

# **Preguntas y respuestas para entender el accidente (actualizadas el 3/4/2011)**

*[En los comentarios sobre el accidente nuclear de Japón se pueden encontrar dos tipos de exageraciones. Por un lado, los comentarios oficiales y de muchos medios de comunicación (por no hablar de los representantes de la industria nuclear), que subestiman, a veces gravemente, la gravedad del accidente. Por otro lado, los comentarios de algunas gentes indignadas con razón por lo anterior, que tienden a dar ya por consumada la peor de las hipótesis. Estas preguntas y respuestas (preparadas por una prestigiosa y fiable organización internacional), combinadas con el seguimiento diario de los acontecimientos, puede ayudar a una más exacta comprensión del accidente. Exponer la realidad del modo más veraz posible ha sido siempre una de las mejores armas del movimiento antinuclear.*

*Algunas preguntas se refieren a los Estados Unidos, pero se ha traducido porque las respuestas son extensivas al Estado español]*

## **Índice:**

**¿Cuáles son los distintos tipos de contención que impiden que la radiación escape al medio ambiente?**

**¿Cuál es la diferencia entre la fusión del núcleo y la pérdida de contención?**

**¿Qué es una *fusión parcial* de un reactor y qué una *fusión total*?**

**¿Si los reactores están parados, por qué es un problema el enfriamiento?**

**¿Cuál es el riesgo, incluido el riesgo de incendio, asociado a las piscinas de almacenamiento de combustible usado?**

**¿Qué ocurre con el agua de mar que se bombea al interior de los reactores?**

**¿Pueden las centrales nucleares de EE UU resistir catástrofes como el terremoto y el tsunami que han dañado los reactores atómicos en Japón?**

**Representantes del gobierno se han mostrado preocupados por la radiación emitida desde las piscinas de combustible usado en Japón porque estas no están rodeadas de estructuras de contención como los núcleos de los reactores.**

**¿Están mejor protegidas estas piscinas en las centrales nucleares de EE UU?**

**¿Qué riesgos corren las personas que viven fuera de la zona evacuada en Japón? ¿Habría que evacuar a más personas?**

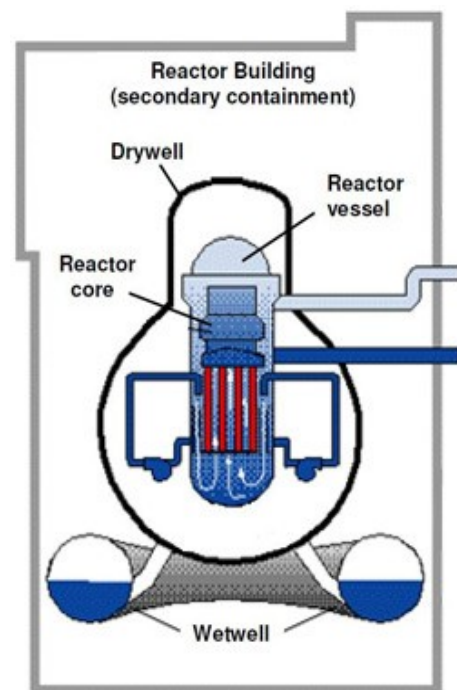
**¿Qué son los isótopos radioactivos y cuáles son los más peligrosos en caso de accidente nuclear?**

**¿Por qué el yoduro potásico es eficaz contra la inhalación de yodo radioactivo, pero no contra su ingestión, por ejemplo, a través de la leche?**

## ¿Cuáles son los distintos tipos de contención que impiden que la radiación escape al medio ambiente?

El combustible nuclear está dentro de la *vasija del reactor*, que es de acero. La vasija del reactor, a su vez, está dentro de la *estructura de contención primaria*. Esta estructura primaria consta de dos partes, el *drywell* (pozo seco) o *estructura de contención* que rodea la vasija del reactor y el *wetwell* o *cámara de descompresión* en forma de anillo toroidal.

