

LA CLAUSURA Y EL DESMANTELAMIENTO DE CN VANDELLOS I

Con el fin de dar una visión amplia de la situación actual de la central de Vandellós I intervinieron Enrique Cabellos, Director de la Central; Enric Plá, Director Adjunto, e Ildefonso Irún, Jefe de Protección Radiológica. Presentamos, a continuación, un resumen de su análisis, así como de la intervención de José M.ª Grávalos sobre el proceso de desmantelamiento de Vandellós I, que constituyen la tercera sesión, moderada por Carlos Rúa.

ANTECEDENTES

De manera breve conviene, en primer lugar, recordar el incidente que ha motivado la clausura de Vandellós I.

Este incidente se produjo en octubre del 89 y fue explicado precisamente por Enric Plá, en una reunión anual de la Sociedad Nuclear Española. En este momento ya están redactados los informes definitivos sobre este incidente, que ha sido calificado como grado 3 en la escala internacional, por lo que tiene calificación de incidente, no de accidente. Como dato interesante a saber, el origen del incidente fue un desprendimiento masivo de álabes que provocaron una vibración en la turbina por una pérdida de masa y, como consecuencia de esto, rompieron las tuberías de aceite, cayeron sobre la parte inferior y se originó el incendio. A continuación, se entrará un poco en detalle de cómo es esta Central, la única Central de tipo grafito-gas que hay en España, lo que es importante desde el punto de vista de su desmantelamiento. Posteriormente se tratará también el tema de la situación radiológica y finalmente consideramos los planes de futuro y la evolución que va a seguir la Planta, enlazando con ENRESA.

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LA CENTRAL

La Central Nuclear Vandellós I fue la primera que se construyó en Cataluña, al final de los años sesenta, fruto de haber agotado las fuentes más naturales de la región. Se consideraron tres alternativas: la canadiense, la norteamericana y la francesa, y se eligió esta última por una cuestión puramente de financiación. La construcción de la Central empezó en junio de 1967 y duró 56 meses, poniéndose en marcha el reactor en febrero del 72 y acoplándose a la red en mayo del mismo año. Ha funcionado, por lo tanto, 17 años y medio y ha producido

del orden de 55.000 millones de KW/hora. Está ubicada en la costa sur de Barcelona, en el término municipal de Vandellós, limitando con el de Amer de Mar. La Central es de la familia francesa grafito-gas del tipo "EDF4", que integra, dentro de un mismo recinto de presión, todo el circuito primario. El cajón del reactor es el recinto de presión y está formado por un prisma hexagonal de hormigón postensado en el que la cavidad interna es cilíndrica. En la parte superior de esta cavidad hay un apilamiento de grafito que constituye el moderador del reactor, que está formado o atravesado por 3.072 canales cargables con elementos combustibles de uranio metálico natural, con una vaina de magnesio circonio. En la parte inferior de la cavidad interna del recinto de presión está el generador de vapor, formado por 30 torres distintas, unidas en 4 circuitos. La concepción de esta Central tiene una repetitividad de 4, es decir, que un solo circuito del generador de vapor es suficiente para evacuar el calor residual del reactor, y se constituyeron 4 distintos. Puesto que el uranio metálico necesita un cuidado especial para evitar su hidruración se concibió un dispositivo de

detección de rotura de vaina en permanencia que a su vez vigilaría la contaminación del primario. Para controlar del orden de 45.000 elementos combustibles con una cierta asiduidad se previó el uso de un ordenador, y posteriormente se amplió su software para que controlase la Central en permanencia. El sistema de detección de rotura de vaina hace una escrutación de los 3.072 canales en ciclos de 24 minutos. Así pues, en la sala de control sólo se requiere una persona que se ocupe de la parte de control de reactor y otra, de la parte de turbinas, puesto que el ordenador se encarga de todo lo demás; hay que decir, sin embargo, que todas las seguridades, además de producir su disparo correspondiente el ordenador, pueden actuarse independientemente de los ordenadores por circuitos cableados. En este tipo de reactores la renovación del combustible se hace en marcha, ya que, de otro modo, para cambiar anualmente la cuarta parte del combustible, es decir, del orden de 10.000 elementos, se requeriría una parada de un año o más, por esto hablamos de renovación del combustible y no de recarga. La máquina que se encarga de renovar el combustible se llama el dispositivo principal de manutención y se acopla en uno de los 109 pozos de carga que tiene el reactor y se pone a la misma presión que el gas del interior (29 atmósferas), extrayéndose el tapón correspondiente y mediante un torno y una garra, se extraen los elementos irradiados y se reponen elementos nuevos en su lugar. El cálculo de la irradiación se hace mediante un software que tiene en cuenta el funcionamiento de la Central, proporcionado por los ordenadores electrónicos, calculándose de esta manera los canales que hay que ir renovando en campañas mensuales. El elemento combustible consiste en un tubo de uranio metálico, relleno en su interior con grafito y envuelto en una vaina de magnesio con un 0,5% de circonio. Con el fin de que la garra no tenga que presionar sobre la vaina del elemento combustible, ésta va metido en un cilindro de grafito. De esta manera, durante la explotación de la Central, de hecho, hay una renovación parcial del moderador cada vez que se renueva un elemento combustible, con la consiguiente problemática que puede representar la gestión de las camisas de

