

# Guía de Seguridad 7.9

Manual de cálculo de dosis en el exterior  
de las instalaciones nucleares

# CSN

Colección Guías de  
Seguridad del CSN

- 1 Reactores de Potencia y Centrales Nucleares
- 2 Reactores de Investigación y Conjuntos Subcríticos
- 3 Instalaciones del Ciclo del Combustible
- 4 Vigilancia Radiológica Ambiental
- 5 Instalaciones y Aparatos Radiactivos
- 6 Transporte de Materiales Radiactivos
- 7 Protección Radiológica**
- 8 Protección Física
- 9 Gestión de Residuos
- 10 Varios

# **Guía de Seguridad 7.9**

## **Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares**

Madrid, 5 de abril de 2006

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 2006

Publicado y distribuido por:  
Consejo de Seguridad Nuclear  
Justo Dorado, 11. 28040 - Madrid  
<http://www.csn.es>  
[peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es)

Imprime: Imprenta Fareso, S.A.  
Paseo de la Dirección, 5. 28039 Madrid

Depósito legal: M. 32.695-2006



Impreso en papel reciclado

# Índice

<b>Prólogo</b> .....	5
<b>1 Introducción</b> .....	6
1.1 Objeto .....	6
1.2 Campo de aplicación .....	6
<b>2 Definiciones</b> .....	6
<b>3 Contenido del manual de cálculo de dosis en el exterior.</b>	7
3.1 Definiciones .....	8
3.2 Programa de control de efluentes radiactivos .....	8
3.3 Vías de vertidos .....	12
3.4 Metodología y parámetros para el cálculo de las dosis en el exterior .....	12
3.5 Programa de vigilancia radiológica ambiental .....	16
3.6 Relación de procedimientos aplicables a los vertidos.	18
3.7 Relación de procedimientos aplicables a la vigilancia radiológica ambiental. ....	18
<b>4 Régimen de aprobación del manual de cálculo de dosis en el exterior</b> .....	18
<b>Referencias</b> .....	19

## Prólogo

Las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de las centrales nucleares españolas, que constituyen un documento oficial de explotación, deben incluir las denominadas «Especificaciones Técnicas Radiológicas», que definen los requisitos relacionados con el establecimiento y aplicación de un programa de vigilancia radiológica ambiental (PVRA) y de un programa de control de efluentes radiactivos (Procer).

Las Especificaciones Técnicas Radiológicas deben ajustarse a lo que establece el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RPSRI), que recoge las normas relativas a la protección de los trabajadores y de los miembros del público contra los riesgos resultantes de las radiaciones ionizantes.

De acuerdo con la práctica adoptada en España, estas especificaciones radiológicas, que no están relacionadas con la seguridad, se establecen de forma genérica en el documento ETF y se desarrollan de modo específico en el denominado Manual de Cálculo de Dosis en el Exterior (MCDE), donde constituyen el Procer y el PVRA que contienen, respectivamente, los límites y condiciones aplicables a los efluentes y a la vigilancia ambiental (controles), su aplicabilidad, las acciones requeridas cuando se superan, los requisitos de vigilancia y las bases que los sustentan. El MCDE contiene, por tanto, el Procer y el PVRA además de la metodología y parámetros para el cálculo de las dosis a la población, un apartado de definiciones, una descripción de las vías de vertido y una relación de los procedimientos aplicables.

En las ETF, el MCDE queda reflejado en el apartado «Definiciones» y en el apartado de «Normas administrativas. Procedimientos y programas», donde se requiere el establecimiento, desarrollo y mantenimiento de un programa de vigilancia radiológica ambiental y de un programa de control de efluentes, definiéndose los elementos, límites y condiciones constituyentes de tales programas.

La presente guía recomienda el contenido que deben tener los MCDE para facilitar el cumplimiento de los requisitos de las ETF, así como las circunstancias en que los MCDE requieren aprobación por parte del CSN.

Se recomienda también su aplicación a otras instalaciones nucleares a las que el CSN haya requerido que dispongan de MCDE.

*Madrid, 5 de abril de 2006*

## 1 Introducción

### 1.1 Objeto

El propósito de esta guía es describir el contenido que se considera deben tener los Manuales de Cálculo de Dosis en el Exterior (MCDE) de las instalaciones nucleares, así como especificar las circunstancias en que los MCDE requieren aprobación por parte del CSN.

La guía no pretende establecer el modelo estándar para estos manuales, sino fijar su contenido mínimo para que se desarrollen de forma homogénea por todas las instalaciones.

### 1.2 Campo de aplicación

La guía es aplicable a las instalaciones nucleares para que desarrollen sus especificaciones técnicas radiológicas en el documento denominado Manual de Cálculo de Dosis en el Exterior.

## 2 Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos contenidos en la presente guía se corresponden con los contenidos en la siguiente documentación:

- Real Decreto 783/2001 de 6 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*.
- NUREG-1301, *Offsite dose calculation manual guidance: standard radiological effluent controls for pressurized water reactors*.
- NUREG-1302, *Offsite dose calculation manual guidance: standard radiological effluent controls for boiling water reactors*.

Además serán de aplicación las siguientes definiciones:

**Nivel de notificación:** concentración de actividad que podría dar lugar a los valores de dosis que limitan la emisión de efluentes durante el funcionamiento de las instalaciones. Los niveles de notificación se calculan a partir del valor de dosis efectiva establecido como restricción operacional de dosis para los vertidos.

**Restricción operacional de dosis o Límite de vertido:** es un valor de dosis que si se supera durante la operación de la instalación implica la toma de decisiones y acciones específicas. Este valor es inferior al límite legal de dosis al público y al valor máximo establecido por la Administración, de acuerdo con el artículo 6, título II del RPSRI, en el proceso de optimización de los efluentes radiactivos en una central nuclear.

### 3 Contenido del manual de cálculo de dosis en el exterior

De acuerdo con la definición que figura en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de las instalaciones nucleares, el MCDE debe contener lo siguiente:

- La metodología y parámetros utilizados en el cálculo de dosis en el exterior debido a los efluentes líquidos y gaseosos y en el cálculo de los puntos de tarado de alarma/disparo de los monitores de efluentes.
- El programa de control de efluentes radiactivos con un resumen de las vías de vertido y estructura de descarga de la instalación, así como un listado de los procedimientos utilizados por la planta en relación con el control de vertidos radiactivos.
- El programa de vigilancia radiológica ambiental, así como la metodología y parámetros utilizados en su ejecución, y una relación de los procedimientos utilizados por la planta en relación con este programa de vigilancia.