La *drywell* tiene el suelo de hormigón y las paredes de acero revestidas de hormigón, y está diseñado para evitar que se fugue tanto el combustible fundido que haya escapado de la vasija del reactor, como la radiactividad emitida por el combustible. La cámara de descompresión *wetwell*, se encuentra por debajo de la *drywell* y está conectada a ella a través de tuberías; contiene agua y está diseñada para reducir el exceso de presión en la *drywell*. El vapor que sale de la *drywell* entra en la *wetwell*, donde es refrigerado por medio de agua y condensado, disminuyendo así la presión en la primera.



Mark I containment system.  
Figure adapted from [www.nuclear-tourist.com](http://www.nuclear-tourist.com)

La estructura de contención primaria está dentro de la *contención secundaria* o *edificio del reactor*. Este edificio está diseñado para mantenerse a una presión más baja que la del exterior, para que el aire pueda entrar en el edificio, en lugar de salir.

El aire del interior del edificio del reactor se envía al exterior a través de filtros que permiten eliminar cualquier radiación antes de ser liberado. En condiciones normales, la estructura de contención primaria tiene una fuga de aire del 1% de su volumen por día y el sistema de ventilación del edificio está diseñado para tratar este volumen de aire.

Si la contención primaria tiene una fuga, la diferencia de presión reducirá al mínimo la cantidad de radiactividad que escapa al exterior del edificio. Sin embargo, el sistema de ventilación está diseñado para tratar un volumen diario de aire del orden del 1 por ciento del volumen de la contención primaria, por lo que una fuga mayor probablemente desbordará el sistema de filtrado.

## ¿Cuál es la diferencia entre la fusión del núcleo y la pérdida de contención?

La fusión del núcleo ocurre cuando el combustible se ha sobrecalentado, derretido y escapado hasta la parte inferior de la vasija del reactor, donde se abrirá paso a través del acero y será recogido, a continuación, en el suelo de la estructura primaria de contención.

Es posible tener una fusión del núcleo sin pérdida de la contención primaria; pues esta última está diseñada para retener el combustible fundido y sus emisiones radiactivas.

Una pérdida de contención primaria se produce cuando está dañada la integridad de la estructura de contención, lo cual permite el paso del combustible fundido o de isótopos radiactivos a la contención secundaria. La pérdida de contención secundaria (o edificio del reactor) es lo que permite al combustible fundido o a los isótopos radiactivos escapar al ambiente exterior.

### **¿Qué es una *fusión parcial* de un reactor y qué una *fusión total*?**

Por *fusión* se entiende el deterioro de las barras de combustible causado por el calentamiento excesivo que se produce cuando falla el sistema de refrigeración del reactor. Debido a su alto grado de radioactividad, las barras de combustible en el núcleo de un reactor o una piscina de combustible usado generan una gran cantidad de calor aunque el reactor no esté funcionando. Por eso tienen que estar rodeadas de agua que se hace circular y se enfría a fin de evacuar el calor. Si falla esta refrigeración por alguna causa, las barras de combustible calentarán el agua hasta que esta entre en ebullición y se evapore.

Si el nivel del agua desciende de manera que quede expuesto un tramo bastante largo de una barra de combustible, esta se calentará hasta el punto de que su revestimiento de circonio empezará a oxidarse (es decir, a quemarse). Este deterioro del revestimiento permitirá la salida de elementos radioactivos de la barra. Si sigue aumentando el calor, los *pellets* (pequeños cilindros) de combustible del interior de la barra comenzarán a liberar cantidades mayores de gases radioactivos. Finalmente, el calor puede subir lo bastante para que dichos *pellets* se fundan. Si únicamente se funde una parte de los mismos, se habla de una *fusión parcial*.

