CSN

# Instrucción IS-29, sobre instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad

# Instrucción de 13 de octubre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-29, sobre criterios de seguridad en instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad

Publicada en el BOE nº 265 de 2 de noviembre de 2010

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

## Instrucción de 13 de octubre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-29, sobre criterios de seguridad en instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad

El artículo 2.a) de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, atribuye a este ente público la facultad de «elaborar y aprobar las instrucciones, circulares y guías de carácter técnico relativas a las instalaciones nucleares y radiactivas y a las actividades relacionadas con la seguridad nuclear y la protección radiológica».

El artículo 11.d) del vigente Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, incluye en la categoría de instalaciones nucleares a las instalaciones de almacenamiento temporal de sustancias nucleares, quedando el régimen de autorizaciones desarrollado en los capítulos II a VI del título II de las instalaciones nucleares del citado reglamento.

El objetivo de la gestión del combustible gastado y de los residuos radiactivos es proporcionar medidas apropiadas para proteger a las personas, las cosas y el medio ambiente, tanto en el momento presente como en el futuro, contra los riesgos de las radiaciones ionizantes, conforme a la tecnología y práctica científica existente en cada momento, minimizando la carga para las generaciones futuras de dichos materiales. Todo ello, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 38 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, de Energía Nuclear y cumpliendo los principios básicos de la protección radiológica de justificación, optimización y limitación de dosis, en los que se basa el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 783/2001, de 6 de julio).

La Convención Conjunta sobre Seguridad de la Gestión del Combustible Gastado y Seguridad de la Gestión de los Residuos Radiactivos, hecha en Viena el 5 de septiembre de 1997 y ratificada por el Estado español el 30 de abril de 1999, recoge los objetivos de la protección radiológica y los requisitos de seguridad aplicables a la gestión de dichos materiales y específicamente los aplicables al combustible gastado.

Los planes generales de residuos radiactivos son aprobados por el Gobierno con el informe previo del Consejo de Seguridad Nuclear, según el artículo 38 bis de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear. De acuerdo a los sucesivos planes generales de residuos radiactivos la actual estrategia de gestión del combustible gastado y los residuos de alta actividad requiere, necesariamente, de una etapa intermedia que proporcione el confinamiento, la capacidad de recuperación, la vigilancia y la protección adecuada durante un período de tiempo limitado, considerando el principio de la interdependencia con las posteriores o futuras etapas de la gestión y las interfases entre las distintas organizaciones involucradas.

La presente instrucción aglutina los objetivos básicos de la gestión del combustible gastado y de los residuos de alta actividad, los principios básicos de la protección radiológica, las funciones básicas de seguridad, los criterios de diseño, los requisitos básicos de operación y la evaluación de seguridad de este tipo de instalaciones, teniendo presente los principios de la buena práctica de ingeniería y el actual estado de la tecnología.

Independientemente de los criterios recogidos en esta instrucción, es responsabilidad del titular de la instalación de almacenamiento temporal, durante su ciclo de vida (desde la planificación, la selección de emplazamiento, el diseño, la fabricación de componentes, los procesos de autorización, la construcción, la ope-

ración, la modificación, hasta el desmantelamiento y la clausura), el cumplimiento de los requisitos y criterios generales de organización y gestión de la seguridad, de garantía de calidad, de factores humanos, de formación del personal de la instalación, como los que figuran en la Instrucción IS-26 sobre requisitos básicos de seguridad nuclear aplicables a las instalaciones nucleares, o en la IS-20 por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado u otras normas administrativas, reglamentarias o técnicas igualmente aplicables.

Por otra parte, la asociación de los organismos reguladores nucleares de los países de Europa occidental WENRA (en inglés Western European Nuclear Regulators Association) ha establecido, con objeto de armonizar las diferentes regulaciones, un conjunto de requisitos comunes o niveles de referencia basados en normas internacionales que deberán estar aplicables en cada uno de los ordenamientos nacionales y que por lo tanto, también se han tenido presentes en la elaboración de esta instrucción.

En virtud de todo lo anterior, y de conformidad con la habilitación legal prevista en el artículo 2 a) de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, previa consulta a los sectores afectados, y tras los informes técnicos oportunos, este Consejo, en su deliberación del día 13 de octubre de 2010 ha dispuesto lo siguiente:



**Primero. Objeto y ámbito de aplicación**

La presente instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear tiene por objeto establecer los criterios y requisitos básicos de seguridad que deben cumplirse en el diseño, fabricación, construcción, pruebas, funcionamiento y el análisis de seguridad de las instalaciones nucleares de almacenamiento temporal de combustible gastado y de residuos de alta actividad.

**Segundo. Definiciones**

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente instrucción se corresponden con las contenidas en las siguientes disposiciones:

— Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.

— Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

— Real Decreto 158/1995, de 3 de febrero, de Protección Física de los Materiales Nucleares.

— Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

— Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

— Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear (Plaben).

— Instrumento de Ratificación de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de los Residuos Radiactivos, hecha en Viena el 5 de septiembre de 1997 y dado en Madrid, a 30 de abril de 1999.

Además, en el contexto de la presente instrucción, son de aplicación las siguientes definiciones:

*Accidentes base de diseño.* Es el conjunto de las condiciones de accidente frente a los cuales se diseña la instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos de alta actividad. En estas condiciones, los criterios que se utilizan para el diseño hacen que el deterioro del combustible nuclear y la liberación de

materiales radiactivos se mantengan dentro de los límites autorizados. En ocasiones se denominan «accidentes postulados».

*Barrera de confinamiento.* Estructura, sistema o componente que proporciona esta capacidad en parte o en su totalidad, incluyendo a los sistemas de ventilación.

*Bases de diseño.* Es el conjunto de información que identifica las funciones específicas que realiza una estructura, sistema o componente de la instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos de alta actividad, así como los valores (o rango de valores) de los parámetros relacionados con esa función, que han sido escogidos como condiciones de contorno para el diseño.

*Criterio de fallo único.* Se refiere al requisito de que un sistema conserve su capacidad de cumplir con su función de seguridad a pesar del fallo de uno cualquiera de sus componentes (fallo único).

