

Preparación al desmantelamiento de una central nuclear

P. Díez, F. G^a Acosta, M. G^a Costilla, V. G^a Pérez, C. Pomar, F. Madrid y N. Martín

La parada definitiva de una central nuclear supone el inicio de una nueva etapa en la vida de esa central. A partir de ese momento y hasta la Transferencia de Titularidad a ENRESA para realizar el Desmantelamiento, nos encontramos en una fase en la que se pueden realizar una serie de actividades que permitirán iniciar la etapa de desmantelamiento de una manera más eficaz.

Las actividades que se pueden realizar durante esta etapa, además de las que corresponden a la gestión del combustible irradiado y de los residuos operacionales, pueden ser la descontaminación del circuito primario y auxiliares, la gestión de activos y la gestión de personal.

En este artículo se analizan las actividades realizadas durante esta etapa en la CN José Cabrera.

The definitive shutdown of a nuclear power plant marks the beginning of a new stage in the life of that plant. As of that moment and until the Ownership Transfer to ENRESA to undertake the Dismantling, we find ourselves in a phase in which a series of activities can be carried out that will make it possible to more effectively begin the dismantling.

The activities that can be carried out during this stage, in addition to those corresponding to irradiated fuel and operational waste management, include decontamination of the primary circuit and auxiliaries, asset management and personnel management.

This article analyzes the activities carried out during this stage in Jose Cabrera NPP.

Los autores de este artículo son:

Por Unión Fenosa Generación: Díez González, Pablo (Jefe de CNJC); García Acosta, Francisco (Jefe de Seguridad y PR de CNJC); García Costilla, Manuel (Jefe de Mantenimiento de CNJC); García Pérez, Víctor (Jefe de Desmantelamiento); Pomar Alfaro, Carlos (Jefe de Operación de CNJC).

Por ENRESA: Madrid, Francisco (Departamento proyecto de clausura); Martín, Nieves (Proyecto desmantelamiento CNJC).

La parada definitiva de la central nuclear José Cabrera el 30 de abril de 2006, supuso el inicio de una nueva etapa en la vida de esta central. A partir de ese momento y hasta la Transferencia de Titularidad a ENRESA para realizar el Desmantelamiento, que se prevé para el 30 de abril de 2009, nos encontramos en la fase de preparación al Desmantelamiento (figura 1).

Las actividades de la instalación durante esta etapa se centran, principalmente, en el almacenamiento y refrigeración de los elementos de combustible irradiado dentro de la piscina de combustible, el movimiento y almacenamiento en seco de contenedores de combustible dentro del emplazamiento y el acondicionamiento de los residuos operacionales.

La orden ECO/2757/2002 de 14 de octubre (BOE 7 de noviembre de 2002) por la que se renueva la autorización de explotación de central nuclear José Cabrera dispuso entre otras condiciones las siguientes:

“Uno. Otorgar a UNION FENOSA GENERACIÓN, S.A., una renovación de la autorización de explotación a central nuclear José Cabrera hasta el 30 de abril de 2006.

Dos. La fecha anterior, 30 de abril de 2006 constituirá la de cese definitivo de la explotación de la central. Con anterioridad a dicha fecha el Ministerio de Economía, previo informe del CSN,



Figura 1.

establecerá las condiciones a las que deberán ajustarse las actividades a realizar en la central hasta la autorización de desmantelamiento y el plazo en el que se deberá solicitar dicha autorización, en virtud de lo dispuesto en el artículo 28 del RINR.”

La citada Orden supuso para UFG la imposición de una fecha de cierre anticipada ya que la solicitud de renovación preveía finalizar la vida útil de la instalación en noviembre de 2008 (figura 2).

Esta imposición obliga a contemplar el cese de la explotación a la luz de la normativa en vigor; principalmente el Reglamento de Instalaciones nucleares y radiactivas aprobado por Real Decreto 1836/1999 de 3 de diciembre (RINR), artículo 28.