El MCDE debe adaptarse al *Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes* y la metodología y factores de dosis utilizados en el cálculo deben ser coherentes con este reglamento.

Se recomienda que el Procer y el PVRA tengan el mismo formato que el de las ETF con objeto de facilitar su utilización. Esto quiere decir que cada requisito del Procer y el PVRA deberá constar de: controles a establecer por la instalación, aplicabilidad de éstos, acciones a adoptar en caso de incumplimiento de los controles, requisitos de vigilancia para verificar el cumplimiento de los controles y bases en las que se describa la finalidad de los controles (consideraciones técnicas, ambientales y operacionales necesarias para interpretar adecuadamente estos requisitos).

El MCDE constará de los apartados que se exponen a continuación con el contenido mínimo que se describe en cada uno de ellos.

### 3.1 Definiciones

En este apartado se deben definir aquellos términos que tengan un significado específico en el contexto del MCDE y aquellos que tengan una aplicación específica en la instalación de que se trate. Como mínimo se definirán los siguientes términos: área no restringida, límite del emplazamiento, límite inferior de detección, miembros del público, operable-operabilidad, restricción operacional de dosis y cada una de las distintas pruebas periódicas de la instrumentación de vigilancia (calibración de canal, chequeo de canal, prueba de fuente y prueba funcional de canal analógico).

### 3.2 Programa de control de efluentes radiactivos (Procer)

#### 3.2.1. Instrumentación de vigilancia de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos

De acuerdo con lo establecido en las ETF, se incluirá la instrumentación que es necesario que esté operable para la vigilancia y control de las emisiones reales y potenciales de materiales radiactivos en los efluentes líquidos y gaseosos, la aplicabilidad de los requisitos de operabilidad de esta instrumentación, las acciones a adoptar en caso de inoperabilidad, los requisitos de vigilancia necesarios para demostrar la operabilidad de la instrumentación y las bases.

Los puntos de tarado y alarma de la instrumentación se calcularán y ajustarán según la metodología y parámetros establecidos de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.4 de esta guía, para asegurar que la alarma/disparo tenga lugar antes de sobrepasar, en el límite del área no restringida, los límites instantáneos de concentración que se establecerán de acuerdo con el apartado 3.2.2, y para asegurar en el límite del emplazamiento, o mas allá, que no se supera la tasa de dosis que se establecerá de acuerdo con el apartado 3.2.3.

#### 3.2.2. Límites instantáneos de concentración de actividad en efluentes radiactivos líquidos

De acuerdo con lo establecido en las ETF, se limitarán los valores de concentración de actividad de los productos de fisión y activación por encima del fondo natural liberados en los efluentes radiactivos líquidos desde el emplazamiento al área no restringida, calculados como se indica en el apartado 3.4 de esta guía, de forma que se asegure que no se superan las tasas de dosis efectiva y equivalente a la piel para el individuo adulto que se indican en las ETF, así como la concentración de actividad que se especifique para los gases nobles disueltos o arrastrados.

Los límites instantáneos fijados proporcionarán un margen suficiente para garantizar que el límite anual de dosis no esté comprometido, permitiendo, a su vez, una operación flexible de la instalación. Los vertidos de material radiactivo en los efluentes líquidos deberán satisfacer los límites instantáneos de concentración de actividad y la restricción operacional de dosis establecidos en las ETF, así como los límites anuales de dosis establecidos en el RPSRI.

Los valores de concentración se determinarán calculando las actividades que, de ser incorporadas al organismo del adulto durante un año, darían lugar a la tasa de dosis indicada en las ETF, considerando la tasa nacional anual máxima de ingestión de agua del individuo adulto.

Para mezclas de radionucleidos, aplicarán los límites instantáneos de concentración tal como se indica a continuación:

- a. Si la composición de la mezcla es desconocida, pero se puede excluir con certeza la presencia de determinados radionucleidos, se considerará la menor de las concentraciones límite establecidas para los radionucleidos que puedan estar presentes.
- b. Si la composición detallada de la mezcla es desconocida, pero han sido identificados los radionucleidos de dicha mezcla, se considerará la menor de las concentraciones límite determinadas para los radionucleidos presentes.
- c. Si la concentración o toxicidad de uno de los radionucleidos predomina en la mezcla, se considerará la concentración límite determinada para dicho radionucleido.
- d. Si la composición de la mezcla de radionucleidos es conocida, deberá cumplirse que la suma de las razones entre las concentraciones de radionucleidos de la mezcla y las límite determinadas es menor o igual que uno.

El límite de concentración para gases nobles disueltos o arrastrados en los efluentes radiactivos líquidos se basará en la hipótesis de que el Xe-135 es el radionucleido crítico y su límite de concentración derivado en aire (inmersión) se convertirá a una concentración equivalente en agua.

Los límites instantáneos aplicarán en el punto de descarga de la instalación, sin considerar ninguna dilución fuera del área restringida, y se aplicará a las emisiones de materiales radiactivos en los efluentes líquidos vertidos desde todas las unidades del emplazamiento.

Se incluirá la aplicabilidad de los límites citados, las acciones a adoptar en caso de que se excedan los límites instantáneos de concentración de materiales radiactivos liberados en efluentes líquidos, los requisitos de vigilancia (programa de muestreo y análisis de efluentes líquidos) para la verificación del cumplimiento de los límites indicados en el control y las bases.

La capacidad de detección requerida para el análisis en laboratorio de materiales radiactivos en muestras de desechos líquidos se tabularán en términos de los límites inferiores de detección (LID).

En el anexo 1 se recoge el programa de muestreo y análisis aplicable al vertido de los efluentes líquidos radiactivos.

### 3.2.3. Límites instantáneos de tasa de dosis en efluentes radiactivos gaseosos

De acuerdo con lo establecido en las ETF, se limitarán las tasas de dosis efectiva y equivalente a la piel, debida a materiales radiactivos liberados en efluentes gaseosos desde el emplazamiento, en puntos situados en el límite del emplazamiento, o mas allá, calculada según se indica en el apartado 3.4. La limitación de tasa de dosis se establecerá por un lado para gases nobles y por otro para I-131, I-133, tritio y todos los radionucleidos en forma de partículas con periodo de semidesintegración mayor de ocho días.

Los límites instantáneos fijados proporcionarán un margen suficiente para garantizar que el límite anual de dosis no esté comprometido, permitiendo, a su vez, una operación flexible de la instalación. Los vertidos de material radiactivo en efluentes gaseosos deberán satisfacer los límites instantáneos de tasa de dosis y la restricción operacional de dosis establecidos en las ETF, así como los límites anuales de dosis del RPSRI.