*Combustible gastado.* Combustible nuclear irradiado y extraído permanentemente del núcleo de un reactor.

*Confinamiento.* Prevención de la liberación de material radiactivo mediante una serie de barreras.

*Elemento importante para la seguridad.* Comprende:

1. Aquellas estructuras, sistemas y componentes (ESC) cuyo mal funcionamiento o fallo podría originar una indebida exposición a la radiación del personal del emplazamiento o de miembros del público.

2. Aquellas estructuras, sistemas y componentes que impiden que los sucesos operativos previstos den lugar a condiciones de accidente.

3. Aquellos elementos que se destinan a mitigar las consecuencias de accidentes causados por un mal funcionamiento o fallo de estructuras, sistemas o componentes.

*Instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos de alta actividad.* Instalación diseñada, de forma independiente o vinculada a otra instalación nuclear ya existente, para recibir, manipular, acondicionar, almacenar y recuperar el combustible gastado y los residuos radiactivos de alta actividad, sin que conlleve un riesgo indebido para la salud de los trabajadores, el público y el medio ambiente. También puede albergar residuos especiales que se gestionen en la propia instalación. Se excluyen en esta definición las piscinas de almacenamiento de las centrales nucleares por tratarse de un sistema propio y necesario para la operación de las mismas.

*Residuos de alta actividad.* Aquellos que contienen concentraciones apreciables de emisores alfa de vida larga y de emisores beta-gamma, y generan calor de forma significativa. Se incluye en esta categoría el combustible gastado descargado de los reactores nucleares, una vez que se ha decidido que no va a ser reprocesado, y los residuos vitrificados producidos en el reproceso del mismo.

*Residuos especiales.* A los efectos de esta instrucción se consideran residuos radiactivos especiales los aditamentos del combustible nuclear, fuentes neutrónicas, la instrumentación intranuclear usada o los componentes sustituidos provenientes del sistema de la vasija del reactor y componentes internos del reactor, generalmente de carácter metálico, que presentan una alta tasa de radiación por activación neutrónica y aquellos otros residuos que, por sus características radiológicas no sean susceptibles de ser gestionados en la instalación de almacenamiento definitivo en superficie de residuos de media y baja actividad existente en España.

*Suceso operacional previsto* (condiciones anormales). Es aquella condición de operación que se desvía de la operación normal, y que se espera que se produzca una o más veces durante la vida de la instalación nuclear. Los criterios que se utilizan para el diseño de la instalación hacen que estos sucesos no ocasionen daños significativos a los elementos importantes para la seguridad ni originen condiciones de accidente.

*Subcriticidad.* Estado o condición aplicable al combustible nuclear en el que la constante multiplicación neutrónica efectiva es inferior a la unidad.

*Vida de diseño.* Relativa a un sistema, estructura o componente, se refiere al tiempo de funcionamiento supuesto en el diseño, durante el cual se espera que cumpla con su función, en los términos establecidos en sus especificaciones.

*Vida útil* (o de servicio). Referida a un sistema, estructura o componente, es el período de tiempo desde su puesta en funcionamiento hasta su retirada de servicio. La vida útil puede ser mayor que la vida de diseño, siempre que las condiciones reales de operación hayan sido menos severas que las supuestas en el diseño. Mediante la comparación entre las condiciones de diseño y las condiciones reales de operación puede determinarse el margen de vida remanente que le queda a un sistema, equipo o componente.

**Tercero. Objetivos y requisitos generales del diseño de la instalación**

*3.1. Objetivos generales:*

3.1.1. El titular de la instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y de residuos de alta actividad debe tener como objetivo general de seguridad proteger a las personas y al medio ambiente de los efectos perjudiciales de las radiaciones ionizantes. Para ello el titular deberá diseñar, construir y operar la instalación para que el combustible gastado y los residuos de alta actividad sean recibidos, manipulados, acondicionados, almacenados y retirados sin riesgos para la salud de los trabajadores, el público y el medio ambiente.

3.1.2. Para cumplir este objetivo se deben tomar medidas para:

a) Limitar, minimizar y controlar la exposición a la radiación de las personas y la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente.

b) Limitar la probabilidad de sucesos que puedan producir la pérdida de control sobre cualquier fuente de radiación.

c) Mitigar las consecuencias de dichos sucesos en el caso de que ocurran.

d) Minimizar la generación de residuos radiactivos.

3.1.3. El titular de la instalación deberá demostrar en el Estudio de Seguridad que se cumplen estos objetivos tanto en operación normal, en condiciones anormales como en caso de accidente.

*3.2. Funciones de seguridad:*

3.2.1. Las instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y de residuos de alta actividad deberán incorporar dispositivos (físicos, operacionales, o administrativos) para satisfacer las siguientes funciones de seguridad, durante el ciclo de vida de la instalación, tanto en operación normal como en condiciones anormales o de accidente:

a) Control de la subcriticidad. El diseño de la instalación de almacenamiento debe garantizar las condiciones de subcriticidad en todo momento, durante todas las operaciones de almacenamiento postuladas, teniendo en cuenta el criterio de la doble contingencia e inclu-

yendo los márgenes adecuados a las incertidumbres de los datos y métodos empleados en los cálculos.

b) El confinamiento. El confinamiento del material radiactivo contenido en el combustible gastado y en los residuos almacenados debe estar garantizado durante la vida de la instalación, teniendo en cuenta los conceptos de defensa en profundidad y protección por barreras múltiples.

c) La extracción del calor residual: el calor residual del combustible gastado y de los residuos radiactivos debe ser removido o evacuado, de acuerdo a los criterios de la seguridad pasiva.

d) Protección contra la radiación mediante el empleo de materiales y espesores de blindaje adecuados.

e) Capacidad de recuperación. El diseño de la instalación deberá permitir la recuperación del combustible gastado y de los residuos en cualquier momento para la inspección, el reacondicionamiento, la expedición o transferencia a otra instalación o modo de gestión.