Al cumplirse las condiciones contempladas en el punto 1 de dicho artículo por estar declarado el cese definitivo de la explotación mediante la Orden ECO/2757/2002 anteriormente mencionada, procede considerar las nuevas condiciones a las que deban ajustarse las actividades a realizar en la instalación hasta la obtención de la autorización de desmantelamiento, etapa que se abre tras el cese de la explotación de la instalación.

El punto 2 del artículo 28 del RINR detalla las condiciones previas a la concesión de la autorización de desmantelamiento, a saber:

a) “Haber descargado el combustible del reactor y de la piscina de almacenamiento o, en defecto de esto último, que se disponga de un plan de gestión del combustible gastado aprobado por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio previo Informe del Consejo de Seguridad Nuclear.

b) Haber acondicionado los residuos generados durante la explotación”.

En relación con el apartado a) entendemos que la opción a desarrollar es descargar el combustible tanto del reactor como de la piscina de almacenamiento, ya que de esta manera se permite abordar el desmantelamiento, tanto de dicho edificio, como de otros edificios auxiliares que albergan equipos necesarios para mantener la piscina de almacenamiento en las adecuadas condiciones de seguridad.

Esta opción es la prevista en el Estudio Básico de Estrategias, documento elaborado por ENRESA, como empresa responsable de realizar la actividad de desmantelamiento y entregado al Ministerio de Industria Turismo y Comercio en julio de 2003.

En este marco regulatorio la previsión de inicio de desmantelamiento de la central en el año 2009 (tres años después de la parada) hace que sea necesario disponer de un almacenamiento temporal,



Figura 2.



Figura 3.

dedicado exclusivamente al combustible de la central (ATI).

Se dispondrá de esta forma de una instalación en el emplazamiento dedicada en una primera fase a alojar el combustible que permanece en la piscina y el reactor de la central y en una segunda fase, tras la transferencia de la planta a la EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS, S.A., (prevista en el 2009), para alojar los residuos de alta actividad que se produzcan hasta el final del desmantelamiento, que está planificado para el año 2015.

ACONDICIONAMIENTO DE RESIDUOS OPERACIONALES

Para dar cumplimiento a lo requerido en el apartado b), es necesario acondicionar los residuos de operación y los que se generen hasta el final de la explotación

comercial (30 de abril de 2006), así como otros residuos generados durante la explotación de diferente naturaleza como, aceites, maderas, etc. (figura 3).

La Generación, Acondicionamiento, Almacenamiento Temporal y Gestión de los Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad producidos durante la operación de la central nuclear José Cabrera se recoge en el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos de la central, aprobado por el Ministerio de Industria en la Orden Ministerial de 20 de Abril de 2006, y se realiza de acuerdo con el contrato suscrito entre ENRESA y UNION FENOSA de 24 de Noviembre de 1984 “Contrato para la gestión de residuos radiactivos generados en la operación de la central nuclear José Cabrera y para su desmantelamiento”.



Figura 4.

El acondicionamiento de los residuos generados se lleva a cabo siguiendo los criterios y la metodología definidos en cada uno de los Libros de Proceso de las distintas corrientes de residuos (Resinas de bola de intercambio iónico, Concentrados de evaporador, Lodos o aguas de limpieza, Compactables, No Compactables y Filtros).

Adicionalmente, existen materiales que no se pueden incluir en ninguna de las corrientes de residuos tipificadas, como es el caso de los materiales contaminados y/o activados de muy baja actividad susceptibles de ser gestionados como residuos convencionales, tales como aceite, chatarra, carbón activo y madera, para los cuales su acondicionamiento y gestión se ha realizado por la vía de la desclasificación (figura 4).

La central nuclear José Cabrera, durante los años 2006 y 2007, ha llevado a

cabo un Programa de Actividades para acondicionar los residuos operacionales de la central de acuerdo con lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos.