En caso de fusión parcial se emitirán grandes cantidades de radioactividad. En general, esta radioactividad y el combustible deteriorado permanecerán retenidos en la vasija de acero del reactor, que a su vez se halla dentro del edificio de contención primaria para aislarlo del entorno. Esto significa que aunque ocurra una fusión parcial, puede que no provoque la emisión de una gran cantidad de materia radioactiva a la atmósfera, ya que quedará contenida dentro del reactor. Esta es la situación que se produjo en el accidente nuclear de Three Mile Island (EE UU) en 1979.

Sin embargo, si se produce una fusión parcial del combustible usado que no se halla dentro del núcleo del reactor, sino en la piscina de almacenamiento, es mucho más probable que la radioactividad liberada alcance la atmósfera. La piscina no suele estar rodeada de las mismas barreras de contención que el reactor. En el caso de los reactores japoneses, las explosiones han dañado los edificios de los reactores, lo que permitiría que los gases radioactivos de la piscina de combustible usado salgan directamente a la atmósfera.

Una *fusión total* puede producirse cuando el nivel del agua de refrigeración desciende lo suficiente para que el combustible nuclear dentro del núcleo del reactor quede totalmente al descubierto. Si se funde una gran cantidad de combustible, la masa fundida puede fluir al fondo de la vasija metálica del reactor y conservar suficiente calor para fundir la base de la misma. En este caso, la masa caería sobre el suelo de hormigón del edificio de contención. En los edificios de tipo *Mark I* utilizados en las centrales japonesas, si la cantidad de masa fundida es suficientemente grande puede

extenderse hasta la pared de contención metálica y fundirla, rompiendo de este modo la barrera de contención y emitiendo radioactividad al exterior.

El temor a que se produzca una fusión completa en el reactor es que probablemente quebraría la estructura de contención primaria, con lo que aumentaría mucho la probabilidad de que saliera materia radioactiva a la atmósfera. No ocurre lo mismo con las piscinas de combustible usado, que ya se encuentran fuera del edificio de contención primaria, por lo que una fusión total no sería necesariamente mucho peor que una fusión parcial, aunque seguramente la cantidad total de gases radioactivos emitidos sería mayor en el primer caso.

### **¿Si los reactores están parados, por qué es un problema el enfriamiento?**

Cuando se apaga el reactor, se detiene el proceso de fisión en el combustible nuclear. Sin embargo, el combustible está muy caliente y sigue siendo altamente radiactivo. Cuando la radioactividad de las partículas va decayendo, se produce calor adicional.

Cuando combustible se ha gastado y ya no es útil para generar energía, se extrae el reactor; entonces se coloca en unas piscinas con agua fría en circulación, durante un período de varios años para enfriarlas.

### **¿Cuál es el riesgo, incluido el riesgo de incendio, asociado a las piscinas de almacenamiento de combustible usado?**

Las piscinas de combustible usado contienen barras de combustible que han sido extraídas del núcleo del reactor. Dado que son altamente radioactivas, siguen generando calor y han de refrigerarse durante años. También contienen un gran número de elementos radioactivos que pueden ser emitidos a la atmósfera si se produce una interrupción prolongada de la refrigeración y el agua de la piscina hierve y se evapora.

Si el sistema que hace circular y enfría el agua en la piscina de combustible usado deja de funcionar, las barras empezarán a calentar el agua de la piscina. Si no se repone el agua evaporada, entonces descende el nivel y las barras quedan expuestas. Entonces comenzarán a calentarse, lo que puede causar daños en las barras o incluso una fusión parcial o completa.

Todas estas consecuencias comportarían la liberación de radiaciones de las barras dañadas. La cantidad liberada dependería de la gravedad de los daños de las barras y de la cantidad de combustible usado almacenado en la piscina, así como del tiempo que lleva este fuera del reactor y por tanto enfriándose poco a poco.

