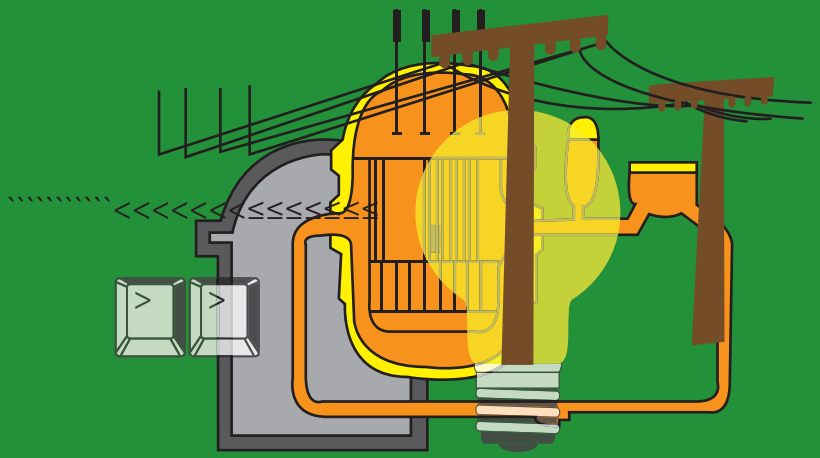
El funcionamiento de las centrales nucleares / CSN



Referencia: SDB-11.06

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2012

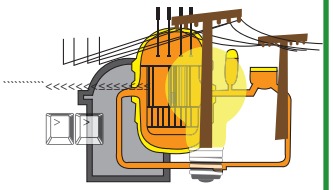
Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
tel.: 91 346 01 00
Fax: 91 346 05 58
www.csn.es

Diseño de colección:
Juan Vidaurre

Imprime:

Depósito Legal: M-22895-2012

Impreso en papel reciclado



¿Qué es una central nuclear?	**5**
Tipos de centrales nucleares operativas en España	**8**
La seguridad de las centrales nucleares	**11**
Clausura de centrales nucleares	**21**
El Consejo de Seguridad Nuclear	**23**

¿Qué es una central nuclear?

Una central nuclear es una instalación industrial en la que se genera electricidad a partir de la energía que se produce en un reactor nuclear.

Como componente básico de una central, el reactor es el lugar en que se encuentra alojado el combustible nuclear así como otros componentes que permiten iniciar, mantener y detener, de modo controlado, la reacción nuclear de fisión. En la misma, los núcleos de los isótopos "fisionables" de uranio son impactados por neutrones, provocando su ruptura y dando lugar a la aparición de nuevos isótopos (los llamados productos de fisión) y de nuevos neutrones que, a su vez, impactarán de nuevo sobre otros átomos de uranio ("reacción en cadena"). En esta reacción se desprende una gran cantidad de energía que, debidamente controlada, permite su uso a nivel industrial.

En una central nuclear, al igual que en una central térmica convencional (carbón, fuel o gas) se transforma la energía liberada por un combustible en forma de calor, en energía mecánica y después en energía eléctrica; el calor producido permite evaporar agua que, ya en forma de vapor, acciona una turbina la cual lleva acoplado un alternador.

El vapor que alimenta la turbina puede ser producido directamente en el interior de la vasija del reactor (en este caso se habla de "reactores de agua en ebullición") o en un intercambiador de calor denominado generador de vapor ("reactores de agua a presión").

El principio básico de funcionamiento de una central nuclear es relativamente sencillo. Es la tecnología aplicada la que es compleja debido a los fenómenos físicos en juego, las potencias alcanzadas, los requisitos técnicos y las medidas de seguridad necesarias para garantizar en todo momento, tanto la seguridad de los trabajadores y de la población, como la protección del medio ambiente.

Vista de una central nuclear dotada de dos reactores. Se encuentra situada junto al mar, que cumple la función de sumidero de calor de la energía no aprovechable en el proceso.

Los principales materiales y componentes de un reactor nuclear son:

- Combustible. En una central nuclear el combustible es, generalmente, óxido de uranio. En las centrales que están actualmente en funcionamiento en nuestro país, se emplea uranio ligeramente "enriquecido", es decir que contiene una fracción del isótopo uranio-235 algo superior a la existente en la naturaleza, con un grado de enriquecimiento entre el 3% y el 5%. Este material se encuentra como pastillas cerámicas situadas en el interior de una camisa metálica ("vaina").

- Moderador. Es una sustancia que tiene la propiedad de frenar los neutrones que se producen en las reacciones nucleares de fisión, hasta una velocidad (nivel de energía) a la que sean susceptibles de ser absorbidos por un núcleo de uranio y producir así una nueva reacción de fisión, permitiendo de ese modo el mantenimiento de la reacción en cadena. En los diferentes tipos de centrales nucleares, existentes actualmente en el mundo, se utilizan como moderador las siguientes sustancias: grafito, agua y agua pesada.

- Refrigerante. El calor es extraído del combustible nuclear por medio de un fluido refrigerante que circula por el interior del núcleo del reactor. Los fluidos que se utilizan en los diferentes diseños de centrales existentes son: anhídrido carbónico, agua y agua pesada.