Enrique Cabellos.



grafito como residuo en el momento de llegar el final de la explotación de una Central grafito-gas. Los elementos combustibles, una vez descargados del reactor se descenden en unas piscinas de enfriamiento donde permanecen más de 150 días. Estos elementos combustibles, debido a su tipo de vaina y al tipo de material del que está hecho, uranio natural, son bastante vulnerables sumergidos en agua, a pesar de que el agua de las piscinas se mantiene en un pH de 12 para disminuir el producto de solubilidad del magnesio. A pesar de esto, las especificaciones no permiten tener bajo agua el combustible más de 2 años, y este tiempo se reparte entre el que está enfriando en la Central y el que está en compás de espera en la fábrica de reproceso. El circuito primario está accionado con unos ventiladores, que llamamos soplantes, y estas soplantes, por tener cada una de ellas una potencia del orden de 12 MW, están accionadas por turbinas de vapor. Cuando se para la Central y se deja de producir vapor de buena calidad en el generador de vapor, se debe disponer de una fuente auxiliar para la evacuación del calor residual, que es lo que llamamos la Central auxiliar, que está compuesta por 4 calderas convencionales que queman fuel y, a su vez, estas calderas tienen en línea unos grupos turbo alternadores de una potencia de 2 MW y medio, de los cuales solamente se produce 1 MW. Este conjunto, caldera-grupo auxiliar, permite alimentar una red de distribución eléctrica, autónoma, independiente de la red exterior, con lo cual, aunque exista un 0 en la red exterior, la Central sigue manteniéndose segura, teniendo en cuenta que es suficiente una sola caldera y un solo grupo auxiliar para poder asegurar la evacuación del calor residual.

CARACTERÍSTICAS RADIOLOGICAS DE LA CENTRAL

En grandes líneas, hay dos bloques, radiológicamente hablando, uno sería el correspondiente a las instalaciones asociadas al reactor y la carga del combustible; el otro sería la parte del almacenamiento del combustible irradiado, que incluye las piscinas y todos sus circuitos asociados.

Las instalaciones asociadas al reactor y al combustible se mantienen, en principio, con unos fondos de productos de fisión, fundamentalmente o casi únicamente, con algo de halógenos y gases nobles bajísimos, y son predominantes por tanto, los productos de activación, entre los cuales los más representativos son: el cobalto 60 y en este tipo de Centrales el azufre 35.



Enric Pla.

Las instalaciones asociadas al almacenamiento son las piscinas y, concretamente, la estación de tratamiento de efluentes para la descontaminación del agua de piscinas. El diseño de la Central cuenta ya con la posibilidad de que haya roturas de vainas en piscinas y la estación del tratamiento de efluentes está, por diseño, encaminada a descontaminar el agua específicamente el cesio 137 y cesio 134 como los más representativos, ya que las roturas se producirían hacia la mitad del período de almacenamiento y, por lo tanto, han decaído los isótopos de vida corta. En este caso, están presentes productos de fisión como contaminación residual del agua y, entre ellos, aparte de una pequeña cantidad de uranio, transuranidos y estroncio 90, fundamentalmente, el cesio 137.