*3.3. Requisitos generales:*

3.3.1. Defensa en profundidad. La seguridad de la instalación de almacenamiento debe estar garantizada durante el ciclo de vida de la instalación mediante el establecimiento de niveles de protección múltiples para prevenir o minimizar las consecuencias radiológicas de los posibles accidentes y debe ser aplicada a todas las actividades relacionadas con la seguridad, la organización y el diseño.

3.3.2. Protección por barreras múltiples. Para garantizar el confinamiento de los materiales radiactivos en todas las condiciones de operación durante las operaciones de manipulación y almacenamiento de los elementos combustibles y de los residuos, el diseño de la instalación establecerá al menos dos barreras de confinamiento para las condiciones normales de operación, y garantizando que se mantiene al menos una barrera de confinamiento en cualquier condición accidental.

La primera barrera debe proporcionar confinamiento tan cerca como sea posible de la fuente de radiación. La segunda barrera debe proporcionar el confinamiento cuando la primera barrera deje de realizar su función accidentalmente.

3.3.3. El diseño contará con medios adecuados para prevenir la liberación incontrolada de material radiactivo.

Las vainas de las varillas de los elementos combustibles, las cápsulas de almacenamiento de elementos combustibles, los contenedores de combustibles o los contenedores o los bultos de residuos de alta actividad deberán ser protegidos contra la degradación, o de tal manera que la degradación durante el almacenamiento no plantee problemas operacionales de seguridad.

3.3.4. Seguridad pasiva. La seguridad de la instalación debe estar basada en un diseño intrínsecamente seguro incorporando, de forma preferente, para el cumplimiento de las funciones de seguridad características basadas en sistemas pasivos.

3.3.5. Los sistemas de izado y manipulación deberán disponer de medios redundantes, con la capacidad y la calificación requerida para cumplir su función de seguridad y el criterio de fallo único o demostrar que en caso de caída las consecuencias son aceptables.

3.3.6. Los sistemas pasivos y activos, especialmente los de manipulación y acondicionamiento de combustible gastado y residuos de alta actividad, se diseñaran para facilitar y minimizar las necesidades de mantenimiento.

3.3.7. Capacidad de recuperación. Se deberá justificar y demostrar que los cambios en las propiedades de las unidades acondicionadas de combustible gastado y los residuos de alta actividad durante el almacenamiento mantienen la capacidad para la recuperación y manejo.

*3.4. Bases de diseño:*

3.4.1. El diseño de la instalación de almacenamiento temporal deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) La vida prevista de la instalación. El diseño de las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado y de residuos de alta actividad deberá tener en cuenta la vida de diseño prevista, con objeto de prevenir y corregir los potenciales fenómenos de degradación a largo plazo, ocasionados por efecto de la corrosión, la erosión y el envejecimiento de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad del almacenamiento.

b) El inventario previsto y una capacidad de reserva o justificar que está disponible de otra manera, para permitir las maniobras de recolocación con vistas al mantenimiento, inspección, recuperación o reacondicionamiento de aquellos contenedores o bultos de combustible gastado y residuos de alta actividad que presenten indicios o signos de degradación.



3.4.2. Las bases de diseño de la instalación deben estar definidas y documentadas en los documentos oficiales de explotación.

3.4.3. El diseño de la instalación deberá considerar y analizar los sucesos base de diseño considerados como representativos de las categorías que se indican en el anexo I de esta instrucción.

Para considerar un suceso como base de diseño en las distintas categorías definidas en el anexo I se podrán utilizar valores de corte (umbrales) de la frecuencia (probabilidad) anual de ocurrencia del mismo, tal como se indica en el citado anexo.

3.4.4. El diseño de las instalaciones de almacenamiento considerará los riesgos no radiológicos que puedan dar lugar de forma indirecta a sucesos iniciadores tales como se indica en el anexo II.

3.4.5. Los estándares de diseño, fabricación y construcción de los materiales considerarán la vida de diseño del almacenamiento.

3.4.6. Las estructuras, sistemas y componentes clasificados como importantes para la seguridad serán diseñados para acomodar los efectos de y ser compatibles con las características del terreno y del medio ambiente, y ser capaces de soportar los efectos de los fenómenos medioambientales y los de origen humano externo, sin que se dañe su capacidad para realizar las funciones de seguridad, ni las condiciones asociadas a la operación normal, al mantenimiento y a las pruebas necesarias. Para periodos prolongados de almacenamiento se considerarán las incertidumbres de la variación climática.

3.4.7. Las estructuras, sistemas y componentes clasificados como importantes para la seguridad deben estar diseñados para soportar el más desfavorable y severo de los fenómenos naturales registrados en las inmediaciones del emplazamiento propuesto, con los suficientes márgenes de seguridad, teniendo en cuenta las limitaciones de los datos y el periodo de tiempo en los cuales dichos datos han sido obtenidos. Así mismo, el diseño debe poder soportar los efectos de la combinación creíble de las condiciones de la operación normal, anormal o accidental con los efectos de los fenómenos naturales.

3.4.8. El diseño de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad

debe estar basado en tecnologías probadas y validadas en condiciones de operación similares, y de acuerdo a códigos, estándares y materiales que tengan en cuenta la vida de diseño.

3.4.9. Se dotará a la instalación con las adecuadas medidas de vigilancia de los límites especificados en el Estudio de Seguridad que permitan asegurar el cumplimiento de las funciones de seguridad.

3.4.10. Las estructuras, sistemas y componentes diseñados para mitigar o evitar las condiciones anormales y accidentes base de diseño, pueden ser diferentes, pero en todo caso deberán ser suplementarios a los de operación normal.

3.4.11. Se deberá considerar el envejecimiento de las estructuras, sistemas y componentes, y las características físicas y químicas del combustible gastado y de los residuos radiactivos, estableciendo cuando sea necesario, las previsiones de mantenimiento, prueba e inspección. El programa de inspección y mantenimiento considerará las condiciones ambientales de la instalación y el envejecimiento de ESC. Los resultados que se obtengan de este programa deberán ser usados para revisar la adecuación del diseño en el ciclo de vida de la instalación.