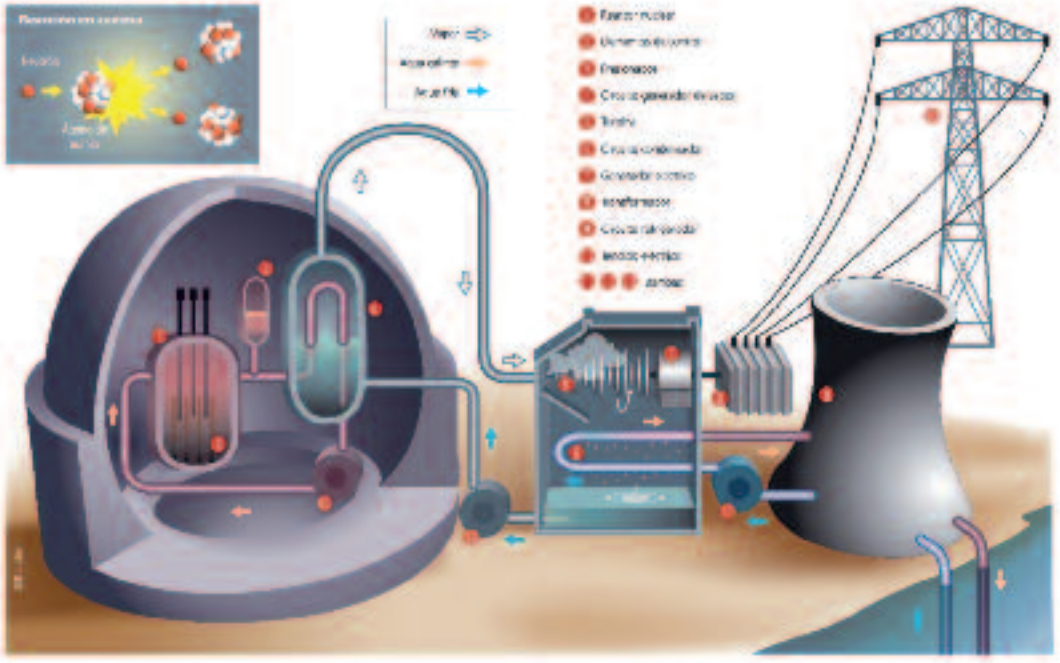
- Barras de control. Contienen una sustancia que captura los neutrones de forma tal que se pueda modular la potencia del reactor o, incluso, detener completamente la reacción nuclear de fisión.

Centrales nucleares en operación en España.

- Sistema de accionamiento de las barras de control. Diseñado para permitir la inserción y extracción tanto manual como automática de las barras de control en el núcleo del reactor. La inserción rápida provoca la denominada parada automática o "disparo" del reactor.

- Núcleo del reactor. Es la zona del reactor en la que físicamente se encuentran las barras de combustible y las barras de control, rodeadas por el refrigerante y el moderador.

- Vasija del reactor. Recipiente de acero al carbono revestido interiormente con una lámina de acero inoxidable que encierra el núcleo del reactor.



Central nuclear.

Tipos de centrales nucleares operativas en España

Actualmente en nuestro país existen dos tipos de centrales nucleares en operación: las de agua a presión (PWR) y las de agua en ebullición (BWR). Existía también una central de una tecnología diferente, denominada de grafito-gas, que se encuentra parada definitivamente y en avanzado proceso de desmantelamiento.

En ambos tipos de centrales el agua desempeña a la vez las funciones de moderador y de fluido refrigerante, y circula a través del núcleo aumentado su temperatura. La diferencia fundamental es que en el primer caso, y debido a operar en condiciones de muy alta presión, el agua no alcanza condiciones de ebullición y se mantiene en estado líquido en todo su recorrido dentro del circuito del refrigerante del reactor, mientras que en los BWR el agua sale del núcleo en forma de vapor.

Centrales nucleares de agua a presión (PWR)

En la figura de la siguiente página se muestra un esquema simplificado de este tipo de instalaciones.

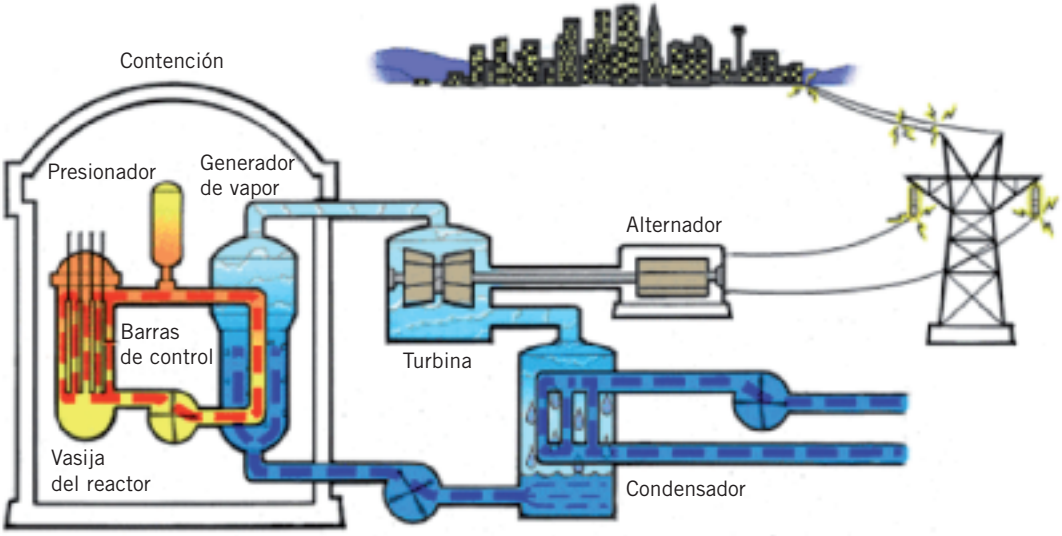
En esta figura se puede observar cómo el agua circula por el llamado "circuito primario" por medio de unas bombas que la impulsan a través del núcleo del reactor donde se calienta antes de dirigirse a los generadores de vapor. La presión del circuito primario se mantiene alta gracias al "presionador", con lo que se evita la formación de vapor dentro de este circuito.