En cuanto a efluentes gaseosos de la explotación de la Central se ha mantenido habitualmente en valores inferiores a la centésima parte de los límites autorizados. En cuanto a líquidos, la explotación ha agotado prácticamente los límites autorizados durante los primeros años de su operación para estabilizarse últimamente, con las mejoras introducidas en todos estos sistemas de tratamiento de descontaminación del agua, en valores inferiores al 30% de los límites autorizados. Hay que resaltar, como se ha hecho ya otras veces al hablar de ese tipo de Central, las bajas dosis colectivas que conlleva su explotación. Se puede citar que la media anual está en poco más de los 30 rem persona, como dosis colectiva.

Después de la parada definitiva, existen 4 aspectos importantes desde el punto de vista radiológico las zonas radiológicas existentes en la actualidad, los efluentes, los residuos radiactivos y la dosimetría. Son zonas controladas el edificio de piscinas, en todos sus niveles, los interiores del recinto de contención del cajón del reactor, los locales de filtros, el de mantenimiento de la máquina de

manutención del combustible, y el local de tratamiento de efluentes, así como zonas auxiliares, como los laboratorios de irradiación, la casamata de los silos de grafito, etc. Son zonas vigiladas, básicamente, las auxiliares al cajón, de todos los circuitos auxiliares, el almacén de uranio, las zonas de descontaminación y los accesos a los almacenamientos de residuos.

Los valores radiológicos más representativos asociados al interior del recinto de contención están entre 30 y 70 milirem/hora, con zonas un poco más singulares, que pueden llegar hasta 200, y puntos específicamente singulares, donde se puede llegar a 2 rem por hora, y una contaminación superficial, menor que los fondos habituales de contaminación, de 10^{-5} microcurios/cm² en alfa, y en betagama, del orden de $5 - 10 \times 10^{-3}$ microcurios/cm². En la máquina de carga, los valores no se diferencian mucho de los anteriores, pero sí puede llegarse a zonas puntuales en los desmontajes, en que se ha llegado a valores superiores, puntuales, por la acumulación de polvo, o de restos de materiales de todos los rozamientos de las maniobras. Fuera de esas zonas, se llega a unos valores, que en números promedio, pueden ser del orden de la centésima parte de los anteriores. En cuanto a todas las estructuras ligadas a las piscinas de almacenamiento de combustible, los valores pueden ser también similares, cuando se efectúan trabajos, por ejemplo, con vaciado del agua de las piscinas, de 30 a 50 milirem/hora, y unos valores de contaminación superficial, que pueden ser detectables en alfa, y prácticamente del mismo orden de magnitud, $1 - 10 \times 10^{-2}$ microcurios/cm² en contaminación betagama superficial. En las zonas transitables, los valores se mantienen actualmente claramente inferiores a 1 milirem por hora. Después de más de 1 año de parada definitiva, no ha habido ya más generación de isótopos radiactivos, y hay que contar con el decaimiento significativo en la mayoría de los productos de activación más habituales. Esto afecta fundamentalmente a la zona del reactor y con el decaimiento del azufre 35, predomina el cobalto 60. Afecta menos a los espectro de piscinas, que eran espectros de activación decaídos, y con mayor predominio de productos de fisión. Sigue siendo el más representativo del cesio 137, puesto que el 134, que le acompaña siempre habitualmente, con 1 año de período, tiende además a disminuir.

En cuanto a efluentes gaseosos radiactivos, solamente hay que contar como gases nobles el kriptón 85, habiendo decaído suficientemente todos los demás. Los valores de las descargas actuales son del orden de la milésima o diezmilésima parte de los límites autorizados. Los halógenos hay que considerarlos ya