Dos de los gases radioactivos liberados de las barras de combustible son el yodo-131 y el cesio-137. Dado que el yodo-131 radioactivo tiene un periodo de semidesintegración corto (8 días), empieza a decaer rápidamente una vez retirado el combustible del núcleo del reactor, donde se genera en el proceso de fisión del combustible. De este modo, los escapes de radiación del combustible usado tendrán unos niveles de yodo-131 mucho más bajos. Sin embargo, el cesio-137, cuyo periodo de semidesintegración es más largo (30 años), decae mucho más lentamente, de modo que los niveles seguirán siendo altos en el combustible usado. El cesio-137 es el principal agente

contaminante de larga duración del accidente de Chernóbil y fue la causa de que se estableciera la zona de exclusión alrededor del reactor siniestrado.

Un problema importante con las piscinas de combustible usado es que no están tan aisladas del entorno como las barras del núcleo del reactor, puesto que se hallan fuera del edificio de contención primaria. Por tanto, incluso si la cantidad total de radiación emitida por las barras dañadas en una piscina es menor que la liberada en el núcleo del reactor, la parte de esa cantidad total que llega a la atmósfera será probablemente mucho mayor. Puesto que la emisión neta al exterior vendrá determinada por los dos factores —cuánta radiación liberan las barras de combustible y qué parte de la misma escapa al entorno—, el fallo de la refrigeración de una piscina de combustible usado emitiría probablemente mayores niveles de radiación que el mismo fallo en el reactor.

### **¿Qué ocurre con el agua de mar que se bombea al interior de los reactores?**

El bombeo de agua de mar al interior del núcleo del reactor es un último recurso para refrigerar el combustible, y esta agua se convierte en vapor cuando se calienta en contacto con el combustible caliente. El agua de mar ha de bombearse de modo continuo para reponer el agua que se ha evaporado. El calor y la ebullición del agua de mar hace que aumente la presión en el interior de la vasija que envuelve el núcleo del reactor. Si la presión es demasiado alta, puede llegar a impedir que las bombas sigan introduciendo agua al interior.

Para reducir la presión interior de la vasija del reactor se purga regularmente el vapor, que sale al edificio de contención que rodea la vasija, con lo que aumenta a su vez la presión dentro de dicho edificio. Para reducir esta presión se ha dejado salir ocasionalmente el gas del interior del edificio a la atmósfera. Este gas contiene materia radioactiva, pero había que dejarlo salir para rebajar la presión dentro de la vasija del reactor de manera que fuera posible bombear más agua de mar con el fin de enfriar el núcleo.

*El New York Times* informó el 23 de marzo que "*parte del agua de mar utilizada para la refrigeración ha vuelto al océano*". Se trata probablemente del agua introducida con mangueras y desde helicópteros en las piscinas de combustible usado para tratar de mantenerlas frías. Gran parte de esta agua no fue a parar a las piscinas y es probable que esté contaminada.

### **¿Pueden las centrales nucleares de EE UU resistir catástrofes como el terremoto y el tsunami que han dañado los reactores atómicos en Japón?**

Algunos reactores norteamericanos son del mismo tipo que el reactor nº 1 de Fukushima, que opera con agua en ebullición (*boiling water reactor*, BWR), según un diseño de General Electric; además, funcionan con arreglo a normativas similares. En circunstancias análogas, sería una locura suponer que el resultado no fuera prácticamente el mismo.

Las centrales de EE UU tienen la misma vulnerabilidad que dio lugar a la crisis en Japón: el problema fundamental fue que los reactores japoneses dejaron de recibir tanto la alimentación eléctrica normal como la de emergencia, que sirven para enfriar las barras de combustible atómico y el núcleo del reactor. Los reactores tenían baterías con capacidad para mantener el suministro eléctrico durante ocho horas, hasta que

volviera a funcionar el sistema de emergencia o se restableciera el suministro normal. Sin embargo, los técnicos no lograron reparar ninguna de las dos fuentes. La mayoría de reactores de EE UU están concebidos de manera que pueden soportar cortes de suministro eléctrico (tanto normal como de emergencia) durante nada más que cuatro horas. Si se tomaran medidas para mejorar las posibilidades de restablecer el suministro eléctrico dentro de ese plazo de cuatro horas y asegurar mejores sistemas de refrigeración para el caso de que no se pueda cumplir ese plazo, los reactores de EE UU serían menos vulnerables.

