

MÓDULO 1:

FUNDAMENTOS DE EMERGENCIAS NUCLEARES

1.1 LOS ACCIDENTES NUCLEARES Y SUS CONSECUENCIAS POTENCIALES

1.2 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN DE EMERGENCIAS FUERA DE EMPLAZAMIENTO

Profesor: D. Agustín Herrero Ordejón

PROINSA

1.1 LOS ACCIDENTES NUCLEARES Y SUS CONSECUENCIAS POTENCIALES

Objetivos

El objetivo de este módulo es conseguir que los participantes conozcan los fundamentos de los accidentes nucleares y sus consecuencias potenciales.

Contenidos

- Características generales de los accidentes nucleares.
- Accidentes en centrales nucleares - escenarios habituales.
- Accidentes en otras instalaciones nucleares.
- Consecuencias potenciales de los accidentes nucleares.
- Acciones básicas de protección.

1.1.1. GENERALIDADES

Las centrales nucleares, para protección, se diseñan siguiendo el principio de defensa en profundidad: existen varios niveles de protección, entre los cuales se encuentran tanto las barreras físicas, como las operacionales y funcionales, que evitan o mitigan la dispersión de material radiactivo al ambiente.

Un **primer nivel de protección** está constituido por una combinación de los rigurosos requisitos de diseño y de garantía de calidad, de las actividades de vigilancia y de una cultura general de seguridad que consolida cada uno de los sucesivos obstáculos a la emisión de materiales radiactivos. Dentro del criterio de diseño es importante saber que las primeras tres barreras físicas en las centrales nucleares son: el propio combustible con su revestimiento del combustible (las pastillas y sus vainas), el sistema de refrigeración primario (el circuito primario incluido la vasija del reactor) y el recinto de contención.

El **segundo nivel de protección** es el control operacional, incluyendo en dicho control la respuesta a la operación anormal o a cualquier indicación de fallo del sistema.

El **tercer nivel de protección** lo constituyen los sistemas de ingeniería de seguridad así como una serie de sistemas de protección (salvaguardias tecnológicas), que evitan la evolución de fallos de equipos y del personal hacia accidentes importantes, además de mantener confinado el material radiactivo.

Un **cuarto nivel de protección** comprende las medidas relativas a la gestión del accidente dentro del emplazamiento, dirigida a preservar la integridad del confinamiento del material radiactivo. Dentro de este nivel se incluyen los procedimientos de operación en emergencia, las guías de accidentes severos y los planes y procedimientos de emergencia interior de las centrales nucleares.

El **quinto nivel** es el de la respuesta ante la emergencia fuera del emplazamiento, orientada a atenuar los efectos de la emisión de material radiactivo al ambiente exterior. En este nivel se incluye a los planes de emergencia nuclear exterior de las centrales nucleares

En cada central nuclear española se han elaborado Análisis Probabilísticos de Seguridad que han concluido que debido a los cuatro niveles de protección anteriormente indicados, la probabilidad de que ocurra un accidente que provoque daño al núcleo con una emisión importante de sustancias radiactivas al exterior de la central es del orden de 10^{-6} .

1.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ACCIDENTES NUCLEARES

En los reactores nucleares se encuentra una gran variedad de sustancias radiactivas que están en su mayoría confinadas en el núcleo. Estas sustancias se producen en el núcleo durante la operación del reactor como resultado de la fisión nuclear y la acumulación de actínidos. Además se produce la activación de materiales estructurales debido a la irradiación neutrónica, que generalmente no es relevante para el medio ambiente.

La cantidad de sustancias radiactivas que nos podemos encontrar depende de la potencia del reactor, del tiempo de operación, grado de quemado del combustible y de la composición estructural de los materiales. Las consecuencias de un accidente en el reactor en relación a la población y al medio ambiente dependen mayoritariamente de los **productos de fisión volátiles**. En la Tabla 1, se muestra el inventario de productos de fisión volátiles en un reactor de 3000 MWt.

Durante la operación del reactor, el agua y las impurezas del circuito de refrigeración son activadas debido a la irradiación neutrónica. En ese refrigerante también encontramos productos volátiles y solubles en agua procedentes de fugas por fallos en las barras de combustible. Sin embargo, la concentración de actividad en el líquido de refrigeración es insignificante comparada con la actividad del núcleo.