En estas centrales las barras de control están situadas en la tapa de la vasija del reactor y se insertan en el núcleo por su parte superior. En caso de demanda de parada rápida del reactor ésta se produce por la acción de la gravedad, al liberarse los mecanismos electromagnéticos de retención existentes.

El agua que sale de la vasija del reactor circula a través del circuito primario hasta entrar en los tubos, en forma de U invertida, de los generadores de vapor. Por el exterior de estos tubos circula el agua del circuito secundario, que se calienta convirtiéndose en vapor. El vapor se dirige a la turbina donde se expande haciéndola girar y moviendo el alternador, que es el componente en el que se produce la electricidad, la cual se envía al parque de transformación y, desde allí, a la red eléctrica exterior.

Como en cualquier central térmica, es necesario condensar el vapor del escape de la turbina para su retorno al ciclo de agua/vapor. La condensación se hace gracias a un circuito exterior de refrigeración que utiliza un gran caudal de agua que circula por el interior de los tubos del condensador, transportando la energía no aprovechable hasta el sumidero de calor de la central (río, pantano, mar o torres de refrigeración). El vapor que se condensa al contacto con los tubos del condensador es impulsado por las bombas de condensado y agua de alimentación para ser precalentado antes de su envío a los generadores de vapor.

La presión en el condensador es menor que la del circuito de refrigeración exterior, por lo que en caso de producirse una fuga en los tubos sería el agua de dicho circuito al que entraría en el condensador, evitando así posibles escapes al medio ambiente.



Central nuclear de agua a presión. En estas centrales existen tres circuitos de refrigeración aislados entre sí: el circuito primario, que es el que está en contacto con el combustible; el circuito secundario (agua-vapor), y el circuito de refrigeración exterior que es el que está en contacto con el medio ambiente.

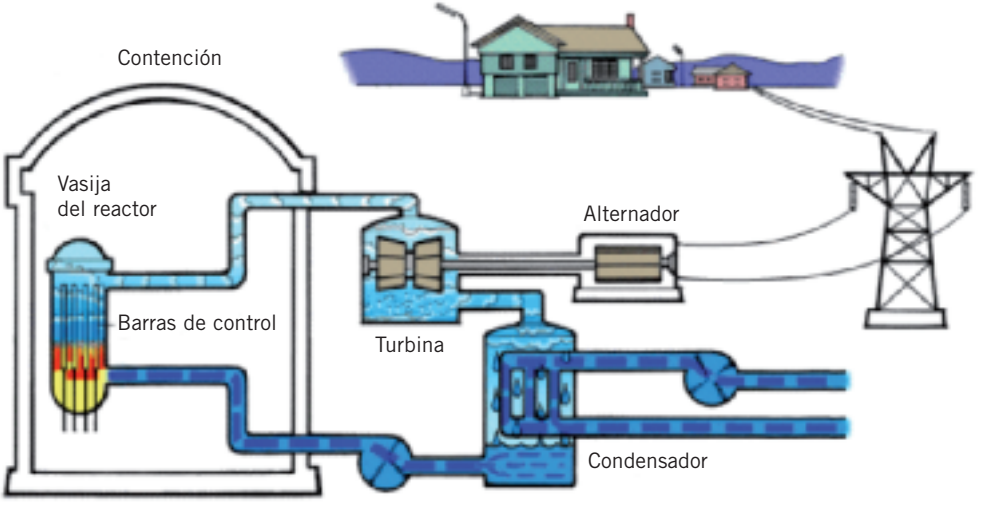
Centrales nucleares de agua en ebullición (BWR)

En este diseño de centrales, no existe un circuito secundario agua-vapor, sino que es el mismo fluido refrigerante el que circula por la vasija y el núcleo del reactor, evaporándose a su paso por el núcleo.

El vapor saturado que sale de la vasija del reactor se dirige a la turbina. El funcionamiento de la misma, así como del alternador, del condensador y del sistema de agua de alimentación, es totalmente similar al de una central PWR, aunque en este caso el sistema impulsa el agua hasta la propia vasija del reactor.

En la vasija del reactor se dispone de lazos de recirculación exteriores que permiten, mediante el uso combinado de bombas centrifugas y de chorro, la regulación rápida del caudal del refrigerante/moderador y, por tanto, el control de la potencia del reactor.

Las barras de control están situadas en la parte inferior de la vasija y se insertan en su interior mediante un sistema hidráulico que utiliza como fluido el propio refrigerante, mediante un sistema pasivo de acumuladores de alta presión.



Central nuclear de agua en ebullición. Estas centrales disponen de dos circuitos de refrigeración aislados entre sí: el primero extrae el calor del combustible, generando vapor, y el segundo es el circuito de refrigeración exterior que está contacto con el medio ambiente.

La seguridad de las centrales nucleares

La seguridad nuclear tiene como objetivos básicos reducir la probabilidad de que ocurra un accidente y, en caso de que ese accidente se produjera, mitigar sus consecuencias a valores socialmente aceptables. El fin último es evitar cualquier impacto radiológico sobre el público, el medio ambiente y los propios trabajadores de la central.

La seguridad de las centrales se basa en diversos principios básicos que se aplican tanto en la fase de diseño, como en la de construcción y de operación. Un aspecto fundamental de la seguridad nuclear es el concepto de "defensa en profundidad", el cual tiene aplicación en todos los campos de esta ciencia y se basa en el establecimiento de medidas sucesivas de seguridad.

