas</b>	3	3	1	3		10
<b>Varios</b>	13	6	14	3	4	40
<b>Vinos y licores</b>	4	0	0	0		4
<b>Vegetales</b>	1	2	3	2	4	12
<b>Total</b>	134	61	50	37	26	308

En el gráfico de la Figura 57 se representa el número de muestras en función de la naturaleza de las mismas, en donde se puede apreciar mejor la distribución de las mismas. Es por ello que nuestro estudio, ya comenzado en una sesión científica anterior (Castro, 2013) se va a centrar en los principales productos que forman parte de la dieta japonesa, entre los que estaría, los pescados, las algas, las setas y el té.

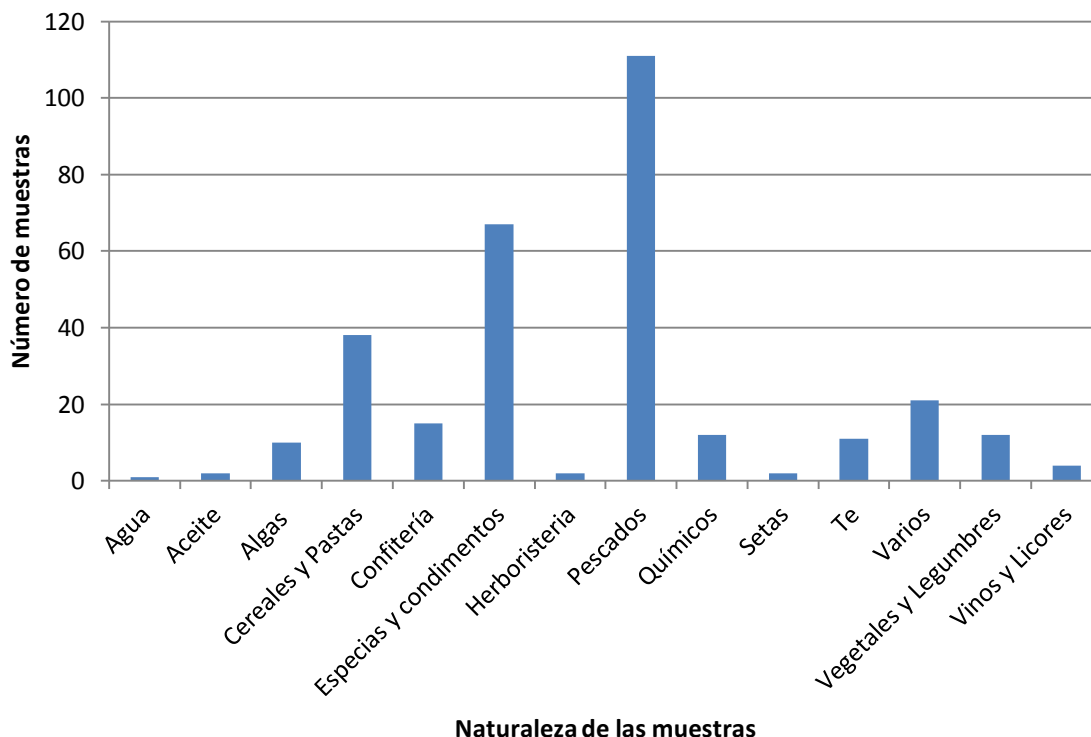


Figura 57. Relación de muestras en función del número de las mismas.

Del total de las muestras analizadas, ninguna ha superado los límites establecidos conforme a los diferentes Reglamentos que la Unión Europea ha ido aprobando para salvaguarda de dicho accidente. Es de interés indicar que tras la aprobación del Reglamento (UE) nº 351/2011, comentado anteriormente, se aprueban posteriormente nuevos Reglamentos, que modifican parcialmente los anteriores, como respuesta a la información suministrada en todo momento por la autoridades japonesas de los resultados realizados en muestras procedentes de su país, ampliando si era necesario el control de los mismos. Así el Reglamento (UE) nº 284/2012, además de reducir el control en alguno de los alimentos, limita las tolerancias.

Esta implicación, por parte de las Autoridades Japonesas, en el estudio de la contaminación existente en Japón y su evolución, ha supuesto que los alimentos importados por España, no presenten apenas contaminación.

El mayor porcentaje de muestras corresponde a pescados, entre los que se encuentran los que corresponden a la zona FAO 61, que ha sido objeto de control, Figura 58, y en ninguno de ellos se detectó actividad importante (Fisher et al, 2013)

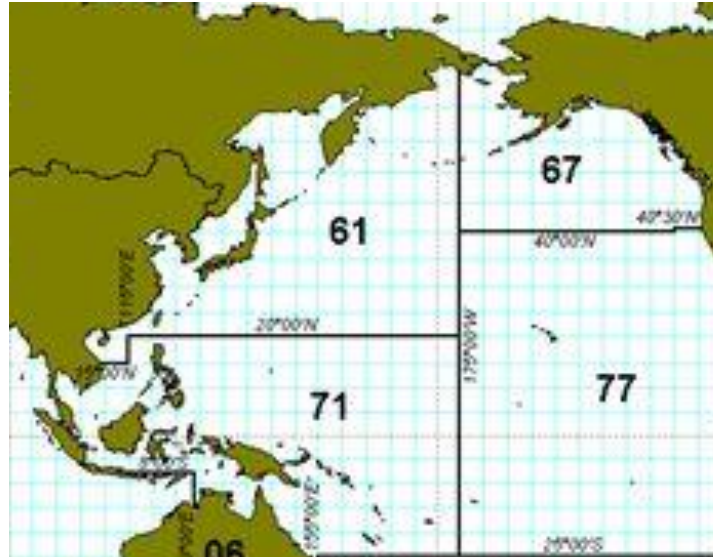


Figura 58. Detalle de las zonas de pesca según la FAO

Así, se presentan en las siguientes Figuras 59, 60 y 61 los límites de detección en pescados para los tres radionucleidos para los que se establecían límites de tolerancia conforme al Reglamento (UE) nº 351/2011 en primer lugar y al Reglamento (UE) nº 961/2011 posteriormente, para  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$ .

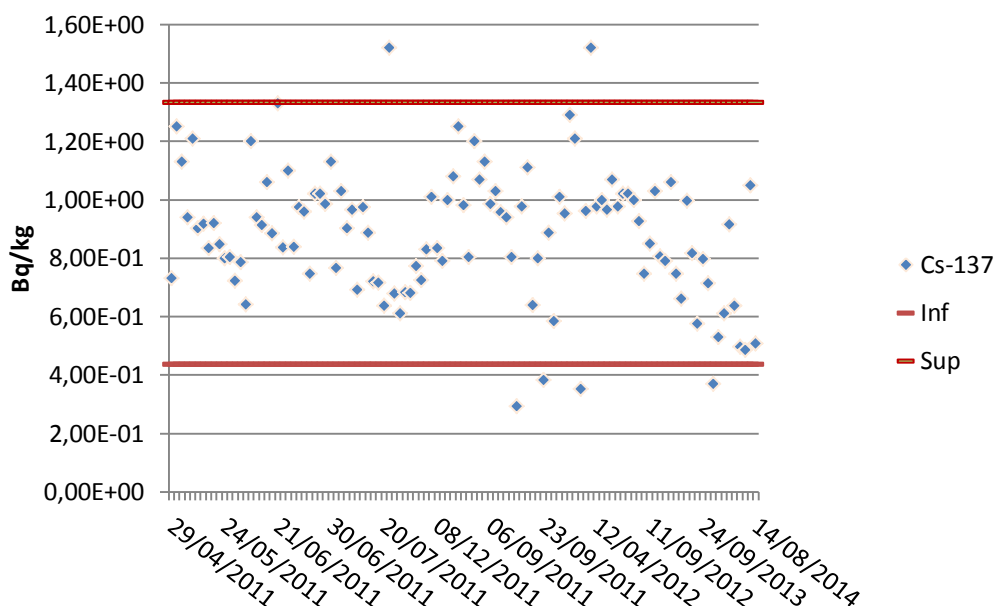


Figura 59. Límites de detección de Cs-137 en pescados

En lo que respecta a los límites de detección obtenidos para Cs-137, éstos se han situado entre 0,4 Bq/kg y 1,3 Bq/kg. Se puede afirmar que las muestras de pescado no han presentado contaminación alguna y los dos resultados por encima del nivel de confianza, podría deberse a una ligera actividad que no se llegó a cuantificar por un bajo tiempo de contaje.

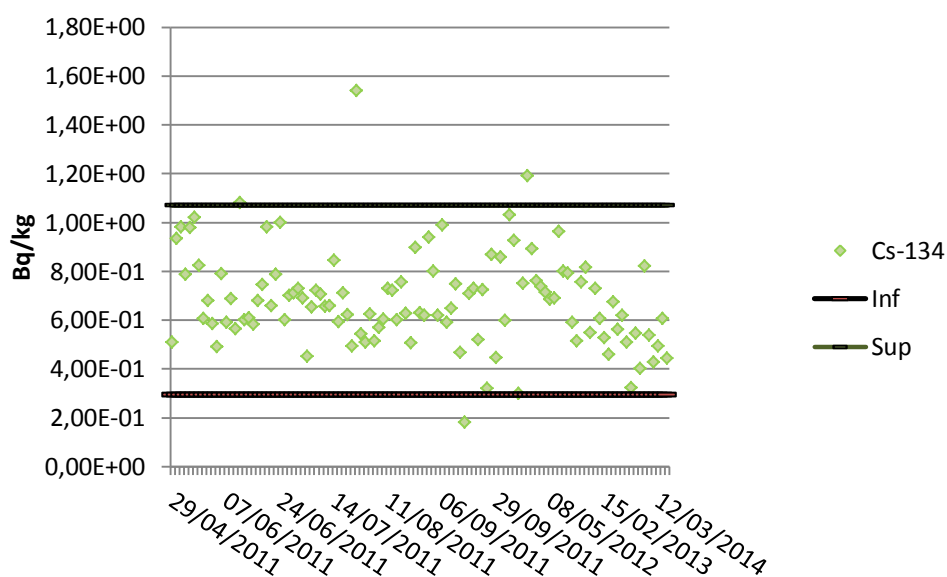


Figura 60. Límites de detección de Cs-134 en pescados

De igual forma se puede confirmar lo anteriormente dicho, las mismas muestras que presentaban límites más elevados de Cs-137 también lo tienen de Cs-134, por la misma hipótesis indicada.

