

Establecimiento y evolución de los programas de vigilancia radiológica ambiental en las centrales nucleares

I. Marugán, S. Luque, J.L. Martín, C. Rey,
R. Salas, A. Sterling y L. M^a. Ramos

En este artículo se presenta una breve visión de cómo han ido evolucionando a lo largo del tiempo los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental de las centrales nucleares en relación con su adaptación al marco legal y normativo, fases operativas de las plantas, mejoras introducidas de acuerdo al estado del arte en la detección y medida de bajos niveles de radiación, cambios tanto en sus emplazamientos, como en su entorno y sucesos ocurridos dentro y fuera de nuestras fronteras.

This article presents a brief overview of how the Radiological Environmental Monitoring Programmes carried out around nuclear power plants have evolved associated to different reasons as the legal framework, operational phases of the facilities, development on the detection and measurement of low levels of radiation due to the state of art and best available technologies, changes within sites as well as in their surroundings and accidents taken place inside and outside of our borders.

I. MARUGÁN TOVAR, S. LUQUE HEREDIA,
J.L. MARTÍN MATARRANZ, C. REY DEL
CASTILLO, R. SALAS COLLANTES Y
A. STERLING CARMONA

Área de Vigilancia Radiológica Ambiental.
Consejo de Seguridad Nuclear. Madrid

L. M^a. RAMOS SALVADOR

Subdirección de Protección Radiológica
Ambiental. Consejo de Seguridad Nuclear.
Madrid

INTRODUCCIÓN

Los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) de las centrales nucleares se han establecido y desarrollado de acuerdo con el marco legal y normativo existente teniendo en cuenta las diferentes fases de su vida operativa. Desde la entrada en funcionamiento de la primera central nuclear española, hace ya cuarenta y cinco años, los PVRA han ido evolucionando tanto en su alcance y desarrollo como en su control en relación con diversos factores como: su adaptación a la normativa vigente, la fase operativa de la instalación, mejoras introducidas de acuerdo al estado del arte en la detección y medida de bajos niveles de radiación incorporando la mejor tecnología disponible, y modificaciones realizadas como consecuencia de accidentes nucleares fuera de nuestras fronteras o incidentes de operación.

En la Figura 1 se incluye la localización de los emplazamientos de las centrales nucleares y en la Tabla 1 las características y cronología de sus autorizaciones.

ESTABLECIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LOS PVRA DE ACUERDO CON SUS FASES TEMPORALES Y EL MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Estudio Analítico Radiológico (EAR)

Es la base para su diseño, se trata de un documento reglamentario solicitado en el primer Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR) [3] de 1972. En la autorización de construcción se requería dentro del estudio preliminar de seguridad una "...Descripción del emplazamiento y su zona circundante..." y en la autorización de puesta en marcha el "Estudio analítico radiológico de la instalación". Con anterioridad a esta fecha la base legal se encontraba en la Ley 25/1964 [1], en la que en su artículo 36 sobre la explotación de las instalaciones nucleares se decía que debían funcionar sin riesgo y cumplir cuantas disposiciones se fijasen en los reglamentos correspondientes en relación con la protección a las radiaciones ionizantes, añadiendo que estas disposiciones se debían referir tanto a las condiciones de trabajo como al peligro que las radiaciones ionizantes

representan "...para terceras personas y seres vivos que puedan quedar afectados por dichas radiaciones y actividades...". La Guía 3 [6] de la entonces Junta de Energía Nuclear (JEN) tenía por objeto poder cumplimentar los requisitos contenidos en la Ley [1] y en el Reglamento [3] citados.

Las centrales nucleares de Almaraz, Ascó, Cofrentes, Vandellós II y Trillo, cuya autorización de construcción fue posterior a la publicación del RINR [3], presentaron como documentación asociada a las autorizaciones de licenciamiento los correspondientes EAR.