Dentro de este concepto, se pueden distinguir tres niveles básicos de protección:

- Protección intrínseca. Trata de prevenir la ocurrencia de accidentes, e incluye:

  - Selección óptima del emplazamiento de la central y caracterización adecuada de los riesgos naturales existentes en el mismo.

  - Diseño robusto: calidad en el diseño, fabricación y montaje de estructuras, sistemas y componentes.

  - Operación, mantenimiento y programas de pruebas adecuados.

- Protección mediante sistemas de respuesta automática, y entre ellos:

  - Sistemas de control: mantienen la operación estable de la planta.

  - Sistemas de protección: detienen, cuando es necesario, la reacción en cadena del reactor.

  - Sistemas de salvaguardias: mitigan las consecuencias de accidentes "postulados" limitando sus consecuencias a niveles socialmente aceptables.

- Para complementar las actuaciones automáticas de estos sistemas se cuenta también con la fiabilidad de las actuaciones del personal de operación. Para ello se debe disponer de:

  - Procedimientos de operación que cubran todos los escenarios posibles y que hayan sido adecuadamente validados.

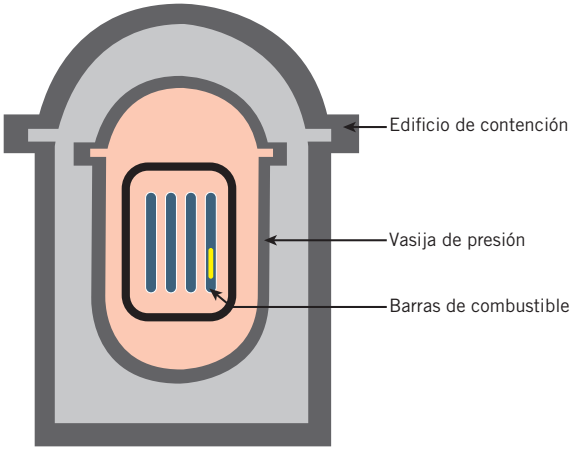
- Personal de operación con un alto nivel de formación y con el adecuado reentrenamiento ante las diversas situaciones contempladas y en el manejo de los sistemas de la central, incluyendo aquellos que cubran las posibles, pero muy improbables, situaciones que no fueron consideradas en el diseño de la instalación.

Además de lo anterior, una central nuclear debe disponer de un elevado nivel de "protección física" que permita garantizar la integridad de la instalación frente a posibles agresiones exteriores que pudieran afectar a la seguridad nuclear.

Seguridad en el diseño y construcción de las centrales

Las centrales se diseñan, construyen y operan con arreglo a niveles de calidad y prácticas de ingeniería adecuadas a la importancia de los diversos componentes.

Dentro de los aspectos más importantes que incorpora el diseño de una central nuclear cabe destacar:



En el diseño de una central nuclear se consideran tres barreras de seguridad: las vainas del combustible; la barrera de presión (del circuito del refrigerante del reactor) y la contención.

Seguridad mediante barreras contra la liberación de los productos de fisión

Los productos que se generan en las reacciones de fisión son altamente radiactivos y se encuentran fundamentalmente en el interior del núcleo del reactor, aunque una pequeña fracción puede estar también en el circuito refrigerante por lo que es imprescindible que el diseño de una central nuclear está orientado a mantener dichos productos, tanto en operación normal como en transitorios o incidentes, dentro de las límites de confinamiento que se establecen.

Este objetivo se cumple mediante el empleo de "barreras" múltiples; cada una de las cuales encierra a las anteriores. Los productos de fisión han de atravesar al menos tres "barreras" antes de poder escapar al medio ambiente. Estas tres barreras son:

- La vaina metálica que envuelve las pastillas combustibles.

- La barrera de presión del circuito del refrigerante del reactor.

- La contención, la cual constituye la barrera última contra la liberación de productos de fisión y encierra en su interior todos los componentes que forman parte de las otras dos barreras.

Se podría añadir, como primera barrera, la propia pastilla de combustible, ya que al tratarse de un material cerámico tiene una cierta capacidad de retener los productos de fisión, pero en todo caso no sería más que una barrera parcial.

Además, los vertidos que se realizan desde la central al medio ambiente están sometidos a un control muy estricto, garantizando así que las cantidades emitidas al exterior se mantienen dentro de los valores (extremadamente bajos) considerados como aceptables.

Finalmente, y a demás de evitar el escape de sustancias radiactivas, también es necesario limitar la emisión de radiación al exterior de los recintos en los que se manejan estas sustancias; para ello se dispone de blindajes con características adecuadas (material y espesor) para absorber dichas radiaciones.

Seguridad mediante sistemas

En una central nuclear existen diversos sistemas cuyo objetivo no es producir energía eléctrica sino mantener la seguridad de la instalación en caso de ocurrencia de los transitorios y accidentes previstos en el diseño.

- Sistemas de control y protección del reactor. En una central nuclear se dispone de instrumentación adecuada que permite vigilar el comportamiento del reactor y medir los valores de sus parámetros más relevantes (flujo neutrónico, temperaturas, presión, nivel del refrigerante en la vasija, etc.). Esta información es procesada por los sistemas de control del reactor que mantienen el funcionamiento estable del reactor, controlando entre otros parámetros la posición de las barras de control, es decir su grado de inserción dentro del núcleo.