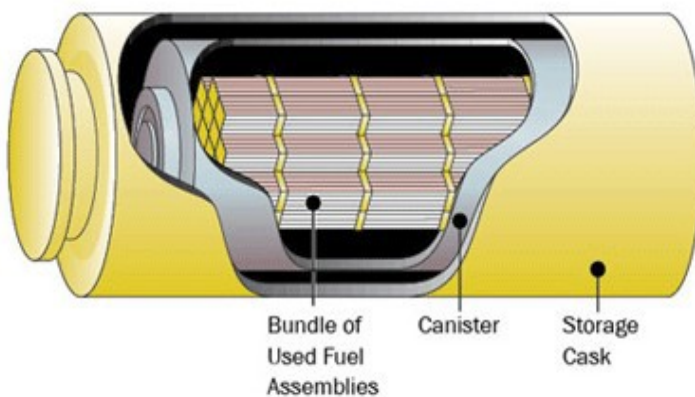
Además, es sabido que los terremotos pueden provocar incendios en los reactores nucleares; los estudios de seguridad estadounidenses concluyen que el fuego puede ser el principal riesgo de avería del núcleo del reactor al poner fuera de servicio los sistemas de emergencia principal y de reserva. Sin embargo, docenas de reactores nucleares de EE UU funcionan desde hace años sin cumplir la normativa federal de protección contra incendios y carecen de planes para hacer frente de inmediato a tales riesgos de seguridad.

Por último, los planes de emergencia nuclear en EE UU dan por supuesto que el accidente de un reactor sería el único factor que demandaría de recursos de emergencia. El accidente de Japón nos recuerda de nuevo la necesidad de revisar los planes de emergencia para asegurar que los responsables de aplicarlos sean capaces de responder tanto a los problemas de la central nuclear propiamente dicha como a las necesidades de la comunidad residente en los alrededores.

**Representantes del gobierno se han mostrado preocupados por la radiación emitida desde las piscinas de combustible usado en Japón porque estas no están rodeadas de estructuras de contención como los núcleos de los reactores. ¿Están mejor protegidas estas piscinas en las centrales nucleares de EE UU?**

Las piscinas de combustible usado de los reactores de EE UU también se hallan fuera del edificio de contención primaria, de manera que no están mejor protegidas que las de Japón. Estas piscinas encierran además un riesgo añadido en EE UU porque contienen más combustible que las japonesas. La Academia Nacional de Ciencias incluso ha criticado a las centrales estadounidenses por no tener en cuenta los peligros del combustible usado, pero sus advertencias siguen cayendo en saco roto.

Durante años, la Union of Concerned Scientists (UCS, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad) ha instado a las centrales nucleares a que trasladen sus barras de combustible usado más antiguas a unos contenedores de almacenamiento en seco, donde se depositan dentro de grandes recipientes cilíndricos de acero rodeados de un casco de hormigón de paredes gruesas (ver dibujo), que permiten reducir en gran medida tanto los riesgos de seguridad como los asociados a atentados terroristas.



Source: U.S. Nuclear Regulatory Commission

## **¿Qué riesgos corren las personas que viven fuera de la zona evacuada en Japón? ¿Habría que evacuar a más personas?**

Dada la cantidad de radioactividad que podría liberarse, el gobierno japonés ha hecho bien en evacuar a los residentes dentro de una zona de 20 kilómetros a la redonda de la central de Fukushima. Ante la imposibilidad de predecir futuras fugas de materia radioactiva, creemos que el gobierno debería ampliar esa zona.

El 16 de marzo, la Comisión Reguladora de la Energía Nuclear de EE UU aconsejó a los ciudadanos estadounidenses que abandonaran la zona situada dentro de un radio de 80 kilómetros alrededor de la central de Fukushima. A pesar de esta recomendación, el gobierno japonés sigue manteniendo la distancia de 20 kilómetros y ha ordenado a quienes residen entre 20 y 30 kilómetros a la redonda que permanezcan en sus casas y sellen sus ventanas y puertas.