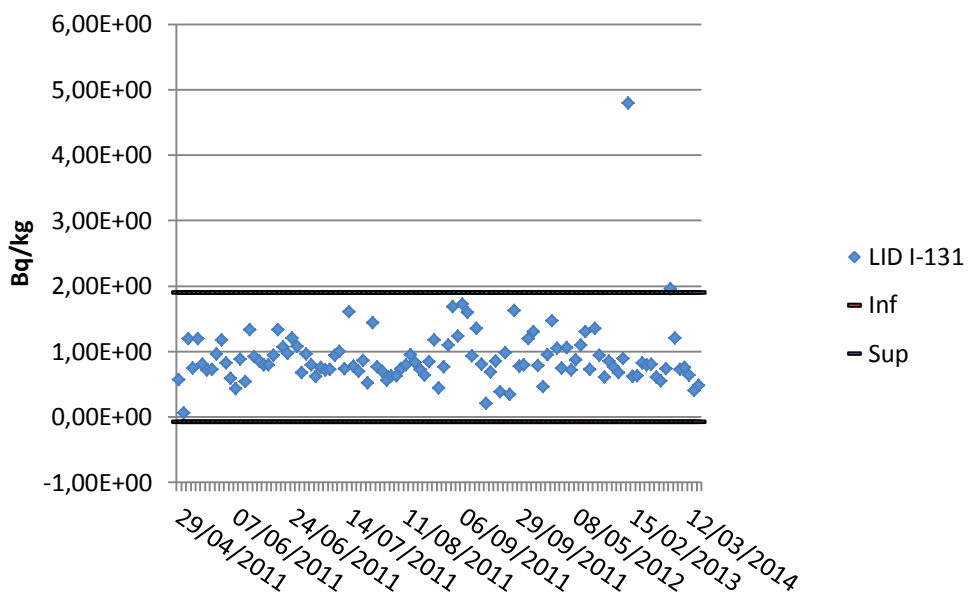


Figura 61. Límites de detección de I-131 en pescados

Si bien el Límite Inferior de detección (LID) en Ido 131 es mayor por tener una semivida más corta del orden de 8 días, y por lo tanto, con el paso de los días el LID aumenta.

De las 11 muestras analizadas de té verde procedentes de Japón. Cinco de estas muestras corresponden a medidas realizadas en un período relativamente corto desde el accidente, ya que se detectó la presencia de Cs-134, emisor gamma cuyo período de semidesintegración es de 2 años, junto con Cs 137. Se presentan los resultados en la Tabla XVI

Tabla XVI. Cs-134 determinado en té verde

Fecha llegada	Actividad Cs-134	Error Cs-134
30/01/2012	7,19E+01	1,75E+00
30/01/2012	1,15E+02	2,89E+00
26/04/2012	9,75E+01	3,72E+00
04/03/2014	1,78E+00	3,91E-01
25/04/2014	3,67E+00	5,66E-01

Se confirma que la actividad decrece en función de la fecha de llegada. En las Figuras 62 y 63 se representan los resultados de los años 2012 y 2014.

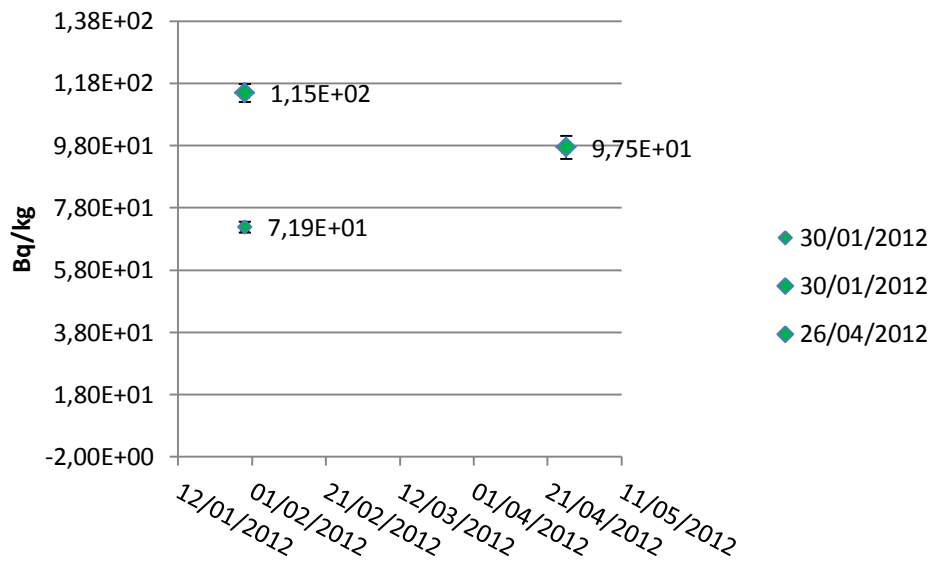


Figura 62. Actividad de Cs-134 en el té verde analizado en 2012

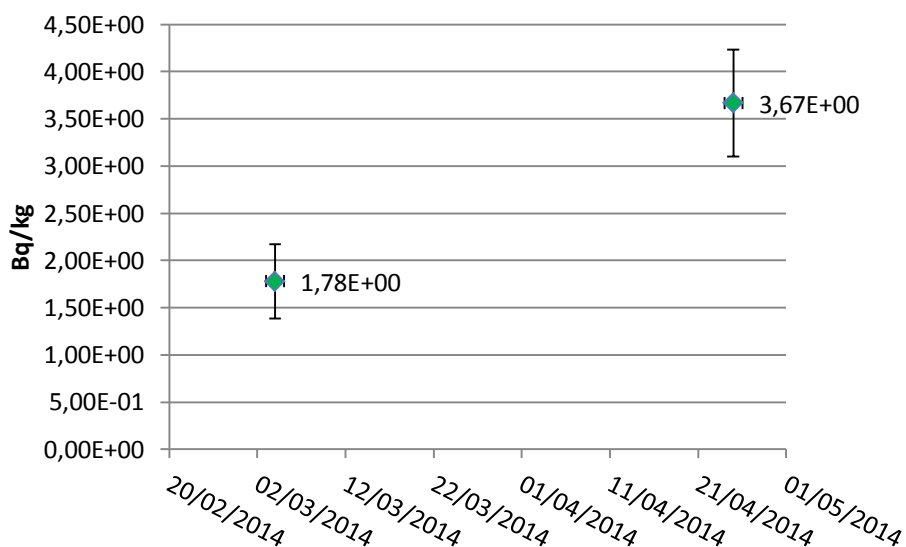


Figura 63. Actividad de Cs-134 en el té verde analizado en 2014

Las muestras de té en las que se cuantificó Cesio-137, fueron seis y se presentan los resultados en la Tabla XVII

Tabla XVII

	Act Cs-137	Err Cs-137	LID Cs-137
30/01/2012	1,05E+02	3,12E+00	1,79E+00
30/01/2012	1,65E+02	5,28E+00	5,12E+00
26/04/2012	1,51E+02	6,45E+00	6,06E+00
14/11/2013	1,57E+00	3,47E-01	1,20E+00
04/03/2014	6,11E+00	7,26E-01	1,86E+00
25/04/2014	9,23E+00	1,55E+00	4,41E+00

En este caso, las muestras correspondientes al año 2014, también presentan una menor actividad, podría ser debido en este caso a la menor contaminación de la zona, ya que la vida media del radionucleido es de 30 años y no se puede apreciar una disminución tan grande en un período de tiempo tan pequeño. En las Figuras 64 y 65, se representan los dos períodos.

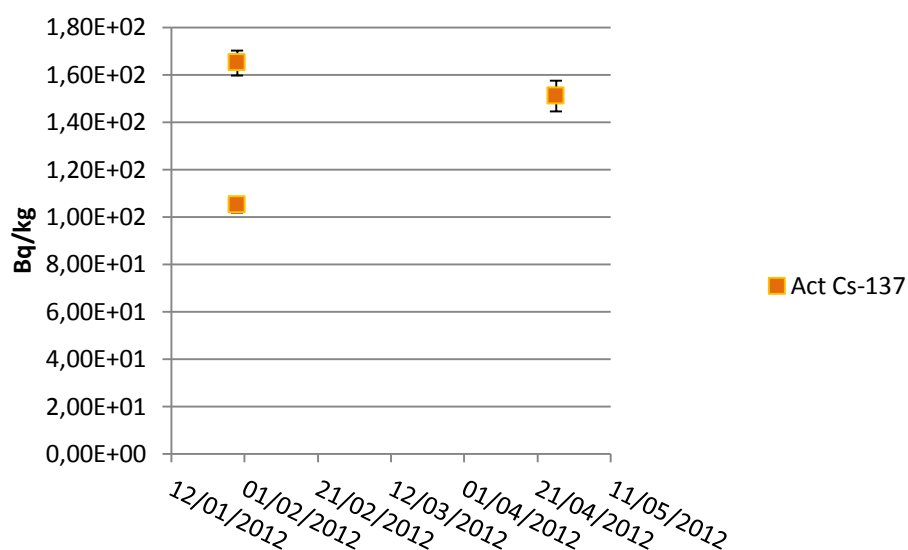


Figura 64. Actividad de Cs-137 en el té verde analizado en 2012

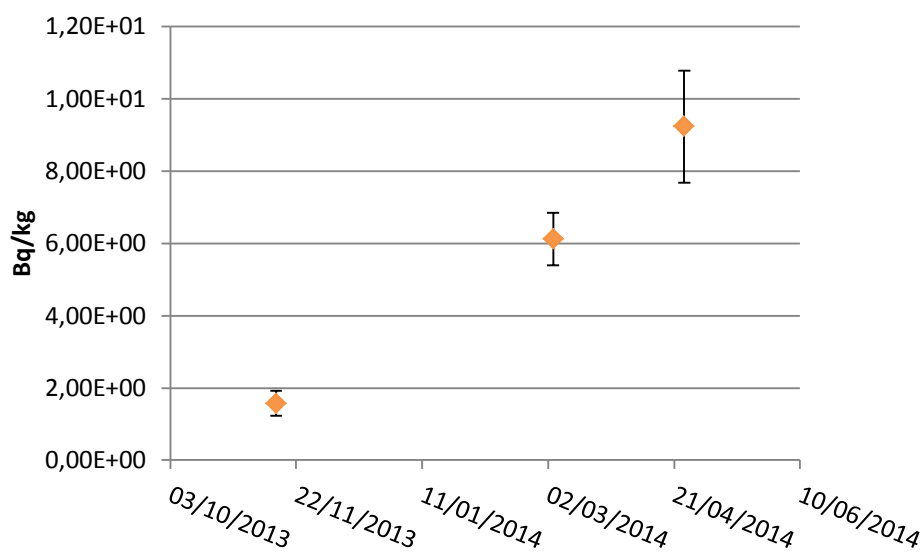


Figura 65. Actividad de Cs-137 en el té verde analizado en 2013 y 2014

Los resultados de todas las muestras de té, se presentan en la Tabla XVIII. En la Figura 66 se representa el espectro de la muestra que ha presentado la mayor actividad registrada, recibida en 2012, con una actividad de  $97,5 \pm 3,72$  Bq/kg de  $^{134}\text{Cs}$  y  $151 \pm 6,45$  Bq/kg de  $^{137}\text{Cs}$ .