  Además, los parámetros relevantes que afectan al funcionamiento del reactor tienen establecidos unos valores límite, de tal manera que si se supera cualquiera de ellos, se genera de manera inmediata la señal de parada automática del reactor, que produce la inserción rápida de las barras de control (a esta actuación se le denomina “disparo del reactor"). El sistema que produce esta actuación es el denominado sistema de protección del reactor. Asociada a esta señal de “disparo” se puede también producir el arranque automático de los sistemas de seguridad (refrigeración, ventilación, alimentación eléctrica, aislamiento del edificio de contención,...) en caso de alcanzarse las condiciones previstas para su iniciación.

- Sistemas de refrigeración. La reacción nuclear controlada que tiene lugar en el núcleo del reactor genera una gran cantidad de calor. En operación normal a potencia, este calor se extrae para generar energía eléctrica.

  En caso de parada del reactor, éste sigue produciendo calor aunque ya no haya reacciones de fisión; ello es debido al calor residual generado por los productos de fisión. Por ello, todas las centrales disponen de sistemas de extracción del calor residual con circuitos propios, bombas y cambiadores que permiten transportar esta energía al sumidero de calor de la central.

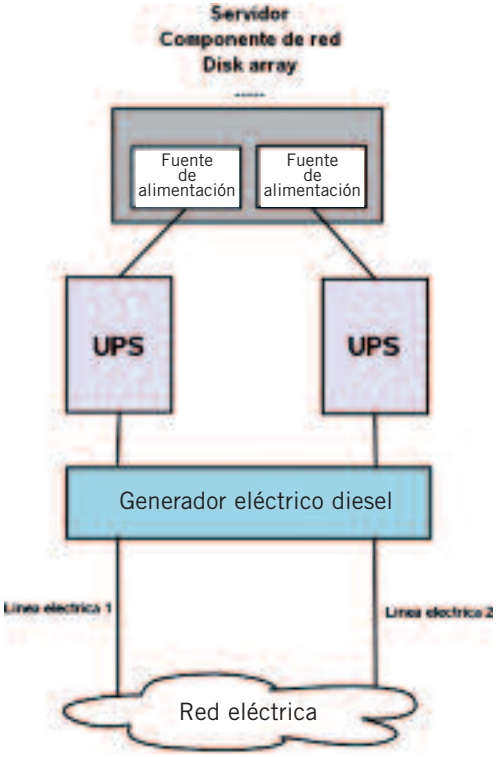
- Sistemas de salvaguardias tecnológicas. En el diseño de centrales nucleares se dispone de una serie de sistemas de seguridad denominados salvaguardias tecnológicas y cuyo

objetivo es mitigar las consecuencias de los accidentes “postulados” (aquellos que se consideran creíbles y para los que se diseñan estos sistemas).

Criterios de redundancia, fallo único y separación física

Se denomina “redundancia” a la multiplicidad de equipos o sistemas que cumplen la misma función de seguridad. Para que un sistema de seguridad pueda considerarse como "fiable" es necesario que un fallo único no impida que el sistema cumpla su misión. El diseño de estos sistemas incluye como mínimo el criterio de “fallo único” (capacidad de realizar la función aunque se produzca el peor fallo de los sistemas implicados), aunque en ocasiones se diseñan para poder acomodar el fallo simultáneo de más de un sistema o componente.

Un concepto relacionado con la redundancia es el de la “separación física”, de forma que sucesos que afectan a un sistema (por ejemplo, un incendio) sea muy improbable que lo sufra simultáneamente el sistema redundante.



El concepto de redundancia de sistemas es utilizado en muchos campos de la ingeniería y, por supuesto, en el diseño de una central nuclear.

La garantia de calidad como requisito de la seguridad

En el diseño de centrales nucleares es de gran importancia garantizar que las estructuras, sistemas o componentes que intervienen en los procesos van a responder de forma satisfactoria cuando sean demandadas.

Este es el objetivo de los programas de garantía de calidad, los cuales contienen un conjunto de prácticas y de procedimientos sistematizados y documentados en base a unos valores estándar de calidad establecidos por las normas nacionales o internacionales aplicables.

Estos programas se aplican no sólo en las distintas fases de la puesta en servicio de una central (diseño, construcción y puesta en marcha) sino también a lo largo de toda la vida de la central y también en el proceso de clausura y desmantelamiento.

La calidad en todos los procesos que intervienen en la explotación de una central nuclear es un requisito fundamental para garantizar su operación segura.

Seguridad en la operación de las centrales

La seguridad de una central nuclear es un proceso continuo, que comienza en la fase de diseño de la instalación y continua hasta la parada definitiva de la misma y su eventual desmantelamiento. Aspectos relevantes de la misma durante toda la vida útil de una central son:

Pruebas preoperacionales y operacionales

Toda instalación nuclear debe efectuar, antes de que sea autorizada su puesta en funcionamiento, un conjunto de pruebas preoperacionales en las que se comprueba si el funcionamiento de los distintos sistemas, equipos o componentes, es o no conforme con lo que se proyectó. Si los resultados no son satisfactorios, se requiere la reparación de los fallos y la repetición de las pruebas, hasta que éstas den un resultado correcto.

Estas pruebas incluyen dos fases:

- Pruebas prenucleares: se realizan antes de que se autorice la carga de combustible en el reactor.

- Pruebas nucleares u operacionales: permiten comprobar el funcionamiento de los sistemas o equipos con la central en funcionamiento, pero manteniendo condiciones de operación bajo control muy estricto.

Cuando una central nuclear en operación procede a la implantación de modificaciones de diseño que afectan a los sistemas de seguridad, los mismos se someten también a un proceso equivalente de pruebas previas.

Mantenimiento de equipos y componentes

Como cualquier instalación industrial crítica, toda central nuclear se somete a un programa estricto de mantenimiento preventivo para tratar de garantizar el funcionamiento correcto de los equipos y, en especial, de aquellos asociados a sistemas de seguridad.

Entrenamiento del personal de operación

Toda persona que vaya a trabajar como operador o supervisor en una central nuclear debe disponer de la correspondiente licencia expedida por el Consejo de Seguridad Nuclear. Para ello el candidato debe realizar un exhaustivo programa de entrenamiento y formación, y superar los correspondientes exámenes teóricos y prácticos.

Además, los operadores y supervisores están sometidos a programas sistemáticos de reentrenamiento y deben renovar su licencia cada tres años, acreditando el mantenimiento de sus conocimientos, su estado de salud y su participación, durante el periodo previo, en las tareas de operación de la central.

El resto de la plantilla de las centrales está también incluida en programas sistemáticos de formación y reentrenamiento.

Todos estos programas son supervisados regularmente por el CSN dentro de su Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC).

Evaluación de la experiencia operativa

La revisión sistemática y obligada de los sucesos ocurridos durante la operación de las centrales nucleares permite prevenir la apari-

Simulador de una central nuclear. Todas las centrales nucleares españolas cuentan actualmente con simuladores de alcance total, que permiten alcanzar un adecuado nivel de formación del personal de operación.

ción de fallos operativos que hayan ocurrido previamente. Por ello, las centrales realizan anualmente un análisis tanto de los sucesos ocurridos en su propia instalación, como en otras centrales, tratando de inferir si los fallos que han ocurrido podrían suceder de nuevo y, si fuera el caso, estudiar qué medidas se pueden implantar para evitar su repetición, incluyendo para ello modificaciones del diseño de la central o de los procedimientos de operación existentes.

Cumplimiento de los límites y condiciones recogidos en las autorizaciones de explotación

En las autorizaciones y renovaciones de la explotación de las centrales nucleares se establecen numerosas condiciones, de obligado cumplimiento, que contemplan distintos aspectos relacionados con la operación segura de la instalación.

Un documento relevante en la operación segura de una central son las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de la instalación, en las cuales se establecen las condiciones requeridas en cada sistema de seguridad, las acciones a adoptar cuando no se cumplan estas condiciones (normalmente la parada de la central) y las vigilancias requeridas para garantizar el buen estado de dichos sistemas.

Reevaluaciones de la seguridad

Las centrales nucleares españolas están sometidas a diversas reevaluaciones de su seguridad. Además de la posibilidad de implantar puntualmente aquellas mejoras que la experiencia propia o ajena así lo aconseje, la renovación cada 10 años de las autorizaciones de explotación supone, al igual que en otros países de nuestro entorno, es la ocasión de llevar a cabo la denominada Renovación Periódica de la Seguridad (RPS). En este proceso se trata de comprobar si el funcionamiento de la planta ha sido el adecuado desde la última renovación y además se evalúa, tanto por el titular de la central como por el CSN, la conveniencia de introducir mejoras en el diseño existente.

Prevención y mitigación de accidentes en centrales nucleares

En el diseño de las centrales nucleares y durante su operación, se intenta evitar que ocurran accidentes. Sin embargo, y para el caso de que esto ocurriera, el objetivo es controlar y mitigar los daños que pudieran sufrir las personas y el medio ambiente.

Análisis de accidentes

Para el análisis de accidentes, en las centrales españolas se ha empleado el concepto de accidente máximo previsible que va unido al concepto de bases de diseño de la central. Para ello se definen de modo "determinista" los accidentes más graves que es razonable postular y se estudian las consecuencias para las personas y el medio ambiente de cada uno de ellos, verificando que el diseño de los sistemas de salvaguardias existentes limitan dichas consecuencias a valores aceptables.

Complementariamente a lo anterior, en nuestro país se han realizado los llamados análisis "probabilistas" de seguridad (APS) en los que, para una central determinada, se consideran los posibles fallos múltiples que pudieran suceder, así como sus probabilidades de ocurrencia, con el fin de determinar la probabilidad conjunta de tener un accidente que suponga la fusión del núcleo y el escape al exterior de gran cantidad de productos radiactivos. Mediante estos análisis se identifican situaciones que afectan de modo relevante a la seguridad de la central y se puede así definir mejoras que limiten los riesgos identificados.

Planes de emergencia

Para hacer frente a los posibles incidentes o accidentes en centrales nucleares se establecen los correspondientes planes de emergencia, tanto interior como exterior.

El plan de emergencia interior es responsabilidad del titular de la instalación y su objetivo es garantizar que la central cuenta con los medios materiales y humanos necesarios para hacer frente a un accidente, tratar de devolver la planta a una situación segura y evitar la emisión al exterior de productos radiactivos.

El plan de emergencia exterior es responsabilidad de las autoridades provinciales y nacionales y su fin primordial es el de proteger a la población y al medio ambiente de las consecuencias de los accidentes. El plan contempla estrategias como el confinamiento y la evacuación de las personas que viven en los alrededores de la central.

Pruebas de resistencia de las centrales nucleares europeas

Tras el accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima, todas las centrales nucleares

de la Unión Europea han abordado la realización de las denominadas "pruebas de resistencia" que tratan de establecer mejoras adicionales en el diseño y procedimientos de las centrales con el fin de prevenir y mitigar las consecuencias de sucesos de muy baja probabilidad pero que podrían ocasionar consecuencias importantes en el exterior de una central nuclear.