totalmente decaídos, y en cuanto a partículas, con el cobalto 60 como predominante, se quedan también en la milésima a diezmilésima de los límites autorizados. En cuanto a efluentes líquidos, en este momento nos encontramos al 2,6% de los límites autorizados en los valores permitidos de actividad acumulada en los últimos 12 meses por agua de piscinas fundamentalmente, es decir, con una disminución significativa respecto a la media en funcionamiento. En estos momentos no hay combustible en piscinas y se está a la espera de iniciar el Plan de descarga del último núcleo del reactor, lo cual quiere decir que pueden eventualmente aumentar en un futuro próximo, si bien no es esperable que se varíen mucho estos órdenes de magnitud. Existen almacenados, del orden de 8 m³ de agua de desecación del circuito primario del reactor, con unos 200 a 300 curios de tritio. La producción de tritio en estas Centrales es característica, debido a la activación por el litio que acompaña a las impurezas de grafito, y se extrae del agua del sistema de desecación del circuito primario, que en funcionamiento normal, hay que mantener muy seco. Las dosis operacionales actuales mientras no hay algún trabajo significado son prácticamente nulas, y cuando existe algún trabajo eventual, como los ha habido recientemente en las piscinas, pues son, en todo caso, inferiores, como dosis colectiva, a 1 rem por persona. Es esperable algo más cuando se emprendan las fases del acondicionamiento de residuos, los órdenes de magnitud no deben superar los que ha habido habitualmente en explotación normal. En lo que se refiere a residuos radiactivos sólidos, están segregados en los grupos genéricos siguientes: el grafito, fundamentalmente de las camisas, aunque también de otros elementos de grafito del reactor piezas irradiadas metálicas, normalmente asociadas a las operaciones de manutención del combustible del reactor (garras, cables y elementos de maniobra), las resinas óleo-litas, que también se han utilizado, del tratamiento de descontaminación selectiva en cesio del agua de piscinas, y los residuos tecnológicos varios, tales como filtros u otras piezas contaminadas, indumentaria, escombros, etc., procedentes de todos los trabajos en general de la explotación. Estos residuos se han almacenado sin acondicionamiento previo, lo que queda por hacer actualmente. El balance en el momento actual al respecto, sería el siguiente: respecto de piezas irradiadas, el grado de ocupación de los pozos, en que habitualmente están introducidas dentro de estuches metálicos, es de un 8% aproximadamente, con algo más de 800 curios, en unos 70 estuches. Respecto a los silos de grafito, el grado de ocupación del primero es del orden del 50%, del segundo del orden del 97% y el



Ildefonso Irún.

tercero libre al 100% porque no se ha utilizado todavía, eran los tres previstos inicialmente para toda la explotación, con un total en el primero de más de 6.000 curios, en el segundo de 67.000 y unas 150.000 camisas existentes más las cuarenta y pico mil que van a salir del reactor, 43.628 concretamente. Respecto a resinas, con menos de un 50% de ocupación de las fosas en que están almacenadas, se tienen 33 m³ y 239 curios. Respecto a los residuos tecnológicos varios, el silo, en que se van ubicando en bidones, está prácticamente colmatado, al 97% de su capacidad, con 14,5 curios, si bien hay que decir que ha habido 2 ocupaciones completas, de este silo, históricas cuyos residuos han sido trasladados al silo de grafito 1, ha sido el único que se ha llegado a colmar en la explotación. Los residuos previsibles en esta etapa, son los filtros del sistema de ventilación en parada, que es el que actualmente mantiene la refrigeración del reactor, y que como en operación normal solamente se hacía utilizar en las paradas programadas del año, y ahora está en permanencia, puede producir un incremento significativo del número de filtros. Por lo demás, lo único significativo son las camisas de grafito del reactor de esos 43.628 elementos combustibles que falta descargar. No es esperable sobrepasar la producción de residuos que correspondería al mismo período si se continuase la operación normal.

SITUACION ADMINISTRATIVA

La Central en este momento tiene suspendido el artículo 3 de su permiso definitivo de explotación por una orden ministerial que se publicó en el Boletín Oficial del Estado el 31 de julio del 90. En ese mismo documento, el Ministerio

daba a HIFRENSA un plazo de 3 meses para presentar una determinada documentación que consiste en los típicos documentos oficiales de una operación normal, pero con la novedad de que es una planta que está parada, por lo que su redacción ha exigido una cierta imaginación para poder solventar determinados problemas. Por ejemplo, en una planta normal, cuando se produce cualquier incidente, se va a situación de parada; la nuestra ya lo está, por lo tanto, no se puede llegar a una situación de más parada. El calor residual que tenemos en este momento en el reactor son 327 KW, esto hace que el riesgo nuclear que existe es bajísimo, puesto que tenemos una masa del orden de las 2.400 T de grafito, más 600 T de grafito de pantalla que hace que, para elevar la temperatura al punto de fusión de vaina de 650 grados, tiene que pasar más de 1 mes y pico y, haciendo cálculos en detalle, llegaríamos a que no fundiría nunca, es decir, el calor de disipación sería superior al calor que se generaría.

El plazo de 5 años adoptado para la descarga del núcleo, obedece a razones de tipo estratégico, considerando el contrato internacional con la Compañía de reprocesamiento, COGEMA, aunque, evidentemente, se podría descargar en 17 meses si trabajáramos a turno. El combustible puede estar perfectamente esos 5 años, sin ningún tipo de problema, manteniendo unas mínimas constantes de calidad del aire de refrigeración en circuito abierto.

El explotador responsable, porque así lo marca la orden ministerial, pasará a ser ENRESA en el momento en que se haya sacado del emplazamiento, el último elemento combustible. HIFRENSA tiene el compromiso de acondicionar una serie de residuos, si bien para acondicionar el grafito, existen distintas técnicas, cuya aplicabilidad habrá que considerar, así como la robotización y el telemando de la extracción del grafito de esos silos. El desmantelamiento de la zona contaminada corresponde a ENRESA y el de los elementos no contaminados corresponde a HIFRENSA. Por tanto, deberá caracterizarse toda la instalación, determinando los elementos contaminados o/ y irradiados, qué grado de contaminación tienen, y tomar las decisiones estratégicas, económicas y técnicas, para poder ver qué es más conveniente. Habrá elementos que podrán descontaminarse, habrá elementos que no valdrá la pena descontaminar, pero eso creará residuos, y deberá desarrollarse una política general, que todavía no está escrita hacia la que tendremos que ir avanzando. Evidentemente, la colaboración con ENRESA tendrá que ser total, puesto que va a heredar una planta que, en cierto modo, no conoce, y que HIFRENSA dejará en condiciones para trabajar sobre ella con seguridad.

JOSE M.^a GRAVALOS

Jefe del Departamento de Ingeniería de ENRESA

ALTERNATIVAS DE DESMANTELAMIENTO EN FASE DE ESTUDIO PARA CN VANDELLÓS I

A la hora de proceder al desmantelamiento de una central, se aconseja la toma en consideración de diferentes alternativas en cuanto a la programación temporal de las actividades, técnicas, procedimientos de desmontaje, descontaminación, etc. El estudio de las diferentes alternativas, sus ventajas e inconvenientes, da como resultado un Plan de Desmantelamiento (PD) de la instalación. Para definir el futuro PD de Vandellós I se contemplan tres escenarios posibles, cada uno de ellos con un alcance y una estrategia específica. En líneas generales estos tres escenarios consisten en: mantenimiento indefinido de la central en la

situación final de parada definitiva (escenario 1); desmantelamiento de las partes convencionales y de las partes radiactivas excluido el cajón y sus internos (escenario 2) y desmantelamiento total dejando el emplazamiento radiológicamente limpio para ser utilizado sin ningún tipo de restricción (escenario 3).

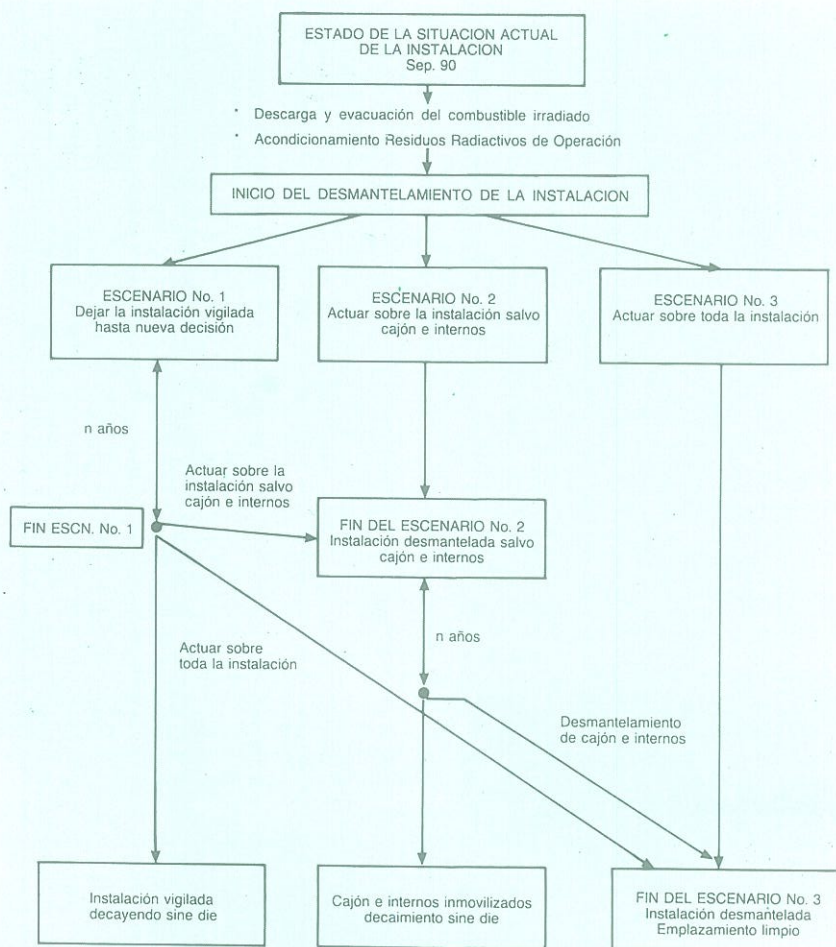
Adicionalmente hay una fase previa al desmantelamiento propiamente dicho, consistente en la descarga total de núcleo y evacuación del combustible, así como el acondicionamiento y transporte fuera del emplazamiento de los residuos de operación.