Tabla XVIII. Resultados obtenidos en las muestras de té en el período entre 2011 y 2015

Fecha llegada	Cs-134 (Bq/kg)			Cs-137 (Bq/kg)		
	Actividad	Incertidumbre	L.I.D.	Actividad	Incertidumbre	L.I.D.
05/05/2011			1.01E+00			1.48E+00
14/09/2011			8.39E-01			1.25E+00
30/01/2012	7.19E+01	1.75E+00	1.66E+00	1.05E+02	3.12E+00	1.79E+00
30/01/2012	1.15E+02	2.89E+00	4.64E+00	1.65E+02	5.28E+00	5.12E+00
20/04/2012			1.20E+00			1.52E+00
26/04/2012	9.75E+01	3.72E+00	6.28E+00	1.51E+02	6.45E+00	6.06E+00
14/11/2012			4.80E-01			7.25E-01
14/11/2013			1.07E+00	1.57E+00	3.47E-01	1.20E+00
03/04/2014	1.78E+00	3.91E-01	1.62E+00	6.11E+00	7.26E-01	1.86E+00
25/04/2014	3.67E+00	5.66E-01	2.68E+00	9.23E+00	1.55E+00	4.41E+00
05/06/2015			6,82E-01			9.03E-001

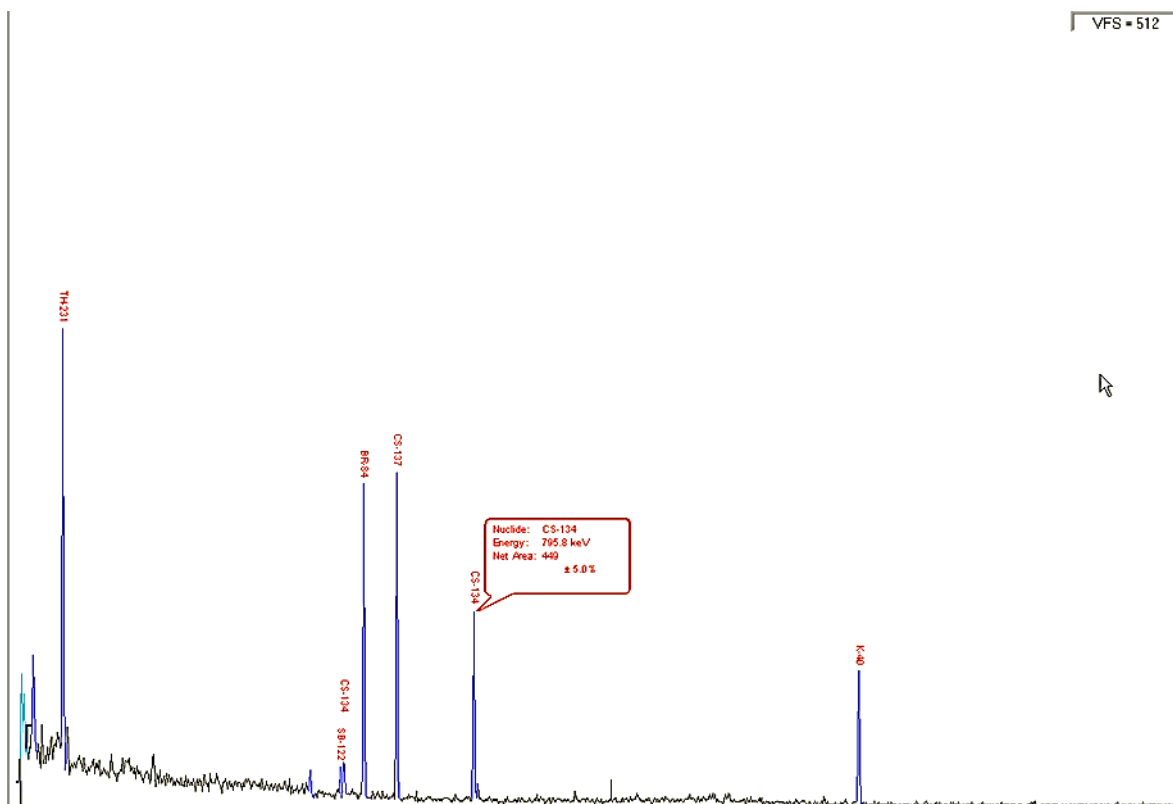


Figura 66. Espectro energético correspondiente a la muestra recibida el día 26.IV.2014

En la Figura 67, se muestra el resultado del análisis isotópico de la muestra, donde se puede observar que el radionucleido  $^{134}\text{Cs}$  presenta tres líneas de emisión, aunque dos de ellas son las mayoritarias y son las que se pueden apreciar en el espectro anterior. El emisor  $^{137}\text{Cs}$ , presenta una única línea de emisión a 661.6 keV.

```

*****
*****  N U C L I D E  I D E N T I F I C A T I O N  R E P O R T  *****
*****
Sample Title:
Nuclide Librar      C:\GENIE2K\CAMFILES\GENERAL.NLB
.....
IDENTIFIED NUCLIDES
.....
Nuclide   Id      Energy   Yield   Activity   Activity
Name      Confidence (keV)   (%)      (Bq /Kg )  Uncertainty
CS-134    0.996   569.32*  15.43   3.72429E+001  1.61942E+001
           604.70*  97.60   9.11231E+001  4.47199E+000
           795.84*  85.40   1.27523E+002  7.39326E+000
CS-137    0.996   661.65*  85.12   1.50653E+002  6.45121E+000

* = Energy line found in the spectrum.
@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity
Energy Tolerance : 1.000 FWHM
Nuclide confidence index threshold = 0.30
Errors quoted at 1.000 sigma
    
```

Figura 67. Análisis isotópico

La actividad se calcula en función del porcentaje de las líneas de emisión del radionucleido, dando un resultado único. En la Figura 68, se presenta la actividad de la muestra expresada en Bq/kg.

```

*****
*****  I N T E R F E R E N C E  C O R R E C T E D  R E P O R T  *****
*****
Nuclide      Nuclide      Wt mean      Wt mean
Name         Id           Activity     Activity
Confidence   (Bq /Kg )   Uncertainty

CS-134      0.996      9.750889E+001  3.723906E+000
CS-137      0.996      1.506529E+002  6.451208E+000

? = nuclide is part of an undetermined solution
X = nuclide rejected by the interference analysis
@ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity
    
```

Figura 68. Resultado de la actividad e incertidumbre de medida

Las algas que se analizaron, por ser un alimento básico en la dieta de Japón, presentaron los siguientes los límites de detección, Figura 69.

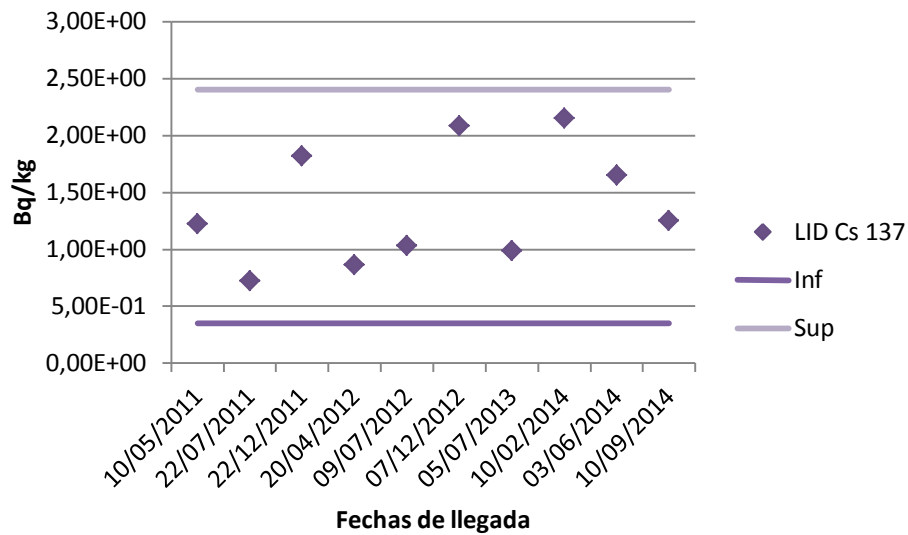


Figura 69. Límite Inferior Detección Cs-137 en Algas

Otro de los productos que supone un gran consumo en la alimentación japonesa, son las setas, no obstante, el número de muestras analizadas solo ha sido dos, presentadas en forma de extracto seco. Japón es un país con gran producción de setas, aunque también importa de otros países como, por ejemplo, España. En la Figura 70, se representa el Límite de Detección (LID) para  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$  de las dos muestras analizadas