El reactor sigue produciendo calor después de la parada debido al decaimiento radiactivo de los productos de fisión. A este calor lo denominamos **calor residual**, y su intensidad depende de la potencia del reactor, del tiempo de operación y del tiempo transcurrido desde la parada.

El calor residual inmediatamente después de la parada es de aproximadamente un 7% de la energía existente en el reactor. El calor residual disminuye lentamente, lo que significa que el reactor tiene que ser refrigerado durante un tiempo sustancial después de la parada. El calor residual puede dañar el núcleo del reactor si se pierde la refrigeración del mismo.

Tabla 1. Productos volátiles más importantes de la fisión en un reactor de 3000 MWth.

Nucleido	Vida-media	Actividad (Bq)
Krypton-85	10.8 años	2×10^{16}

Nucleido	Vida-media	Actividad (Bq)
Krypton-85m	4.4 horas	1×10^{18}
Krypton-88	2.8 horas	2×10^{18}
Xenon-133	5.3 días	6×10^{18}
Xenon-135	9.2 horas	1×10^{18}
Iodo-131	8.1 días	3×10^{18}
Iodo -132	2.3 horas	4×10^{18}
Iodo -133	21 horas	6×10^{18}
Iodo -135	6.7 horas	5×10^{18}
Teluro-132	3.3 días	4×10^{18}
Cesio-134	2.1 años	4×10^{17}
Cesio -137	30.1 años	2×10^{17}

1.1.3. ACCIDENTES EN LAS CENTRALES NUCLEARES - ESCENARIOS HABITUALES

El titular de la central nuclear debe velar para que la planta cumpla con los requisitos de seguridad cuyo incumplimiento podría actuar como desencadenante de un accidente.

Estos requisitos de seguridad se analizan estudiando los distintos tipos posibles de fallos de los diferentes componentes de la central que podrían ser los desencadenantes de un escenario de accidente. Estos fallos postulados se denominan **Accidentes Base de Diseño** (ABD), y están relacionados con tres funciones de seguridad:

- Control de la potencia del reactor
- Refrigeración de combustible
- Confinamiento del material radiactivo dentro de las barreras físicas

El titular debe velar también para que los componentes y sistemas que satisfagan estas funciones se encuentren en condiciones de hacer frente a las ABD sin superar los límites preestablecidos de impacto radiológico al exterior. Los criterios para postular los ABDs son especificados por el CSN en base a la normativa aplicable.

Un ejemplo de accidente base de diseño son los llamados Accidentes por Pérdida de Líquido Refrigerante (*Loss of Coolant Accidents -LOCAs-*). La dimensión del LOCA puede variar desde un escape de poca importancia a una rotura total del circuito primario de refrigeración. En este último caso, en el que una tubería del circuito primario de refrigeración se rompiera totalmente, se produciría una pérdida rápida de agua y por lo tanto la disminución de la presión del circuito primario. Debido a la rápida disminución de la cantidad de agua, disminuiría la capacidad de refrigeración del núcleo y podría producirse daño en el combustible si la refrigeración no se restableciera rápidamente, pudiendo llegar a liberarse los productos de fisión volátiles presentes en el núcleo. Éstas y otras sustancias radiactivas preexistentes en el líquido refrigerante se emitirían a la contención, que en todo momento debe mantener su estanqueidad para evitar escapes al exterior. Las consecuencias radiológicas de esta clase de accidentes en el exterior son pequeñas o nulas si los sistemas de seguridad funcionan según lo diseñado.

Si los sistemas de seguridad no trabajan tal y como está previsto, el accidente podría conducir eventualmente a la fusión del núcleo (accidente severo). En este caso prácticamente todos los productos radiactivos volátiles, así como una gran cantidad de otras sustancias radiactivas se emitirían a la contención. La contención y sus sistemas se diseñan para retener las sustancias radiactivas, pero en estas condiciones podrían sobrepasarse las bases de diseño, de no haberse introducido medidas específicas.

La dispersión de las posibles sustancias emitidas y por tanto la dosis radiológica en el exterior son fuertemente dependientes de la situación meteorológica.

Los sucesos iniciadores de los accidentes no son únicamente los LOCAs. Otros sucesos que, dependen del diseño específico de la planta, podrían ser la rotura del circuito de vapor, pérdida del suministro externo de energía, etc.

En la piscina de combustible gastado pueden estar presentes gran variedad de radionucleidos así como en otros tanques de agua, como son los del sistema del *radwaste*. Desde estos elementos pueden producirse pérdidas de material radiactivo y éstos son considerados sucesos iniciadores de los accidentes.