Las centrales con autorizaciones anteriores a su publicación actuaron de la siguiente manera: Vandellós I, realizó en el año 1975 un "Estudio Analítico de las consecuencias Radiológicas, Estudio de Seguridad", Sta. M.^a de Garoña presentó en el año 1987 al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) un EAR, actualizado en el año 2006 en el documento "Estudio de Impacto Radiológico asociado a la operación a largo plazo"; y José Cabrera en 1982 elaboró un EAR, que fue revisado en 1990. En

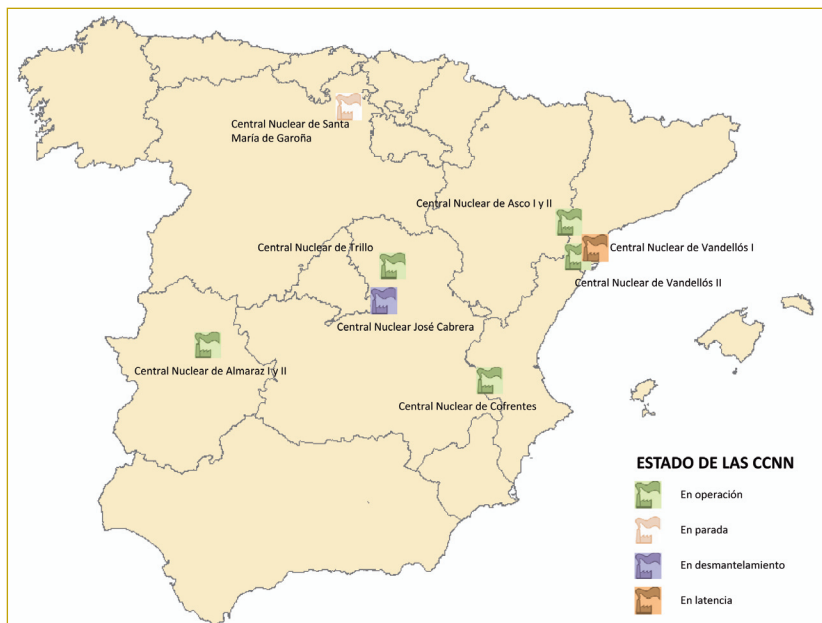


Figura 1. Estados de las centrales nucleares españolas.

las dos últimas centrales estos estudios fueron requeridos por el CSN en los condicionados de sus Permisos de Explotación Provisional.

Programa preoperacional

Este programa es la primera fase temporal del PVRA. Las centrales nucleares de Almaraz, Ascó, Cofrentes, Trillo y Vandellós II lo llevaron a cabo con una duración entre cuatro y siete años, siguiendo las recomendaciones de las Guías 3 [6] y 9 [7] de la JEN para su implantación y desarrollo respectivamente.

De forma explícita según el RINR del año 1999 [5] este programa se debía presentar en la autorización de construcción tomando como base las conclusiones obtenidas en el EAR con la finalidad de establecer el nivel de referencia del fondo radiológico de la zona.

Programa operacional

Durante su operación todas las centrales españolas están realizando o han realizado este programa para el que se tomaron como base las recomendacio-

nes contenidas en las Guías 3 [6] y 9 [7] de la JEN hasta la publicación en 1993 de la Guía de Seguridad 4.1 del CSN (GS 4.1) [8]. En esta guía se revisan y actualizan los criterios establecidos en las anteriores.

De acuerdo con el RINR del año 1999 [5], las instalaciones deben presentar este programa al solicitar la autorización de explotación, siendo su objeto la evaluación del impacto derivado del funcionamiento de la misma.

Programas durante cese de explotación, desmantelamiento y clausura

En la GS 4.1 [8] se establecen estas fases en el desarrollo del PVRA indicando que sus objetivos son similares a los de la fase de operación.

El RINR [5] en su revisión de 1999 considera por primera vez de forma explícita el cese de explotación en el capítulo V del título II "Modificaciones de la Instalación", no estableciendo ningún requisito adicional sobre el PVRA, y el desmantelamiento y de-

claración de clausura en el capítulo VI del mismo título, solicitando que el estudio de seguridad incluya un estudio de impacto radiológico ambiental de la ejecución del programa de desmantelamiento que contendrá el plan de vigilancia radiológica ambiental aplicable.

Vandellós I cesó su operación y obtuvo la autorización de desmantelamiento antes de la aparición del RINR [5], no obstante el alcance y contenido de su PVRA se ha ido adaptando a las distintas fases de acuerdo a lo indicado en la GS 4.1 [8].