Como resultado de estas "pruebas", en España se ha decidido la implantación de numerosas mejoras, que han sido identificadas en los análisis realizados en cada planta y que han abordado los siguientes aspectos que fueron significativos en el accidente ocurrido en Japón:

- La posible ocurrencia de sucesos naturales extremos como terremotos o inundaciones, y sus potenciales consecuencias en cada emplazamiento.
- La pérdida de todas las fuentes de alimentación eléctrica (interiores y exteriores) y la pérdida de los sumideros de calor de que dispone cada central.
- Las medidas existentes en las centrales para la gestión de un accidente con daño al combustible (accidentes "severos"), tanto desde el punto organizativo como de la operación y la protección radiológica en estas circunstancias.

Clausura de centrales nucleares

El término clausura, cuando se aplica a centrales nucleares, no se refiere al mero hecho de dejar de producir energía eléctrica sino a un proceso mucho más complejo que se desarrolla durante un largo periodo de tiempo y cuyos objetivos son restaurar, en la medida de lo posible, las condiciones medioambientales del emplazamiento y garantizar una gestión segura de los residuos radiactivos generados.

Una central nuclear al finalizar su vida útil contiene grandes cantidades de materiales radiactivos y muchos equipos y componentes están contaminados. Los materiales radiactivos provienen principalmente de la propia reacción de fisión (productos de fisión) o son consecuencia de la activación de los materiales por el flujo neutrónico.

Dado que en un primer momento tras la parada definitiva de una central los niveles de actividad son demasiado elevados para comenzar inmediatamente el desmantelamiento, se prevén tres etapas sucesivas:

- Una primera fase en la que se procede al sellado de las barreras, a la retirada de los elementos combustibles irradiados y de las barras de control, líquidos contaminados y todas las fuentes de radiación transportables. Se establecen las vigilancias y el control radiológico de la atmósfera interior de la central y la definición del adecuado programa de inspección y mantenimiento. Al finalizar esta etapa se alcanza el nivel 1 de desmantelamiento.

- A continuación se procede al desmantelamiento de aquellas partes que pueden estar contaminadas, pero que son más fácilmente eliminables. Se refuerzan las barreras de protección contra las radiaciones y se reduce al mínimo posible la necesidad de sistemas de ventilación y de control radiológico del aire. El mantenimiento se reduce a ocasionales controles de las superficies externas. Con estas actividades, la central alcanza el nivel 2.

- Finalmente se eliminan todos los materiales, equipos y componentes de la planta que puedan tener restos de radiactividad, se desmantela el reactor y el edificio de contención se, evacuán los escombros radiactivos y, queda libre el emplazamiento para su uso sin restricciones. Entonces se alcanza el denominado nivel 3 de desmantelamiento.

Cada una de estas etapas se realiza siguiendo un cierto escalonamiento temporal; así, para la primera y segunda etapas se contemplan períodos de tiempo de entre 5 y 10 años, mientras que la tercera etapa se considera adecuado retrasarla, a fin de reducir por decaimiento el nivel de radiactividad residual, durante períodos que pueden oscilar entre 10 y 100 años.

Etapas de la vida de la central nuclear José Cabrera.

El Consejo de Seguridad Nuclear

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) es un organismo independiente de la Administración Central del Estado, que tiene como fin primordial velar por la seguridad nuclear y la protección radiológica de las personas y del medio ambiente.

El CSN es un órgano colegiado, integrado por cinco miembros (presidente y cuatro consejeros) propuestos por el Gobierno y refrendados por el Congreso de los Diputados. El CSN cuenta además con una plantilla de más de 450 trabajadores; de ellos, más del 60% es personal técnico de alta cualificación, especializado en seguridad nuclear y protección radiológica.

Las funciones del CSN son las de evaluación y control de la seguridad de las instalaciones, en todas y en cada una de las etapas de su vida (diseño, construcción, pruebas, operación y clausura). Controla y vigila los niveles de radiactividad dentro y fuera de las instalaciones y vela por la protección radiológica de las personas y el medio ambiente. El CSN está legalmente capacitado para suspender, por razones de seguridad, la construcción o el funcionamiento de las instalaciones nucleares.

El CSN estudia la influencia de las instalaciones radiactivas y nucleares en el medio ambiente y establece los límites y condiciones para su funcionamiento de forma que éste no suponga un impacto inaceptable para las personas o el medio ambiente.

Además, el CSN concede las preceptivas licencias para las personas responsables de la operación y la protección radiológica de las instalaciones.

Otra función relevante del CSN es la de mantener informada a la opinión pública acerca de los temas de su competencia. Asimismo informa, anualmente, de sus actuaciones al Congreso de los Diputados y al Senado, elaborando un Informe Anual que recibe una amplia difusión pública.

Inspección y control de las centrales nucleares

Con anterioridad al permiso para la explotación de una central nuclear, ésta requiere diversas autorizaciones (previa o de emplazamiento, construcción, pruebas preoperacionales, almacenamiento de combustible, etc.) y en todas ellas es necesario el informe positivo del CSN, que define los límites y condiciones en materia de seguridad aplicables en cada etapa.

Durante toda la vida de una central el Consejo de Seguridad Nuclear mantiene un seguimiento del cumplimiento de las condiciones impuestas en las autorizaciones de explotación, por medio fundamentalmente de diversos tipos de evaluaciones e inspecciones.

El control del CSN no se limita a la propia central, sino que afecta también a los procesos de diseño, fabricación y montaje de todos los componentes importantes para la seguridad.

Durante los años de operación de la central, el Consejo de Seguridad Nuclear realiza un seguimiento continuado del funcionamiento de las centrales nucleares. Ello se realiza por muy diversos medios, incluyendo los siguientes:

- Un proceso continuo de inspección que se recoge en el denominado "Sistema Integrado de Supervisión de las Centrales Nucleares" (SISC), el cual incluye un Plan Básico de Inspecciones que se realizan de modo sistemático y que se revisa anualmente. Estas inspecciones afectan a todas las áreas importantes de la explotación de estas instalaciones.