Todos los ABDs de las centrales españolas se postulan en el Estudio Final de Seguridad que es un documento oficial de explotación que tiene que ser apreciado favorablemente por el CSN para que las centrales puedan explotarse comercialmente.

Los sucesos iniciadores que pueden dar lugar a los ABDs vienen recogidos en los planes de emergencia interior de las centrales, que también se consideran documentos oficiales de explotación que tienen que ser apreciados favorablemente por el CSN.

1.1.4. ACCIDENTES EN OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES

Reactores de investigación

Los propósitos, los tipos y las potencias de los reactores de investigación varían mucho.

Pueden ser reactores pequeños usados para la producción de isótopos con fines industriales y médicos, reactores de alto flujo para tests sobre combustible y material nuclear o prototipos de reactores. Su potencia varía desde pocos kW a varias decenas o centenares de MW.

Los reactores de investigación más potentes se equipan con la misma clase de sistemas de seguridad que los reactores de producción de energía reales. En estos reactores los tipos de accidentes y su propagación no se diferencian notablemente de los de las centrales nucleares. Los reactores de investigación pequeños se diseñan para ser muy seguros. Incluso la pérdida total de líquido refrigerante no conduciría necesariamente a daño en el núcleo.

Los reactores de investigación pequeños no se equipan generalmente con grandes contenciones herméticas. La cantidad de sustancias radiactivas en un reactor de

investigación pequeño es tan pequeña que las consecuencias de un daño severo en el núcleo serían solamente locales.

Actualmente en España no existen reactores de investigación. Los que hubo en el Ciemat (Madrid), en Barcelona (Argos) y en Bilbao (Arbi), han sido o están en proceso muy avanzado de desmantelamiento y clausura.

Plantas de reprocesamiento

En las plantas de reprocesamiento se separan el uranio y el plutonio del combustible nuclear gastado. El método de reprocesamiento más común es el proceso de **PUREX**. En este proceso, el combustible gastado se separa mecánicamente y se disuelve en ácido nítrico. El uranio y el plutonio se separan mediante extracción líquida, y son purificados, concentrados, convertidos en óxidos y almacenados para la fabricación de combustible. Otros nucleidos del combustible gastado - los productos de fisión y los actínidos - se almacenan en tanques, en forma de solución, hasta que son vitrificados y se transportan a un repositorio final (centro de almacenamiento final de combustible gastado).

Muchos productos químicos usados en el reprocesamiento son fuertemente oxidantes o reductores. También se produce hidrógeno por radiolisis en algunas partes del proceso. Por lo tanto, el incendio y las explosiones son los principales riesgos ambientales de las técnicas de reprocesamiento.

Debido a las grandes cantidades de materiales fisibles que intervienen en el proceso, es posible que ocurran accidentes debidos a criticidad en las plantas de reprocesamiento. Las consecuencias de los accidentes por criticidad se limitan generalmente al emplazamiento, a menos que el accidente provoque un incendio.

Para limitar la cantidad de materiales radiactivos procesados en cada paso, el proceso se divide en varias partes, con contenciones herméticas interiores. Esta forma de proceder ayuda a reducir las posibles consecuencias de accidentes potenciales.

En España no existen ni han existido plantas de reprocesado.

1.1.5. CONSECUENCIAS POTENCIALES DE LOS ACCIDENTES NUCLEARES

La dispersión de grandes cantidades de material radiactivo causaría serias consecuencias ambientales. Estas consecuencias dependen del escenario del accidente: las emisiones previsible relacionadas con ABDs son relativamente pequeñas, mientras que las grandes emisiones sólo pueden esperarse en caso de fusión del núcleo y malfuncionamiento de la contención.

Las grandes emisiones pueden originar dosis radiactivas tan altas como para producir efectos deterministas inmediatos - enfermedad o muerte debido a la radiación - sobre miembros del público presente en las inmediaciones de la instalación nuclear. Al aumentar la distancia, la concentración de material radiactivo en el aire disminuye por dilución, por lo que los efectos deterministas son menos probables. Sin embargo, la

dosis comprometida colectiva aumenta y con ella el riesgo de efectos estocásticos tardíos debidos a la radiación (cáncer).