De esta forma, todos los residuos generados durante la explotación de la central nuclear José Cabrera se encuentran en la actualidad acondicionados de acuerdo con lo requerido en el artículo 28 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Operación y mantenimiento en CNJC en al fase de parada definitiva de la planta

Por otro lado, el CSN ha emitido una Instrucción Técnica Complementaria sobre la Modificación de los Documentos Oficiales de Explotación Asociados a la Declaración del Cese de Explota-

ción (CSN-CNJCA/SG/04/6), en la que se requiere al titular que "Antes del 1 de mayo de 2005, remita una propuesta de modificación de los documentos oficiales de explotación correspondiente al periodo 2006-2009, que tenga en cuenta el análisis de riesgos en las circunstancias en que se encontrará la planta en ese periodo de tiempo y se describirán las actividades que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica" (figura 5).

Previo a la parada definitiva de la planta, con una antelación de unos 2,5 años, CNJC establece unos planes de acción para adaptar tanto la documentación oficial, como no oficial, y los sistemas a la situación real de la planta en parada definitiva. Se efectúa revisión de los planes o programas de Garantía de Calidad, Protección Radiológica, de Seguridad, de Operación, de Mantenimiento, Reglamento de Funcionamiento, etc. Se establecen e implantan las Modificaciones de Diseño pertinentes para dejar fuera de servicio sistemas completos en unos casos, y en otros, funciones de sistemas que no son requeridos en la nueva situación de parada definitiva.

El grupo de Operación elabora una serie de programas donde se recogen todos los sistemas de la instalación relacionados con el mantenimiento del Foso de Combustible Gastado (programa de mantenimiento del Foso de Combustible Gastado, programa de Ventilación y Aislamiento de la Contención, Protección Contra Incendios, etc.), en estos programas se reseñan las funciones de los sistemas, las condiciones de operación, los criterios operativos, las Condiciones Límite de Operación, Exigencias de Vigilancia, acciones a realizar en los casos de cambios o incumplimiento de los criterios establecidos (figura 6).

Para la aplicación del mantenimiento en la instalación, se siguen los mismos criterios que los aplicables con la planta en operación a potencia: mantenimiento

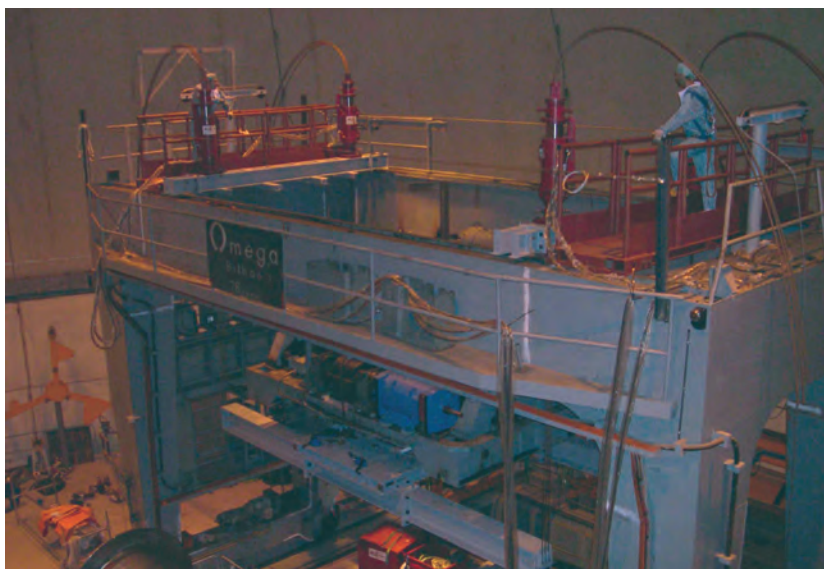


Figura 5.



Figura 6.

preventivo, correctivo, predictivo y regla de mantenimiento.