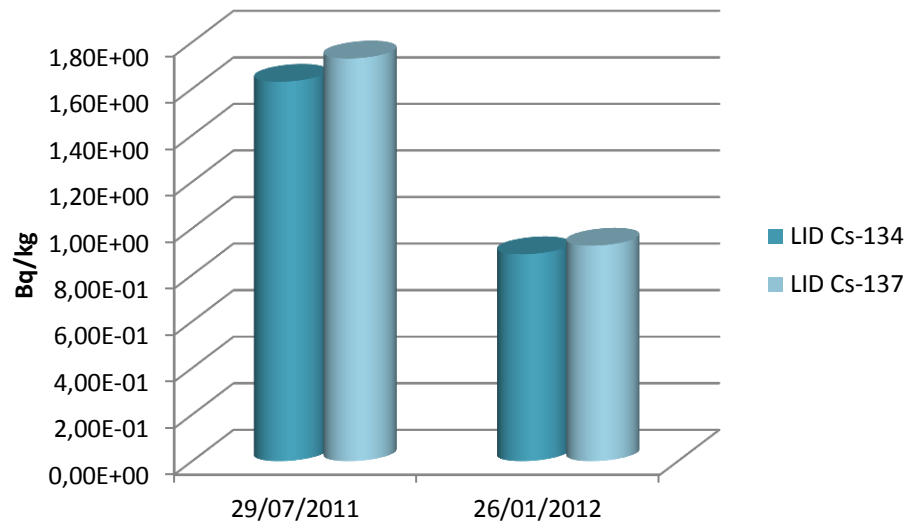


Figura 70. Límite Inferior de Detección de Cs-134 y Cs-137 en Extracto de setas

## ***VI. CONCLUSIONES***

1. La inexistencia de reglamentación prevista en caso de accidente nuclear para proteger la salud de la población de los Estados Miembros respecto a la contaminación de alimentos hizo necesaria, a raíz del accidente que tuvo lugar en la Central Nuclear de Chernobyl, la aprobación por parte del Consejo y de la Comisión Europeos de más de veinte Reglamentos y dos Recomendaciones.
2. La capacidad de respuesta de la Unión Europea fue en todo momento rápida y unánime con la publicación, sólo diez días después del accidente, de la Recomendación (86/156/CEE) de 6 de mayo de 1986, para proteger la salud de los consumidores de los Estados miembros, dentro del hermetismo con el que las autoridades soviéticas envolvieron al accidente.

3. La posterior suspensión de importaciones conforme al Reglamento (CEE) nº 1388/86, y la aprobación de tolerancias máximas para productos agrícolas originarios de terceros países recogidas en el Reglamento (CEE) nº 1707/86, y sus sucesivas modificaciones, ha asegurado el consumo de alimentos dentro de los límites establecidos, velando por la salud de los consumidores.
4. La normativa aprobada por la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) a raíz del accidente de Chernobyl, con el fin establecer niveles de tolerancia máxima de contaminación radiactiva de productos alimenticios tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica, fue necesaria para ponerla en práctica cuando tuvo lugar el accidente de Fukushima.
5. Aunque inicialmente se realizaba el control de alimentos procedentes tanto de la Unión Europea como de países terceros, el estudio realizado de la contaminación radiactiva en setas ha manifestado que aun presentando actividad, no son controladas si pertenecen a la Unión Europea. Así, las muestras de setas de Bulgaria y Rumanía dejaron de ser analizados desde el momento en que estos países pasaron a formar parte de la Unión Europea.
6. La información facilitada periódicamente por las Autoridades japonesas de la contaminación existente en sus país, desde que se aprobó el Reglamento (UE) nº 351/2011, y su evolución, incluso para restringir sus exportaciones, ha demostrado la seriedad del país y responsabilidad para evitar que productos contaminados salieran fuera de sus fronteras.
7. La normativa que actualmente está en vigor es correcta en lo que respecta a los niveles de tolerancia establecidos. En caso de que tuviera lugar un nuevo accidente nuclear entraría en vigor el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 cuyas tolerancias son elevadas, cabe esperar que en su caso el país afectado

siguiera al menos la actuación de Japón con una vigilancia de la contaminación de sus alimentos y reducción de los niveles máximos permitidos, si fuera necesario.

## ***BIBLIOGRAFÍA***



ANSI. (1999) N42.14-1999 American National Standard for Calibration and Use of Germanium Spectrometers for the Measurement of Gamma-Ray Emission Rates of Radionuclides

Arnold L.. (2007). Windscale 1957: Anatomy of a Nuclear Accident. Hennessy, London.

Barrera M, Romero ML, Valiño F. (2008). Puesta a Punto de un Sistema de Espectrometría Gamma para la determinación de Cs-137 en suelos españoles CIEMAT, Madrid. Disponible en [http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/40/018/40018273.pdf](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/40/018/40018273.pdf) (Acceso 23.I.2015)

BIPM - Bureau international des poids et mesures. Disponible en <http://www.bipm.org> (Acceso 14.III.2015)

Braun M. (2011). The Fukushima Daiichi Incident 2011. Disponible en <https://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/Technology/meetings/2011-March-TWG-GCR/Day3/FukushimaDaiichi-Braun-20110330.pdf> (Acceso 22.IV.2015)

Bryan N. (2003). Chernobyl: Nuclear Disaster. World Almanac Library, Milwaukee

Bulbulián S. (1987). La radiactividad. La ciencia desde México N° 42. Fondo de Cultura Económica. México.

Canberra. REGe Detectors. Disponible en <http://www.canberra.com/products/detectors/pdf/REGe-Detector-SS-C40432.pdf> (Acceso 28.I.2014)

Canberra. Genie 2000. Disponible en [http://www.canberra.com/products/radiochemistry\\_lab/genie-2000-software.asp](http://www.canberra.com/products/radiochemistry_lab/genie-2000-software.asp) (Acceso 20.II.2015)

Castro J, Aragón P, Veiga E. (2013). Control radiológico de los alimentos importados en España tras el accidente de Fukushima y normativa de la Unión Europea aplicada. IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety. Rio de Janeiro, Brazil. Disponible en <http://www.sbpr.org.br/irpa13/AnaisdoIRPA2013/Emergenciasradiologicaynucleares/3843.pdf> (Acceso 13.XII.2014)

Choppin GR, Liljenzin JO, Rydberg J. (2002). Radiochemistry and nuclear chemistry. Butterworth-Heinemann, Woburn.

Comisión Europea. CORDIS. Frente Común por la seguridad nuclear Disponible en [http://cordis.europa.eu/news/rcn/35708\\_es.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/35708_es.html) (acceso 22.VI.2015)

CNSA. Servicios científico-técnicos Servicio de Radioprotección. Disponible en: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-el-instituto/fd-organizacion/fd-estructura->

directiva/fd-subdireccion-general-servicios-aplicados-formacion-investigacion/fd-centros-unidades/fd-centro-nacional-sanidad-ambiental/fd-servicios-cientifico-tecnicos\_sanidad-ambiental/s-c-t-cnsa-radioproteccion.shtml (Acceso 25.V.2015)

CSN - Consejo de Seguridad Nuclear. (2011). Comunicado 29: El OIEA confirma la reclasificación como INES 7 del accidente en la central nuclear de Fukushima 12 de abril de 2011. Disponible en <https://www.csn.es/documents/10182/136297/Comunicado+29> ( Acceso 13.XII.2013)

CSN - Consejo Seguridad Nuclear. Escala internacional de sucesos nucleares y radiológicos (INES). Disponible en [https://www.csn.es/images/stories/actualidad\\_datos/especiales/ines\\_sp.pdf](https://www.csn.es/images/stories/actualidad_datos/especiales/ines_sp.pdf) (Acceso 20.II.2014)

CSN - Consejo de Seguridad Nuclear. Red de vigilancia Radiológica ambiental (PVRA). Disponible en <https://www.csn.es/red-de-vigilancia-en-el-entorno-de-instalaciones-pvra> (Acceso 2.IV.2015)

CSN – Consejo de Seguridad Nuclear. Selección, preparación y uso de patrones para espectrometría gamma. Colección de Informes Técnicos 11.2004. Procedimiento 1.4. Disponible en <https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.4> (Acceso 29.IV.2015)

CSN - Consejo Seguridad Nuclear. Vandellós I. Disponible en <https://www.csn.es/central-nuclear/vandellos-i> (Acceso 20.VI.2015)

CSN – Consejo de Seguridad Nuclear. Grupo de expertos sobre artículos del Tratado del Euratom, Disponible <https://www.csn.es/grupos-de-trabajo-y-redes> (Acceso 20.VI.2015)

Debertin K, Helmer RG. (2001). Gamma and X ray spectrometry with semiconductor detectors. Ed Elsevier

Dirección General de Protección Civil. Cáceres Urgent Response International Exercise 2013. Disponible en <http://www.curiex.es/> (Acceso 24.II.2014)

Fajans K. (1913). Radioactive transformations and the periodic system of the elements. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*. 46, 422–439. Disponible en <http://www.chemteam.info/Chem-History/Fajans-Isotope.html> (Acceso 3.I.2013)

Ferrer A (2006). Física nuclear y de partículas. Ediciones Universidad de Valencia. Valencia

Flakus FN. (1981). Detección de radiaciones- Detección y medición de las radiaciones ionizantes: historia sucinta OIEA BOLETÍN. 23, 4

Fisher et al (2013). Evaluation of radiation doses and associated risk from the Fukushima nuclear accident to marine biota and human consumers of seafood. PNAS, 110 (26) 10670–10675. Disponible en [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1221834110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1221834110) (Acceso 2.IV.2015)

GA-MA & ASSOCIATES. Recipientes-Análisis de Líquidos/Sólidos. Disponible en <http://www.ga-maassociates.com/spanish/cg020001.html> (Acceso 20.I.2015)

Glavič-Cindro D, Vodenik B, Korun M, Martinčič R. (2000) Quality control of gamma-ray spectrometry measurements. Applied Radiation and Isotopes. Volume 52, Issue 3, 765–770

Herrán N.(2008). Aguas, semillas y radiaciones: El laboratorio de radiactividad de la Universidad de Madrid, 1904-1929. CSIC. Madrid

Ilyin LA, Pavlovskij OA. (1987). Consecuencias radiológicas del accidente de Chernobil en la Unión Soviética y medidas adoptadas para mitigar su repercusión. OIEA Boletín 4/1987. Disponible [https://www.iaea.org/sites/default/files/29402791724\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/29402791724_es.pdf) (Acceso 30.III.2015)

International Commission on Radiological Protection. Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Publicación 103 ICRP Sociedad Española de Protección Radiológica. Senda Editorial. Madrid. Disponible en [http://www.icrp.org/docs/p103\\_spanish.pdf](http://www.icrp.org/docs/p103_spanish.pdf) (Acceso 21.IV.2014)