Tras un accidente, los isótopos de vida larga afectarían al medio ambiente circundante a la planta. La contaminación del ambiente podría obligar a desalojar las viviendas próximas. Sin embargo, la contaminación en áreas más alejadas, al ser menos severa, causaría otro tipo de problemas, principalmente para la agricultura y la industria.

Si el material radiactivo emitido contaminara al medio vegetal, los productos agrícolas y naturales de las zonas contaminadas no se podrían utilizar como alimento humano. La dosis colectiva aumentaría a lo largo de los años debido a la incorporación de los isótopos de vida larga por varias vías (alimentos, agua potable, resuspensión en el aire, etc), aumentando el riesgo de padecer cáncer. Además habría que tener en cuenta la exposición al suelo contaminado.

1.1.6. ACCIONES BÁSICAS DE PROTECCIÓN REQUIRIDAS

La eficacia de las medidas de protección en el exterior, en caso de un accidente en una central nuclear, depende en gran medida de la suficiente preparación organizativa, actuantes, medios, etc, que exista para resolver la situación de emergencia.

Tanto el titular o explotador de la instalación nuclear como las autoridades locales, autonómicas y nacionales deben estar preparadas para hacer frente a los accidentes. Es importante por ello que los estamentos involucrados participen en la elaboración de los planes de emergencia.

Los planes de emergencia interior de las instalaciones nucleares españolas son aprobados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio previo informe preceptivo favorable del CSN

Los planes de emergencia nuclear exteriores de los territorios donde existen centrales nucleares españolas son aprobados por el Consejo de Ministros previo informes favorables de la Comisión Nacional de Protección Civil y el CSN.

El Plan de Emergencia Nuclear Exterior –PEN- y el Plan de Emergencia Interior –PEI- deben estar completamente coordinados, de modo que los dos planes se complementen y cubran cada acción necesaria para minimizar los efectos de un accidente. Los siguientes aspectos merecen una atención especial:

1. Identificación y establecimiento de la situación de emergencia fuera del emplazamiento.
2. Alerta y notificación al personal y a las organizaciones participantes.
3. Métodos y procedimientos para alertar, informar y orientar al público.
4. Evaluación de la situación de emergencia.
5. Medidas protectoras.
6. Recursos.
7. Entrenamiento, ejercicios y simulacros.
8. Actualización de Planes de Emergencia.

9. Control radiológico de la exposición.
10. Apoyo médico y salud pública.
11. Control de Accesos.

El personal entrenado, las instalaciones y el equipamiento deben estar disponibles para llevar a cabo las acciones previstas en cualquier etapa de la emergencia.

Tanto el titular de la instalación nuclear, como las autoridades locales, autonómicas y nacionales deben disponer de personal entrenado para las emergencias; p.e. personal de la propia instalación nuclear, centros de investigación nucleares, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y Fuerzas Armadas, bomberos, servicios médicos, Ayuntamientos, Comunidades Autónomas y Delegaciones del Gobierno y Protección Civil, así como de empresas privadas especializadas, dependiendo de su disponibilidad y de la planificación existente para la gestión de las situaciones de emergencia.

Las principales tareas a realizar por el personal participante en la emergencia, de las instalaciones y el equipamiento necesarios se indican en el tema 2.4.

1.1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Project PH REG 06.4/97: Training on Off-Site Emergency Management in Central Eastern Europe Course Training Material.
2. Principios Básicos de Seguridad en Centrales Nucleares. Guía de Seguridad nº 75-INSAG-3. OIEA, 1988.
3. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la protección contra Radiaciones Ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación. Guía de Seguridad N° 115. OIEA, 1996.

1.2 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN DE EMERGENCIAS FUERA DE EMPLAZAMIENTO

Objetivos

Familiarizar a los participantes con los principios y objetivos de la protección radiológica en situaciones de emergencia nuclear, presentar los conceptos de la intervención y de la práctica para perfilar las diferencias básicas de la protección radiológica en estas dos situaciones frente a la exposición de radiación, e introducir los estándares de seguridad internacionales y europeos ante un accidente nuclear o una emergencia radiológica.

Este tema se ocupa de la clasificación de las situaciones de exposición a la radiación en intervenciones y prácticas, y presenta los principios básicos y objetivos de la protección radiológica en situaciones de emergencia radiológica o de emergencia nuclear.

Se presentan los estándares de seguridad básicos internacionales y europeos relacionados con emergencias radiológicas o emergencias nucleares, y se discuten las recomendaciones de cómo estos estándares se deben aplicar a nivel nacional.