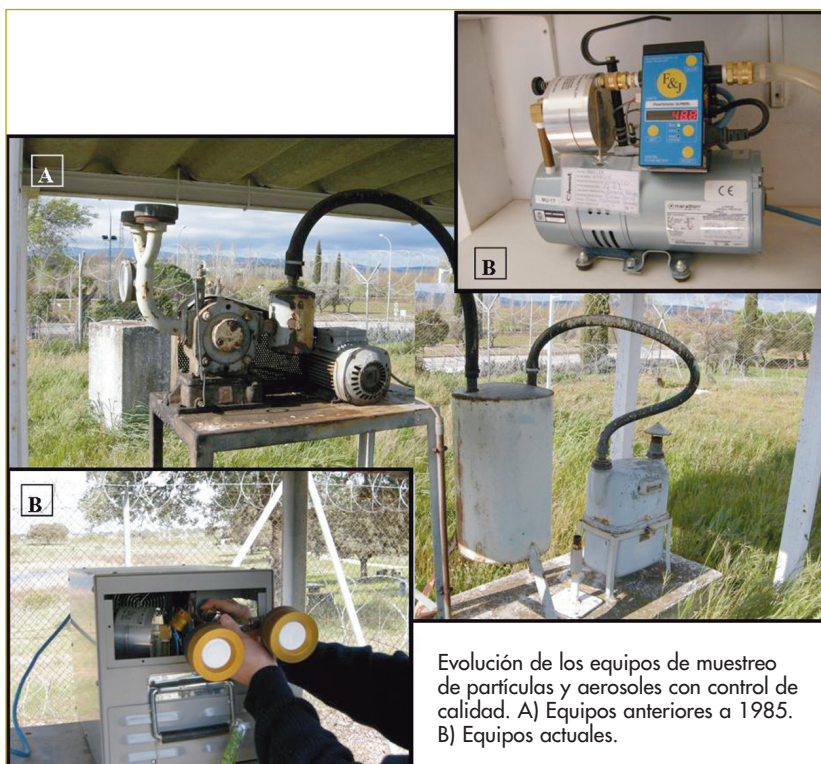
José Cabrera y Sta. M.^a de Garoña, que se encuentran actualmente en fase de desmantelamiento y cese definitivo respectivamente, siguen desarrollando un programa de vigilancia sin discontinuidad con el desarrollado durante la etapa operacional, con modificaciones en su alcance como son, durante el cese, la eliminación de filtros para la medida de radioyodos y los análisis de I-131 en estas muestras y en las de leche y cultivos. Además, al menos un año antes de que se inicien las actividades de desmantelamiento, y con idéntico alcance que el PVRA que se realizará en esta fase, se lleva a cabo un programa denominado "previo" que tiene como finalidad obtener unos niveles de referencia de muestras y radionucleidos que no han sido considerados durante la operación.

EVOLUCIÓN EN LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La JEN era responsable de toda la vigilancia radiológica ambiental que se realizaba en el país así como de la recopilación de sus resultados [1], asignándose a partir de 1980 estas competencias al CSN en su Ley de creación [2]. Los informes sobre la vigilancia se proporcionaban inicialmente en papel y la expresión de los resultados analíticos se adaptaba a las condiciones establecidas en la Guía nº 9 [7] de la JEN. Básicamente se requería que los datos sobre la concentración de actividad

Centrales nucleares	Tipo (MWe)	Autorización					
		Previa	Construcción	Puesta en marcha	Cese	Desmantelamiento	Latencia
José Cabrera	W-PWR (160)	1963	1964	1968	2006	2010	
Garoña	GE-BWR (460)	1963	1966	1970	2013		
Vandellós I	Magnox-CGR (480)	1967	1968	1972	1989	1998	2005
Almaraz I/II	W-PWR (973/984)	1971/1972	1973/1973	1980/1983			
Ascó I/II	W-PWR (973/966)	1972/1972	1972/1975	1982/1985			
Cofrentes	GE-BWR (1096)	1972	1975	1984			
Vandellós II	W-PWR (1009)	1976	1980	1987			
Trillo	KWU-PWR (1066)	1975	1979	1987			

Tabla 1



Evolución de los equipos de muestreo de partículas y aerosoles con control de calidad. A) Equipos anteriores a 1985. B) Equipos actuales.

y su error asociado vinieran dados con el número correcto de cifras significativas, indicando “el término de error del dato” y el del “nivel mínimo detectable” y en ambos casos la forma para su obtención; expresándose los resultados en picocurios y milirem.