El Plan de Desmantelamiento debe recoger aspectos tales como alcance, programación, metodología, vigilancia radiológica, manipulación, transporte, gestión de residuos y organización, a fin de



José M.^a Grávalos.

FI Planificación del desmantelamiento de CN Vandellós I.



conseguir los objetivos planteados como son: asegurar la salud y seguridad pública, minimizar el impacto ambiental y visual, y disponer del emplazamiento para otros usos.

En su fase inicial incluirá una zonificación de la central, distinguiéndose entre zonas limpias, zonas con residuos tóxicos o peligrosos (asbestos y otros) y zonas con control radiológico. El desmantelamiento de estructuras y edificios que constituyan zonas radiológicas consta de las siguientes fases:

- Desmontaje y evacuación de componentes radiológicos.
- Descontaminación y declaración de zona limpia.
- Demolición convencional.

Es muy importante disponer de un procedimiento de exención, que permita optimizar la gestión de los materiales procedentes del desmantelamiento.

A continuación se estudian las alternativas de desmantelamiento, así como las ventajas e inconvenientes de cada uno de los escenarios.

ZONIFICACIONES E INVENTARIO PRELIMINAR DE COMPONENTES CON IMPLICACIONES RADIOLOGICAS

Una vez vistas las posibilidades en cuanto a la estrategia de desmantelamiento a seguir en la C.N. Vandellós I es necesario establecer las bases que permiten seleccionar la que se considere más adecuada. El primer paso en esa dirección consiste en la cuantificación del problema. Para ello se han realizado estudios preliminares para la determinación del inventario preliminar de materiales para el futuro desmantelamiento de la Central Nuclear de Vandellós I, empleándose una metodología analítica, de lo general a lo particular, llegando a un nivel de detalle que permite discretizar la instalación en grandes componentes o en grupos de pequeños componentes homogéneos.

En la zonificación preliminar se han definido las zonas de acuerdo con los criterios de clasificación de zonas radiológicas que figuran en el Manual de Protección Radiológica de CNVI, los cuales tienen en cuenta los niveles de radiación contaminación y contaminación ambiental existentes.

Al determinar el Inventario Preliminar de Componentes aparte de definir la zona de ubicación y la masa o volumen de cada uno de los componentes de un sistema determinado, se les atribuye un concepto de implicación radiológica, que indica de forma cualitativa, si por razones de proceso o funcionalidad se encuentra contaminado o irradiado y en qué grado. De la totalidad de las funciones de la instalación se han obtenido del orden del millar de grupos de componentes, de los cuales han resultado tener implicaciones radiológicas 151 grupos, arrojando el resultado de 13.625 T de materiales susceptibles de ser gestionados como residuos; de éstos solamente el 12,7%

son productos contaminados únicamente y el 87,3% restante son productos activados o activados y contaminados.

Por otra parte, se ha realizado un desglose de la masa total en función del tipo de los materiales, encontrándose que el hormigón representa un 31% el acero un 44% y el grafito un 22,5% del total.