International Atomic Energy Agency. (2006). Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience Report of the Chernobyl Radiological Assessment Reports Series. Vienna. Disponible en [http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1239\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1239_web.pdf) (Acceso 14.III.2014)

Kapoor SS, Ramamurthy US. (2005), Nuclear Radiation Detector. New International Publishers. Nueva Delhi

Knoll, GF. (1985). Radiation Detection and Measurement , Wiley and Sons, New York

Knolls Atomic Power Lab. (2010). Nuclides and Isotopes : Chart of the Nuclides 17th Edition

L'Annunziata, MF. (1998). Handbook of radioactivity Analysis. Ed. Elsevier

Lamarsh JR, Baratta AJ. (2001). Introduction to Nuclear Engineering. Prentice-Hall,

Leo WR. (1994). Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: A How-to Approach 2nd Edition Germany

Lieser KH. (2001). Nuclear and radiochemistry : fundamentals and applications. Wiley-VCH , Berlin

Lutz G. (2007). Semiconductor Radiation Detectors. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Mínguez E. et al. (1987). El Libro de la Energía. Forum Atómico Español. Madrid

Moller P, Nix JR, Kratz KL. (1996). Nuclear Properties for Astrophysical Applications. Nuclear properties for astrophysical applications. Disponible en <http://arxiv.org/pdf/nucl-th/9601043.pdf> (Acceso 22.II.2015)

Munroe R. (2012). Radiation dose chart. Disponible en <http://xkcd.com/radiation/> (Acceso 23.II.2015).

Murray R, Holbert KE. (2014). Nuclear Energy : An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes . Elsevier Butterworth-Heinemann, Massachusetts.

Norwegian Radiation Protection Authority. (2007). The Kyshtym accident, 29th September 1957. NRPA Bulletin 8.07. Disponible en <http://www.nrpa.no/dav/397736ba75.pdf> (Acceso 5.II.2015)

Nuclear Regulation Authority Japan. (2014). Fukushima Daiichi NPS's Issues. Disponible <https://www.nsr.go.jp/english/> (Acceso 26.V.2015)

NERIS. European Platform on preparedness for nuclear and radiological emergency response and recovery Disponible en <http://www.eu-neris.net/> (acceso 02.II.2015)

Organización de las Naciones Unidas. (2000) Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: sources; Volume II: effects. UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York

Ortega X. (2000). Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgo. Universidad Politécnica de Cataluña

Ortega X, Jorba J. (1996). Radiaciones ionizantes: utilización y riesgos. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña.

Parlamento Europeo. La energía nuclear. Disponible en: [http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/es/displayFtu.html?ftuld=FTU\\_5.7.5.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/es/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.5.html) (Acceso 10.II.2015)

Persson C, Rodhe H, De Geer LE. (1987). The Chernobyl accident - A meteorological analysis of how radionuclides reached and were deposited in Sweden. Ambio, 16,

Ridenour LN, Yost, DM. (1936). Artificial Radioactivity. Chem. Rev., 18 (3), 457–495

Segerstahl B. (1991). Chernobyl: A Policy Response Study. Springer.

Shultis KJ, Faw RE. (2007). Fundamentals of Nuclear Science and Engineering. CRC Press.

Soddy F. (1913). The Radio Elements and the Periodic Law. Chem. News. 107, 97–99.

Spieler H. (2014). Semiconductor detectors systems. Oxford Science Publications

The National Diet of Japan (2012). The official report of Executive summary The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. Disponible en <https://www.csn.es/documents/10182/136297/Resumen+ejecutivo> (Acceso 12.III.2015)

Unión Europea (2010). Tratado Euratom. Versión Consolidada. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Luxemburgo.

Violante A, Huang PM, Gadd G M. (2008). Biophysico-Chemical Processes of Heavy Metals and Metalloids in Soil environments. Wiley.

WHO - World Health Organization (1986). Chernobyl reactor accident. Report of a consultation 6 may 1986. WHO Regional Office for Europe. 7246E, Copenhagen

WHO - World Health Organization. (2013). Health Risk Assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on preliminary dose estimation. Vienna. Disponible en [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130_eng.pdf) (Acceso 13.I.2015)

World Nuclear Association. Three Mile Island Accident. Disponible en <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Three-Mile-Island-accident/> (Acceso 25.II.2014)

World Nuclear Association. Chernobyl Accident 1986. Disponible en <http://www.world-nuclear.org/info/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident/> (acceso 31.V.2014)

World Nuclear Association. Outline History of Nuclear Energy. Disponible en: <http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Outline-History-of-Nuclear-Energy/> (Acceso 26.VI.2014)

Directiva 80/836/Euratom del Consejo, de 15 de julio de 1980, por la que se modifican las Directivas que establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de la población y los trabajadores contra los peligros que resultan de las radiaciones ionizantes. DOCE nº L 246 de 17/09/1980, p. 0001 – 0072 Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31980L0836:ES:HTML> (Acceso 20.02.2015)

Directiva 84/467/Euratom del Consejo, de 3 de septiembre de 1984, por la que se modifica la Directiva 80/836/Euratom en lo que se refiere a las normas básicas relativas a la protección sanitaria de la población y de los trabajadores contra los peligros que resulten de las radiaciones ionizantes. DOCE nº L 265 de 05/10/1984, p. 004 – 0156 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31984L0467:ES:HTML> (Acceso 20.02.2015)

Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea de la energía atómica firmado en Roma el 25 de marzo de 1957 (BOE núm. 1, de 1 de enero de 1986) Disponible en [http://www.boe.es/legislacion/enlaces/documentos/ue/Tratados\(0476-0576\).pdf](http://www.boe.es/legislacion/enlaces/documentos/ue/Tratados(0476-0576).pdf) (Acceso 30.VI.2014)

Recomendación de la Comisión 86/156/CEE de 6 de mayo de 1986 dirigida a los Estados miembros, referente a la coordinación de las medidas nacionales adoptadas respecto a los productos agrícolas como consecuencia de las lluvias radiactivas procedentes de la Unión Soviética. DOCE nº L 118 de 07/05/1986 p.0028 Disponible <http://old.eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1986:118:0028:0028:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 1388/86 del Consejo de 12 de mayo de 1986 relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos terceros países. DOCE nº L 127 de 13/05/1986 p. 0001 – 0003. Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1388&from=ES>

-Reglamento (CEE) Nº 1505/86 de la Comisión de 16 de mayo de 1986 por el que se establecen determinadas normas detalladas para la aplicación del Reglamento (CEE) nº 1388/86 del Consejo relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos terceros países. DOCE nº L 131 de 17/05/1986 p.0045 – 0046 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1505&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

-Reglamento (CEE) Nº 1603/86 de la Comisión de 26 de mayo de 1986 por el que se modifica por segunda vez el Reglamento (CEE) nº 1388/86 del Consejo relativo a la suspensión de las importaciones de ciertos productos agrícolas originarios de algunos

terceros países. DOCE nº L 140 de 27/05/86 p.0024 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1603&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 1707/86 del Consejo de 30 de mayo de 1986 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 146 de 31/05/1986 p.0088 – 0090 Disponible [http://publications.europa.eu/resource/cellar/6c939994-083d-4a92-a775-dd997125e1b3.0008.02/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/cellar/6c939994-083d-4a92-a775-dd997125e1b3.0008.02/DOC_1) (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 1762/86 de la Comisión, de 5 de junio de 1986, por el que se establecen las modalidades de aplicación del Reglamento (CEE) nº 1707/86 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE -L 152 de 06/06/86 p. 0041 – 0044. Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986R1762&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 3020/86 del Consejo, de 30 de septiembre de 1986, por el que se prorroga el Reglamento (CEE) nº 1707/86 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 280 de 01/10/1986, p.079 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1986:280:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 624/87 del Consejo de 27 de febrero de 1987 por el que se prorroga el Reglamento (CEE) nº 1707/86 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE L 58 de 28/02/1987 p.101 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987R0624&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Dictamen sobre un proyecto de propuesta de una Decisión del Consejo relativa a un sistema intracomunitario de intercambio rápido de informaciones en caso de constatación de niveles desacomodadamente elevados de radioactividad o en caso de un accidente nuclear (87/C 105/06) de 25 de febrero de 1987. DOCE nº C 105 de 21/04/1987, p.009 – 013 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:105:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Dictamen sobre un proyecto de propuesta de Reglamento del Consejo por el que se fijan los niveles máximos admisibles de radiactividad para los productos agrícolas y el agua potable (87/C 180/10) de 13 de mayo de 1987. DOCE nº C 180 de 08/07/1987, p. 0020 – 0026 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:180:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Propuesta de Decisión del Consejo relativa a un sistema comunitario de rápido intercambio de información en caso de detección de niveles de radiactividad anormalmente elevados o en caso de accidente nuclear (87/C 160/07) presentada por la Comisión al Consejo el 5 de mayo de 1987. DOCE nº C 160 de 18.06.1987 p.006 – 008 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:51987PC0135&rid=8>(acceso 30.VI.2014)

Propuesta de Reglamento (EURATOM) (87/C 174/09) del Consejo de 16 de junio de 1987, relativo a la fijación de tolerancias máximas de radiactividad de los productos alimenticios, piensos y agua potable en caso de detección de niveles de radiactividad anormalmente elevados o en caso de accidente nuclear. DOCE nº C 174 de 2. 7. 1987, p. 006 – 009 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:1987:174:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Decisión 87/600/EURATOM del Consejo de 14 de diciembre de 1987 sobre arreglos comunitarios para el rápido intercambio de información en caso de emergencia radiológica o en virtud del Convenio sobre la pronta notificación de accidentes nucleares de 26 de septiembre de 1986. DOCE nº L 371 de 30/12/87, p 76-78 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987D0600&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (EURATOM) Nº 3954/87 del Consejo de 22 de diciembre de 1987, por el que se establecen las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica. DOCE nº L 371 de 30/12/1987, p.0011 – 0013 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987R3954&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 3955/87 del Consejo de 22 de diciembre de 1987 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 371 de 30/12/1987, p.0011 – 0013 Disponible <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31987R3954&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento CEE nº 1983/88 de la Comisión de 5 de julio de 1988 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 3955/87 del Consejo, relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 174 de 06/07/1988, p. 0032 – 0034 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31988R1983&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