Con la publicación de la GS 4.1 [8] los requisitos se ampliaron, debiendo acompañar cada resultado analítico con datos sobre la identificación del tipo de muestra, lugar de muestreo y fechas de recogida inicial, final y de análisis, entre otros y utilizando unidades del Sistema Internacional (becquerelios o sievert).

El CSN inicialmente disponía de un programa informático *Anatema* en el que se cargaban manualmente los datos facilitados por las instalaciones, así como los recuperados de la JEN. En el año 1992 finalizó el primer desarrollo de una base de datos gestionada por la aplicación denominada *Keeper* para almacenar y cargar automáticamente todos los resultados de los análisis de los programas de vigilancia, y se desarrolló un *software* para la carga automática en esta base de datos de los que se encontraban en *Anatema*.

Se llevaron a cabo diversas reuniones entre el CSN y los titulares de las instalaciones, en las que se consensaron los formatos y códigos necesarios para unificar criterios aplicables tanto a los datos ya disponibles en el CSN como a los que se enviarían a partir del año 1993 para su carga directa en la base de datos. La aplicación *Keeper*

desde su desarrollo inicial está en un proceso de mejora permanente, los datos se someten a un proceso completo de validación en varias etapas y permite un manejo flexible de acceso, consulta y tratamiento de los datos así como de diversas opciones para su representación gráfica.

EVOLUCIÓN DE LA CONSIDERACIÓN DEL PVRA EN LOS DOCUMENTOS OFICIALES DE LAS CENTRALES

A partir de 1995 se inicia un proceso de implantación y normalización de especificaciones técnicas de funcionamiento relacionadas con la vigilancia radiológica ambiental de centrales nucleares, estableciéndose un modelo de Especificaciones Técnicas (ET) y de Manual de Cálculo de Dosis al Exterior (MCDE) para que todas ellas incluyeran el PVRA entre sus documentos oficiales de explotación.

Actualmente en las ET se definen los requisitos sobre el establecimiento y aplicación de un PVRA, solicitando la realización de un censo del uso de la tierra y el agua que identifique los cambios producidos en las zona y un programa de control de calidad analítico, y su desarrollo se incluye en el MCDE.

Antiguamente se establecieron unos valores de concentración de actividad en muestras ambientales cuya superación había que notificar al CSN, basados en los valores medios obtenidos habitualmente. En el MCDE se han

establecido unos Niveles de Notificación (NN) que representan para cada muestra ambiental y radionucleido la concentración de actividad que podría dar lugar a los valores de restricción operacional de dosis efectiva a miembros del público que limitan la emisión de efluentes durante el funcionamiento de las centrales. Originalmente estos NN se calcularon a partir de los límites de dosis vigentes en aquellos momentos en las ET de vertidos de las centrales. Con la entrada en vigor en enero de 2002 del nuevo Reglamento de Protección Sanitaria Contra las Radiaciones Ionizantes (RPRSI) [3] el CSN revisó los NN para adecuarlos a las nuevas magnitudes y a otros parámetros actualizados, como las tasas de consumo nacionales.

Para las instalaciones en desmantelamiento estos NN se han completado con los nuevos radionucleidos que formarán parte de sus emisiones y que por lo tanto son considerados en el PVRA.

Actualmente en las Guías del CSN 7.9 [9] y 1.7 [10] se describe el contenido del MCDE relativo al PVRA y los requisitos sobre la información y documentos a presentar al CSN y sus plazos.

MODIFICACIONES EN EL ALCANCE DE LOS PVRA

Ya en la Guía nº 9 [7] de la JEN, y más concretamente en la G.S. 4.1 [8] se establece la posibilidad de revisar el PVRA “en base a la experiencia obtenida con objeto de conseguir una optimización del mismo, desde el punto de vista tanto económico como operativo”. Asimismo, el PVRA debe ser revisado cuando se alteren características propias de la zona, pero siempre haciendo compatibles dichos cambios con las recomendaciones vigentes en cada caso.

En las Revisiones Periódicas de la Seguridad (RPS) [11] llevadas a cabo por los titulares de las instalaciones como requisito para la solicitud de un nuevo permiso de explotación, se incluye un capítulo dedicado a la vigilancia radiológica ambiental en el que además de un estudio estadístico de los resultados obtenidos en el periodo considerado, se añade un resumen de los cambios introducidos en el PVRA en el citado periodo. Algunas de las causas más comunes son, por ejemplo, desaparición de suministradores de muestras de alimentos, adaptación a las nuevas revisiones del censo del uso de la tierra y agua, otros cambios en la ubicación de las estaciones, buscando en todos los casos lugares más representativos, así mismo ajustes en la distribución de los dosímetros de medida de radiación

gamma ambiental en el entorno de la instalación a causa del progreso de los sistemas de posicionamiento, etc.

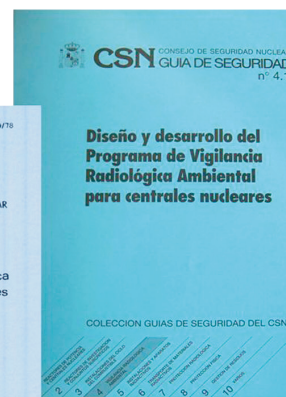
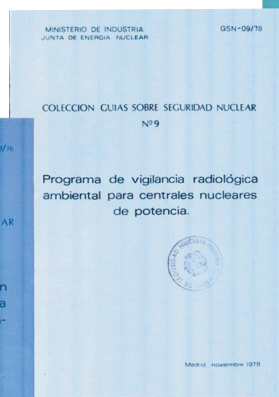
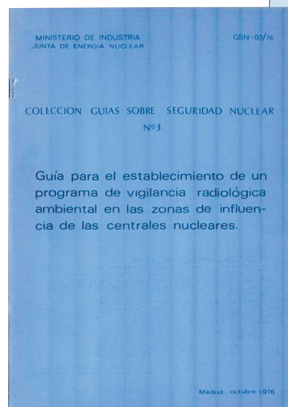
Por otro lado, los PVRA han permitido detectar las emisiones producidas por accidentes nucleares fuera de nuestras fronteras, dando lugar a modificaciones transitorias en el alcance de los mismos. En el año 1986 tras el accidente de Chernobyl, el CSN solicitó a los titulares la comunicación de los resultados de los PVRA a medida que se iban obteniendo. En el caso del accidente de Fukushima en 2011, el CSN puso en marcha un dispositivo especial de vigilancia solicitando el aumento de la frecuencia de muestreo y análisis de algunos tipos de muestras, el adelanto en la programación y recolección de otras y la comunicación al CSN por parte de los responsables de los programas de vigilancia de los resultados obtenidos. Pudiendo comprobarse en ambos casos que el PVRA era capaz de detectar alteraciones en los niveles radiológicos del medioambiente de forma fiable, aportando datos con la calidad radiológica requerida en el entorno internacional y permitiendo asegurar que las concentraciones alcanzadas no supusieron un riesgo para la salud de las personas.

La liberación al exterior de partículas radiactivas que se produjo en la central nuclear de Ascó, en el año 2007, no tuvo la característica de una emisión habitual de efluentes gaseosos, sino que estuvo compuesta por partículas que se depositaron mayoritariamente en las superficies de las terrazas de edificios colindantes y en el suelo cercano. En relación con este suceso el CSN solicitó el aumento en el PVRA de la frecuencia de muestreo en las vías con mayor capacidad de acumulación de radioisótopos, y la notificación de los resultados a medida que fueran obtenidos. Así mismo, puso en marcha una campaña de vigilancia y búsqueda de partículas radiactivas en el exterior del emplazamiento en su zona más próxima mediante medidas no habituales en el PVRA con equipos portátiles.