  Además de lo anterior, y cuando así lo aconsejan los procesos de evaluación que se

estén desarrollando o cuando en las centrales hayan podido producirse sucesos anómalos, el CSN realiza las correspondientes inspecciones específicas.

- A través de los informes sobre sucesos que hayan sido notificados de acuerdo con lo establecido en la instrucción aplicable del CSN.

- A través de la evaluación de los informes periódicos que los titulares envían preceptivamente al CSN.

- Finalmente, y además de todo lo anterior, el CSN mantiene destacados, de forma permanente en cada central nuclear, dos inspectores residentes que realizan labores diarias de supervisión y control de todas las actividades relevantes de la instalación.

Otras publicaciones divulgativas

SDB-01.02 Emergencia en centrales nucleares
CSN, 2009 (28 págs.)

SDB-01.03 Utilización de la energía nuclear para producir energía eléctrica
CSN, 2011 (20 págs.)

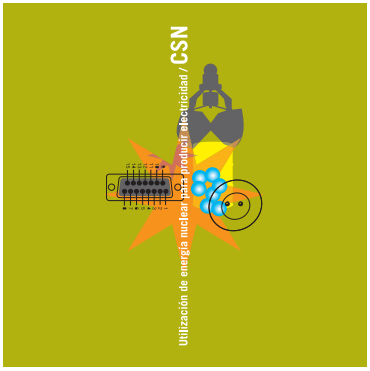
SDB-01.04 El funcionamiento de las centrales nucleares
CSN, 2012 (28 págs.)

SDB-01.05 Desmantelamiento y la clausura de centrales nucleares
CSN, 2008 (36 págs.)

SDB-04.02 La protección de las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario
CSN, 2005 (32 págs.)

SDB-04.03 El CSN vigila las radiaciones: 10 preguntas y respuestas sobre la radiactividad
CSN, 2006 (20 págs.)

SDB-04.04 La protección radiológica en la industria, la agricultura, la docencia o la investigación
CSN, 2012 (64 págs.)



SDB-04.05 La protección radiológica en el medio sanitario
CSN, 2012 (64 págs.)

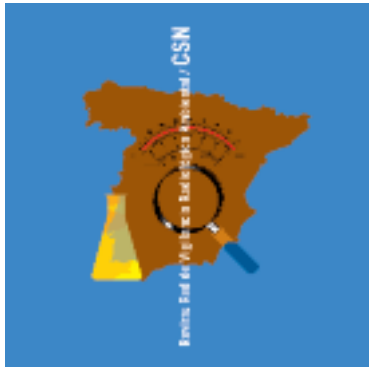
SDB-04.06 Protección radiológica
CSN, 2012 (20 págs.)

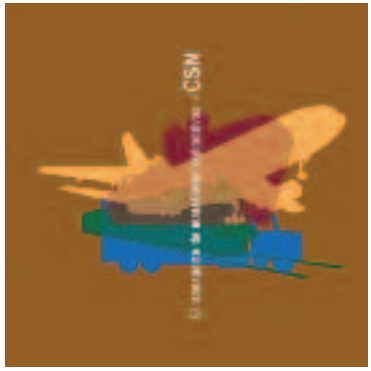
SDB-04.07 Dosis de radiación
CSN, 2010 (16 págs.)

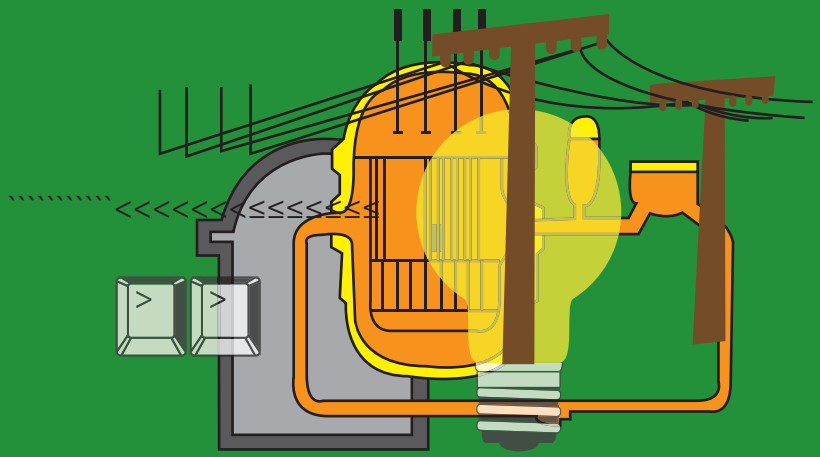
SDB-04.08 Revira: red de vigilancia radiológica ambiental
CSN, 2009 (28 págs.)

SDB-04.09 Las radiaciones en la vida diaria
CSN, 2012 (20 págs.)

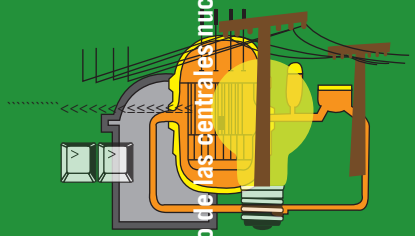
SDB-06.01 El transporte de los materiales radiactivos
CSN, 2011 (28 págs.)







El funcionamiento de las centrales nucleares / CSN



CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
tel.: 91 346 01 00
fax: 91 346 05 88
www.csn.es