3.4.12. La instalación de almacenamiento también debe ser diseñada para prevenir el colapso masivo de las estructuras del edificio o la caída de objetos pesados, como consecuencia de un fallo estructural del edificio, sobre el combustible gastado y los residuos de alta actividad, o sobre las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad.

3.4.13. El diseño general de la instalación, la disposición de las distintas áreas, los controles de accesos, las rutas internas, las salidas de emergencia y en general, la disposición de las estructuras, sistemas y componentes tendrán en cuenta el principio de optimización (ALARA).

3.5.14. El diseño general de la instalación deberá prever el espacio necesario para realizar las operaciones propias de la instalación, el movimiento de equipos, la reparación de los mismos y las pruebas o ensayos de componentes.

3.6.15. El diseño de la instalación debe minimizar la generación de residuos radiactivos producidos en los procesos y los riesgos asociados a su manipulación.

3.7.16. El diseño de la instalación debe asegurar que los residuos, contenedores de combustible gastado o bultos de residuos son compatibles con los sistema de manejo, almacenamiento, transporte y los relacionados con el almacenamiento definitivo u otras estrategias de gestión tales como la necesidad de tratamiento o acondicionamiento posterior del combustible gastado y de los residuos de alta actividad.

3.4.17. Los contenedores, cápsulas, embalajes o bultos de combustible gastado y residuos estarán identificados de forma única y con un sistema que dure todo el período de almacenamiento.



*3.5. Sistemas auxiliares:*

3.5.1. El diseño de la instalación de almacenamiento incorporará los sistemas auxiliares necesarios para garantizar el funcionamiento seguro tanto en operación normal como en caso de accidente.

3.5.2. La instalación dispondrá, cuando sea necesario, de un sistema de ventilación y de tratamiento de gases para asegurar la contención de la contaminación ambiental, tanto en operación normal como en caso de accidente. Todos los sistemas de confinamiento ambiental de la instalación estarán dotados de vigilancia para permitir al titular tomar las acciones correctoras necesarias para mantener las condiciones de seguridad.

3.5.3. El diseño de la instalación debe proporcionar las medidas necesarias para disminuir el riesgo y limitar el daño por incendio, mediante niveles de protección basados en la prevención de la generación de fuego, la detección y alarma, la extinción, y el confinamiento del incendio mediante el diseño de barreras resistentes al fuego de manera que se cumplan, en todo caso, las funciones de seguridad.

3.5.4. El diseño de la instalación garantizará una iluminación adecuada y fiable para la operación, la inspección y/o la protección física en todas las áreas de la instalación. Así mismo, se dispondrá de iluminación de emergencia y rutas señalizadas de acceso y escape en toda la instalación, operable en caso de cualquier suceso postulado. Se establecerán sistemas de comunicaciones internos y externos para satisfacer las necesidades de la instalación tanto en operación normal como en emergencia.

3.5.5. Las estructuras, sistemas y componentes requeridos para la manipulación de los contenedores de combustible gastado o los bultos de residuos de alta actividad serán diseñados para:

a) Garantizar la operación segura en todas las condiciones previstas, con el fin de garantizar que fallos en la manipulación no tengan consecuencias radiológicas inaceptables.

b) Evitar daños a los elementos combustibles o a los bultos de residuos de alta actividad o a sus respectivos contenedores, y si fuese necesario, establecer limitaciones a las operaciones tales como izado de peso y/o velocidad de movimiento del equipo manipulador, y disponer de rutas alternativas que puedan ser aplicadas para minimizar las consecuencias de impactos o colisiones o, de interruptores automáticos o limitaciones físicas para prevenir riesgos u operaciones incompatibles.

c) Manipular y recuperar con seguridad los contenedores o bultos defectuosos o dañados durante el ciclo de vida de la instalación, o para intervenir bajo condiciones de un fallo postulado.

d) Disponer de medidas para su fácil mantenimiento y reparación, y, en caso necesario, por ejemplo, disponer de un recinto blindado, con el objetivo de cumplir que la dosis operacional a recibir por los trabajadores sea tan baja como razonablemente sea posible.

e) Impedir, en caso de fallo o falta de suministro eléctrico, la liberación accidental o caída de la carga (criterio de fallo seguro).

f) Manipular los equipos de forma manual hasta alcanzar una posición segura en caso de fallo o pérdida de suministro eléctrico.

3.5.6. Se identificarán aquellos equipos y sistemas necesarios para el mantenimiento, pruebas periódicas y programas de inspección para asegurar su funcionamiento adecuado.

*3.6. Protección radiológica:*

3.6.1. El diseño de la instalación y la operación en condiciones normales deben proporcionar un nivel aceptable de protección radiológica asegurando que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos o por el público se mantienen por debajo de los límites establecidos en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes y, en su caso, por debajo de la fracción de dichos límites que se hubiera establecido (restricción de dosis).

3.6.2. El diseño de la instalación de almacenamiento temporal debe definir, establecer y limitar un área controlada. Se entenderá por área controlada el área que rodea a la instalación de almacenamiento temporal donde el titular del mismo ejerce autoridad sobre su uso y dentro de la cual se realizan las operaciones.

3.6.3. La distancia mínima entre el combustible gastado o el residuo de alta actividad que se almacene en la instalación respecto al límite del área controlada debe ser al menos de 100 m. El área controlada podrá ser atravesada por una carretera, cauce fluvial o ferrocarril siempre y cuando se establezcan y garanticen medidas efectivas de control del tráfico con el objetivo de proteger al público.

3.6.4. Durante la operación normal y sucesos operacionales previstos, la dosis efectiva anual a cualquier miembro del público que se localice más allá del área controlada no excederá de 250 µSv (microSievert) por exposiciones debidas a:

a) Las evacuaciones de efluentes y residuos sólidos al medio ambiente, excepto radón y sus descendientes.

b) La irradiación externa debida a las operaciones en la instalación de almacenamiento temporal.

c) Cualquier irradiación externa o interna debida a cualquier contribución de una instalación nuclear o radiactiva del ciclo de combustible nuclear cercana.