Los límites instantáneos de tasa de dosis asegurarán en todo momento que las tasas de emisión de materiales radiactivos en efluentes gaseosos sean tales que las dosis por encima del nivel de fondo correspondientes a los miembros del público no superen los valores indicados en el control.

Estos límites aplicarán a la descarga de materiales radiactivos de los efluentes gaseosos vertidos desde todas las unidades del emplazamiento.

Se incluirá la aplicabilidad de los límites citados, las acciones a adoptar en caso de superación de los límites instantáneos de tasa de dosis, los requisitos de vigilancia (programa de muestreo y análisis de efluentes gaseosos) para la verificación del cumplimiento de los límites y las bases.

La capacidad de detección requerida para el análisis en laboratorio de materiales radiactivos en muestras de desechos gaseosos se tabulará en términos de los LID.

En el anexo 2 se recoge el programa de muestreo y análisis aplicable al vertido de los efluentes líquidos radiactivos.

#### 3.2.4. Restricción operacional de dosis para los efluentes radiactivos líquidos y gaseosos

De acuerdo con lo establecido en las ETF, se restringirá la dosis efectiva (como restricción operacional de dosis o límite de vertido) para los miembros del público, debida a los materiales radiactivos líquidos liberados al área no restringida y a los materiales radiactivos gaseosos liberados en puntos situados en el límite del emplazamiento, o más allá.

Dicha restricción se distribuirá entre los efluentes líquidos y gaseosos en función de su contribución a la dosis total recibida por los miembros del público.

Se incluirá la aplicabilidad de la restricción operacional de dosis, las acciones a adoptar en caso de que la dosis total debida al conjunto de los efluentes líquidos y gaseosos sea superior a esta restricción. Además, se incluirán los requisitos de la determinación cada 31 días de la dosis efectiva acumulada en los últimos 12 meses consecutivos, así como la dosis prevista para el mes siguiente y su acumulación a la dosis de los 11 meses inmediatamente anteriores.

La restricción operacional de dosis aplica al conjunto de los efluentes líquidos y gaseosos emitidos desde cada unidad del emplazamiento.

#### 3.2.5. Operabilidad de los sistemas de tratamiento de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos

De acuerdo con lo establecido en las ETF, se requerirá la operabilidad del sistema de tratamiento de efluentes radiactivos líquidos y la utilización de las partes apropiadas del mismo, para reducir las emisiones de material radiactivo cuando la dosis efectiva prevista en 31 días, debida a los efluentes radiactivos líquidos liberados en el área no restringida, supere lo indicado en el apartado correspondiente de la ETF.

Se requerirá, también, la operabilidad del sistema de tratamiento de efluentes gaseosos y del sistema de gases de la ventilación, y la utilización de las partes apropiadas de los mismos, para reducir las emisiones de material radiactivo cuando la dosis efectiva prevista en 31 días, debida a los materiales radiactivos gaseosos liberados a puntos en el límite del emplazamiento, o más allá, supere lo indicado en las ETF.

Se incluirán la aplicabilidad y las acciones a adoptar en caso de que se descarguen efluentes radiactivos líquidos o gaseosos sin tratamiento, la dosis efectiva prevista supere lo indicado en las ETF y si alguna de las partes de los sistemas de tratamiento no está en operación.

Se incluirá la frecuencia de estimación de la dosis efectiva prevista y la verificación de la operabilidad de los sistemas de tratamiento de efluentes radiactivos.

Se garantizará que los sistemas de tratamiento de efluentes radiactivos estarán disponibles para su utilización cuando los efluentes líquidos y gaseosos puedan requerir tratamiento antes de su emisión al medio ambiente, con objeto de que las emisiones de efluentes radiactivos se mantengan tan bajas como sea posible (Criterio Alara).

### 3.3 Vías de vertidos

Se describirán los puntos de emisión de vertidos radiactivos líquidos al área no restringida y los puntos de emisión de vertidos radiactivos gaseosos, indicando la altura de emisión así como la procedencia de las descargas a estos puntos de emisión, y se describirán los dispositivos de vigilancia y control. Se incluirán esquemas o figuras explicativas de la localización de estos puntos de emisión y de los correspondientes aportes.

Además, se incluirá una breve descripción de la instrumentación existente para vigilar y controlar las emisiones de tales efluentes, la cual incluirá los intervalos de medida de cada instrumento, las señales de alarma proporcionadas por cada uno de ellos, especificando los valores numéricos de los puntos de tarado establecidos, y las actuaciones asociadas con dichas señales de alarma, incluyéndose, asimismo, diagramas explicativos de la ubicación de esta instrumentación de vigilancia y control.

### 3.4 Metodología y parámetros para el cálculo de las dosis en el exterior

#### 3.4.1. Efluentes radiactivos líquidos

##### 3.4.1.1. Puntos de tarado de los monitores de vigilancia de la actividad de efluentes líquidos

Se incluirán la metodología y los parámetros utilizados para establecer los puntos de tarado de los monitores de efluentes líquidos basándose en los límites instantáneos de concentración de actividad de las descargas definidos de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.2 de esta guía.

#### **3.4.1.2. Límites instantáneos de concentración en efluentes radiactivos líquidos**

Se describirán la metodología y los parámetros utilizados para comprobar que las concentraciones de actividad en las descargas líquidas no superan los límites instantáneos de concentración de actividad establecidos de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.2 de esta guía.

#### **3.4.1.3. Dosis debidas a efluentes radiactivos líquidos**

Se describirán la metodología y los parámetros utilizados para el cálculo de la dosis efectiva y la dosis equivalente a la piel debida a los efluentes líquidos para los grupos de edad –adultos (> 17 años), niños (7-12 años) e infantes (1-2 años)–, teniendo en cuenta los caminos de exposición específicos del emplazamiento y especificando los valores de todos los parámetros que intervienen en el cálculo. Se utilizarán los factores de conversión de actividad a dosis por ingestión para los miembros del público del RPSRI (Ref. 1). Para la exposición a los depósitos en las orillas se considerarán los factores de conversión de la Environmental Protection Agency (EPA) (Ref. 14). Las tasas máximas nacionales de consumo de agua y alimentos y el tiempo de exposición a depósitos en orillas del individuo mas expuesto se recogen en el anexo 3.

En la figura 1 se incluye un esquema orientativo de las vías de exposición a considerar en el cálculo.

El cálculo de la dosis efectiva y de la dosis equivalente a la piel se realizará para cada mes y se acumulará a la dosis de los 11 meses anteriores, para la comparación con la contribución de los efluentes líquidos a la restricción operacional de dosis por efluentes establecida de acuerdo con el apartado 3.2.4 de esta guía.

Se incluirá el requisito de realizar una estimación, al menos cada 31 días, de la dosis efectiva prevista para el mes siguiente, acumulándola a la de los 11 meses anteriores.

#### **3.4.1.4. Operabilidad del sistema de tratamiento de efluentes líquidos**

Se incluirá la metodología necesaria para verificar el cumplimiento de lo establecido de acuerdo con el apartado 3.2.5 de esta guía, de forma que la dosis efectiva prevista para un mes, por las actividades isotópicas a descargar en todos los efluentes líquidos, no exceda lo indicado en las ETF.

Se incluirá la necesidad de efectuar una estimación de la actividad a descargar en los efluentes líquidos, para el mes siguiente. En caso de no cumplirse lo especificado en las ETF, deberán utilizarse los componentes y subsistemas adecuados del sistema de tratamiento de efluentes líquidos para reducir la actividad de los efluentes antes de su descarga, de acuerdo con lo establecido en el apartado 3.2.5 de esta guía.

### **3.4.2. Efluentes radiactivos gaseosos**

#### **3.4.2.1. Puntos de tarado de los monitores de vigilancia de la actividad de efluentes gaseosos**

Se incluirán la metodología y los parámetros utilizados para establecer los puntos de tarado de los monitores de efluentes gaseosos basándose en los límites instantáneos de tasa de dosis definidos de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.3 de esta guía.

#### **3.4.2.2. Límites instantáneos de tasa de dosis en efluentes radiactivos gaseosos**

Se describirá el método de cálculo para determinar que las tasas de dosis no superan los valores establecidos de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2.3 de esta guía. Se utilizarán los factores de conversión de actividad a dosis por inhalación para los miembros del público del RPSRI (Ref. 1). Para la exposición a los depósitos en suelo se considerarán los factores de conversión de la EPA (Ref. 14). Para la exposición a la nube se utilizarán los factores de conversión del OIEA (Ref. 15). Las tasas máximas nacionales de consumo de alimentos y las tasas de inhalación del individuo más expuesto se recogen en el anexo 3.

En la figura 2 se incluye un esquema orientativo de las vías de exposición a considerar en el cálculo.

La tasa de dosis efectiva y a la piel por efluentes gaseosos será la suma de las dosis por los tres caminos de exposición: nube, deposición en suelo e inhalación para cada uno de los grupos de población: adultos (> 17 años), niños (7-12 años) e infantes (1-2 años).

#### **3.4.2.3. Dosis debidas a efluentes radiactivos gaseosos**

Se describirá la metodología de cálculo de dosis efectiva y equivalente a la piel debida a los efluentes gaseosos para los diferentes grupos de edad –adultos (> 17 años), niños (7-12 años)

e infantes (1-2 años)–, teniendo en cuenta los caminos de exposición específicos del emplazamiento y especificando los valores de todos los parámetros que intervienen en el cálculo. Se utilizarán los factores de conversión de actividad a dosis por ingestión e inhalación para los miembros del público del RPSRI (Ref. 1). Para la exposición a los depósitos en suelo se considerarán los factores de conversión de la EPA (Ref. 14). Para la exposición a la nube se utilizarán los factores de conversión del OIEA (Ref. 15). Las tasas máximas nacionales de consumo de alimentos y las tasas de inhalación del individuo mas expuesto se recogen en el anexo 3.

En la figura 3 se incluye un esquema orientativo de las vías de exposición a considerar en el cálculo.

El cálculo de la dosis efectiva y de la dosis equivalente a la piel se realizará para cada mes y se acumulará a la dosis de los 11 meses anteriores, para la comparación con la contribución de los efluentes gaseosos a la restricción operacional de dosis por efluentes establecida de acuerdo con el apartado 3.2.4 de esta guía.

Se incluirá el requisito de realizar una estimación, al menos cada 31 días, de la dosis efectiva prevista para el mes siguiente, acumulándola a la de los 11 meses anteriores.

#### **3.4.2.4. Operabilidad del sistema de tratamiento de efluentes gaseosos**

Se incluirá la metodología necesaria para verificar el cumplimiento de lo establecido de acuerdo con el apartado 3.2.5 de esta guía, de forma que la dosis efectiva prevista para un mes, por las actividades isotópicas a descargar en todos los efluentes gaseosos, no exceda lo indicado en las ETF.

Se incluirá la necesidad de efectuar una estimación de las actividades a descargar por todos los efluentes gaseosos para el mes siguiente. En caso de no cumplirse lo especificado en las ETF, deberán utilizarse los componentes y subsistemas adecuados del sistema de tratamiento de efluentes gaseosos para reducir las emisiones radiactivas antes de su descarga, de acuerdo con lo establecido en el apartado 3.2.5 de esta guía.

#### **3.4.3. Estimación de actividad a verter en un mes**

Se describirá el método para estimar la actividad a verter en el mes siguiente, teniendo en cuenta la experiencia operativa de la instalación, la situación de la planta en ese momento, y las previsiones de operación para dicho mes.

## 3.5 Programa de vigilancia radiológica ambiental (PVRA)

### 3.5.1. Programa de vigilancia

Se definirá el programa de vigilancia radiológica ambiental (PVRA), de acuerdo con lo establecido en las ETF, indicando las vías de exposición y tipo de muestras a tomar, las estaciones de muestreo, la frecuencia de muestreo y el tipo y frecuencia de los análisis a realizar.

Se incluirán también los niveles de notificación para concentración de actividad de muestras ambientales que se indican en la tabla del anexo 4 y el requisito de comprobación e información sobre la superación de la restricción operacional de dosis para un miembro del público establecida en el MCDE en el caso de que, como consecuencia del funcionamiento de la central, se detecten otros radionucleidos de origen artificial diferentes de los de la tabla citada.

La Guía de Seguridad 4.1, «Diseño y desarrollo del programa de vigilancia radiológica ambiental para centrales nucleares», recomienda las bases para el diseño y desarrollo del PVRA.

Se incluirá la aplicabilidad de este programa, las acciones a adoptar en caso de que el programa no se realice según lo requerido, se superen los niveles de notificación o no sea posible obtener de forma permanente cualquiera de las muestras requeridas, y las bases.

El programa de vigilancia proporcionará medidas representativas de niveles de radiación y de elementos radiactivos en aquellas vías de exposición, y para aquellos radionucleidos que podrían dar lugar a la mayor exposición potencial a la radiación de los miembros del público, como resultado de la operación de la instalación.

El PVRA complementará el programa de control de efluentes, comprobando que las concentraciones de actividad medidas y los niveles de radiación no superan los esperados debidos a los efluentes medidos y a los modelos aplicados para establecer los valores en las vías de exposición.

Las capacidades de detección requeridas para los análisis de muestras ambientales se expresarán en términos de LID.

### 3.5.2. Censo de uso de la tierra

Se incluirá el requisito de elaborar de un censo de uso de la tierra, identificando, dentro de una distancia de 8 km de la instalación, la localización, en cada uno de los 16 sectores me-

meteorológicos, de los animales lecheros y de la residencia mas cercanos, así como de la huerta mas próxima con una superficie mayor que 50 m<sup>2</sup> donde se cultiven vegetales de hoja ancha.

Para emisiones elevadas, el censo del uso de la tierra identificará, en un radio de 5 km, las localizaciones en cada uno de los 16 sectores meteorológicos de todos los animales lecheros y de todas las huertas de más de 50 m<sup>2</sup> donde se cultiven vegetales de hoja ancha.

Se incluirá también la necesidad de realizar un censo del uso del agua (salvo en los emplazamientos costeros) donde se viertan efluentes líquidos, en un radio de 30 km aguas abajo del vertido, en el que se identifiquen las captaciones de agua, tanto para uso humano como agrícola en:

- a. Puntos más próximos a la instalación que aquellos de los que se capta el agua para poblaciones y riego de huertas ya consideradas en el PVRA.
- b. Embalses o dispositivos de regulación más próximos a la instalación que los ya identificados en el PVRA, en los que se llevase a cabo una captación para regadío.

Se incluirá la aplicabilidad del requisito de realizar los censos citados, las acciones a adoptar en caso de identificarse nuevas localizaciones, los requisitos para la realización de los censos, su frecuencia de actualización, con objeto de asegurar que se identifican los cambios que se produzcan en los usos de las zonas fuera del límite del emplazamiento y que se realizan los cambios necesarios en el PVRA, si así lo requiere el resultado del censo y las bases.

### 3.5.3. Programa de control de calidad analítico

Se incluirá el requisito de implantar un programa de control de calidad analítico mediante el que se lleven a cabo análisis en un porcentaje de muestras compartidas, de las requeridas por el PVRA, por un laboratorio independiente del que normalmente lleva a cabo los análisis del PVRA. Se especificarán las muestras a analizar dentro de este programa, indicando las vías de exposición y tipo de muestras a tomar, las estaciones de muestreo, la frecuencia de muestreo y el tipo y frecuencia de los análisis a realizar, de acuerdo con lo requerido en las ETF.

Se incluirá la aplicabilidad del requisito, las acciones a adoptar si no se realizan adecuadamente los análisis previstos, el requisito de información sobre los resultados obtenidos del programa y las bases.

### 3.6 Relación de procedimientos aplicables a los vertidos

Se incluirá la relación de procedimientos de la instalación aplicables a la vigilancia y control de los vertidos líquidos y gaseosos.

### 3.7 Relación de procedimientos aplicables a la vigilancia radiológica ambiental

Se incluirá la relación de procedimientos de la instalación aplicables a la vigilancia radiológica ambiental.

## 4 Régimen de aprobación del manual de cálculo de dosis en el exterior

Los MCDE que se emiten por primera vez, así como los cambios de los que ya están en vigor que se derivan de las modificaciones que se indican a continuación, deberán ser aprobados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) antes de su entrada en vigor:

- Modificaciones en los límites y condiciones fijados en las especificaciones de funcionamiento de la instalación en relación con la vigilancia y control de los efluentes radiactivos que se reflejan en el MCDE, así como en el reparto de la restricción operacional de dosis entre efluentes líquidos y gaseosos.
- Modificaciones derivadas de cambios de diseño que se hayan producido en la instalación y que hayan requerido autorización de acuerdo con la Guía de Seguridad del CSN 1.11, «Modificaciones de diseño en centrales nucleares».
- Modificaciones en la metodología y parámetros del cálculo de los puntos de tarado de los monitores de vigilancia de efluentes y del cálculo de las dosis.
- Modificación de los niveles de notificación del PVRA.

Cualquier otra revisión del MCDE, editada como consecuencia de un cambio distinto de los arriba indicados, no precisará aprobación por el CSN, debiendo remitirse a éste en el plazo de un mes desde su entrada en vigor.

## Referencias

Estas referencias tiene carácter informativo, por lo que las únicas que tienen fecha de revisión son las que se citan en el texto de la guía.

1. Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, RPSRI, R. D. 783/2001, de 6 de julio.
2. Guía de Seguridad del CSN 1.7 «Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares».
3. Guía de Seguridad del CSN 4.1, «Diseño y desarrollo del programa de vigilancia radiológica ambiental para centrales nucleares»
4. Guía reguladora de la NRC 1.109, «Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor effluents for the purpose of evaluation compliance with 10 CFR part 50, appendix I».
5. Guía reguladora de la NRC 1.111, «Methods For Estimating Atmospheric Transport And Dispersion Of Gaseous Effluents In Routine Releases From Light-Water-Cooled Reactors».
6. Guía reguladora de la NRC 1.113, «Estimating aquatic dispersion of effluents from accidental and routine reactor releases for the purpose of implementing appendix I».
7. NUREG/CR-1004, «Statistical analysis of selected parameters for predicting food chain transport and internal dose of radionuclides»
8. NUREG/CR-2612, «Variability in dose estimates associated with the food chain transport and ingestion of selected radionuclides»
9. NUREG/CR-2919, «A computer program for the meteorological evaluation of routine effluent releases at nuclear power stations».
10. NUREG/CR-4007, «Lower limit of detection: definition and elaboration of a proposed position for radiological effluent and environmental measurements».
11. NUREG/CR-4013, «LADTAP II - Technical reference and user guide»

12. NUREG-1301, «Offsite dose calculation manual guidance: standard radiological effluent controls for pressurized water reactors».
13. NUREG-1302, «Offsite dose calculation manual guidance: standard radiological effluent controls for boiling water reactors».
14. NUREG- 0133, «Preparation of radiological effluent technical specifications for nuclear power plants»
15. EPA 402-C-99-001, Federal Guidance Report nº 13, «Cancer risk coefficients for environmental exposure to radionuclides: CD supplement». Rev. 2002
16. OIEA safety series nº 115, «International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources». Rev. 1996
17. Recomendaciones ICRP-60.
18. ICRP-71, «Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: part 4. Inhalation dose coefficients»
19. ICRP-72, «Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: part 5. Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients».
20. Guía de seguridad del CSN 4.1, «Diseño y desarrollo del programa de vigilancia radiológica ambiental».
21. Guía de seguridad del CSN 1.4, «Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares».
22. Generic Letter de la NRC 89-01, «Implementation of programmatic controls for radiological effluent technical specifications (RETS) in the administrative controls section of the technical specifications and the relocation of procedural details of RETS to the offsite dose calculation manual or to the process control program».
23. NUREG/CR-4653 «GASPAR II-Technical reference and user guide.

## Anexos

### Anexo 1

#### Programa de muestreo y análisis aplicable a los vertidos de efluentes radiactivos líquidos

Tipo de vertido	Frecuencia de muestreo	Frecuencia mínima de análisis	Tipo de análisis
Emisión en tandas	Cada tanda	Cada tanda	Emisores gamma I-131
	Una tanda al mes	Mensual	Emisores gamma (Gases disueltos)
	Cada tanda	Mensual compuesta	H-3 Alfa total
	Cada tanda	Trimestral compuesta	Sr-89/90
Descarga continua	Continuo	Semanal compuesta	Emisores gamma I-131
	Muestra puntual mensual	Mensual	Emisores gamma (Gases disueltos)
	Continuo	Mensual compuesta	H-3 Alfa total
	Continuo	Trimestral compuesta	Sr-89/90

## Anexo 2

### Programa de muestreo y análisis aplicable a los vertidos de efluentes radiactivos líquidos

Tipo de vertido	Frecuencia de muestreo	Frecuencia mínima de análisis	Tipo de análisis
Descarga continua / Purgas contención	Muestra puntual mensual /Cada purga	Mensual / Cada purga	Emisores gamma (Gases nobles)
		Mensual	H-3
	Muestra continua	Semanal (Filtro carbón)	I-131
	Muestra continua	Semanal (Filtro partículas)	Emisores gamma
	Muestra continua	Mensual compuesta (Filtro partículas)	Alfa total
	Muestra continua	Trimestral compuesta (Filtro partículas)	Sr-89/90
Off-gas (BWR)/ Tanques de gases	Muestra puntual/ Cada tanque	Mensual / Cada tanque	Emisores gamma (Gases nobles)
	Continua	Semanal (Filtro carbón)	I-131
	Continua	Semanal (Filtro partículas)	Emisores gamma
	Continua	Mensual compuestas (Filtro partículas)	Alfa total
	Continua	Trimestral compuesta (Filtro partículas)	Sr-89/90

## Anexo 3

### Tasas nacionales máximas de consumo de agua y alimentos (l / año; kg / año)

	1-2 años	7-12 años	> 17 años
Agua	475	700	716
Leche/Productos lácteos	257	265	239
Vaca	209	233	206
Cabra/Oveja	48	32	33
Vegetales de hoja	22	38	71
Frutas, vegetales y cereales	280	336	403
Carne	53	118	141
Carne de vaca (vaca, cerdo y aves)	51	114	133
Carne de cabra/cordero	2	4	8
Pescado	36	49	78
Pescado de río	0	2	6
Pescado de mar	36	47	72
marisco	8	26	36

Tiempo de exposición a depósitos en orillas: 50 horas/año (EUR 15760 «Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment»)

### Tasas de inhalación del individuo mas expuesto <sup>(1)</sup> (m<sup>3</sup> / año)

1-2 años	7-12 años	>17 años
1880	5585	8100

(1) Valores recomendados por la ICRP en su publicación nº 71 «Age-dependent doses from intake of radionuclides»

## Anexo 4

### Niveles de notificación para concentraciones de actividades de muestras ambientales

Vía isótopo	Aire Bq/m <sup>3</sup>	Agua Bq/m <sup>3</sup>	Leche Bq/m <sup>3</sup>	Carne Bq/m <sup>3</sup> húmedo	Vegetales Bq/kg húmedo	Peces Bq/kg húmedo	Marisco Bq/kg húmedo	Suelo Bq/m <sup>2</sup>
H-3		2000E+03						
Sr-90	4E-02	1E+03	5E+03		40			
Mn-54	4E+00	30E+03	100E+03	600	1.000	400	1.000	3E+03
Fe-59	2E+00	8E+03	30E+03	100	300	100	400	2E+03
Co-58	3E+00	20E+03	90E+03	400	1.000	300	1.000	2E+03
Co-60	2E-01	4E+03	10E+03	70	200	50	200	1E+03
Zn-65	2E+00	6E+03	20E+03	100	300	80	300	4E+03
Zr-95	1E+00	20E+03	70E+03	300	800	200	1.000	3E+03
Nb-95	3E+00	30E+03	100E+03	600	1.000	400	2.000	3E+03
I-131	4E-01	0,6E+03	2E+03		20			
Cs-134	3E-01	4E+03	20E+03	40	70	30	70	1E+03
Cs-137	2E-01	5E+03	30E+03	50	100	50	100	8E+05
Ba-140	1E+00	6E+03	20E+03	100	200	70	300	1E+04
La-140	4E+00	20E+03	90E+03	200	600	200	500	1E+03
Ce-144	1E-01	3E+03	10E+03	50	100	40	200	1E+05

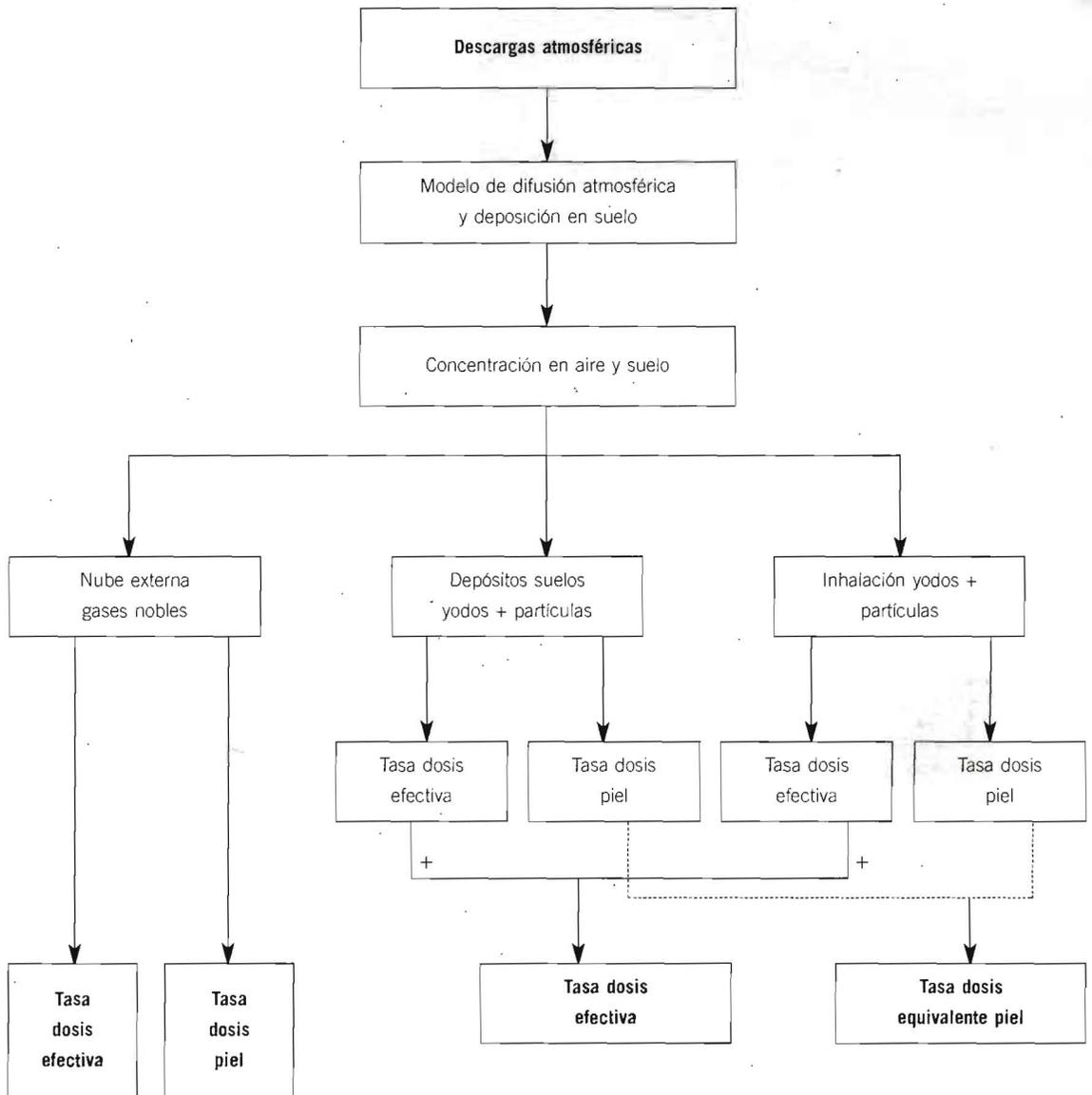
Figura 1

### Efluentes radiactivos líquidos esquema de cálculo de dosis



Figura 2

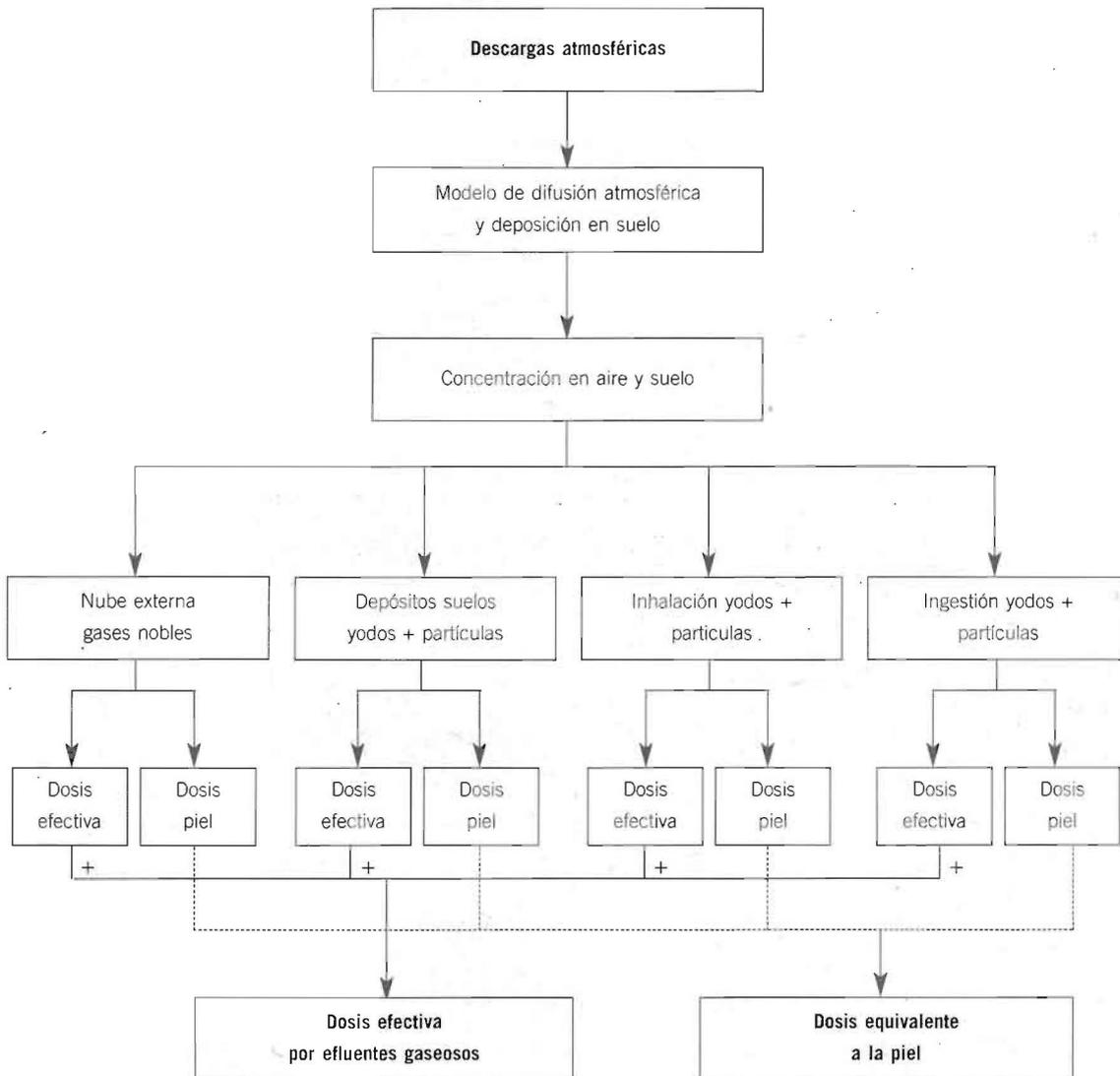
### Efluentes radiactivos gaseosos esquema de cálculo de tasa de dosis



26

Figura 3

### Efluentes radiactivos gaseosos esquema de cálculo de dosis



# Colección Guías de Seguridad

## 1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-31-1. Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-48-6. Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (16 págs.) ISBN 84-87275-44-3. Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-25-7. Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (Rev. 1, 2004) (48 págs.) ISBN 84-87275-35-4. Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-47-8. Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (Rev. 1, 2004) (70 págs.) ISBN 84-87275-67-2. Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (Rev. 1, 2006) (20 págs.) ISBN 84-87275-65-6. Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (12 págs.) ISBN 84-87275-60-5. Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) ISBN 84-95341-36-0. Referencia: GSG-01.11.