---

Reglamento (EURATOM) nº 944/89 de la comisión de 12 de abril de 1989 por el que se establecen tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios secundarios tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica DOCE nº L 101 de 13/04/89 p.0017 – 0018 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1989:101:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (EURATOM) nº 2218/89 del Consejo, de 18 de julio de 1989 por el que se modifica el Reglamento (EURATOM) nº 3954/87 por el que se establecen tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los productos alimenticios y los piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica. DOCE nº L 211 de 22/07/89 p. 001 -003 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R2218&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 2219/89 del Consejo, de 18 de julio de 1989, relativo a las condiciones particulares de exportación de productos alimenticios y piensos después de un accidente nuclear o en cualquier otra situación de emergencia radiológica. DOCE nº L 211 de 22/07/89 p.004 – 005 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R2219&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 89/618/EURATOM del Consejo, de 27 de noviembre de 1989, relativa a la información de la población sobre las medidas de protección sanitaria aplicables y sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM). DOCE nº L 357 de 07/12/1989 P. 0031 – 0034 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989L0618&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CEE) núm. 4003/89 del Consejo, de 22 de diciembre de 1989, por el que se modifica el Reglamento (CEE) núm. 3955/87 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 382 de 30/12/1989 p.0004 – 0004 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R4003&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo de 22 de marzo de 1990 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 382 de 30/12/1989 p.0004 – 0004 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989R4003&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

---

Reglamento (EURATOM) nº 770/90 de la Comisión, de 29 de marzo de 1990, por el que se establecen las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de los piensos tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica. DOCE Europeas nº L 83 de 30/03/1990, p. 0078 – 0079 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990R0770&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva del Consejo 90/641/EURATOM, de fecha 4 de diciembre de 1990, sobre Protección Operacional de los Trabajadores Exteriores con riesgo de Exposición a Radiaciones Ionizantes por intervención en Zona Controlada. (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM) DOCE nº 349 de 13/12/1990 p.0021 – 0025 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0641&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CEE) nº 146/91 de la Comisión de 22 de enero de 1991 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 17 de 23/01/1991, p.005 – 008 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991R0146&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CEE) nº 598/92 de la Comisión de 9 de marzo de 1992 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 64 de 10/03/1992, p.0015 – 0019 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992R0598&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

DIRECTIVA 92/ 59/ CEE DEL CONSEJO de 29 de junio de 1992 relativa a la seguridad general de los productos. DOCE nº L 228 de 11/08/1992, p.0024 - 0032

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0059&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (EURATOM) nº 1493/1993, del Consejo de la Unión Europea de 8 de junio de 1993, relativo a los Traslados de Sustancias Radiactivas entre los Estados Miembros. DOCE nº L 148 de 19/06/1993 p.0001 - 0007 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R1493&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CEE) nº 1518/93 de la Comisión, de 21 de junio de 1993, por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) núm. 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 150 de 22/06/1993, p.0030 – 0032 Disponible

---

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R1518&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) N° 3034/94 de la Comisión de 13 de diciembre de 1994 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) n° 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE n° L 321 de 14/12/1994, p.0025 – 0027 Disponible  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994R3034&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) n° 686/95 del Consejo de 28 de marzo de 1995 por el que se amplía el Reglamento (CEE) n° 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE n° L71 de 31/03/1995. p. 0015 – 0015 Disponible  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31995R0686&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 96/29/EURATOM del Consejo de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos de las radiaciones ionizantes. DOCE n° L 159 de 29/06/1996, p- 001 – 114 Disponible  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0029&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) n° 727/97 de la Comisión de 24 de abril de 1997 por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) n° 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE n° L 108 de 25/04/1987, p.0016 – 0018 Disponible  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1997:108:FULL&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 97/43/EURATOM, de 30 de junio de 1997, relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/EURATOM (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM). DOCE n° L 180 09/07/1997 p.0022 – 0027 Disponible  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997L0043&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CE) n° 1661/99 de la Comisión, de 27 de julio de 1999, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE n° L 197 de 29/07/1999, p.0017 – 0024 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999R1661&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) No 616/2000 DEL CONSEJO de 20 de marzo de 2000 por el que se modifica el Reglamento (CEE) no 737/90 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países escomo consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 75 de 25/03/2000, p.001 – 002 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R0616&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Recomendación de 8 de junio de 2000 (2000/473/EURATOM) relativa a la aplicación del artículo 36 del Tratado EURATOM sobre el control de los índices de radiactividad en el medio ambiente, con vistas a evaluar la exposición del conjunto de la población. D.O.C.E. nº L 191 p.0037 – 0046 de 27.7.2000 . Disponible en <http://www.boe.es/doue/2000/191/L00037-00046.pdf> (acceso 2.IV.2015)

Reglamento (CE) nº 1609/2000 de la Comisión, de 24 de julio de 2000, por el que se establece una lista de productos excluidos de la aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de países terceros como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 185 de 27/07/2000, p. 0027 - 0029 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R1609&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) nº 1627/2000 de la Comisión, de 24 de julio de 2000, que modifica el Reglamento (CE) nº 1661/1999 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOCE nº L 187 de 26/07/2000, p.007 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000R1627&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) no 1621/2001 de la Comisión, de 8 de agosto de 2001, que modifica el Reglamento (CE) no 1661/1999 en lo que se refiere al certificado de exportación exigido para los productos agrícolas y la lista de oficinas de aduana que autorizan la declaración de productos para su despacho a libre práctica en la Comunidad. DOCE nº L 215 de 09/08/2001, p.0018 – 0022 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001R1621&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se

---

fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. DOCE nº L 31 de 01/02/2002, p. 0001 – 0024 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento (CE) nº 1608/2002 de la Comisión de 10 de septiembre de 2002 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1661/1999 en lo referente a la lista de oficinas de aduanas autorizadas a despachar productos a libre práctica en la Comunidad. DOCE nº L 243 de 11/09/2002, p.007 – 0010 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R1608&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Recomendación de la Comisión (2003/274/CE) de 14 de abril de 2003 sobre la protección y la información del público en relación con la exposición derivada de la contaminación persistente por cesio radiactivo de determinados alimentos de origen silvestre, como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOUE nº L 99 de 17/04/2003, p.0055- 0056 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0274&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 2003/122/EURATOM del Consejo, de 22 de diciembre de 2003, sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas. (Derogada por Directiva 2013/59/EURATOM). DOUE nº L 346 de 31.12.2003 p.0057 – 0064 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:346:0057:0064:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CE) nº 1635/2006 de la Comisión, de 6 de noviembre de 2006, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) nº 737/90 del Consejo relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOUE nº L 306 de 07/11/2006, p.003 -009

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1635&from=ES>

Directiva 2006/117/EURATOM del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativa a la vigilancia y al control de los traslados de residuos radiactivos y combustible nuclear gastado. DOUE nº L 337 de 05/12/2006 p. 0021 - 0032 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0117&from=ES> (acceso 30.VI.2015)

Decisión del Consejo de 18 de diciembre de 2006 relativa al séptimo programa marco de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (2006/970/EURATOM) DOUE nº L400 de 30/12/2006, p 0060 – 0085

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006D0970&from=ES> (acceso 30VI.2015)

Reglamento (CE) nº 733/2008 del Consejo de 15 de julio de 2008 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOUE nº 201 de 30/07/2008, p.0001 – 0007 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0733&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 2008/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de septiembre de 2008, sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas. DOUE nº L 260 de 30/09/2008, p.0013 -0059 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2008/260/L00013-00059.pdf> (acceso 30.VI.2015)

Directiva 2009/71/EURATOM, de 25 de junio de 2009, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares. (Modificada por Directiva 2014/87/EURATOM). DOCE nº L 172 de 02/07/2009 p. 0018 – 022 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:172:0018:0022:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

Real Decreto 1428/2009, de 11 de septiembre, por el que se modifica el Plan Básico de Emergencia Nuclear, aprobado por Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio. B.O.E. nº 221 de 12.09.2009 p. 76729 – 76731 Disponible en

<https://www.boe.es/boe/dias/2009/09/12/pdfs/BOE-A-2009-14502.pdf> (Acceso 2.IV.2015)

Reglamento (CE) nº 1048/2009 del Consejo de 23 de octubre de 2009 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 733/2008 relativo a las condiciones de importación de productos agrícolas originarios de terceros países como consecuencia del accidente ocurrido en la central nuclear de Chernobyl. DOUE nº 290 de 06/11/2009, p.0004 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1048&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de Ejecución (UE) nº 297/2011 de la Comisión, de 25 de marzo, imponiendo condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón, incluidos los productos pesqueros. DOUE nº L 80 de 26/03/2011, p.005 – 008 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0297&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 351/2011 de la Comisión, de 11 de abril de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 297/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 97 de 12/04/2011, p.0020 – 0023 Disponible

---

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0351&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de Ejecución (UE) nº 506/2011 de la Comisión de 23 de mayo de 2011 que modifica el Reglamento (UE) nº 297/2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 136 de 23/05/2011, p.0052 – 0055 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0506&rid=7> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 657/2011 de la Comisión, de 7 de julio de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 351/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 180 de 08/07/2011, p.0039 – 0042. Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0657&from=ES> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 2011/70/EURATOM, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos. DOUE nº L 199 de 02/08/2011 p. 0048 – 0056 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:199:0048:0056:ES:PDF> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento de ejecución 961/2011 de la Comisión, de 27 de septiembre de 2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el Reglamento (UE) 297/2011. DOUE nº L 252 de 28/09/2011, p.0010 – 0015 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:252:0010:0015:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 1371/2011 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2011, que modifica el Reglamento (UE) 961/2011 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 341 de 22/12/2011, p.0041 - 0044 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:341:0041:0044:ES:PDF> (acceso 30.VI.2014)

Reglamento de Ejecución (UE) nº 250/2012 de la Comisión de 21 de marzo de 2012 que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 961/2011, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o