En relación con este tipo de sucesos, el CSN emitió una instrucción técnica complementaria (ITC), para mejorar el conocimiento del estado radiológico de los emplazamientos de las instalaciones nucleares, que requería la vigilancia radiológica en áreas exteriores dentro de sus emplazamientos. A partir de las evaluaciones del CSN de los estudios presentados y de comprobaciones en campo a través de inspecciones se vio la conveniencia de incluir nuevas estaciones en los PVRA de algunas centrales como en el caso de Sta. M.^a de Garoña y Trillo.

SISTEMA DE CALIDAD

Teniendo en cuenta la gran diversidad de aspectos involucrados en el desarrollo de un PVRA las centrales nucleares



Evolución de las Guías sobre los programas de vigilancia radiológica ambiental.

cumplen con el requisito de incluir todas las actividades relacionadas con el mismo dentro de su sistema de calidad y en este contexto han ido desarrollando los procedimientos correspondientes a cada una de las etapas.

Además en la Guía 9 [7] de la JEN y GS 4.1 [8] ya se requería un programa de control de calidad analítico con un alcance entre el 5 % y el 15 % del número total de muestras que se consideran dentro del PVRA, aspecto que se recoge actualmente en las ET y MCDE.

Por su parte el CSN ejerce el control regulador mediante inspecciones periódicas, evaluación de los datos y realización de programas de muestreo y análisis independientes que representen en torno al 5 % del PVRA desarrollado en cada instalación.

Adicionalmente, a lo largo de los años el CSN ha ido impulsando y apoyando un conjunto de actividades con el objetivo de mejorar la calidad de la vigilancia radiológica ambiental en nuestro país, que incluye el desarrollo de encuentros y reuniones con todos los sectores involucrados en los programas, la organización de campañas de intercomparación analíticas desde el año 1992, con el apoyo técnico del Ciemat, sobre muestras y análisis habitualmente recogidos en estos programas, así como la publicación de procedimientos que abarcan a las distintas etapas del PVRA [13].

El CSN requiere la implantación de las normas UNE y los procedimientos publicados por el CSN [13] y comprueba su aplicación, solicitando los cambios y actuaciones necesarias para

su cumplimiento. Entre los cambios implantados en todos los PVRA, cabe citar la adaptación

de los equipos de muestreo de partículas de polvo en aire a lo requerido en la norma UNE 73320-3 [12] y en el procedimiento de aplicación [13] así como la implantación de la metodología de recogida y conservación de muestras tales como, depósito total, sedimentos, suelo, aguas etc. descrita en diferentes normas y procedimientos [13].

En este sentido, a partir del año 2007 con la colaboración de SEPR-Enresa y CSN, se han desarrollado dos cursos teórico-prácticos de toma de muestras en el Centro de Almacenamiento de Residuos de Baja y Media actividad de El Cabril, con el objetivo de impartir los conocimientos necesarios para la toma de muestras de acuerdo con las Normas UNE de aplicación y promover la puesta en común de las experiencias del personal directamente encargado de la recogida de las muestras.

Es de destacar la mejora introducida en la localización de las estaciones de muestreo que en la actualidad se encuentran todas ellas georreferenciadas, lo que, entre otras cosas, permite su inclusión en un sistema de información geográfica con toda la información sobre estos programas.

Por su parte la Comisión Europea ha establecido, en virtud del artículo 35 del Tratado Euratom, un programa de verificaciones del funcionamiento y eficacia de las instalaciones destinadas a la medida de la radiactividad ambiental y de la adecuación de los programas de vigilancia. En el caso de las centrales nucleares se han realizado verificaciones al PVRA y a los laboratorios que intervienen en su desarrollo de las centrales nucleares de Vandellós II (1994), Trillo (2004), Cofrentes (2007) y Ascó (2008), concluyendo que la vigilancia radiológica ambiental establecida en todos los emplazamientos visitados es adecuada

da y cumple con lo dispuesto en el Artículo 35 del Tratado Euratom.

CONCLUSIONES

A lo largo de los años los programas de vigilancia radiológica ambiental en el entorno de las centrales nucleares han ido evolucionando y han cumplido con lo requerido en la reglamentación y normativa vigente, permitiendo asegurar que la calidad medioambiental alrededor de las centrales nucleares se ha mantenido en condiciones aceptables desde el punto de vista radiológico sin que haya existido riesgo para las personas como consecuencia de su operación o de las actividades de desmantelamiento y clausura desarrolladas, y que así mismo en el caso de accidentes ocurridos fuera de nuestras fronteras las concentraciones alcanzadas en nuestro país no han supuesto un riesgo para la salud de las personas.

REFERENCIAS

- [1]. Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre energía nuclear. (BOE nº 107 de 4 de mayo 1964).
- [2]. Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear, reformada por la Ley 33/2007 de 7 de noviembre. (BOE de 25 de abril de 1980)
- [3]. Real Decreto 2869/1972, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. (BOE nº 255 de 24 de octubre de 1972).
- [4]. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. (BOE nº 178 de 26 de julio de 2001)
- [5]. Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre. (BOE nº 313, de 31 de diciembre de 1999), modificado por el Real Decreto 35/2008, de 18 de enero (BOE nº 42, de 18 de febrero de 2008).
- [6]. Guía 3 de la Junta de Energía Nuclear (JEN), año 1976. "Guía para el establecimiento de un Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en las zonas de influencia de las centrales nucleares".
- [7]. Guía 9 de la JEN, año 1978. "Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en las centrales nucleares de potencia".
- [8]. Guía de Seguridad no 4.1 del CSN, año 1993. "Diseño y desarrollo de Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares".
- [9]. Guía de Seguridad 7.9 del CSN, año 2006. "Manual de cálculo de dosis en el exterior de las instalaciones nucleares".
- [10]. Guía de Seguridad nº 1.7 (rev.2) del CSN, año 2003. "Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares".
- [11]. Guía de Seguridad nº 1.10 (rev.1) del CSN, año 2008. "Revisiones Periódicas de Centrales Nucleares".
- [12]. UNE 73320-3. Procedimiento para la determinación de la radiactividad ambiental. Toma de muestras. Parte 3: Aerosoles y Radioyodos. UNE 73311 de "Toma de muestras de suelo", UNE 73311-5/2002 de "Conservación de muestras de suelo", UNE 73340-3/2004 de "Determinación de Sr-89/90 en suelos y sedimentos", UNE 73311-4/2004 de "Determinación del índice de actividad beta total en aguas mediante contador proporcional", UNE 73340-2/2003 de "Determinación del índice de actividad beta resto en aguas mediante contador proporcional".
- [13]. Procedimientos 1.1 a 1.15 incluidos en la Serie Vigilancia Radiológica Ambiental, en la Colección Informes Técnicos del CSN, disponibles en la página de publicaciones del CSN: (http://www.csn.es/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=63&Itemid=143&lang=es).■

4 de julio

PROGRAMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

LA INSTRUCCIÓN DE SEGURIDAD IS-30 REVISIÓN 1

Sala de conferencias de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI),
Universidad Pontificia Comillas (UPC)

**JORNADA
TÉCNICA 2013**
sociedad nuclear española



con la colaboración de:



PROGRAMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. LA INSTRUCCIÓN DE SEGURIDAD IS-30 REVISIÓN 1

En las instalaciones nucleares los programas de protección contra incendios en la seguridad y eficiencia de la instalación resultan de importancia vital. El incendio de Browns Ferry en 1975 supuso un impacto cualitativo en la percepción del riesgo que suponían los incendios para la seguridad de las centrales nucleares, lo que se tradujo en un salto regulador importante. Desde entonces, la regulación y los programas de investigación no han dejado de avanzar en la mejora sustancial en la protección frente a este tipo de riesgos. Los programas de protección contra incendios están elaborados bajo el principio de defensa en profundidad, y se traducen en un conjunto de medidas que empiezan desde las primeras fases del diseño y los análisis de seguridad y se desarrollan en su totalidad durante la explotación de la central. Esta Jornada Técnica se celebra tras la reciente publicación de la revisión 1 de la Instrucción de Seguridad IS-30, que incorpora la experiencia obtenida en la aplicación de la revisión 0 y las mejoras y evolución en la regulación desde su publicación.