Contenidos

- Diferencia entre intervención y práctica.
- Emergencias nucleares y radiológicas.
- Principios de Protección Radiológica en situaciones de emergencia.
- Objetivos de las intervenciones
- Normas y directrices de seguridad para situaciones de emergencia.

1.2.1. DIFERENCIAS ENTRE INTERVENCIÓN Y PRÁCTICA

Durante los últimos años se han dado pasos importantes en el desarrollo de los criterios internacionales de la protección radiológica aplicable en situaciones de emergencia nuclear o radiológica. Varias organizaciones internacionales han participado en esta cooperación. Ha sido necesario crear un nuevo marco conceptual totalmente nuevo para los principios de la protección radiológica. La Comisión Internacional para la Protección Radiológica (ICRP) publicó las recomendaciones básicas de la protección contra la radiación ionizante en 1990 (ICRP 60), y está previsto que a lo largo del año 2008 publiquen un documento actualizado. En la ICRP 60, todas las actividades humanas que implicaban la radiación estaban divididas por primera vez en dos categorías: prácticas e intervenciones.

Todas las actividades humanas que aumentan la exposición global a la radiación, como por ejemplo, el uso de dispositivos radiactivos o la producción de energía nuclear, se clasifican como **prácticas**. El resto de actividades humanas que disminuyen

la exposición global a la radiación se clasifican como **intervenciones**. Las acciones protectoras o las contramedidas desarrolladas en situaciones de emergencia son el ejemplo más típico de intervención.

1.2.2. EMERGENCIAS NUCLEARES Y RADIOLÓGICAS

En una situación de intervención, una fuente radiactiva no controlada está en el ambiente de trabajo o en el entorno habitual de las personas o bien existe el peligro de que se propague en su entorno. En esta clase de situación, son necesarias acciones especiales para reducir la exposición de los individuos a la radiación. Las situaciones típicas de la intervención son aquellas que resultan de accidentes en el uso de fuentes de radiación y en la producción de energía nuclear.

Un accidente en el que se disperse material radiactivo al medio ambiente y suponga la posible irradiación de personas podría ocurrir en una central nuclear, en un buque o submarino nuclear, en una instalación del ciclo de combustible nuclear, en una instalación o un trabajo que utilice fuentes radiactivas, o en el transporte de materiales radiactivos. También un satélite dotado de reactor nuclear en su reentrada a la atmósfera podría dar lugar a una amplia dispersión de materiales radiactivos, o también la falta de control sobre determinadas fuentes radiactivas podría ocasionar la irradiación de personas.

Las consecuencias de un accidente serán específicas para cada tipo de accidente, dependiendo de su naturaleza y grado de severidad, por lo que no es operativo basar un plan de respuesta en una misma secuencia de acciones para todos los tipos de accidente. Es más sencillo planificar emergencias relativas a una instalación grande y controlada de manera centralizada, por ejemplo, una central nuclear, que en un transporte de radiofármacos o en el caso de que se desintegrase un satélite. Sin embargo, no se debe descuidar la planificación de estas últimas categorías.

En cuanto a la planificación, deben considerarse escenarios de accidentes que cubran una amplia gama, desde aquellos que probablemente no requieran acciones fuera del emplazamiento, o aquellos cuyas consecuencias radiológicas previsibles fuera del emplazamiento sean bajas, hasta los escenarios que tienen importantes consecuencias radiológicas fuera del emplazamiento, aunque estos últimos accidentes tengan una muy baja probabilidad de producirse.

También deben considerarse en la elaboración de planes de respuesta ante emergencias nucleares y radiológicas, las acciones terroristas y otros actos similares relacionados con materiales nucleares y/o radiactivos, como son la utilización de dispositivos nucleares improvisados y las denominadas bombas sucias.

1.2.3. PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

Toda la filosofía de la protección frente a la radiación ionizante se basa en tres principios que se pueden aplicar tanto en prácticas como en intervenciones, pero con un enfoque diferente. Los tres principios son: **justificación** de una práctica, **optimización** de la protección y los **límites** individuales de dosis.

Según el principio de **justificación**, cada práctica debe estar justificada, mientras que en la intervención cada acción protectora debe ser justificada, es decir, cada acción protectora debe hacer más bien que daño, debe producir un beneficio neto. Dado que la introducción de cualquier acción protectora conlleva un cierto daño o riesgo a los individuos afectados y un cierto daño o riesgo a la sociedad en términos de desorganización social y económica, debe demostrarse que la puesta en práctica de la acción protectora produce una ventaja neta positiva.