---

procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 82 de 21/03/2012, p.003 -004 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0250&rid=3>  
(acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 284/2012 de la Comisión, de 29 de marzo de 2012, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el reglamento (UE) 961/2011. DOUE nº L 92 de 30/03/2012, p.0016 – 0023 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:092:0016:0023:ES:PDF>  
(acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 561/2012 de la Comisión, de 27 de junio de 2012, que modifica el Reglamento (UE) 284/2012 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 168 de 28/06/2012, p.0017 – 0020 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:168:0017:0020:ES:PDF>  
(acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 996/2012 de la Comisión, de 26 de octubre de 2012, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima y por el que se deroga el reglamento (UE) 284/2011. DOUE nº L 299 de 27/10/2012, p.0031 - 0041 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:168:0017:0020:ES:PDF>  
(acceso 30.VI.2014)

Reglamento de ejecución 495/2013 de la Comisión, de 29 de mayo de 2013, que modifica el Reglamento (UE) 966/2012 por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 143 de 30/05/2013, p.0003 – 0010 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2013/143/L00003-00010.pdf> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 2013/51/EURATOM del Consejo, de 22 de octubre de 2013, por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano. DOUE nº L 296 de 07/11/2013, p. 0012 -0021 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2013/296/L00012-00021.pdf> (acceso 30.VI.2015)

Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros

derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. DOUE nº 13, de 17/01/2014, p. 0001 -0073 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2014/013/L00001-00073.pdf> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento (CE) nº 136/2004 de la Comisión de 22 de enero de 2004 por el que se establecen los procedimientos de control veterinario en los puestos de inspección fronterizos de la Comunidad de los productos importados de terceros países. DOCE nº L 21 de 28/01/2004, p. 0011- 0023 Disponible

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0136&from=ES> (acceso 30.IV.2014)

Reglamento de ejecución 322/2014 de la Comisión, de 29 de marzo de 2014, por el que se imponen condiciones especiales a la importación de piensos y alimentos originarios o procedentes de Japón a raíz del accidente en la central nuclear de Fukushima. DOUE nº L 95 de 29/03/2014, p.0001 - 0011 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2014/095/L00001-00011.pdf> (acceso 30.VI.2014)

Directiva 2014/87/EURATOM del Consejo, de 8 de julio de 2014, por la que se modifica la Directiva 2009/71/EURATOM, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares. DOUE nº 219 de 25/07/2014, p. 0042 – 0052 Disponible

<http://www.boe.es/doue/2014/219/L00042-00052.pdf> (acceso 30.VI.2015)

Reglamento de Ejecución (UE) 2015/328 de la Comisión de 2 de marzo de 2015 por el que se modifica el Reglamento (UE) no 322/2014 en lo que concierne al documento de entrada que debe utilizarse para piensos y alimentos de origen animal

-



## ***ANEXO I***





## DETECTOR SPECIFICATION AND PERFORMANCE DATA

### Specifications

Detector Model BE3830 Serial number b 08157  
 Cryostat Model 7500SL  
 Preamplifier Model 2002CSL

The purchase specifications and therefore the warranted performance of this detector are as follows :

Energy	5.9 keV	122 keV	1332.5 keV
Resolution eV(FWHM)	450	750	2100

Cryostat description or Drawing Number if special Vertical Dipstick, type 7500SL

### Physical Characteristics

Active Diameter	<u>71</u> mm	Distance from window (outside)	<u>5</u> mm
Active Area	<u>3800</u> mm <sup>2</sup>	Window thickness	<u>0.5</u> mm
Thickness	<u>32</u> mm	Window material	<u>Carbon Epoxy</u>

### Electrical Characteristics

Depletion voltage (+)3500 Vdc  
 Recommended bias voltage Vdc (+)4500 Vdc  
 Reset rate at recommended bias / sec (PO preamp only)  
 Preamplifier test point voltage at recommended bias -0.1 Vdc (RC preamp only)

### Resolution and Efficiency

With amp time constant of 4 μs

Isotope	<sup>55</sup> Fe	<sup>57</sup> Co	60Co		
Energy (keV)	5.9	122	1332.5		
FWHM (eV)	422	664	1910		
FWTM (eV)		1240	3521		

- Tests are performed following IEEE standard test ANSI/IEEE std325-1996
- Standard Canberra electronics used - See Germanium detector manual Section 7

Tested by :  Date : February 12, 2008  
 Approved by :  Date : February 12, 2008



## ***ANEXO II***



Tabla I. Control de Calidad

Fecha	Muestra	CENTROIDE AM-241	CENTROIDE CS-137	CENTROIDE CO-60	ENERGIA AM-241	ENERGIA CS-137	ENERGIA CO-60	FWHM AM-241	FWHM CS-137	FWHM CO-60	ACTIVIDAD AM-241	ACTIVIDAD CS-137	ACTIVIDAD CO-60
07/04/2015 10:34:29	6CC070 415	108.5061	1320.295	2670.106	59.47988	661.4833	1332.054	1.3739 72	1.6267 34	2.1541 3	714.6375	677.8212	1995.447
13/04/2015 09:52:35	6CC130 415	108.3542	1318.436	2666.616	59.56246	661.7186	1332.595	1.3212 3	1.7857 35	2.2028 05	658.9913	704.7877	1992.858
21/04/2015 11:02:25	6CC210 415	108.321	1318.578	2666.796	59.5123	661.5887	1332.298	1.2512 28	1.7006 35	2.2343 98	710.0482	703.0555	1976.7
27/04/2015 09:23:33	6CC270 415	108.3472	1318.186	2665.884	59.52534	661.3935	1331.844	1.2994 09	1.6943 26	2.1433 29	716.3335	670.1052	1927.588
04/05/2015 09:42:25	6CC040 515	108.3368	1318.437	2666.43	59.09669	661.1942	1331.902	1.3680 29	1.7688 08	2.2857 31	721.7913	709.6843	2002.562
11/05/2015 10:29:32	6CC110 515	108.51	1318.725	2667.051	59.18288	661.3375	1332.211	1.3821 09	1.7478 31	2.1702 09	779.4863	705.3073	2001.812
18/05/2015 09:57:55	6CC180 515	108.7875	1320.204	2669.612	59.41924	661.0835	1331.283	1.3955 69	1.7626 03	2.2236 8	696.2888	715.5206	1992.563
25/05/2015 09:51:55	6CC250 515	108.6723	1318.628	2666.695	59.68706	661.6134	1332.248	1.4273 46	1.7745 82	2.2679 76	702.5561	709.9978	1997.804
25/05/2015 10:10:14	6CC250 515	108.5676	1318.652	2666.611	59.63501	661.6257	1332.206	1.3771 28	1.7369 47	2.2293 67	743.2498	682.7312	1974.255
01/06/2015 10:35:49	6CC010 615	108.6275	1318.535	2666.416	59.66479	661.5673	1332.109	1.3821 47	1.8862 88	2.2680 25	702.963	704.251	2019.155
08/06/2015 09:00:46	6CC080 615	108.496	1318.526	2666.419	59.59937	661.5627	1332.11	1.3871 83	1.8356 75	2.2320 08	705.7875	666.7988	1935.066
15/06/2015 10:41:03	6CC150 615	108.5497	1318.88	2667.29	59.6261	661.7388	1332.544	1.3433 05	1.7380 86	2.2085 69	670.346	657.7488	1921.881
22/06/2015 09:28:25	6CC220 615	108.4905	1318.421	2666.262	59.59663	661.5106	1332.032	1.3446 8	1.6947 86	2.1539 72	686.5766	650.2839	1872.001
29/06/2015 10:36:39	6CC290 615	108.5865	1318.863	2667.184	59.64441	661.7303	1332.491	1.4246 49	1.6622 49	2.2332 05	724.319	684.2119	1997.544
Media	=	108.511	1318.812	2667.098	59.517	661.511	1332.138	1.363	1.744	2.215	709.527	688.736	1971.945
Desviación Estándar	=	0.132	0.612	1.186	0.171	0.190	0.321	0.046	0.065	0.044	28.498	20.752	40.221

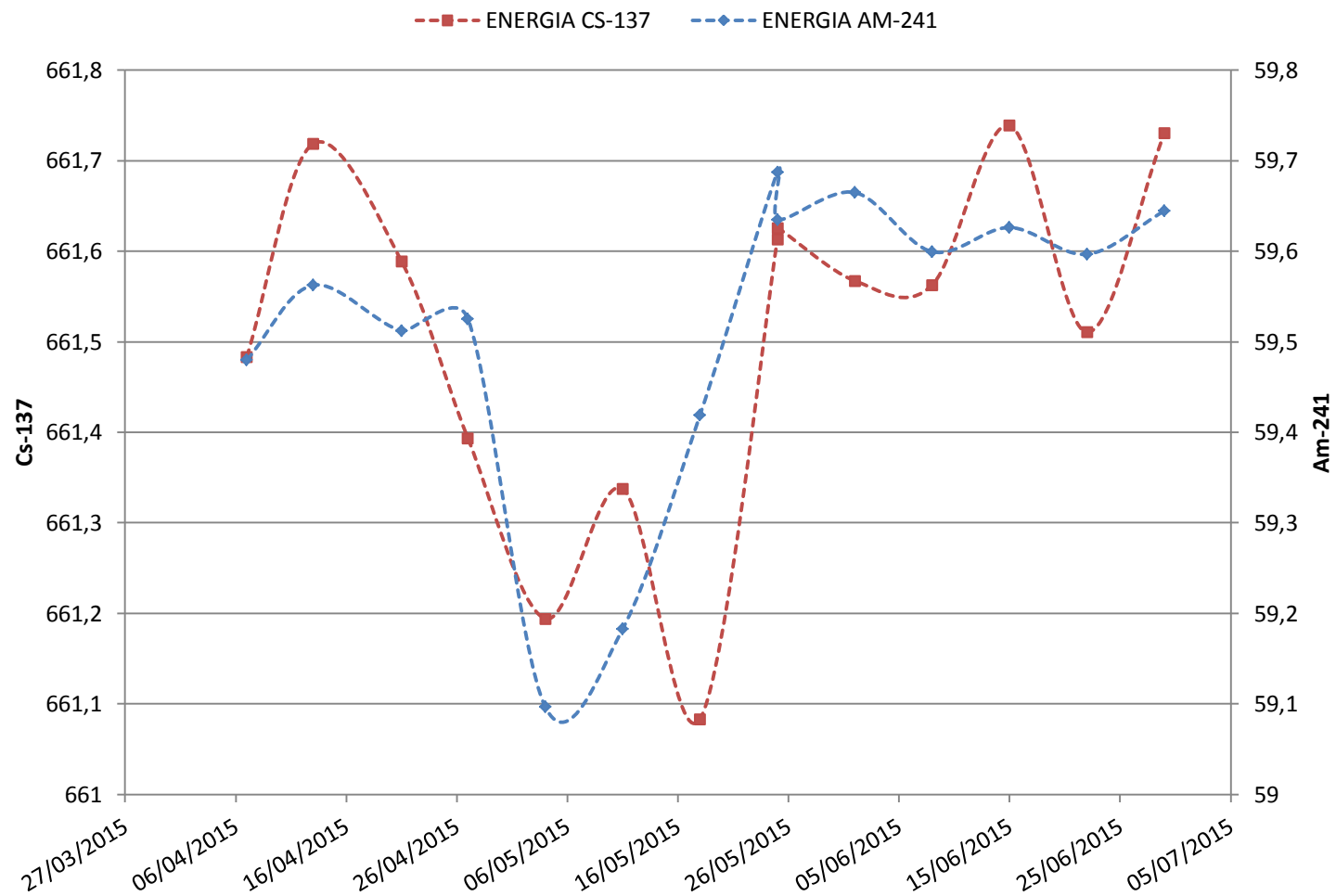


Figura 1. Variación de la energía de  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{241}\text{Am}$  en el período de tiempo representado.