Creemos que el gobierno japonés está desaprovechando la oportunidad de emprender una evacuación ordenada de una zona más amplia alrededor de la central, en particular de la población más vulnerable, como los niños y las mujeres embarazadas. Es posible que esté perdiendo tiempo al no organizar una evacuación más amplia en estos momentos.

NOTA: El *New York Times* informó el 25 de marzo de que el gobierno japonés había comenzado a "animar" y a ayudar a los residentes a evacuar una zona más amplia alrededor de la central nuclear de Fukushima. Según dicho artículo, la zona de evacuación voluntaria se ha extendido a un radio de 20 a 32 kilómetros alrededor de la planta, donde hasta ahora se había recomendado a los habitantes a encerrarse en sus casas.

## **¿Qué son los isótopos radioactivos y cuáles son los más peligrosos en caso de accidente nuclear?**

La materia radioactiva se descompone liberando partículas que pueden dañar los tejidos vivos y producir cáncer. Algunos elementos tienen diferentes formas, llamadas isótopos, que se diferencian por el número de neutrones que contiene el núcleo.

Los isótopos radioactivos más peligrosos en caso de accidente en una central nuclear son el yodo-131 y el cesio-137. El yodo-131 tiene un periodo de semidesintegración de 8 días, es decir, que en ese plazo se desintegra la mitad de esta materia, y otra mitad de la mitad al cabo de 8 días más, etc. Por tanto, cuando más peligroso resulta es en los días y semanas inmediatamente posteriores al accidente. También es volátil y se dispersa fácilmente.

En el cuerpo humano, el yodo es absorbido por la glándula tiroides, donde se acumula y puede provocar cáncer en una etapa posterior de la vida. Los niños que se han visto expuestos al yodo-131 tienen más probabilidades de padecer cáncer en algún momento posterior que los adultos. Para prevenir la absorción de yodo-131 se puede tomar píldoras de yodo potásico, de manera que la tiroides se sature de yodo no radioactivo y no pueda absorber yodo-131.

El cesio-137 tiene un periodo de semidesintegración de unos 30 años, de modo que necesitará más de un siglo para decaer significativamente. Los organismos vivos tratan el cesio-137 como si fuera potasio, de modo que pasa a formar parte de los electrolitos de los fluidos y finalmente se elimina. Puede causar muchos tipos diferentes de cáncer.

**¿Por qué el yoduro potásico es eficaz contra la inhalación de yodo radioactivo, pero no contra su ingestión, por ejemplo, a través de la leche?**

Según un estudio de 2004 de la Academia Nacional de Ciencias sobre "*Distribución y administración de yoduro potásico en caso de accidente nuclear*":

*"La exposición al yodo radioactivo se puede producir a través de la ingestión de alimentos, por lo que es importante que los planes de prevención aborden este problema: control ambiental y de los productos alimenticios para evitar esta vía de exposición. La eliminación de los productos contaminados hasta que se descomponga el yoduro radioactivo hasta niveles seguros es la manera más efectiva de eliminar la exposición a la radiación y evitar que resulte dañada la tiroides. Esto elimina asimismo la necesidad de utilizar yoduro potásico con carácter preventivo por parte del público en general."*

El yoduro potásico solo permite reducir el riesgo derivado del yodo radioactivo que ha penetrado en el organismo, pero no eliminarlo. Las personas que se hallan dentro del penacho radioactivo no pueden dejar de respirar, de manera que la toma de yoduro potásico es una medida efectiva frente a la inhalación. Sin embargo, lo que sí pueden hacer es dejar de beber leche o tomar otros alimentos contaminados. En caso de ingestión la toma de yoduro potásico es comparativamente menos eficaz.

3/4/2011

Union of Concerned Scientists

Traducción: VIENTO SUR