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) ISBN 84-87275-83-4. Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-18-2. Referencia: GSG-01.13.

1.14 Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (44 págs.) ISBN 84-95341-28-X. Referencia: GSG-01.14.

1.15 Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2004 (38 págs.). Referencia: GSG-01.15

## 2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

## 3. Instalaciones del ciclo del combustible

## 4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares. CSN, 1993 (24 págs.) ISBN 84-87275-56-7. Referencia: GSG-04.01.

## 5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2.ª y 3.ª categoría). CSN, 1986 (Rev. 1, 2005) (32 págs.). Referencia: GSG-05.01.

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2.ª y 3.ª categoría). CSN, 1986 (Rev. 1, 2005) (28 págs.). Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas. CSN, 1987 (12 págs.) ISBN 84-87275-26-5. Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia. CSN, 1988 (28 págs.) ISBN 84-87275-37-0. Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas. CSN, 1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-30-3. Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-34-6. Referencia: GSG-05.07.  
Anulada<sup>(\*)</sup>.

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas. CSN, 1988 (12 págs.) ISBN 84-87275-24-9. Referencia: GSG-05.08.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X. CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-85-0. Referencia: GSG-05.09.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales. CSN, 1988 (Rev. 1, 2006) (24 págs.) ISBN 84-87275-36-2. Referencia: GSG-05.10.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico. CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-20-6. Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas. CSN, 1998 (64 págs.) ISBN 84-87275-81-8. Referencia: GSG-05.12.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial. CSN, 1999 (64 págs.) ISBN 84-87275-91-5. Referencia: GSG-05.14.

<sup>(\*)</sup> Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor, el 4 de mayo de 1992, el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.15 Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo.

CSN, 2001 (24 págs.) ISBN 84-95341-33-6. Referencia: GSG-05.15.

5.16 Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales.

CSN, 2001 (32 págs.) ISBN 84-95341-29-8. Referencia: GSG-05.16.

## 6. Transporte de materiales radiactivos

6.1 Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas

CSN, 2002 (32 págs.) ISBN 84-95341-37-9. Referencia: GSG-06.01.

6.2 Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos

CSN, 2003 (52 págs.) ISBN 84-95341-39-5. Referencia: GSG-06.02.

6.3 Instrucciones escritas de emergencia aplicables al transporte de materiales radiactivos por carretera.

CSN, 2004 (28 págs.). Referencia: GSG-06.03.

6.4 Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte.

CSN, 2006 (36 págs.). Referencia: GSG-06.04.

## 7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnico-administrativos para los servicios de dosimetría personal.

CSN, 1985 (Rev. 1, 2006) (56 págs.) ISBN 84-87275-46-X. Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica.

CSN, 1986 (8 págs.) ISBN 84-87275-29-X. Referencia: GSG-07.02.

Anulada<sup>(\*)</sup>.

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica.

CSN, 1987. (Rev. 1, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-88-5. Referencia: GSG-07.03.

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes.

CSN, 1986 (Rev. 2, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-86-9. Referencia: GSG-07.04.

Anulada<sup>(\*\*)</sup>.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico.

CSN, 1989 (Rev. 1, 2005) (50 págs.). Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.

CSN, 1992 (16 págs.) ISBN 84-87275-49-4. Referencia: GSG-07.06.

<sup>(\*)</sup> Esta guía ha sido anulada al sustituirse por la instrucción del CSN IS-03 (BOE 12-12-2002).

<sup>(\*\*)</sup> Anulada por haber aprobado el Ministerio de Sanidad y Consumo un protocolo para la vigilancia médica de los trabajadores profesionalmente expuestos.

7.7 Control radiológico del agua de bebida.

CSN, 1990 (Rev. 1, 1994) (16 págs.) ISBN 84-87275-27-3. Referencia: GSG-07.07.

7.9 Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares.

CSN, 2006 (34 págs.). Referencia: GSG-07.09.

## 8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares y en instalaciones radiactivas.

CSN, 2000 (32 págs.) ISBN 84-95341-14-X. Referencia: GSG-08.01.

## 9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad.

CSN, 1991 (16 págs.) ISBN 84-87275-28-1. Referencia: GSG-09.01.

9.2 Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas.

CSN, 2001 (28 págs.) ISBN 84-95341-34-4. Referencia: GSG-09.02.

## 10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares.

CSN, 1985 (Rev. 2, 1999) (16 págs.) ISBN 84-87275-84-2. Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2002) (20 págs.) ISBN 84-95341-35-2. Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.

CSN, 1986 (Rev. 1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-95341-32-8. Referencia: GSG-10.03.

10.4. Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (8 págs.) ISBN 84-87275-39-7. Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 1999) (24 págs.) ISBN 84-95341-06-9. Referencia: GSG-10.05.

10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev. 1, 2002) (16 págs.) ISBN 84-95341-38-7. Referencia: GSG-10.06.

10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.

CSN, 1988 (Rev. 1, 2000) (20 págs.) ISBN 84-95341-17-4. Revisión: GSG-10.07.

10.8 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.

CSN, 1988 (Rev. 1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-87275-42-7. Referencia: GSG-10.08.

10.9 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.

CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-92-3. Referencia: GSG-10.09.

10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.  
CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-13-1. Referencia: GSG-10.10.

10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría  
CSN, 2001 (16 págs.) ISBN 84-95341-25-5. Referencia: GSG-10.11.

10.12 Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras.  
CSN, 2003 (36 págs.) ISBN 84-95341-40-9. Referencia: GSG-10.12.

10.13 Garantía de calidad para el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares.  
CSN, 2004 (28 págs.). Referencia: GSG-10.13.

Las guías de seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española. Estas guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas, siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas guías se considerarán en las revisiones sucesivas.

La correspondencia debe dirigirse a la Oficina de Normas Técnicas y los pedidos al Servicio de Publicaciones. Consejo de Seguridad Nuclear, C/ Justo Dorado, 11, 28040-Madrid.

## Guía de Seguridad 7.9

### Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares

Colección Guías de  
Seguridad del CSN

GS.7.9-2006