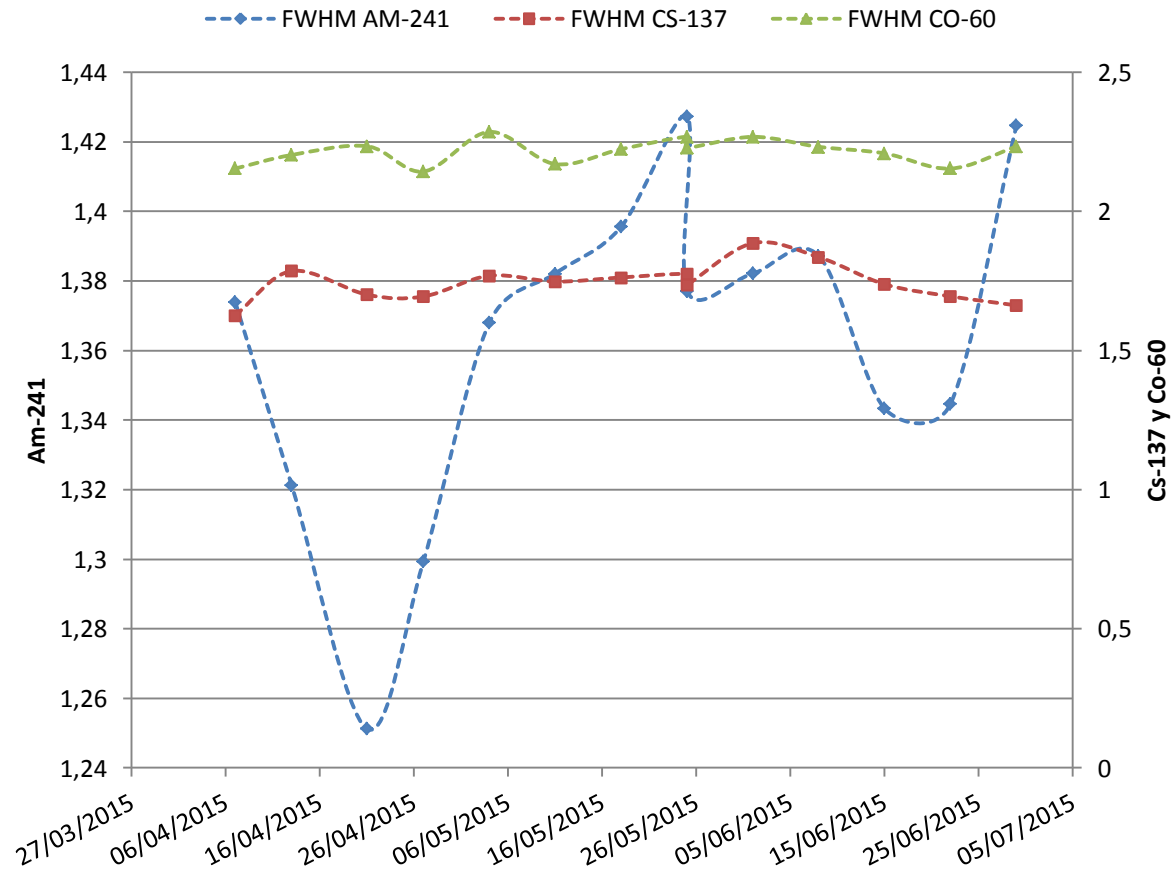


Figura 2. Evolución de FWHM de  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{60}\text{Co}$  en el período representado.



## ***ANEXO III***





MINISTERIO  
DE SANIDAD, POLÍTICA SOCIAL  
E IGUALDAD



MINISTERIO DE SANIDAD, POLÍTICA  
SOCIAL E IGUALDAD  
REGISTRO GENERAL  
SALUD  
N. de Registro: 2435 / RG 24748  
Fecha: 22/03/2011 17:43:55

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD  
PÚBLICA Y SANIDAD EXTERIOR

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE  
SANIDAD EXTERIOR

DE: SUBDIRECTOR GENERAL DE SANIDAD EXTERIOR

A: SUBDIRECTORA GENERAL DE SANIDAD AMBIENTAL

ASUNTO: INSTRUCCIÓN IM/19/2011: CONTROLES SOBRE  
PRODUCTOS PROCEDENTES DE JAPÓN

FAX: 91 509 79 17

Madrid, 22 de marzo de 2011

Para conocimiento y efectos oportunos, adjunto se remite copia de la instrucción IM/19/2011 en relación a los controles sobre productos procedentes de Japón.

EL SUBDIRECTOR GENERAL

SUBDIRECTOR GENERAL  
DE SANIDAD EXTERIOR



MINISTERIO  
DE SANIDAD, POLÍTICA SOCIAL  
E IGUALDAD

SECRETARÍA GENERAL DE  
SANIDAD

DIRECCIÓN GENERAL DE  
SALUD PÚBLICA Y SANIDAD  
EXTERIOR

DE:	DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA Y SANIDAD EXTERIOR
A:	DELEGACIONES Y SUBDELEGACIONES DEL GOBIERNO DIRECTORES DE LAS ÁREAS FUNCIONALES DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL JEFES DE LAS DEPENDENCIAS Y OFICINAS DE SANIDAD Y POLÍTICA SOCIAL
ASUNTO:	INSTRUCCIÓN IM/19/2011: CONTROLES SOBRE PRODUCTOS PROCEDENTES DE JAPÓN
FECHA:	22 de marzo de 2011
Nº DE PÁGS. INCLUYENDO PORTADA:	9



MINISTERIO DE SANIDAD, POLÍTICA  
SOCIAL E IGUALDAD  
REGISTRO GENERAL  
SALUD  
N. de Registro: 2482 / RG 24745  
Fecha: 22/03/2011 16:56:31

Como continuación a la instrucción remitida el pasado 17 de marzo, se indica que, ante la importación de productos destinados a consumo humano procedentes de Japón, se actuará del siguiente modo:

- Las partidas que hubieran salido de Japón hasta el 14 de marzo de 2011, inclusive, se someterán a los controles habituales previstos para la importación o introducción.
- Las partidas que hayan salido de Japón a partir del 15 de marzo de 2011 <sup>(1)</sup>:

a) PARTIDAS COMERCIALES:

- Se realizará un control físico con toma de muestras reglamentaria, para determinar el nivel de radiactividad, al 50% de las partidas de los productos procedentes u originarios de Japón.
- Las muestras se remitirán al siguiente laboratorio:

**SERVICIO DE RADIOPROTECCIÓN  
CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL  
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III.-MINISTERIO DE CIENCIA E  
INNOVACIÓN**

Ctra: Majadahonda-Pozuelo KM 2,200  
28220 Majadahonda (Madrid)  
Tf.: 91 822 35 26/25  
FAX.: 91 509 79 50  
Persona de contacto:

<sup>1</sup> Para ello deberá tenerse en cuenta, la fecha de salida (casilla I.14) y la fecha de expedición del certificado sanitario; la fecha de embarque con arreglo al conocimiento aduanero o el conocimiento de embarque y, en el caso de transporte marítimo en contenedores, la fecha de salida con arreglo al tracking de los contenedores.

sanico@mgpl.es

Pº del Prado 18-20 (1º y 2º)  
28023 - MADRID  
Tel: 01 5 86 20 30/40  
Fax: 01 5 90 13 42  
01 5 90 25 47

## ***ANEXO IV***





ADMINISTRACIÓN  
GENERAL  
DEL ESTADO

GOBERNAREN  
GORDZKANDROZETZA  
GIPUZKOAN

SUBDELEGACIÓN  
DEL GOBIERNO  
EN GIPUZCOA

OSASUN BULEGO PROBINTZALA DEPENDENCIA DE SANIDAD

SURDELEGACIÓN DE GOBIERNO GIPUZCOA P.I.F. SANIDAD EXTERIOR - IRUN-PASAJES
OCT. 2005
REGISTRO - SALIDA Nº .....

SERVICIO DE RADIOPROTECCIÓN  
INSTITUTO DE SALUD CARLOS III  
Carr/ Pozuelo-Majadahonda KM. 2

28.220 MAJADAHONDA (MADRID)

Adjuntamos muestras reglamentarias de SETAS CONGELADAS, tomadas en este PIF, además de la correspondiente acta

Se envía un tipo de muestra, con destino a "Análisis inicial", correspondiente a la siguiente variedad:

- Boletus Edulis, congeladas

Este producto, exportado por la empresa \_\_\_\_\_ de Rusia, se encuentra en alerta alimentaria, por lo que se solicita análisis de radiactividad.

Irun, a 19 de Octubre de 2005

EL JEFE DE SERVICIO DE SANIDAD EXTERIOR,



SANIDAD EXTERIOR  
Plaza Euzkadi, 3  
20005 IRUN  
Tfno : 943069493  
FAX: 943033778