3.6.5. Para garantizar que la exposición a la población se mantiene en el valor más bajo que razonablemente sea posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, se establecerán restricciones operacionales de las dosis debidas a los efluentes radiactivos y niveles de irradiación externa producidos en la instalación.

3.6.6. Durante cualquier accidente base de diseño, la dosis que pudiera recibir cualquier individuo situado sobre o más allá del límite más cercano del área controlada no podrá exceder a:

a) Una dosis efectiva de 50 mSv (miliSievert).

b) Una dosis equivalente a la piel de 500 mSv.

c) Una dosis equivalente al cristalino de 150 mSv.

3.6.7. La instalación de almacenamiento temporal deberá ser diseñada de forma que cuando se proceda a desmantelar, se facilite la descontaminación y desmontaje de las estructuras, sistemas y componentes, procurando que la cantidad y la actividad de los residuos generados sean las mínimas y que las exposiciones ocupacionales se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible.

3.7. Protección física. Las instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado o residuos de alta actividad deberán cumplir toda la legislación nacional relativa a la protección física de los materiales nucleares e implantar los sistemas, servicios y procedimientos de protección física a los que se han de ajustar las instalaciones nucleares, de acuerdo a lo establecido en la legislación aplicable.

*3.8. Garantía de calidad:*

3.8.1. A lo largo del ciclo de la vida de la instalación de almacenamiento temporal, el titular de la autorización deberá desarrollar, implementar y mantener un sistema de garantía de calidad documentado, que defina los objetivos de calidad y seguridad aplicables con arreglo a las normas y grado de rigor requerido.



3.8.2. El Programa de Garantía de Calidad debe ser aplicado, en todas las fases del ciclo de la vida de la instalación, a todas las actividades relacionadas con:

a) Mantenimiento de la subcriticidad del combustible gastado almacenado.

b) Protección contra la radiación.

c) Remoción del calor del combustible gastado.

d) Blindajes del combustible gastado y de los bultos de residuos radiactivos.

e) Control de la corrosión sobre contenedores o bultos.

f) Procedimientos de operación relativos a los contenedores de combustible gastado y de los residuos radiactivos.

g) Mantenimiento, pruebas, exámenes e inspección de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad.

h) Sistemas de gestión de los contenedores del combustible gastado y de los residuos radiactivos.

i) Mantenimiento de registros relativos a las características del combustible gastado y los residuos radiactivos durante el almacenamiento.

j) Sistemas de salvaguardias y de protección física.

3.8.3. El diseño considerará un sistema de gestión de los registros y de la conservación de toda la documentación e información relevante de las fases del ciclo de vida de la instalación, así como de las características de los elementos combustibles y de los residuos almacenados, que facilite el futuro desmantelamiento de la misma.



**Cuarto. Criterios y requisitos básicos de la operación**

4.1. Las actividades y operaciones rutinarias de recepción de los contenedores de combustible gastado y de residuos radiactivos, la preparación, manipulación y el acondicionamiento para el almacenamiento propiamente dicho, inspección de cada unidad de almacenamiento o bulto, así como la recuperación y la preparación para el envío a otra instalación, serán realizadas de acuerdo con límites y condiciones de operación que incluirán como mínimo:

a) Las características y parámetros de diseño relativas al combustible gastado que soportan los estudios de criticidad nuclear incluyendo al menos: inventario, término fuente, grado de enriquecimiento, concentración de venenos neutrónicos, grado de quemado, restricción de movimientos y configuraciones.

b) La condiciones que garantizan la subcriticidad, en todas las configuraciones posibles de manejo y almacenamiento del combustible gastado (incluyendo los incidentes operacionales y las condiciones accidentales).

c) Las condiciones ambientales dentro del almacenamiento (temperatura, humedad, contaminantes); los límites que garantizan la vida de la instalación y la prevención de la degradación de las barreras de confinamiento de la radiactividad (ejemplo: la vaina de los elementos de combustible gastado, la cápsula de almacenamiento, el contenedor de almacenamiento o la matriz de inmovilización del residuo); los límites de la indisponibilidad de los sistemas importantes para la seguridad; máximas temperaturas permitidas para las estructuras de hormigón, los contenedores, etc.

d) Los límites térmicos para prevenir los efectos de la generación de calor de los residuos o el combustible gastado, sobre cada contenedor de residuo individual o de combustible gastado, así como en el almacenamiento en su conjunto.

e) Los límites de concentración de gases para prevenir los riesgos de ignición, fuego, explosión, deformación de los contenedores o bultos de residuos y de combustible gastado y los aspectos de protección radiológica asociados.

f) Las condiciones de operación de los sistemas de manipulación de los contenedores del combustible gastado y de los residuos de alta actividad.

g) La capacidad de reserva de almacenamiento debe estar disponible en cualquier momento de la operación de la instalación.

h) La gestión de los procesos, incluyendo auditorías, inspecciones y pruebas, está adecuadamente implantada con el objeto de que el combustible gastado y los residuos de alta actividad cumplen los requisitos de aceptación.

4.2. El titular de la instalación debe desarrollar, de acuerdo a la legislación vigente, un plan de emergencia interior o de autoprotección y, si es el caso, los cauces y procedimientos para la colaboración con las autoridades competentes en la implantación y activación, en caso necesario, del plan de emergencia exterior de protección civil correspondiente, en los términos previstos en el mismo.

4.3. El titular de la instalación deberá implementar y desarrollar un programa de experiencia operativa que permita colectar, discriminar, analizar y documentar la experiencia operativa y los eventos de la instalación de forma sistemática. Dicho programa analizará la experiencia de instalaciones similares a nivel nacional e internacional. El titular se asegurará de que los resultados y las conclusiones obtenidas de la experiencia operativa y de las buenas prácticas son implantados para prevenir la repetición y suprimir fenómenos adversos a la seguridad.

4.4. Durante el periodo de almacenamiento previsto, el titular deberá implantar un programa de gestión de vida de los sistemas, estructuras y componentes definidos como importantes para la seguridad, y definir los intervalos de mantenimiento preventivo o correctivo, pruebas periódicas e inspección necesarios para mantener la seguridad del almacenamiento temporal mediante la fiabilidad y cualificación requerida.