Se ha efectuado una revisión completa y exhaustiva de las gamas de mantenimiento preventivo y procedimientos aplicables. En algunos casos se han reajustado las frecuencias y alcances de ejecución teniendo en consideración la disponibilidad de los sistemas, aplicabilidad de ETF o Criterios de Vigilancia, e importancia de estos sistemas para la Condición de Parada Definitiva.

Puesta en valor de activos

Durante la fase de preparación al Desmantelamiento y para mantener operativos los sistemas de la central, será necesario disponer de los repuestos suficientes en el Almacén.

Esta situación, supone que en el momento de la transferencia se encontraría un inmovilizado en Almacén que no podría recuperarse.

Para minimizar este impacto en la cuenta de resultados de la sociedad, se inicia después de la parada definitiva, un Plan de puesta en valor de equipos instalados que están fuera de servicio definitivamente y de repuestos de almacén que no son necesarios para el mantenimiento de la central en esta situación (figura 7).

Para ello, se revisan de manera exhaustiva todos los elementos que figuran en stock de almacén y su valor contable, iniciando una valoración de necesidad del elemento como repuesto y su posible enajenación en el mercado o traslado a otros almacenes de la empresa.

En la etapa de preparación al Desmantelamiento, se acuerda con ENRESA abordar determinadas actividades que facilitarían el desmantelamiento.

Plan de futuro profesional

Con el objetivo de establecer una Organización que garantice la operación fiable y segura durante el periodo anterior al cese de las actividades de generación, siendo capaz de afrontar a su vez, demandas posteriores de servicios durante la etapa de desmantelamiento y por otro lado acomodar, en la medida de lo posible, las aspiraciones profesionales del personal no necesario con las necesidades de la Empresa, se establece un Plan de Futuro Profesional (PFP), liderado por la Dirección de Recursos Humanos de la Empresa y manteniendo un diálogo con los representantes de los trabajadores.

Para determinar con la mayor exactitud posible la organización de la central durante el periodo de transferencia y en consecuencia el número y cualificación de las personas necesarias, se necesitaba



Figura 7.

en primer lugar, determinar los sistemas de la central que eran requeridos y en segundo lugar la definición de las Especificaciones de Funcionamiento y exigencias de vigilancia asociadas, además de otros documentos relacionados con las necesidades de personal, como el Plan de Emergencia Interior. En base a los datos anteriores, se realizaría una organización de la central, reflejada en el Reglamento de Funcionamiento, de donde se obtendría el número y cualificación del personal necesario (figura 8).

Un aspecto importante fue el establecimiento de unos criterios de selección del personal de la organización, que garantizaran, por una parte el operar la central con plena seguridad durante el periodo de transferencia y afrontar las demandas de servicios que requiera ENRESA durante el periodo de desmantelamiento, y por otra parte tratar de acomodar las aspiraciones profesionales del personal no necesario a las necesidades de la empresa, de forma que el traslado del personal, se convierta en el inicio de nuevas oportunidades laborales.

Una vez definida la organización necesaria, establecidos los criterios de selección del personal y habiendo informado de ello a todo el personal, la siguiente actuación programada fue la realización de una encuesta a todo el personal, que permita conocer sus expectativas profesionales.



Figura 8.

Una vez conocidas las necesidades organizativas futuras de personal, los criterios de selección establecidos, conocidas las inquietudes y preferencias del personal, y definidas las vacantes existentes, quedó, como última acción, la asignación de personas tanto a los puestos de la organización de la central como a las vacantes externas.