En cuanto al Inventario Preliminar de Actividades se han realizado los primeros cálculos de inventario radiológico de los componentes internos al cajón, obteniéndose las actividades debidas a la activación neutrónica; con respecto a las actividades debidas a la contaminación, tanto en los internos al cajón como en los circuitos exteriores, están en fase de análisis.

ESTIMACION DE LOS COSTES DE DESMANTELAMIENTO POR REFERENCIA A OTRAS PLANTAS

Para determinar los costes de un desmantelamiento es fundamental haberse

decantado primero por alguna de las alternativas viables y conocer el plan de desmantelamiento.

En el caso de Vandellós, nos encontramos aún en la fase de toma de decisión frente a varias alternativas y, por consiguiente, el plan de desmantelamiento aún no está proyectado, por lo cual es muy difícil tener una idea, aunque sea solo orientativa, del coste.

Sin embargo, considerando los costes de otros desmantelamientos habidos o proyectados, las estimaciones indirectas se pueden realizar, tomando parámetros de comparación como:

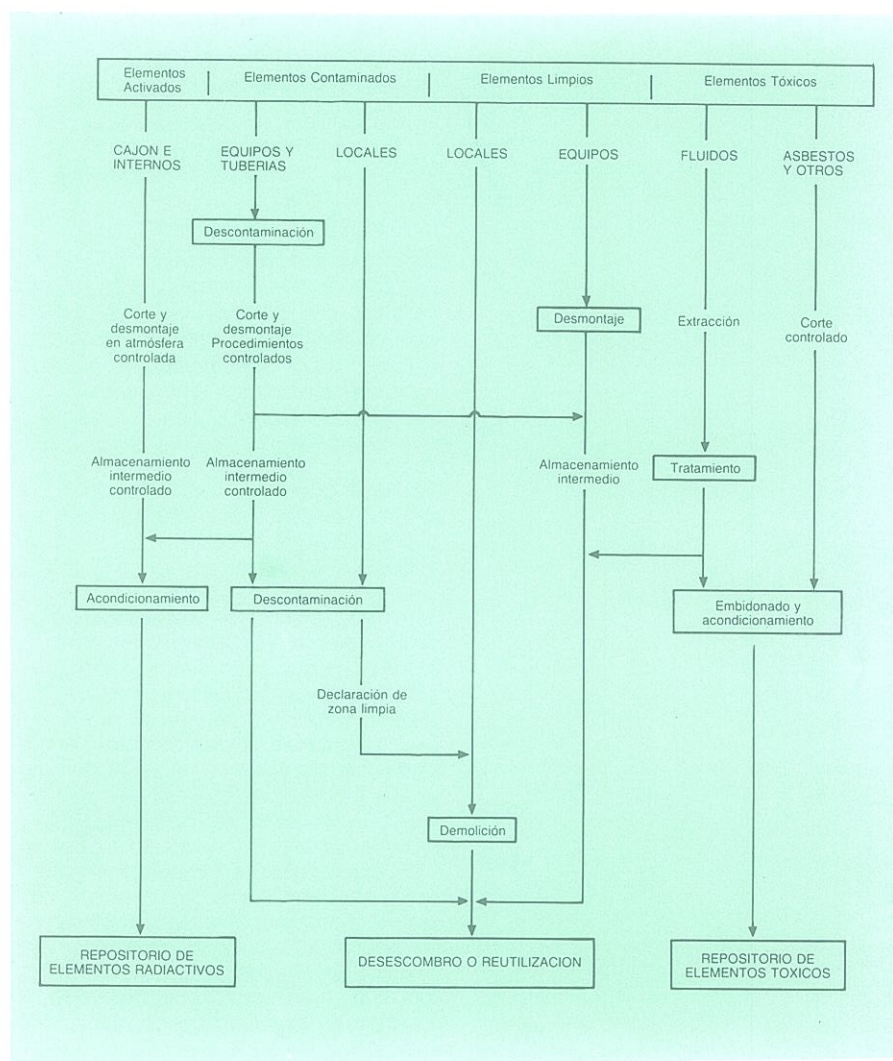
- Potencia eléctrica de la instalación.
- Coste de la inversión inicial de la instalación.
- Cantidad de energía generada.
- Coste de generación de la energía.
- Otros.