Este juicio nunca se basa en análisis matemáticos directos porque tenemos que valorar al mismo tiempo los riesgos radiológicos, los costes financieros, los factores sociales y psicosociales y la ansiedad del público. En situaciones de emergencia en las que las dosis previstas (dosis sin ninguna medida protectora) se acerquen a los umbrales de los efectos deterministas serios sobre la salud, las acciones protectoras se justifican casi siempre a priori.

Para prácticas, el principio de **optimización** requiere que la exposición a la radiación que exista en la práctica sea tan baja como razonablemente sea posible (principio ALARA). Para las situaciones de intervención, algunas acciones protectoras pueden ser justificadas mientras que otras pueden que no. De las acciones protectoras justificadas tenemos que seleccionar las que produzcan la mejor protección posible. En otras palabras el beneficio obtenido por cada acción protectora debe compensar su costo y otros detrimentos producidos por la acción de forma que el beneficio neto obtenido sea máximo. Dicho de otra forma, la diferencia entre la ventaja producida por la acción protectora y el detrimento asociado debe ser tan grande como sea posible. La optimización de acciones protectoras no es una tarea matemática directa, y los responsables de tomar decisiones raramente tienen tiempo para hacer juicios complicados en una situación aguda de la emergencia. Se han desarrollado técnicas de ayuda para apoyar a los responsables a decidir en su difícil tarea, y se ha recomendado incluir en los planes de emergencia niveles genéricos predeterminados para intervenciones.

En lo que concierne al principio de la protección individual, los **límites** de dosis no se pueden aplicar en situaciones de emergencia de la misma manera que en las prácticas, porque en situaciones de emergencia una fuente radiactiva incontrolada puede producir una exposición a la población en el ámbito familiar o de trabajo. Se puede permitir, en determinados casos (intervenciones especiales) incrementar el riesgo personal al que se sometan determinados individuos participantes en la gestión de la emergencia.

1.2.4. OBJETIVOS DE LAS INTERVENCIONES

Todas las acciones protectoras y las contramedidas de intervención en una emergencia nuclear o radiológica tienen como objetivo limitar la exposición de los individuos a la radiación a la más baja que sea razonablemente posible. El primer objetivo en todas las situaciones de emergencia es asegurarse de que se previenen todos los efectos serios deterministas de la radiación sobre la salud.

Otro objetivo de las acciones protectoras es disminuir los efectos estocásticos de la exposición a la radiación sobre la salud de la población afectada.

Se considera que los efectos estocásticos en la salud no tienen umbrales asociados de exposición. Por esa razón, cada acción protectora tiene como objetivo disminuir los efectos estocásticos en todos los grupos de la población a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.

El cáncer es el efecto estocástico más significativo de la radiación. El riesgo de efectos hereditarios severos es claramente más bajo que el del cáncer inducido directamente. El riesgo total de inducción de cáncer en situaciones de emergencia donde las tasas de dosis pudieran haber sido relativamente altas depende de la dosis colectiva efectiva (ICRP 60).

Para tener en cuenta la distinta sensibilidad de los individuos frente a la radiación tiene que aplicarse un margen de seguridad suficiente en cuanto a los efectos sobre la salud en situaciones de emergencia. La evidencia del aumento substancial en incidencias de cáncer de tiroides en niños en áreas afectadas por el accidente de Chernobyl, en Rusia y Bielorrusia, indica que debe prestarse una atención especial a la protección de los niños.

Con toda probabilidad, se producirán efectos psicológicos en la población (estrés y ansiedad) asociados a cualquier emergencia nuclear o radiológica, independientemente de si la misma ha recibido una dosis real de radiación o no. Dado que estos efectos son independientes de las radiaciones físicas reales recibidas, no se han tenido en cuenta a la hora de fijar los niveles de intervención recomendados. Sin embargo, estos efectos sobre la salud son factores que deben ser considerados al decidir las contramedidas a aplicar en una situación real.

En el Plan Básico de Emergencia Nuclear y en los correspondientes planes de emergencia nuclear exteriores a las centrales nucleares españolas, se establecen los niveles de intervención genéricos a partir de los cuales el CSN recomendaría adoptar determinadas medidas de protección para la población. A título de ejemplo, la medida de protección de "confinamiento" se recomendaría a partir de una dosis efectiva evitable de 10 mSv en un periodo no superior a 48 horas, y la de "evacuación" a partir de una dosis efectiva evitable de 50mSv en un periodo no superior a una semana.

1.2.5. NORMAS Y DIRECTRICES DE SEGURIDAD PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA

Las Normas Básicas de Seguridad, tanto Internacionales como Europeas, exigen que se elaboren planes de emergencia apropiados a nivel nacional o local. Los planes de emergencia deben especificar cómo se distribuyen las responsabilidades de la gestión de las intervenciones en el emplazamiento, fuera del emplazamiento y fuera de las fronteras nacionales. La planificación de emergencias debería consistir en planes separados pero interconectados que abarquen todas las acciones relevantes, las organizaciones que intervienen, y las autoridades competentes. Estas últimas velarán para que existan planes de emergencia en todos los niveles, que contengan todos los detalles pertinentes, y que sean periódicamente revisados y actualizados.

La planificación nacional o local de la intervención debería incluir, por ejemplo, la asignación de responsabilidades para notificar a las autoridades competentes, los países vecinos y los organismos internacionales, las responsabilidades para iniciar la intervención, y los niveles de intervención o acción.

Los niveles de intervención y los niveles de acción servirán para proteger a los miembros del público y serán específicos para las diversas medidas de protección. Los niveles predeterminados de intervención o de acción se basan en la optimización general realizada previamente, y, en caso de accidente, deberían ser reevaluados en el momento de su aplicación sobre la base de las condiciones reales. Los niveles genéricos de intervención se establecen en términos de dosis de radiación evitable por la acción protectora correspondiente, mientras que los niveles de intervención operacional se refieren a dosis medibles.

En general, en todos los países existe un conjunto de disposiciones legales que forman una pirámide de valores. En la cúspide se sitúa la Ley básica o fundamental; el escalón siguiente está ocupado por los Reglamentos que desarrollan esa Ley, a continuación las Órdenes que desarrollan los Reglamentos y como base de la pirámide las Normas específicas correspondientes.

Actualmente en España existen dos Leyes Básicas relacionadas con la seguridad y la protección contra las radiaciones ionizantes, la Ley 25/1964 de 29 de Abril sobre Energía Nuclear, modificada por la Ley 24/2005, de 18 de noviembre y Ley 15/1980, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, reformada por la Ley 33/2007 de 7 de noviembre.

Estas dos Leyes están desarrolladas en varios reglamentos, de entre los cuales es de interés el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas aprobado por Real Decreto 35/2008, de 18 de enero, por el que se modifica el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre. Por este reglamento se exige a las instalaciones nucleares y radiactivas la elaboración de un Plan de Emergencia Interior.

Otro Reglamento de muy especial interés es el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, cuya última edición fue aprobada por Real Decreto 783/2001. Es importante también el Real Decreto 413/1997 de 21 de marzo relativo a la Protección Operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. Este reglamento diferencia entre prácticas e intervenciones y establece los requisitos y límites de los participantes en las mismas.

Hay además multitud de normas emitidas por diversos organismos entre las que cabe destacar las Guías de Seguridad Nuclear publicadas por el Consejo de Seguridad Nuclear, que contienen métodos recomendados por el C.S.N., para orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española vigente. En concreto la guía 1.3 establece los requisitos a los que se han de ajustar los planes de emergencia interior de las centrales nucleares españolas.

Las directrices generales para la planificación de emergencias exteriores se incluyen en el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN), aprobado mediante Real Decreto

1546/2004. Aplicando los criterios y directrices del PLABEN al ámbito territorial y organizativo del entorno de cada central, se han elaborado los Planes Directores de cada Plan de Emergencia Nuclear Exterior de los territorios en los que se encuentra alguna central nuclear; dichos planes directores se aprobaron mediante Resolución Ministerial de 14 de junio de 2006.

1.2.6. BIBLIOGRAFÍA

1. Project PH REG 06.4/97: Training on Off-Site Emergency Management in Central Eastern Europe Course Training Material.
2. Directiva 96/29/Euratom del Consejo de 13 de mayo de 1996 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.
3. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la protección contra Radiaciones Ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiación. Guía de Seguridad N° 115. OIEA, 1996.
4. Recomendaciones de 1990 del Comité Internacional de Protección Radiológica (ICRP-60).