4.5. La vigilancia, pruebas periódicas y las inspecciones del material almacenado y de la instalación deberán ser llevadas a cabo de acuerdo con un programa basado en procedimientos escritos, que deberá estar disponible antes del inicio de la operación de la instalación.

4.6. Los resultados de los programas de inspección, vigilancia, y mantenimiento del material almacenado y de la instalación deberán ser registrados. Dichos programas deberán ser revisados a intervalos adecuados para incorporar las lecciones aprendidas de la experiencia, especialmente de los incidentes de actividades secundarias tales como la preparación del mantenimiento y de las pruebas.

4.7. El titular deberá efectuar a intervalos una revisión de la seguridad (Revisión Periódica de la Seguridad), de acuerdo con la normativa vigente, e incluirá las desviaciones de los límites y criterios de aceptación durante el almacenamiento y los cambios que se produzcan en las interdependencias en las distintas etapas de la gestión del combustible gastado y los residuos de alta actividad.

4.8. La operación normal de la instalación de almacenamiento, la respuesta a los incidentes y los accidentes base de diseño, se desarrollarán de acuerdo a procedimientos escritos que deberán tener en cuenta los límites y condiciones de la instalación.

4.9. Dichos procedimientos operacionales desarrollarán los siguientes temas:

a) Control del inventario: el titular debe implementar un sistema adecuado para actualizar la información sobre el inventario del combustible gastado y los residuos almacenados en la instalación.

b) Recepción, manipulación, almacenamiento, recuperación y expedición de los contenedores de combustible gastado y de los residuos de alta actividad. Se incluirán las medidas de contingencia de estas actividades incluyendo el no cumplimiento de criterios de aceptación del residuo, la degradación, pérdida de integridad, y recuperación de residuos por medios normales.

c) Medidas para asegurar la subcriticidad.

d) Vigilancia de la radiación (de la instalación, de los efluentes y del medio ambiente).

e) Sistemas básicos de la operación y sus sistemas soporte, por ejemplo: sistemas de manutención de bultos y contenedores, sistema de ventilación y eliminación de calor residual y sistema de protección radiológica.

f) Vigilancia periódica e inspección de la instalación y del equipamiento.

g) Respuesta a sucesos operacionales previstos y condiciones de accidente.

h) Planificación de emergencias.

i) Medidas de salvaguardia.

j) Protección física.

k) Custodia de los registros y control de documentos.

l) Vigilancia contra el fuego.

**Quinto. Evaluación de la seguridad de la instalación**

5.1. De acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas vigente, la documentación para las correspondientes autorizaciones que desarrollan los capítulos II a VI de su título II, deberá contener el Estudio de Seguridad de la instalación de almacenamiento que permita verificar la capacidad de las barreras y dispositivos de seguridad para prevenir los accidentes y mitigar sus consecuencias, y que servirá de base de referencia constante para la operación segura de la instalación, e incluirá:

a) La descripción general de la instalación y de los métodos adoptados para alcanzar los objetivos fundamentales de seguridad.

b) La caracterización del emplazamiento y la evaluación de los aspectos de seguridad relacionados con el emplazamiento.

c) La descripción detallada de la instalación y sus componentes, equipamiento y sistemas, sus bases de diseño modos de operación incluyendo las condiciones de accidente.

d) La relación de normativa, códigos y estándares empleados y el análisis de su cumplimiento.

e) La descripción de los aspectos de la organización de la instalación en la gestión de la seguridad, el control de las operaciones, en la consideración de las interdependencias en la gestión de los residuos radiactivos, en los planes generales de residuos radiactivos y la protección radiológica.

f) La descripción de operaciones, las actividades de manipulación y almacenamiento.

g) Los criterios de aceptación de los contenedores del combustible gastado y de los residuos radiactivos.

h) La evaluación estructural de la instalación.

i) La evaluación térmica y de la evacuación del calor.

j) La evaluación de los blindajes y materiales empleados.

k) La evaluación de la criticidad y los márgenes de la subcriticidad.

l) La evaluación del confinamiento de la radiactividad.

m) La evaluación de la protección radiológica.

n) La evaluación de la seguridad de la instalación frente a los sucesos iniciadores postulados y su comparación con los criterios de seguridad y los límites de dosis.

o) La descripción de las bases técnicas de los límites operacionales y especificaciones técnicas de funcionamiento.

p) La descripción de los procedimientos de operación en emergencia y las guías de actuación en accidentes, las necesidades de inspección y pruebas, la cualificación y entrenamiento del personal, el programa de experiencia operativa y la gestión del envejecimiento.

q) La demostración del cumplimiento de los límites y condiciones de almacenamiento a largo plazo y la definición de una programa de vigilancia y cumplimiento de los mismos.

r) La definición de un programa de vigilancia de las condiciones ambientales de la instalación.

s) La evaluación de los riesgos de la operación de la instalación para verificar que todos los escenarios potenciales de riesgo de la instalación incluyendo fallos múltiples, fallos de causa común y errores humanos, han sido considerados, de acuerdo con su frecuencia esperada y gravedad estimada y que existen las medidas preventivas o mitigadoras adecuadas para hacer frente a dichas situaciones.

t) El programa de pruebas preoperacionales.

u) La evaluación del Programa de Garantía de Calidad.

v) La evaluación del Programa de desmantelamiento.

w) El Plan de gestión de residuos radiactivos. Características del residuo a ser almacenado.

x) La evaluación de impacto ambiental y radiológico, en condiciones normales y en caso de accidente

y) El Programa de Protección contra Incendios que incluya los objetivos, funciones, descripción de las bases de diseño y el Análisis de Riesgo de Incendios.

La lista del anexo II de esta instrucción se puede utilizar como ayuda en la identificación de tales riesgos de origen interno o de origen externo, tales como los fenómenos naturales o los inducidos por el ser humano.