Antes de estimar el coste por alguno de estos parámetros, conviene señalar los factores que afectan directamente a los costes del desmantelamiento, tales como:

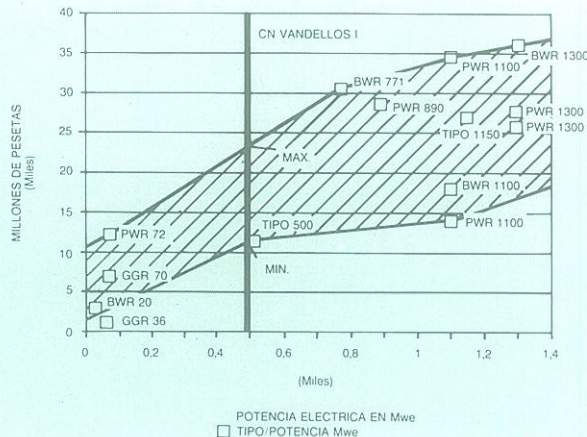
- Costes de personal del Titular de la instalación.
- Costes de las labores de oficio.
- Costes de los métodos de desmantelamiento.
- Costes de desmantelamiento y extracción.
- Volúmenes de residuos radiactivos.
- Volúmenes de materiales no radiactivos a extraer y almacenar.
- Efectos del tamaño y tipo de Central.
- Costes de contingencia.
- Niveles de radiactividad y exposición ocupacional.
- Efecto de varios grupos en el mismo emplazamiento.
- Radiación ambiental y exposición al público.
- Periodos de espera.
- Seguridad física.
- Otros factores a considerar son el uso futuro del emplazamiento; los costes de operación, energía, canon de agua, etc.; los costes derivados del cumplimiento de normativa; la escalación de precios; la corrección de impactos visuales y estéticos; la reducción de plantilla; los seguros e indemnizaciones y los impuestos.

En cuanto a la estimación del coste por referencia a otros desmantelamientos en función de la potencia eléctrica, podemos decir que no existe una proporción directa entre el coste del desmantelamiento y la potencia de la instalación, ni siquiera dentro de una misma tecnología. Hemos obtenido en un diagrama una nube de puntos de coste del desmantelamiento, en función de la potencia, independientemente de la tecnología, estando todos los casos referidos a un desmantelamiento inmediato del nivel 3.

F II Tratamiento de materiales según su naturaleza.



DESMANTELAMIENTO



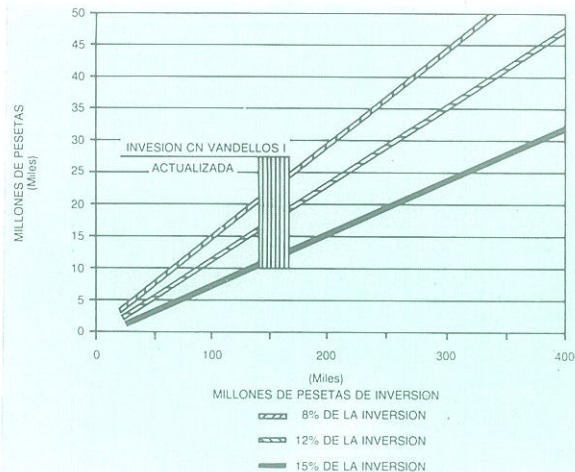
F III Coste del desmantelamiento en función de la potencia eléctrica.

Dentro de esta nube de puntos si cortamos con la recta de abscisa $x = 500$ MW obtendremos un valor máximo y mínimo para el desmantelamiento de CNVI por referencia a otras instalaciones, oscilando entre los 24.000 y 12.000 millones de pesetas.

Estos datos corresponden a una aproximación bibliográfica por lo que deben de

tomarse con la debida reserva que implica el método.

Al considerar la estimación del coste por referencia a otros desmantelamientos en función del coste actualizado de la instalación existen diferentes publicaciones que explicitan el coste del desmantelamiento en función de un porcentaje del coste actualizado de la instalación (desmantelamiento inmediato nivel 3), aunque



F IV Coste del desmantelamiento en función del coste actualizado de la instalación.

estos porcentajes son diferentes en función de la publicación consultada, variando entre un 8% y un 15% del coste de la inversión actualizada. Para estos valores le corresponden costes de desmantelamiento que oscilan entre los 11.200 y 25.500 millones de pesetas y, como en el caso anterior, los datos los datos deben tomarse con la reserva que implica el método.