DESCONTAMINACION SISTEMAS RCS, CVCS y RHR

La Descontaminación Completa del Sistema (FSD) se programó para realizar poco después de la parada de la central, aprovechando la experiencia

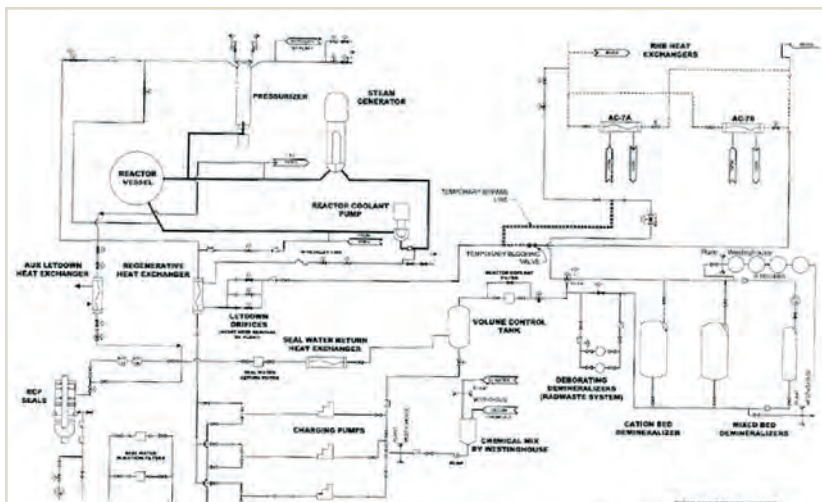


Figura 9.

del personal de Operación en el funcionamiento de los Sistemas, para reducir tasas de dosis y niveles de contaminación en todo el circuito esperando reducir en gran medida la exposición de los trabajadores durante las actividades previstas de desmantelamiento, a realizar con posterioridad.

El tipo de proceso de Descontaminación se particularizó para la C.N. José Cabrera considerando no solo sus características peculiares sino también su condición de central recién parada. Como parte de esta aplicación particular se realizaron previamente los ensayos y pruebas pertinentes a una muestra (ejemplar físico, "artifact", de unas determinadas dimensiones, localización y material predefinido, de uno de los componentes expuestos a las condiciones del sistema primario durante un número de ciclos significativos y que se supone representativo de las características de la capa de

óxido existente en la planta) para, de acuerdo con sus resultados, establecer el tipo y concentración ideal de disolventes a utilizar y de ese modo maximizar la eficiencia del proceso y obtener mejores resultados.

El proceso de Descontaminación seleccionado para la descontaminación completa del circuito primario (FSD) es un proceso químico basado en la combinación del proceso NITROX, propiedad de Westinghouse, y del proceso DfD de EPRI. Se compone por tanto de dos fases. Una primera fase NITROX para acondicionar y disolver la capa de óxido y una segunda fase DfD, más eficaz en la eliminación del metal base y de la actividad incrustada en el mismo. La combinación de ambos procesos optimizaría los resultados obtenidos en los factores de Descontaminación (DF) para CNJC (figura 9).

El proceso NITROX consiste en una aplicación cíclica de una química oxi-

dante de ácido nítrico y permanganato potásico con una química reductora de ácido oxálico. Westinghouse desarrolló este proceso en 1996 específicamente para la eliminación de las películas de óxidos radiactivos de los impulsores de las bombas de refrigeración del reactor de las plantas PWR.

Durante este paso la eliminación de radioactividad es pequeña.

Los ciclos NITROX se repiten hasta que la química muestre ya que no es efectiva en la eliminación de la capa de óxido. Las previsiones fueron que, en base a los resultados obtenidos durante las pruebas con el "artifact", se requerirán dos ciclos NITROX para eliminar la mayor parte de la película de óxido radiactivo del Circuito primario de CNJC (>95%).

El proceso de Descontaminación química DfD (Decontamination for Decommissioning), a aplicar en la central nuclear José Cabrera fue desarrollado por el EPRI en 1996 y concedida su licencia a Westinghouse, para su uso comercial, en Abril de 1997. El proceso está diseñado para eliminar radioactividad de las superficies de componentes metálicos, consiguiéndose así un alto grado de Descontaminación y permitiendo bien el reciclado de dichos componentes, o bien su desclasificación..

El proceso DfD es un proceso químico consistente en una fase de disolución, una de destrucción del permanganato y de eliminación de cationes y una de transición. El reactivo primario es el ácido fluorobórico.

En las etapas de aplicación del proceso NITROX se retiraron 200Ci de actividad total, hasta alcanzarse los 800Ci de actividad total retenida al finalizar las etapas del proceso DfD. La masa de metales retenida en las resinas fue de 196 Kg. Estos resultados indican que el valor de actividad retirada fue mayor que la esperada (500 Ci), pero en cambio la masa de metales retirada fue menor que la prevista (213 Kg).

Las conclusiones más importantes obtenidas de la descontaminación química del Sistema Primario de C.N. José Cabrera son las siguientes:

- Los factores de descontaminación (FD) globales obtenidos están en el orden de otros proyectos similares y son los siguientes:
 - Haz tubular GV (FD = 12,07)
 - Sistemas Auxiliares (FD = 33,07)
 - Sistema Primario (FD = 7,8)
 - Presionador (FD = 50,23)

• Se ha retirado una mayor actividad de la vasija que en otros proyectos similares, pero se espera que la eliminación de gran parte de los depósitos en los internos de la vasija tendrá un doble efecto beneficioso durante las operaciones

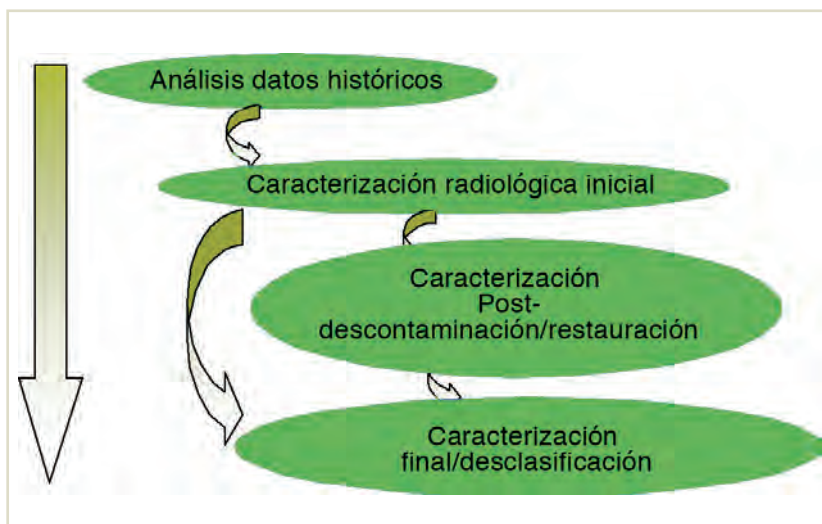


Figura 10.

Campañas	1 ^a (2003-2004)	2 ^a (02-03/2005)	3 ^a (03-05/2007)	4 ^a (05-09/2007)
Nº Muestras				
Frotis	980	92	170	42
Escarificado	208	44	39	15
Testigos (Met., Cal.)	33	47	21	-
Suelos/Sed., agua	38		10	130
Medidas in situ				
Cont. Total $\alpha/\beta-\gamma$	652	27	85	144
Tasa Dosis	219	168	210	111
Análisis de Laboratorio				
Cont. $\alpha/\beta-\gamma$	1259	183	240	187
	1259(x18)	183(x18)	240(x18)	187(x18)
Espectrometría y Emisores α y β puros (15 en cada muestra)	5130	675	495	648
Emisores α y β puros: Pu-238/239+240, Am-241 y Cm-243/244; H-3, C-14, Fe-55, Ni-59/63, Sr-90, Tc-99, I-129 y Pu-241				

Figura 11.

previstas de segmentación. Por un lado, se espera reduzca de manera sustancial los problemas de visibilidad que afectan normalmente a este tipo de operaciones. De otro, se espera reduzca asimismo de manera significativa el posible riesgo radiológico derivado de la migración a la superficie del agua de la cavidad de partículas de óxido altamente activas.

CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA INICIAL DE LA INSTALACIÓN Y DEL EMPLAZAMIENTO

La caracterización radiológica permite conocer el estado radiológico inicial de la instalación y el emplazamiento, y también establecer y mantener el inventario radiológico en las diferentes etapas del Proyecto de Desmantelamiento y Clausura (figura 10).

Las actividades de caracterización radiológica contemplan las siguientes 4 etapas:

1) Análisis inicial, que incluye los datos históricos y actuales disponibles sobre la tipología, naturaleza, relación con el proceso operativo, definición radiológica, etc., del material o del medio.

2) Caracterización inicial, que determinará el estado radiológico inicial del emplazamiento.

3) Caracterización de descontaminación y restauración que se efectúa, previamente si aplica y tras cualquier acción de descontaminación o restauración.

4) Caracterización final o de desclasificación, que permite decidir sobre el uso futuro del material o el medio: gestión como residuo ó gestión incondicional como residuo convencional, reciclado o reutilización ó gestión condicional o restringida.

Los trabajos de caracterización para el desmantelamiento de la central

nuclear José Cabrera se iniciaron en el año 2003 y han incluido hasta la fecha actividades asociadas a la primera etapa del proceso de caracterización (el análisis histórico inicial) y segunda etapa (caracterización inicial). También se han realizado campañas de medida asociadas a la tercera etapa (caracterización de descontaminación) tras los procesos de descontaminación química realizados sobre el sistema primario (RCS) y sistemas auxiliares (CVCS y RHR).

El análisis, desarrollado en 2003, ha incluido una profunda y extensa revisión de la documentación de licenciamiento, procedimientos de planta, historia operativa (informes de explotación, informes de sucesos operativos anormales,...), informes de gestión de vida, datos de control radiológicos, etc. Incluye también la realización de inspecciones visuales y recorridos por la instalación, con objeto de identificar las zonas o áreas donde se encuentran los distintos medios y materiales.

Esta evaluación inicial ha permitido:

- Identificar los contaminantes más probables.

- Realizar una clasificación radiológica preliminar de las zonas (edificios y exteriores) y sistemas en función de su contaminación esperada.

- Obtener información para definir el alcance de la caracterización inicial.

Como paso previo a la planificación de las campañas de caracterización, el emplazamiento se dividió en Unidades de Vigilancia, espacios homogéneos en cuanto a materiales y contaminación, con el fin de optimizar los esfuerzos de caracterización y adecuarlos al potencial de contaminación esperado.

El alcance de la caracterización radiológica ha sido el siguiente:

- Paramentos y estructuras de edificios y áreas exteriores.

- Equipos y componentes.

- Terrenos: suelo superficial, subsuelo y aguas subterráneas.

En la figura 11 se resumen el número de muestras y determinaciones radiológicas realizadas.

La caracterización radiológica se ha llevado a cabo en 4 campañas de medidas directas y toma de muestras y análisis de laboratorio. Las dos primeras tuvieron lugar con la central en operación: en el año 2003 y en la parada de recarga de 2005. Las dos últimas se han realizado entre los meses de Marzo y Septiembre de 2007, tras los procesos de descontaminación del primario y sistemas auxiliares.

Dentro del plan de calidad de la caracterización inicial se requiere la toma de muestras de control de calidad y su posterior análisis por un laboratorio independiente (laboratorio de control de calidad) con el fin de verificar la exactitud y comparabilidad de las medidas.

El inventario radiológico se estima a partir de los resultados de la caracterización radiológica complementados con estudios teóricos de activación y contaminación interna de sistemas, ya que no siempre es posible obtener medidas experimentales. También y puesto que el alcance de la Caracterización Inicial es limitado a muestras representativas y con distinto grado de caracterización, a partir de estos resultados se estiman la actividad másica y superficial por isótopo de todos los componentes y paramentos de zonas y sistemas radiológicos para establecer los inventarios de actividad y de corrientes de material para planificar la futura gestión de los mismos. ■