5.2. Cuando mediante la evaluación de seguridad se identifique un riesgo no considerado previamente, se deberán realizar cambios en el diseño o establecer procedimientos operacionales para controlarlo o implementar medidas adicionales como por ejemplo, un entrenamiento suplementario del personal.

5.3. El Estudio de Seguridad de la instalación se actualizará, como mínimo, cada dos años y será remitido al Consejo de Seguridad Nuclear, y reflejará las modificaciones en la normativa o requisitos, y cuando la actualización no resulte necesaria, por no haberse producido ninguna modificación, se comunicará igualmente por escrito. El Estudio de Seguridad será la base para la evaluación de cambios en la instalación o de procedimientos de operación.

5.4. Independientemente de las revisiones periódicas de la seguridad de la instalación, se deberá revisar la seguridad de la instalación cuando:

b) Se constate una desviación significativa de las condiciones medioambientales del emplazamiento.

c) Se proponga un cambio significativo en los criterios de aceptación de los contenedores de residuos y de combustible gastado.

d) Las propiedades de los residuos o del combustible gastado hayan cambiado de forma inesperada más allá de los límites y condiciones de la instalación y sin que esté previsto tomar acciones correctoras.

5.5. En caso de que el titular de la instalación prevea una extensión de la vida de la instalación deberá realizar un evaluación que asegure que se mantienen los requisitos de seguridad aplicables a las ESC de la misma.

**Sexto. Modificaciones del diseño**

6.1. El titular debe establecer un proceso mediante el cual las propuestas de cambios o modificaciones del diseño, de los equipos, de las características de los materiales, del control o de la gestión, tanto permanentes como temporales, esté sujeto a una revisión apropiada para determinar cómo podría verse afectada la seguridad. Tal proceso, previo a cualquier tipo de implementación, debe analizar y revisar las posibles consecuencias y la repercusión de la modificación prevista en la fiabilidad y capacidad de la propia instalación de almacenamiento y respecto de otra instalación asociada o adyacente, para verificar que se siguen cumpliendo los criterios, normas y condiciones aplicables.

El titular de la instalación es el responsable de la realización de los análisis de las modificaciones y deberá asegurarse de que todos sus suministradores siguen los procedimientos adecuados para identificar las modificaciones o actividades que requieren el proceso de análisis desarrollado en esta instrucción.

El proceso a seguir para el análisis de las modificaciones de diseño será el siguiente:

— Análisis previo: cualquier modificación de la instalación se someterá a un análisis previo para determinar si afecta, de manera directa o indirecta, a aspectos relacionados con la seguridad de la instalación, y por consiguiente requiere la realización posterior de una evaluación de seguridad. Adicionalmente, mediante el análisis previo se determinará si la modificación:

  a) Implica cambios en alguno de los documentos oficiales de explotación, en cuyo caso se deberá someter al trámite administrativo previsto para su revisión, o bien

  b) Implica una interferencia significativa en la operación o una dosis colectiva superior a 1 Sv. persona, en cuyo caso se solicitará una apreciación favorable del Consejo de Seguridad Nuclear.

— Evaluación de Seguridad: es una evaluación detallada que se realizará solamente para las modificaciones que lo requieran según los resultados del análisis previo, al verse afectados aspectos relacionados con la seguridad.

  La evaluación consistirá en dar respuesta a los ocho puntos citados en el siguiente apartado 6.2 de esta instrucción, con objeto de determinar si la modificación requiere autorización.

— Análisis de Seguridad: se realizará un análisis de seguridad en aquellas modificaciones cuya evaluación de seguridad concluya que se requiere autorización. Este análisis deberá demostrar que la instalación, una vez realizada la modificación, sigue cumpliendo los criterios, normas y requisitos de seguridad aplicables.

6.2. Se consideran modificaciones de diseño que requieren autorización previa, todas aquellas en las que:

a) Aumenta la frecuencia de ocurrencia de algún accidente previamente analizado en el Estudio de Seguridad.

b) Aumenta la probabilidad de ocurrencia de alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, previamente analizada en el Estudio de Seguridad.

c) Aumentan las consecuencias de algún accidente previamente analizado en el Estudio de Seguridad.

d) Aumentan las consecuencias de alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, previamente analizada en el Estudio de Seguridad.

e) Se crea la posibilidad de que se produzca algún accidente de tipo diferente a los previamente analizados en el Estudio de Seguridad.

f) Se crea la posibilidad de que se produzca alguna mal función de estructuras, sistemas o componentes importantes para la seguridad, con resultados diferentes de los previamente analizados en el Estudio de Seguridad.

g) Se exceden o alteran los límites base de diseño de las barreras de confinamiento.

h) Se modifican los métodos de evaluación descritos en el Estudio de Seguridad, que han sido utilizados para establecer las bases de diseño o realizar los análisis de seguridad.

6.3. En el caso de que los cambios se realicen en la instalación o en los procedimientos de operación, se implementará un proceso de revisión de la evaluación de seguridad para asegurar que los riesgos potenciales no aumentan como consecuencia de estos cambios. Se conservarán los archivos de todos los accidentes e incidentes, incluso los de menor relevancia, debiendo revisarse periódicamente dichos archivos junto con las evaluaciones de seguridad y los procedimientos de control. Tal actividad puede utilizarse para verificar la fiabilidad de la evaluación de seguridad y la efectividad de los procedimientos.

Los cambios a los que se refiere esta instrucción incluyen tanto cambios físicos en las estructuras, sistemas y componentes, como cambios en las condiciones de explotación, entendiendo como tales, los cambios en las prácticas de la instalación, en los procedimientos, en los análisis realizados para demostrar que se cumplen las bases de diseño y en los métodos de evaluación utilizados en dichos análisis.

**Séptimo. Exenciones**

Los titulares de las actividades reguladas por esta instrucción podrán solicitar la exención temporal de algún requisito, justificando adecuadamente las razones de su solicitud, incorporando un análisis de seguridad y estableciendo la forma alternativa en que se respetarán los criterios establecidos.

**Octavo. Infracciones y sanciones**

La presente instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear tiene carácter vinculante de conformidad con lo establecido en el artículo 2.a) de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, por lo que su incumplimiento será sancionado según lo dispuesto en el Capítulo XIV (artículos 85 a 93) de la Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.

**Disposición transitoria única**

Aquellos titulares de centrales nucleares que posean una instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos de alta actividad dispondrán de un plazo de un año, desde la publicación en el Boletín Oficial del Estado, para adaptar el Estudio de Seguridad a lo establecido en la misma.

**Disposición derogatoria única**

Queda derogada cualquier norma de igual o inferior rango que se oponga a la presente instrucción.

**Disposición final única. Entrada en vigor**

La presente instrucción entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Madrid, 13 de octubre de 2010
La Presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear,
Carmen Martínez Ten

## ANEXO I

### Clasificación de los sucesos base de diseño

Aunque el conjunto de los sucesos base de diseño de la instalación de almacenamiento temporal de combustible gastado y de residuos de alta actividad y la clasificación de cada uno de los sucesos de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia sólo pueden ser determinados teniendo en cuenta los detalles del diseño y las condiciones medioambientales del emplazamiento donde sea ubicada la instalación, existen ciertos sucesos que, de forma genérica, pueden ser considerados como representativos y clasificados en cuatro categorías en función de su frecuencia (probabilidad) de ocurrencia:

*Categoría I:* conjunto de sucesos que se espera ocurran de forma regular o con frecuencia en el transcurso de todas las actividades previstas para la operación normal:

— Transporte, inspección, carga y descarga de contenedores.

— Transferencia entre áreas hasta el área de almacenamiento del combustible gastado.

— Acondicionamiento del combustible gastado.

— Almacenamiento o recuperación del combustible gastado.

— Mantenimiento o condiciones meteorológicas normales.

*Categoría II:* conjunto de sucesos que se espera no ocurran de forma regular o que ocurran con una moderada frecuencia, una vez al año, como por ejemplo:

— Pérdida del suministro eléctrico de corta duración.

— Fallo del operador seguido de una acción correctora apropiada.

— Fallo menor de la máquina de transferencia y manipulación de combustible gastado

— Fallo de un único componente activo para realizar su función programada bajo demanda.

— Operación espuria de determinados componentes activos.

— Fuga menor a través de las conexiones de tuberías del sistema de tratamiento de residuos líquidos de descontaminación.

*Categoría III:* conjunto de sucesos infrecuentes, que se espera razonablemente que ocurran al menos una vez en la vida de la instalación, como por ejemplo:

— Pérdida de suministro eléctrico por un periodo de tiempo elevado.

— Fallo mayor mecánico que involucra a la máquina de transferencia de combustible gastado, sin pérdida de blindaje pero que requiere la retirada de combustible.

— Caída de un elemento combustible en la celda caliente.

*Categoría IV:* conjunto de sucesos creíbles, verosímiles o plausibles, pero de baja probabilidad de ocurrencia, que son postulados para establecer una envolvente conservadora en las bases de diseño de los equipos, estructuras y sistemas importantes para la seguridad:

— Con origen en fenómenos medioambientales o fenómenos meteorológicos extremos: terremotos, subsidencias de estructuras, vien-

tos extremos, huracanes y tornados, inundaciones, temperaturas extremas, nieve, etc.

— O con origen humano externo, como por ejemplo: explosión de gas o liberación de gases tóxicos y/o sustancias corrosivas, fuego extremo e impacto de la caída accidental de un avión (tipo caza militar).

Las categorías I, II, III y IV se corresponden con la definición de operación normal, condición anormal, accidente y accidente base de diseño, respectivamente.

Para la definición de los sucesos base de diseño de la categoría IV de este anexo I (accidentes base de diseño), se podrá utilizar un umbral de frecuencia anual que tenga en cuenta un previsible mayor número de años de operación de la instalación, en relación con el tiempo de operación de otras instalaciones nucleares como las centrales nucleares de producción eléctrica, y la incertidumbre de los análisis probabilistas de estimación de las frecuencias anuales de este tipo de sucesos.

Una frecuencia estimada de un suceso en un millón de años es usada como valor umbral aceptable para la realización o no de un análisis detallado de los efectos de los sucesos de este tipo, y de posibles medidas para mitigar los mismos en las centrales nucleares. El valor a usar para las instalaciones objeto de la presente instrucción ha de ser adecuadamente definido y justificado dentro de las bases de diseño.

## ANEXO II

### Lista de potenciales sucesos iniciadores

*Sucesos de origen interno*

Pérdida de suministro eléctrico o de fluidos: electricidad, aire, aire presurizado, vacío, agua, vapor de agua, refrigerante, agentes químicos o ventilación.

Uso indebido de la electricidad o de los agentes químicos.

Fallos mecánicos de equipos incluyendo la caída de cargas, ruptura, fugas, desconexiones y espurio de un componente activo.

Fallos de instrumentación de control y errores humanos.

Fuegos internos y explosiones (generación de gases, procesos peligrosos).

Inundaciones internas, avenidas, rotura de tanques o depósitos.

*Sucesos externos*

Fenómenos naturales:

— Condiciones ambientales extremas (precipitación, lluvia, nieve, hielo, granizo, viento, caída de rayos, altas o bajas temperaturas, humedad, etc.).

— Inundación por fallo de una presa o desborde de un río.

— Terremotos.

— Subsidencia de estructuras.

— Huracanes y tornados.

— Fuego natural.

— Efectos de la flora y fauna (bloqueo de las entradas o salidas de aire, daños en la estructuras de la obra civil, etc.).

Fenómenos humanos inducidos:

— Fuego, explosión, liberación de sustancias peligrosas o corrosivas de instalaciones industriales, militares o desde las infraestructuras de transporte.

— Impacto de la caída de un avión (accidente).

— Impacto de misiles por fallo estructural o mecánico de las instalaciones situadas en las inmediaciones.

— Pérdida del suministro eléctrico exterior y pérdida de fuerza eléctrica.

— Revuelta civil (fallo de las infraestructuras, huelgas, bloqueos suministros, etc.).

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR