



Memoria del Desmantelamiento

1998 - 2003

Central Nuclear Vandellós I


soluciones ambientales

S u m a r i o

Palabras del Presidente	3
Introducción	7
Capítulo 1. Antecedentes	11
Capítulo 2. Una apuesta por la Seguridad	15
Capítulo 3. El proceso de desmantelamiento	25
Capítulo 4. Actividades de apoyo	51
Capítulo 5. Proyección del desmantelamiento	55
Capítulo 6. Centro Tecnológico Mestral	65
Resumen	69
Acrónimos	73

Memoria del Desmantelamiento

1998 - 2003

Central Nuclear Vandellós I







Palabras del Presidente



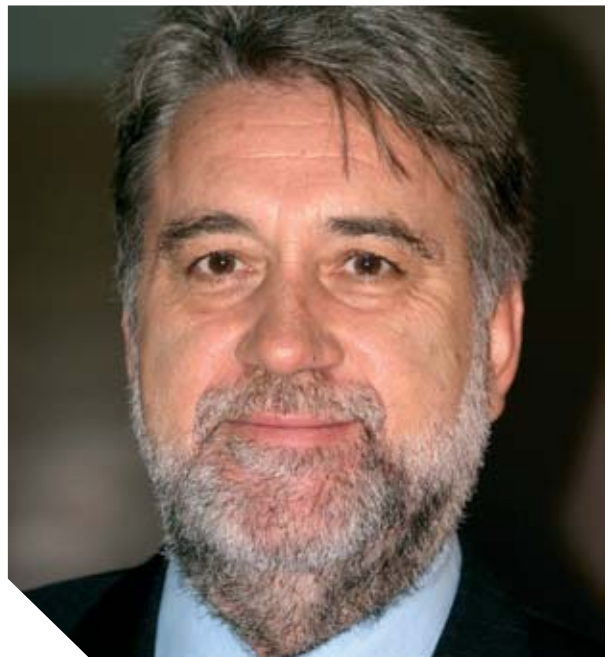
El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I es, ante todo, una prueba de la madurez y de la capacidad de la industria española para resolver los interrogantes y nuevos desafíos que pueden suscitar algunos de sus procesos y tecnologías. Las exigencias que comporta la necesidad de un desarrollo sostenible han motivado la puesta en marcha de sofisticados programas de optimización medioambiental. Nuestra industria se compromete, cada vez más eficientemente, a compatibilizar su legítima pretensión de competitividad con la minimización de sus emisiones, la gestión de sus residuos o la restauración del suelo una vez cesan en él sus actividades productivas.

Precisamente ésta es la razón de ser de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (Enresa), encargada, desde su creación en 1984, de gestionar todos los residuos radiactivos que se generan en España, ya sean estos procedentes de la industria nuclear, de laboratorios de investigación, de centros sanitarios o de otras actividades industriales. Asimismo, Enresa es la compañía pública responsable del desmantelamiento de las centrales nucleares en nuestro país.

En este sentido, cuando el Ministerio de Industria y Energía le encomendó a Enresa la preparación de un proyecto de desmantelamiento para la central nuclear Vandellós I, asumimos el reto de llevar a cabo con solvencia una actividad sobre la que existían escasas referencias en el contexto internacional.

Algunos años después, tras un gran trabajo de ingeniería y una ejecución presidida por la seguridad –radiológica y convencional– como principio irrenunciable, la central nuclear Vandellós I ha sido desmantelada en Nivel 2. Esto supone la liberación de la mayor parte del emplazamiento y su devolución a la empresa propietaria, así como el mantenimiento en latencia del cajón del reactor a la espera de que decaiga la radiactividad de sus estructuras internas, simplificando así su desmantelamiento total.

El conocimiento generado en el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I ha situado a Enresa en una posición relevante en el ámbito internacional, habiendo suscitado el interés por parte de empresas de primer orden como la francesa EDF, la británica BNFL y la japonesa JNC, que han expresado sus deseos de colaboración con Enresa en futuros proyectos. Asimismo, la experiencia adquirida



JOSÉ ALEJANDRO PINA. PRESIDENTE

por las empresas españolas que han colaborado en este desmantelamiento les está proporcionando ya contratos de servicios en el extranjero.

Por otra parte, el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) ha solicitado de nuestros expertos para misiones de asesoramiento y evaluación técnica, en apoyo a nuevos países de la Unión Europea que cuentan con centrales nucleares similares a Vandellós I y cuyo desmantelamiento está previsto en un futuro próximo.

El presente documento recorre los cinco años de desmantelamiento de Vandellós I mediante la definición de las principales líneas de su proyecto y el relato de las actuaciones que de éste se han extraído. Supone un exponente del compromiso con la transparencia y la colaboración con el entorno que siempre han caracterizado a las actividades de Enresa.

Quiero expresar mi satisfacción por la elevada participación del entorno, que ha aportado las tres cuartas partes de las 2.500 personas que, con su trabajo, han hecho posible la ejecución del proyecto, así como mi agradecimiento a todos los colectivos que han intervenido, con una mención especial a las instituciones, medios de comunicación y sociedad local, por el apoyo que siempre han prestado a la labor de Enresa en el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I.





Introducción



Enresa concluyó en el año 2003 el Nivel 2 de desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I, después de cinco años de complejos trabajos. Sellado el cajón del reactor y liberada la mayor parte del emplazamiento, Enresa mantendrá en latencia durante los próximos 25 años el resto de la antigua central, a la espera de que la radiactividad de las estructuras internas del cajón del reactor decaiga naturalmente hasta niveles que faciliten su desmantelamiento en Nivel 3.

El desmantelamiento de una central nuclear es una actividad pionera en nuestro país y sin demasiados referentes internacionales. Es por ello que Enresa diseñó y ejecutó su proyecto desde un principio irrenunciable: la seguridad. Tanto en su dimensión radiológica como en la convencional, la obra fue planificada, llevada a cabo y controlada a partir de un estudiado protocolo de actuación destinado a minimizar los riesgos para las personas y el medio ambiente.

En este sentido, el compromiso de Enresa con la sostenibilidad de sus actuaciones ha llevado a establecer una filosofía de optimización ambiental, mediante la cual se redujo al máximo el volumen de residuos generados por el desmantelamiento. La correcta gestión de materiales y la prioridad del reciclaje o la reutilización de los mismos fueron los pilares de esta política.

El desmantelamiento de Vandellós I ha sido, asimismo, una obra llevada a cabo con la transparencia que caracteriza a las actividades de Enresa. Es por ello que desde el principio se establecieron eficaces canales de comunicación con las principales administraciones e instituciones políticas, con los medios de comunicación y con el público en general.

Del mismo modo, Enresa mantiene una vocación de cooperación internacional, dadas las singularidades del proyecto que ha llevado a cabo y la posi-



EMPLAZAMIENTO EN LATENCIA BAJO LA RESPONSABILIDAD DE ENRESA

bilidad de aplicar su experiencia a otros desmantelamientos. Enresa acoge en sus instalaciones a expertos nacionales e internacionales interesados en conocer con detalle las actividades llevadas a cabo en Vandellós I. Asimismo, organiza foros de debate sobre el desmantelamiento de centrales nucleares y colabora activamente en las diferentes organizaciones supranacionales con competencias en la materia.

Con el fin de profundizar en el perfeccionamiento de los proyectos de desmantelamiento y en la formación de profesionales en este campo ha puesto en marcha el Centro Tecnológico Mestral, ubicado en las instalaciones en latencia. El centro pretende erigirse en una base para el desarrollo de tecnologías que permitan realizar, cada vez con mayor eficiencia, seguridad y sostenibilidad, los futuros desmantelamientos de centrales nucleares.



CAPÍTULO 1



Antecedentes



El Primer Desmantelamiento

La central nuclear Vandellós I, ubicada en el municipio tarraconense de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant, se conectó por primera vez a la red eléctrica el 6 de marzo de 1972. Propiedad de la compañía Hispano-Francesa de Energía Nuclear, S. A. (HIFRENSA), fue la única planta española de uranio natural-grafito-gas, tecnología desarrollada principalmente en el Reino Unido y Francia.

La central nuclear quedó fuera de servicio el 19 de octubre de 1989 tras un incendio originado en el segundo grupo turboalternador.

Aunque ese incidente no tuvo implicaciones radiológicas y sólo se produjeron daños en las instalaciones convencionales, el Ministerio de Industria y Energía suspendió el permiso de explotación de la central.

Vandellós I cesó su actividad después de 17 años de operación y de haber generado 55.647 millones de kilovatios, producción equivalente a todo el consumo eléctrico de la ciudad de Barcelona durante el mismo periodo.

El elevado coste del proyecto de recuperación obligó a la empresa propietaria a cerrar definitivamente la planta. En consecuencia, el Ministerio de Industria y Energía emitió, en julio de 1990, una Orden Ministerial fijando las condiciones en que HIFRENSA debía mantener la central en parada segura e incluyendo el primer nivel de desmante-



CONSTRUCCIÓN DEL REACTOR DE VANDELLÓS I. AÑO 1969

lamiento previo a la transferencia de titularidad a Enresa.

Asimismo, la mencionada Orden Ministerial encomendaba a Enresa la elaboración de un Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear.

Después de estudiar varias alternativas, Enresa presentó, en mayo de 1994, el Plan de Desmantelamiento y Clausura de Vandellós I ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y



CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO PRINCIPAL DE MANUTENCIÓN (DPM). AÑO 1970



CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS I DURANTE LA ETAPA OPERATIVA



NAVE DE PISCINAS



SALA DE MANDO

Energía de Tarragona, donde se estableció un desmantelamiento a Nivel 2, según terminología del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), consistente en el desmantelamiento y retirada de todas las estructuras y componentes externos al cajón del reactor, excepto los que aseguran su confinamiento.

El 28 de enero de 1998, el Ministerio de Industria y Energía –previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y declaración de impacto

ambiental del Ministerio de Medio Ambiente– aprobó el Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear Vandellós I, asumiendo Enresa, el 4 de febrero, la condición de explotador responsable de la instalación.

Vandellós I es la primera central nuclear desmantelada en nuestro país, constituyendo, además, una de las primeras experiencias mundiales de desmantelamiento de una central comercial de gran potencia.

Transferencia de titularidad

	1990 - NIVEL 1	1998 - NIVEL 2
HIFRENSA	Descarga y evacuación del combustible del reactor Acondicionamiento de residuos Preacondicionamiento del grafito de los silos	4/2/1998, TRANSFERENCIA
CSN	Apreciación favorable del PDC	
DGMA	Declaración de Impacto Ambiental	
MIE	Aprobación del PDC y orden de transferencia de la titularidad como explotador responsable a Enresa	
ENRESA	Preparación de la transferencia y del desmantelamiento	
		Servicios de apoyo al desmantelamiento
		Realización del Nivel 2 de desmantelamiento



CAPÍTULO 2





Una Apuesta por la Seguridad

enresa
soluciones ambientales



DESMONTAJE DE LA NAVE DEL REACTOR

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I persiguió un objetivo básico: garantizar la seguridad del emplazamiento a largo plazo. Con esta premisa, Enresa diseñó el Plan de Desmantelamiento y Clausura a partir de un calculado protocolo de actuación que garantizaba tanto la seguridad del proceso como de todas las personas que en él participaron y del medio ambiente.

En este sentido, Enresa gestionó el proyecto mediante un estudiado modelo organizativo que priorizaba la consecución de unos elevados estándares de calidad sin renunciar a la optimización de trabajos y recursos. En el desmantelamiento de Vandellós I ha primado, pues, la ejecución responsable y la garantía de seguridad convencional y radiológica, tanto en el emplazamiento como en el entorno de la central.

Enresa proyectó su filosofía de actuación a través de una metodología presidida por la seguridad, el control y la garantía de calidad. Es por ello que todas y cada una de las actuaciones llevadas a cabo a lo largo del desmantelamiento fueron diseñadas, gestionadas y ejecutadas por equipos multidisciplinares.



MANIOBRA DE EXTRACCIÓN DEL PUENTE GRÚA DE LA NAVE DE PISCINAS

Plan de Desmantelamiento y Clausura

El proyecto diseñado por Enresa y aprobado por el Ministerio de Industria y Energía contempló un desmantelamiento a Nivel 2, siguiendo la terminología acuñada por el OIEA. Este proceso, llevado a cabo después de que la empresa propietaria descargase y evacuase el combustible gastado y acondicionase los residuos de operación durante el denominado Nivel 1, concluyó con el desmantelamiento y la retirada de todas las estructuras y componentes externos al cajón del reactor. Éste último ha quedado confinado y a la espera de que decaiga naturalmente la radiactividad de sus estructuras internas para ser desmantelado a Nivel 3 con garantías de seguridad para los trabajadores y el medio ambiente.

Esta opción presenta numerosas ventajas, entre las que destacan:

- La inexistencia de riesgo de accidentes por fallo de operación de componentes, al tratarse de un sistema pasivo.
- La nula generación de residuos secundarios.
- El reducido coste económico de implantación, vigilancia y conservación.

Además, desde el punto de vista operativo, el proyecto de desmantelamiento se consideró técnicamente viable en todo momento, ya que implicó el empleo generalizado de tecnologías sencillas, disponibles en nuestro país, así como metodologías y herramientas de trabajo ampliamente experimentadas.

La óptima ejecución del Nivel 2 llevada a cabo por Enresa y el inicio del denominado periodo de latencia del cajón del reactor suponen un paso decisivo para la consecución del desmantelamiento global de la central nuclear Vandellós I.

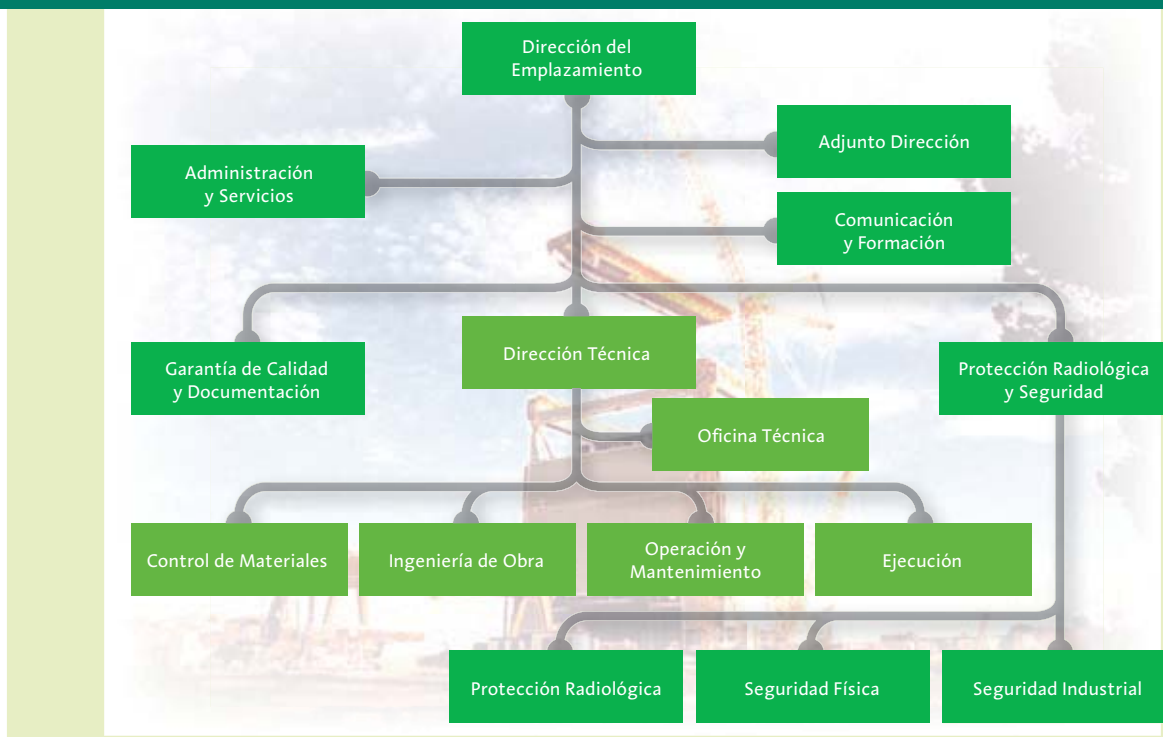
A continuación, se detallan los tres niveles de actuación que, según las directrices del OIEA, articulan este proyecto pionero:

NIVEL 1

Actividades de acondicionamiento

Llevado a cabo por la empresa explotadora de la central, entre 1991 y 1997, en cumplimiento de la Orden Ministerial de julio de 1990 que establecía el cierre definitivo de la planta. Durante este periodo se realizó la descarga del reactor y la eva-

Organigrama del desmantelamiento





NIVEL 1 DE DESMANTELAMIENTO.
RETIRADA DE LOS DEPÓSITOS DE CO₂

cuación de combustible gastado, el acondicionamiento de los residuos de operación y la extracción y preacondicionamiento de los residuos depositados en los silos de grafito. Además, se realizaron algunos desmontajes convencionales como los de los depósitos de CO₂ y los grupos turboalternadores principales.

**NIVEL 2
Desmantelamiento de estructuras y preparación para el periodo de latencia**

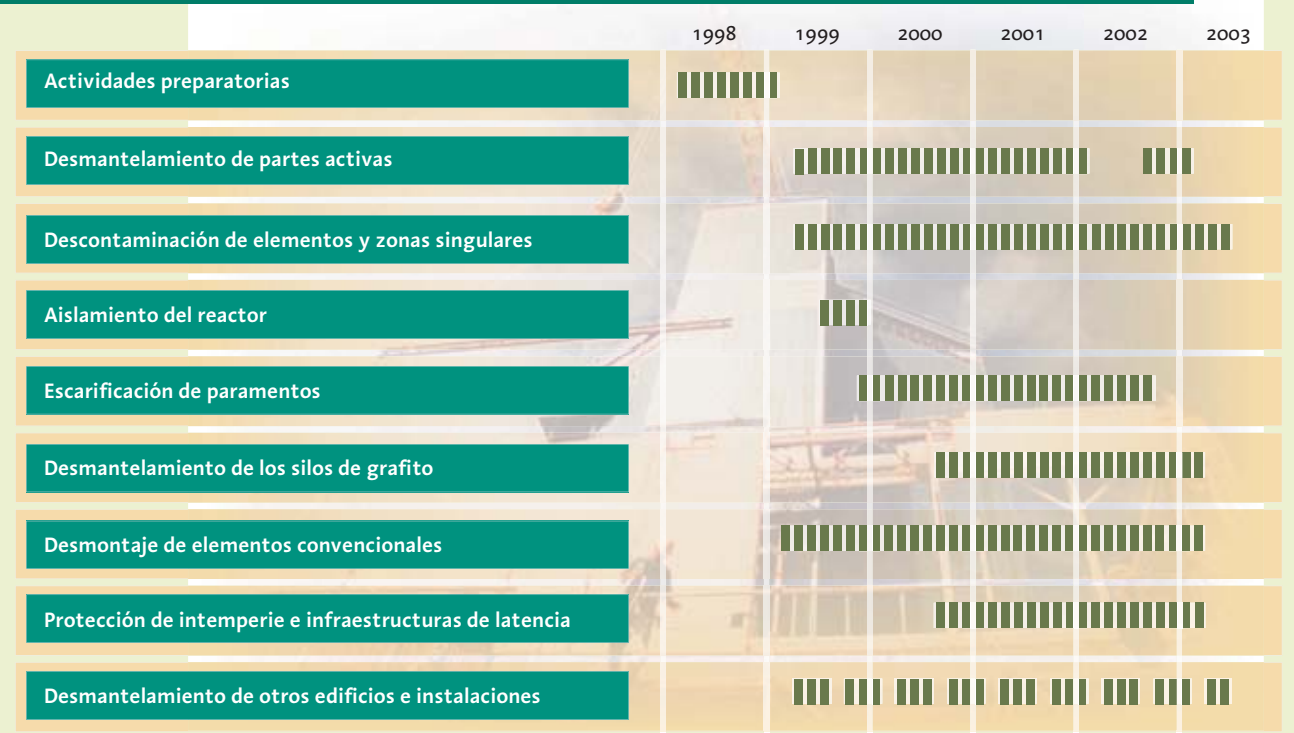
Realizado bajo la responsabilidad de Enresa, se inició en febrero de 1998 y concluyó en el mes de junio de 2003. En él, se desmantelaron todas las estructuras, sistemas y componentes excepto el cajón del reactor, liberando la mayor parte del emplazamiento y manteniendo el resto como zona reglamentada, con el cajón del reactor confinado y cubierto por una estructura de protección de intemperie de nueva construcción.

Este nivel se realizó en dos fases:

Primera fase

Llevada a cabo entre febrero de 1998 y febrero de 1999.

Cronograma del desmantelamiento





DESMONTAJE DE UNA DE LAS TURBOSPLANTES DEL CAJÓN DEL REACTOR

Sus objetivos fueron:

- El acondicionamiento del emplazamiento para acometer el desmontaje en zonas radiológicas.
- El desmantelamiento y retirada de equipos y estructuras convencionales no necesarias logísticamente para apoyar actividades del proyecto. Estas actividades se inscriben en el Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales (PDCC).

Segunda fase

Se inició en marzo de 1999 y finalizó en junio de 2003. Sus objetivos fueron:

- El desarrollo del Plan de Desmantelamiento de Partes Activas (PDPA).
- La aplicación del Plan de Desclasificación para asegurar que los materiales limpios no contuvieran contaminación y, por tanto, pudieran ser gestionados convencionalmente.
- La continuación del PDCC.
- El transporte de los residuos radiactivos de baja y media actividad (RBMA) al Centro de Almacenamiento de El Cabril.
- La expedición de los materiales convencionales a centros autorizados para su reciclaje.

- El envío de los residuos convencionales a vertederos especializados.

El presupuesto del Nivel 2 de desmantelamiento fue de 94,6 millones de euros (15.740 millones de pesetas).

PERIODO DE LATENCIA

Finalizado el Nivel 2, las zonas del emplazamiento no liberadas permanecen bajo la responsabilidad y vigilancia de Enresa. Esta situación se mantendrá durante 25 años, periodo en el que la actividad radiológica de las estructuras internas del cajón decaerá hasta representar aproximadamente un 5% de la inicial. Ello permitirá, entonces, su desmantelamiento con unos costes radiológicos mínimos para el personal que ejecute los trabajos.

NIVEL 3

Desmantelamiento del cajón del reactor

Concluido el periodo de latencia, hacia el año 2028, dará comienzo el último nivel de desmantelamiento, en el que se retirará el cajón del reactor y sus estructuras internas, liberándose así la totalidad del emplazamiento.



CORTE DE MATERIALES PROCEDENTES DEL DESMONTAJE DE LA NAVE DEL REACTOR

Planificación y Seguridad



CONTROL RADIOLÓGICO DE MATERIALES

En el Plan de Desmantelamiento de Vandellós I se dió prioridad a la seguridad de los trabajos programados y del personal que los llevó a cabo. Esta máxima irrenunciable se tradujo en un planificado sistema de operación de obligado cumplimiento que no dejaba nada al azar, ya que todos los protocolos de actuación fueron cuidadosamente estudiados y sometidos a un estricto sistema de control.

A continuación se enumeran algunos de los pilares que han garantizado la realización de un desmantelamiento seguro:

Protección Radiológica

Cualquier actuación en zonas activas de la instalación era sometida a un riguroso análisis para determinar sus implicaciones radiológicas, de tal forma que un trabajador sólo pudiese operar si disponía de un Permiso de Trabajo con Radiaciones (PTR), documento en el que se transmitía al traba-

jador profesionalmente expuesto las protecciones que debía incorporar para trabajar en las diferentes zonas, el tiempo de permanencia, etc.

Todos los trabajos se sometieron a un análisis previo con objeto de planificar el modo más seguro de llevarlos a cabo, estudio realizado por el Comité ALARA y aprobado por el servicio de Protección Radiológica y Seguridad de la instalación. Se actuó a nivel preventivo, operacional y de control de datos. En este sentido, las principales actuaciones realizadas fueron las autorizaciones de trabajo, las vigilancias radiológicas, la formación en protección radiológica, los controles de dosis, la planificación de trabajos y la información al inspector residente del Consejo de Seguridad Nuclear.

Programa ALARA

Su denominación responde a la expresión inglesa "As Low As Reasonably Achievable" (tan bajo como razonablemente sea posible). El objetivo de este

programa es la reducción de las dosis de exposición a radiaciones ionizantes a niveles tan bajos como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores técnicos, económicos y sociales. El programa se aplicó a todas las actividades y/o trabajos con implicaciones radiológicas e involucró a la organización de Enresa, a las empresas contratistas y a todos los trabajadores profesionalmente expuestos que intervinieron en los procesos de diseño, planificación, ejecución, desmantelamiento, descontaminación y demolición que pudiesen implicar riesgos radiológicos para los propios trabajadores, el público en general y el medio ambiente.

El criterio ALARA se articula mediante una serie de parámetros radiológicos (dosis colectiva, dosis individual máxima, tasas de irradiación y niveles de contaminación superficial y ambiental) que determinan la puesta en marcha de un protocolo de actuación y de protección de obligado cumplimiento. Éste prioriza la máxima reducción de las dosis para la ejecución de cada actuación en zonas activas de la instalación.

Solicitud de Autorización de Trabajo

Todas las actividades llevadas a cabo durante el desmantelamiento de Vandellós I estaban previamente autorizadas por la correspondiente Solicitud de Autorización de Trabajo (SAT). En este documento administrativo, se establecían los condicionantes en materia de seguridad que debía seguir cada trabajo, el personal que lo realizaba y los medios adecuados para llevarlo a cabo.

Desde marzo de 1998 hasta junio de 2003 se autorizaron 854 SATs.

Prevención de Riesgos Laborales

Pese a la naturaleza nuclear del emplazamiento, la mayor parte de los riesgos para los trabajadores involucrados en el desmantelamiento provenía de la realización de trabajos a grandes alturas y del movimiento de grandes cantidades de materiales. Se trataba, por tanto, de riesgos convencionales que se afrontaron desde una perspectiva de Prevención de Riesgos Laborales. Ésta se integró a lo largo del proyecto en una estructura de toma de decisiones que afectaba a todos los niveles de responsabilidad, desde los técnicos hasta la cúpula directiva de Enresa y de las empresas contratistas.

Con el objetivo de hacer realidad el compromiso de Enresa con el logro de óptimas condiciones de

salud, bienestar laboral y seguridad e higiene en todos sus centros de trabajo, el desmantelamiento de Vandellós I se articuló mediante una política de seguridad integrada, que incidía en la mejora continua de la prevención y en la participación de todos los colaboradores del proyecto.

Para hacerlo posible, Enresa aplicó en Vandellós I el Plan Marco de Prevención de Riesgos Laborales, lo que implicaba inspecciones periódicas de seguridad en todas las instalaciones del emplazamiento:

- La señalización de todos los accesos a las áreas de trabajo.
- La realización de muestreos, controles y evaluaciones de las condiciones ambientales de los trabajos.

Equipos multidisciplinares

El éxito en la gestión de la seguridad en los trabajos de desmantelamiento pasó por una actuación coordinada de los distintos servicios participantes en los mismos. En este marco, la coordinación y planificación de las actuaciones llevadas a cabo se erigió en un elemento fundamental para el correcto funcionamiento de todo el proceso.

El trabajo en equipo representó, pues, uno de los principales logros del desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I.



CONFORMACIÓN DE UNIDADES DE MANEJO DE MATERIALES EN EL TALLER DE CORTE

Control institucional

Dada la singularidad de los trabajos llevados a cabo en la central y la naturaleza nuclear del emplazamiento, el desmantelamiento de Vandellòs I fue una obra sometida a un exhaustivo control por parte de las principales autoridades competentes.

La principal función de control correspondió a dos organismos estatales, el Consejo de Seguridad Nuclear y la Dirección General de Política Energética del Ministerio de Economía. Como en otros emplazamientos nucleares, el CSN mantuvo en Vandellòs I un inspector residente encargado del seguimiento continuado de las diferentes actividades. Además, este organismo realizaba auditorías periódicas a los diferentes departamentos involucrados en el proyecto, con objeto de analizar monográficamente cada una de las actuaciones de envergadura. En este sentido, el CSN realizó 75 auditorías relativas, entre otros, a diferentes aspectos del Plan de Desmantelamiento de Partes Activas, a la gestión de materiales, a la desclasificación del emplazamiento y a la preparación del mismo para el periodo de latencia.

Por su parte, el control ministerial se llevó a cabo a través del Comité de Información para el Des-

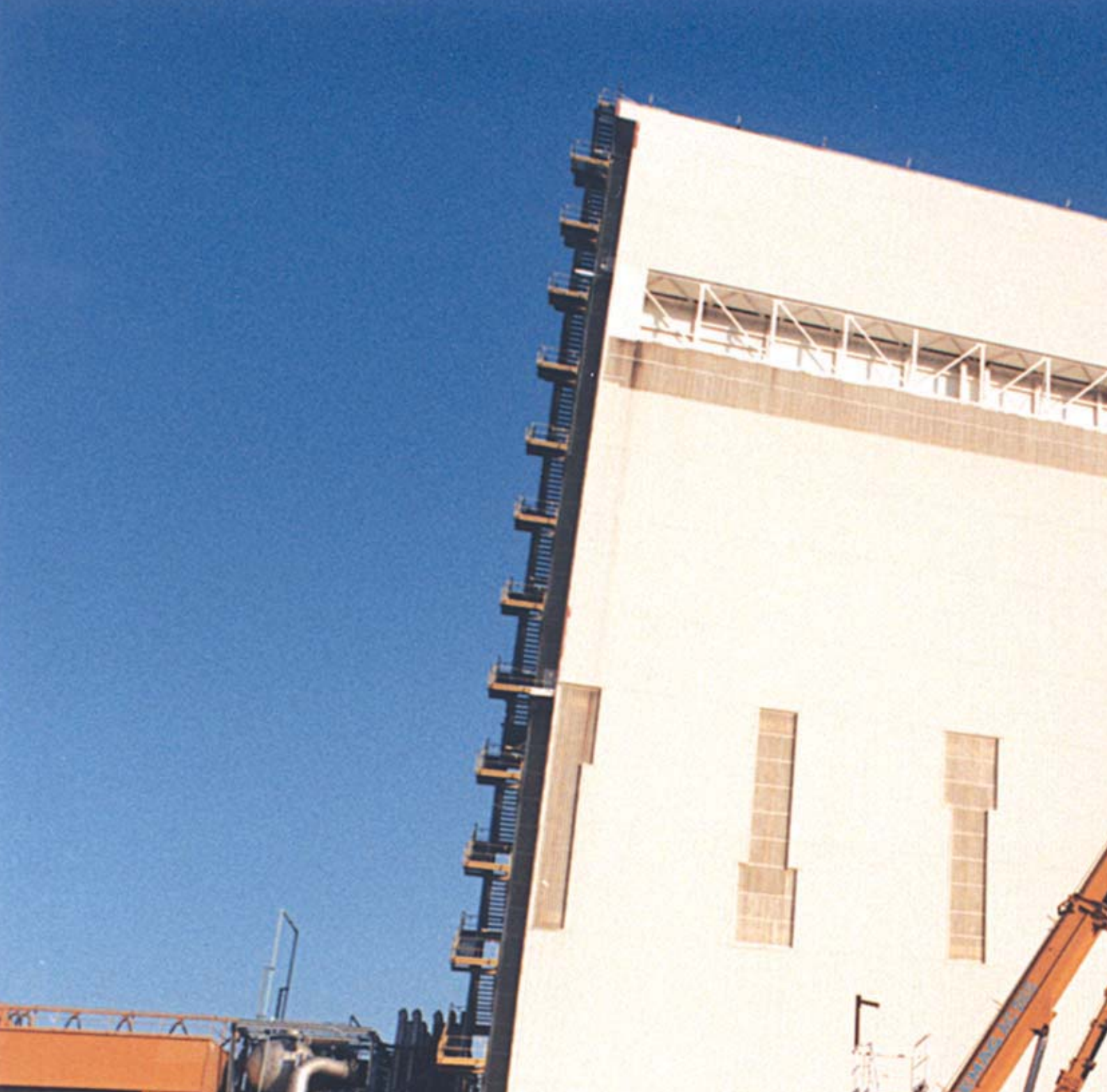
mantelamiento de Vandellòs I, órgano presidido por un delegado del Ministerio de Economía. También integraron el Comité representantes del Ministerio de Medio Ambiente, del CSN, de la Delegación de Gobierno en Cataluña, de la Generalitat de Catalunya y del Ayuntamiento de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant.

En el ámbito local, el desmantelamiento de Vandellòs I se sometió al control de la Comisión de Seguimiento Municipal de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant, una entidad de la que formaban parte diversos miembros del consistorio, representantes de los municipios colindantes y de los principales colectivos, asociaciones y entidades locales. Entre los cometidos recogidos por sus estatutos cabe mencionar la verificación del origen y destino de los materiales contaminados y la constatación de que las obras efectuadas en el emplazamiento no revestían riesgos para la población y el medio ambiente.

Asimismo, Enresa informó sobre aspectos puntuales del desmantelamiento a diversas entidades e instituciones como el Consell Comarcal del Baix Camp, la Universidad Rovira i Virgili, el Colegio de Ingenieros de Cataluña y los medios de comunicación de la provincia.



VISITA DEL COMITÉ DE INFORMACIÓN PARA EL DESMANTELAMIENTO. JULIO, 2003



CAPÍTULO 3



El proceso de desmantelamiento



3.1 Actividades preparatorias

Construir para desmantelar



CONSTRUCCIÓN DEL PÓRTICO DE CONTROL RADIOLÓGICO PARA CAMIONES

El inicio de las actividades de Enresa en la central nuclear Vandellós I tuvo lugar en febrero de 1998 y se caracterizó por la puesta en marcha de un programa de actividades preparatorias necesarias para acometer los trabajos de desmantelamiento de las partes radiológicamente activas de la instalación. De este modo, Enresa empleó sus primeros meses en la adecuación, instalación e implantación de todo tipo de infraestructuras y sistemas imprescindibles para un óptimo desarrollo del proyecto. Durante la fase inicial, Enresa construyó para desmantelar.

Así pues, las primeras actividades de Enresa consistieron en la puesta fuera de servicio definitivo de los sistemas no necesarios para el desmantelamiento y en la retirada de la central de todos los productos inflamables o tóxicos que pudiesen representar algún peligro durante las obras.

También se modificaron los sistemas eléctricos, instalando una nueva distribución adaptada a las necesidades del desmantelamiento que discurría por unos trazados nuevos y diferenciados de los antiguos, y se incorporaron unos nuevos sistemas de ventilación, que aseguraban el confinamiento de las zonas donde se iban a realizar trabajos con implicaciones radiológicas.

La sala de mando fue sustituida por un nuevo puesto de vigilancia en el que, mediante un nuevo sistema informático, se controlaban los sistemas aún operativos de la planta.

Se modificó el sistema de tratamiento y dilución de efluentes y el sistema de protección contra incendios, con la adquisición de nuevos equipos y

la creación y formación de la brigada contra incendios, integrada por 41 personas.

En lo que respecta a las infraestructuras de la organización del proyecto, se trasladaron las oficinas de Administración al sector más oriental del emplazamiento, con objeto de separar claramente las actividades de obra de las meramente administrativas. Para ello, se aprovechó el antiguo almacén de gran material, que pasó a albergar las oficinas de todos los servicios que integraron la organización del proyecto.

Durante el año 1998 también se procedió a la adecuación de diversas infraestructuras con interés logístico para el desmantelamiento. Concretamente, se habilitó un taller de corte y desclasificación de materiales en un local anexo a la nave del reactor. En él se recibían, segregaban, clasificaban y cortaban todos los materiales procedentes de zonas radiológicas.

Cabe destacar también la mejora y adecuación del servicio médico, dotándolo de nuevos equipos adaptados a las obras de desmantelamiento, y la instalación de un nuevo puesto de control radiológico de entrada y salida de la nave del reactor, donde se realizaba el control dosimétrico del personal.

Finalmente, se instaló una báscula equipada con un detector de radiactividad destinado a realizar el último control radiológico previo a la salida de cualquier material de la instalación.

Desmontajes y demoliciones convencionales previos

Paralelamente a estas actividades preparatorias, se procedió al inicio de algunas de las actuaciones contempladas en el Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales. Se trató del desmontaje y retirada de aquellas estructuras y edificios que no iban a tener utilidad logística para el desmantelamiento y que, en cambio, podían dejar libre un espacio valioso para otros usos.

Entre estas actuaciones, cabe destacar el desmontaje de la central auxiliar, instalación que suministraba energía eléctrica a todos los servicios auxiliares durante la operación de la planta. De ella se retiraron y expidieron a plantas de reciclaje sus cuatro calderas y sus cuatro turbogrupos auxiliares, así como la instalación de aire comprimido, para proceder, a continuación, a su demolición.

Durante estos primeros meses de desmantelamiento también se retiraron los tanques de combustible (fuel-oil y gasoil) y los tanques de agua desmineralizada.

En conjunto, durante el año 1998, Enresa gestionó 2.798 toneladas de materiales convencionales, integradas básicamente por chatarras, efluentes de la limpieza de tanques y cables eléctricos.

Puesta en marcha de nuevos sistemas

La fase de actividades preparatorias finalizó con la realización de pruebas, evaluadas por el CSN, de todos los sistemas implantados o modificados durante las obras. En suma, se realizaron 15 pruebas llevadas a cabo entre el 26 de octubre de 1998 y el 26 de enero de 1999.

Los ensayos consistieron en la verificación del correcto funcionamiento, tanto de los componentes individuales como de los sistemas en conjunto, así como en que estos cumplieren con los requisitos para los que habían sido diseñados.

El 17 de marzo de 1999, el Consejo de Seguridad Nuclear dió su visto bueno al resultado de las pruebas y autorizó el inicio de los trabajos de desmantelamiento en zonas activas.



DEMOLICIÓN DE LA CENTRAL AUXILIAR

3.2 Desmantelamiento

Un proceso industrial

Enresa concibió el proyecto de desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I como un proceso industrial en el que, partiendo de unas materias primas y contando con unos recursos iniciales sobre los que aplicar un proceso de transformación, se consiguiera un producto final. Concretamente, la filosofía de Enresa consideró como materias primas el propio emplazamiento de la central y una serie de recursos productivos (recursos humanos, instalaciones, maquinaria, energía, etc.). El proceso de transformación consistió en una secuencia de actuaciones compuesta, entre otras, por las actividades de desmontaje, descontaminación, desclasificación, demolición y reposición del terreno. El proceso industrial concluyó con dos resultados: en primer lugar, el emplazamiento

en parte liberado y en parte en estado de latencia; en segundo lugar, una serie de materiales y residuos que debían ser gestionados.

Iniciado en 1998, este proceso industrial comenzó a funcionar a pleno rendimiento un año más tarde, en abril de 1999, cuando, una vez finalizadas las actividades preparatorias, se recibió la autorización por parte del CSN para los trabajos en zonas con implicaciones radiológicas. En consecuencia, Enresa empezó a trabajar simultáneamente en los dos pilares del Plan de Desmantelamiento y Clausura: el Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales, ya en vigor desde 1998, y el Plan de Desmantelamiento de Partes Activas.



Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales (PDCC)



FASE FINAL DEL DESMONTAJE DEL EDIFICIO DE AUXILIARES ELÉCTRICOS

Pertencen a este bloque de actuaciones los desmontajes, demoliciones y reposiciones de terrenos pertenecientes a todos aquellos edificios, sistemas y componentes sin implicaciones radiológicas.

Generalmente, se trataba de trabajos que, pese a no requerir las exigencias de protección radiológica propias del PDPA, sí que necesitaban ser ejecutados con importantes medidas de seguridad, puesto que las dimensiones de estas instalaciones implicaban el movimiento de grandes toneladas de material y la realización de trabajos a gran altura.

Las instalaciones convencionales del emplazamiento fueron mayoritariamente reaprovechadas durante el proyecto para diferentes usos y sólo eran desmontadas y demolidas cuando éstas dejaban de tener utilidad logística. Es por ello que a lo largo del desmantelamiento se impuso la necesidad de planificar la secuencia de trabajos a realizar, siempre velando por la no obstaculización entre sí de los trabajos llevados a cabo en paralelo y por la disponibilidad de infraestructuras y espacios donde almacenar temporalmente los materiales procedentes de desmontajes.

Esta filosofía de actuación explica que, ya en los primeros meses del proyecto, y en paralelo a las actividades preparatorias de los trabajos en zonas activas, se retirasen del emplazamiento algunas instalaciones convencionales como la central auxiliar y los tanques de fuel-oil, gasoil y agua desmineralizada, quedando liberado su terreno para la posterior reutilización como campos de almacenamiento de materiales radiológicamente limpios y en espera de desclasificación, procedentes de zonas activas. Por tanto, estas primeras actuaciones en instalaciones convencionales se erigieron, asimismo, en actividades preparatorias del PDPA.

Otra de las grandes instalaciones que fue desmantelada una vez dejó de tener utilidad para el proyecto fue el edificio de auxiliares eléctricos, que albergaba la antigua sala de mando y gran parte de los sistemas de alimentación eléctrica de la planta. Después de más de dos años de retirada de kilómetros de cables procedentes del emplazamiento y de su sustitución por los nuevos sistemas destinados al periodo de latencia, el edificio fue desmantelado y demolidas sus plantas superiores entre los meses



DESMONTAJE DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN

de septiembre de 2001 y marzo de 2002. Las cotas inferiores se aprovecharon para construir las nuevas dependencias del Centro Tecnológico Mestral y de apoyo a la fase de latencia (puesto de vigilancia, oficinas, centro de información, etc.).

Entre el resto de actuaciones llevadas a cabo en el marco del PDCC, cabe destacar el desmontaje del antiguo edificio de administración de la planta, reutilizado temporalmente como almacén de contenedores de material limpio desclasificable, el antiguo edificio de mantenimiento, reutilizado temporalmente como oficinas para las empresas contratistas, las torres de alta tensión y los antiguos pabellones de protección radiológica, ingeniería, archivo y servicio médico.

Reposición del suelo industrial

El proyecto establecía la necesidad de reponer y liberar los terrenos ocupados anteriormente por edificios, equipos y sistemas de la central nuclear.

Este último paso, en el complejo proceso que entraña el desmantelamiento de un edificio, consiste en rellenar los huecos en el terreno, generados por el desmontaje de equipos, sistemas y estructuras. En coherencia con la política de reciclaje implementada por Enresa, estas reposiciones se realizaron a partir de rellenos de hormigones triturados y compactados procedentes de los escombros de demoliciones de edificios de la propia instalación.

Esta metodología exigió la adecuación del ritmo de demoliciones y tratamiento de hormigones al de generación de terrenos a reponer, con el objetivo de evitar una excesiva acumulación de escombros o, por el contrario, grandes extensiones en espera de reposición. En total, se emplearon en los trabajos de reposición de terrenos unas 77.000 toneladas de escombros de hormigón procedentes del propio emplazamiento.

Plan de Desmantelamiento de Partes Activas (PDPA)

El desmantelamiento de partes activas, consistente en el desmontaje de sistemas y componentes situados en zonas con implicaciones radiológicas, se inició en marzo de 1999, después de que el CSN autorizase las pruebas de los sistemas modificados o de nueva construcción. A partir de entonces, se aplicó el Plan de Desmantelamiento de Partes Activas (PDPA), un minucioso proceso industrial en el que el desmantelamiento de las instalaciones con actividad radiológica y el desmontaje, segregación y traslado de los materiales resultantes tenía como objetivo la reducción al mínimo del volumen final de residuos radiactivos. En este sentido, el proceso de desclasificación de materiales, las técnicas de descontaminación y la política de reutilización de materiales, constituyeron las principales vías que permitieron disminuir notablemente el volumen final de residuos radiactivos a gestionar.

El desmantelamiento de un edificio contaminado se inicia con una campaña de caracterización para determinar la ubicación de los focos de contaminación y de radiación. Con ella, se confecciona un mapa radiológico del edificio que permite diseñar la estrategia de desmantelamiento más eficaz. La reducción al mínimo de las dosis recibidas por los trabajadores y del volumen de residuos radiactivos generados son los dos objetivos prioritarios de esta estrategia.

A continuación, se procede al desmontaje de todos los equipos y sistemas del edificio. De los materiales resultantes, aquellos que superen los niveles de contaminación fijados por la autoridad competente son gestionados como residuos radiactivos de baja y media actividad y expedidos al Centro de Almacenamiento de El Cabril. Contrariamente, los materiales radiológicamente limpios son incluidos en el proceso de desclasificación que permitirá gestionarlos como materiales convencionales y, por consiguiente, ser reciclados o bien depositados en vertederos autorizados.

Concluido el desmontaje interno, el siguiente paso se centra en las estructuras del edificio. Todas las paredes son nuevamente medidas para localizar los focos de contaminación y su profundidad. Le sigue la descontaminación de las zonas afectadas y una nueva campaña de caracterización que demuestra la ausencia de radiactividad. A continuación, el edi-



DESMANTELAMIENTO DEL DISPOSITIVO PRINCIPAL DE MANUTENCIÓN



DESMONTAJE DE EQUIPOS Y SISTEMAS EN LA CAVA DEL REACTOR

ficio es desclasificado y se procede a su demolición. Por último, el terreno es repuesto y liberado.

A continuación se detallan los principales edificios inscritos en el PDPA:

Nave del reactor

Los desmontajes de equipos pertenecientes a este gran edificio se iniciaron en abril de 1999 y concluyeron a finales del año 2000. Paralelamente, el cajón del reactor quedó sellado para garantizar su estado de confinamiento estático durante los 25 años que transcurrirán hasta iniciar su desmantelamiento en el Nivel 3. Reclasificada la zona y finalizada la construcción de la estructura de protección de intemperie, la nave fue desclasificada tras

la aprobación por el Consejo de Seguridad Nuclear de una línea que combinaba las metodologías de desclasificación de materiales y de superficies.

Finalmente, se procedió a desmontarla mediante una gran obra de ingeniería que requirió el concurso de una grúa de grandes dimensiones, con 150 metros de pluma y unas 800 toneladas de capacidad de carga. Este hito en el proyecto, que marca la transformación definitiva de la imagen exterior del emplazamiento, tuvo lugar entre los meses de mayo y octubre de 2002.

Edificio de combustible irradiado

Realizado el desmontaje de equipos entre los años 1999 y 2001, la descontaminación de sus estructu-

Caracterización y escarificación de suelos y paramentos

Estos trabajos destinados a la descontaminación de superficies consistieron en la medida y marcaje de 136.000 m² de suelos y paramentos para la posterior segregación de las superficies contaminadas. Con ello se consiguió reducir al mínimo el volumen de materiales procedentes de las estructuras de la central que finalmente han sido gestionados como residuos radiactivos.

Caracterizar y escarificar son dos actividades complementarias que requirieron la intervención tanto de personal del Servicio de Protección Radiológica y Seguridad en el marcaje, como de operarios dedicados a la limpieza y la segregación de las partes contaminadas.





RETIRADA DEL REVESTIMIENTO METÁLICO EN LA NAVE DE PISCINAS

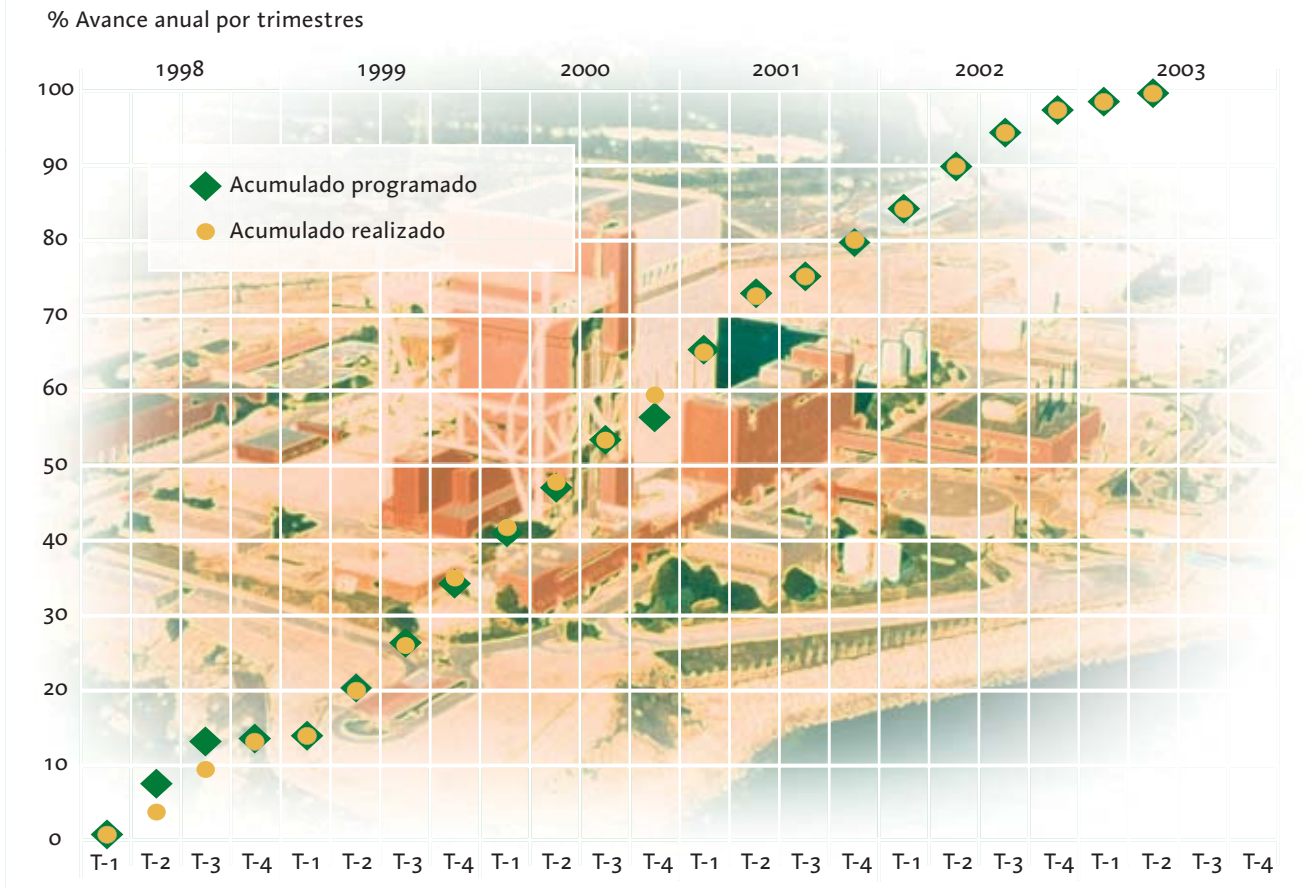
ras se extendió hasta febrero de 2002, mes en el que fue desclasificado este edificio que se destinaba a conducir el combustible gastado hasta la nave de piscinas. En los meses siguientes, y a medida que se desmontaba la estructura de la nave del reactor, se procedió a su demolición.

Nave de piscinas

El desmantelamiento de este edificio fue uno de los más complejos llevados a cabo durante el proyecto, dadas las implicaciones radiológicas del mismo.

1. La retirada de equipos y sistemas se realizó entre abril de 1999 y finales de 2001 y, a continuación, se procedió a ejecutar los trabajos de descontaminación de estructuras, una actividad especialmente minuciosa en el caso del repicado de parte del hormigón que recubría los tubos de transferencia de combustible.
2. La desclasificación de esta nave y su posterior demolición tuvieron lugar en el mes de febrero de

Evolución comparativa del estado de la obra



2002, excepto en el caso de la celda de manipulación de combustible irradiado, cuya descontaminación, más compleja, se extendió hasta el mes de mayo. Finalmente la nave fue demolida y su terreno restaurado.

Silos de grafito/Taller de acondicionamiento

Los trabajos llevados a cabo en los tres silos de grafito se centraron en un complejo proceso de descontaminación de estructuras que concluyó en marzo de 2003 con su desclasificación.

El taller de acondicionamiento de grafito fue desmantelado y demolido en los últimos meses del 2002.

Edificio de efluentes

El edificio en el que se trataban y desde el que se evacuaban los efluentes líquidos durante la operación de la planta se convirtió, durante el desmantelamiento, en uno de los almacenes de residuos radiactivos. Parte de sus instalaciones también

fueron utilizadas durante el proyecto como área de descontaminación de materiales. Finalmente, y a medida que se iban expidiendo al Centro de Almacenamiento de El Cabril los residuos radiactivos, comenzó el proceso de retirada de equipos y descontaminación de estructuras. Debido a que fue el último edificio con implicaciones radiológicas en quedar en desuso, su desclasificación, en abril de 2003, marcó el final de las actividades correspondientes al Plan de Desmantelamiento de Partes Activas. Su demolición y posterior recuperación del terreno tuvo lugar en mayo de 2003.

Otras instalaciones

Entre las actuaciones llevadas a cabo en el marco del PDPA cabe incluir, asimismo, el desmantelamiento, desclasificación y recuperación de algunos edificios de menor tamaño que, a lo largo del proyecto, iban quedando en desuso. Es el caso de los silos de bidones, los pozos de piezas irradiadas, la antigua lavandería y la parte radiológica del servicio médico.



TRABAJOS SIMULTÁNEOS EN LA LOSA DEL REACTOR:
SELLADO DEL CAJÓN Y DESMONTAJE DEL DPM

Desmantelamiento de la nave del reactor



El desmontaje de la nave del reactor representa la actuación de mayor envergadura llevada a cabo durante el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I.

La obra comenzó a ejecutarse en el mes de mayo de 2002, una vez finalizado el desmantelamiento de todos los equipos y componentes alojados en este edificio de 80 metros de altura, en el que se ubicaban todas las instalaciones auxiliares del cajón del reactor. Por su parte, el CSN autorizó en julio de ese año la puesta en práctica de la metodología de desclasificación para las estructuras de esta nave –metodología combinada entre la desclasificación de superficies y la de materiales–, lo que permitió su gestión convencional y su evacuación a plantas de reciclaje. Para llevar a cabo este trabajo, se aprovecharon los meses estivales, evitando así, en lo posible, la irrupción del fuerte viento característico de la zona en unas maniobras realizadas a gran altura y con piezas de gran tonelaje.

El desmontaje de la nave generó unas 3.200 toneladas de acero, 14.000 m² de chapa conformada, cerca de 2.000 m² de tela asfáltica y unos 3.500 m³ de hormigón. Asimismo, durante la obra se extrajeron vigas y piezas singulares de gran tonelaje para las que se hizo necesaria la contratación de una grúa de grandes dimensiones. Se trata de un equipo de tipo celosía, único en nuestro país, capaz de trabajar a una altura de 150 metros y cargar pesos de 800 toneladas. Las piezas más pesadas manejadas por esta grúa durante el desmontaje de la nave del reactor llegaron a alcanzar las 240 toneladas.

La obra concluyó en el mes de octubre de 2002, dejando visible la imagen exterior de la planta para el periodo de latencia. La nueva estructura de protección de intemperie, de 39.000 m³, supone una reducción de volumen y, por tanto, de impacto visual, del 75% respecto a la antigua nave del reactor, de 162.000 m³.

3.3 Gestión de materiales

Proceso controlado, destinos adecuados

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I generó una gran cantidad de materiales procedentes tanto de zonas activas como convencionales, cuya gestión determinaba si eran destinados al reciclaje o a su gestión como residuo. El objetivo prioritario del proyecto consistió en reducir el volumen de residuos, tanto convencionales como radiactivos, y en reutilizar el resto en el propio emplazamiento o en el exterior.

Uno de los puntos esenciales del proyecto fue el control exhaustivo de todos los materiales procedentes del emplazamiento para segregar los que tuvieran implicaciones radiológicas de los limpios y reutilizables. Las obras generaron entre marzo de 1998 y junio de 2003 unas 15.900 toneladas de materiales no contaminados, principalmente materiales metálicos, cuyo destino fue el reciclaje, y

pequeñas cantidades de residuos convencionales depositados en centros autorizados. A ellos, cabe añadir 1.961 toneladas de escombros procedentes de zonas activas que, después de su desclasificación, fueron reutilizadas en la reposición de terrenos, junto con las cerca de 77.000 toneladas de hormigones procedentes de la demolición de edificios de la instalación.

El volumen de residuos radiactivos, inicialmente previsto en 2.000 toneladas, finalmente se redujo a 1.763 toneladas, debido, fundamentalmente a las técnicas de segregación y descontaminación y a la política de reciclaje implementada por Enresa.

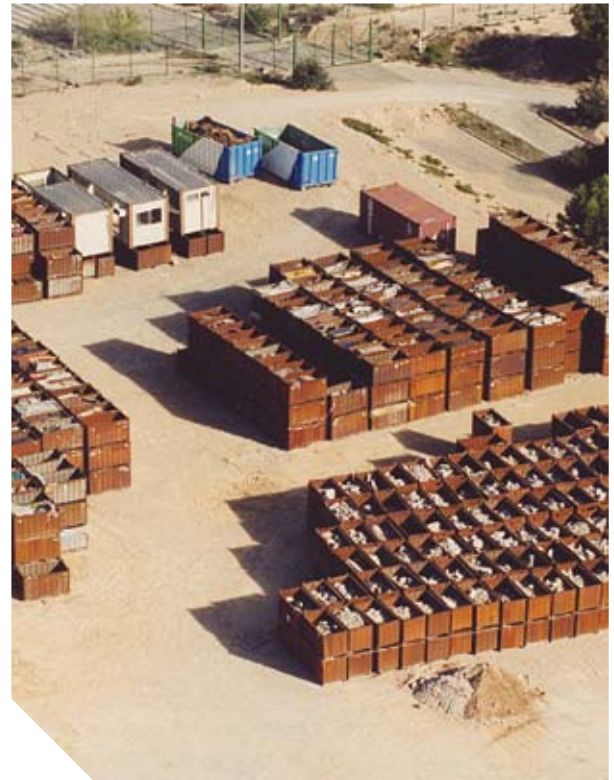
Con objeto de reducir el volumen de residuos y hallar vías de reutilización para el resto de materiales, se impuso la necesidad de implantar un sistema de ges-



TRASLADO DEL GRAFITO RADIATIVO AL NUEVO DEPÓSITO TEMPORAL



ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS RADIATIVOS



ACOPIO DE MATERIAL DESCLASIFICABLE

ción de materiales que garantizase el correcto destino de los mismos, especialmente para aquellos que procedían de las zonas activas de la instalación. A tal fin, Enresa puso en marcha un sistema de gestión que establecía hasta cinco controles preceptivos para todos aquellos materiales procedentes de partes activas que, por su historial y sus características, eran candidatos a la desclasificación y, por tanto, a ser gestionados como convencionales. Con este minucioso tratamiento se puede asegurar que ningún material evacuado de la central excedió los niveles de actividad requeridos por el CSN para ser considerados no radiactivos.

La desclasificación es un acto técnico administrativo en el que se certifican los niveles aceptados para materiales y superficies procedentes de partes activas y, por tanto, estos pueden salir del emplazamiento con destinos convencionales.

El desmantelamiento de Vandellós I ha sido el primer proyecto en el que se ha llevado a cabo esta actividad con cantidades industriales de materiales y superficies.

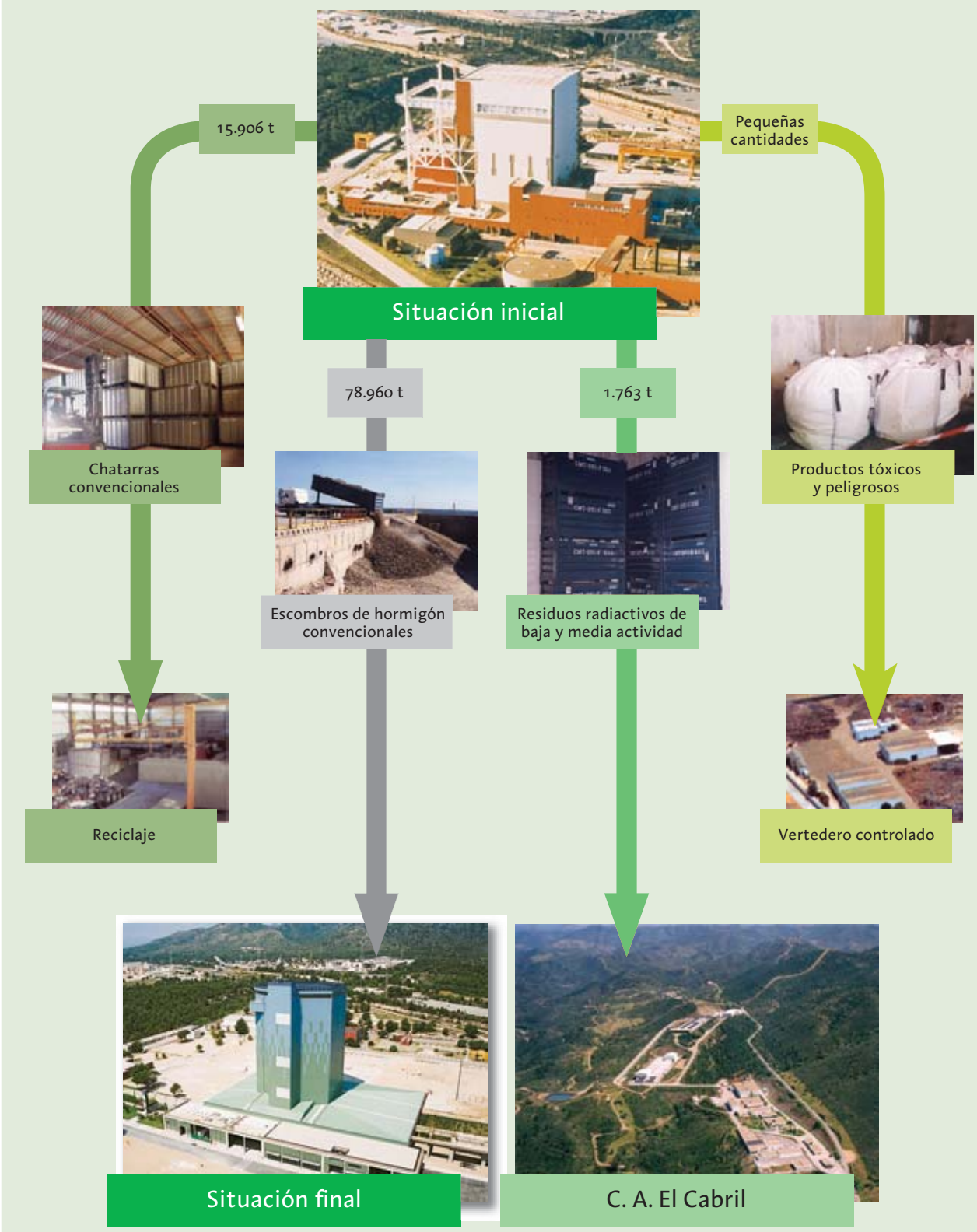
Las actividades incluidas en el Plan de Desman-

telamiento de Partes Activas generaron, desde su inicio en abril de 1999, 11.736 toneladas de materiales, de las que 1.763 eran residuos radiactivos de baja y media actividad y el resto, 9.973 toneladas, materiales desclasificados (8.012 t) y paramentos (1.961 t) incluidos en el Plan de Desclasificación de materiales y estructuras que permitió su gestión convencional y su expedición a plantas de reciclaje para otros usos industriales o bien su reutilización en la restauración del emplazamiento.

Asimismo, los trabajos incluidos en el Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales generaron, durante el desmantelamiento, 7.894 toneladas de materiales, principalmente chatarras y materiales férricos, que se evacuaron del emplazamiento bajo el control de la Junta de Residuos de la Generalitat de Catalunya. Sus principales destinos fueron las plantas de reciclaje.

A esta cifra de materiales procedentes de zonas convencionales, cabe añadir la generación de cerca de 77.000 toneladas de escombros de hormigón procedentes de la demolición de edificios y que, a lo largo del desmantelamiento, se reutilizaron en la restauración de terrenos del emplazamiento.

Destino de los materiales



Bases del sistema de control

La política diseñada por Enresa para la gestión de los materiales generados en zonas con implicaciones radiológicas incluía un Plan de Desclasificación destinado a reducir al máximo el volumen de residuos radiactivos. Enresa aplicó este plan tanto a los materiales resultantes del desmantelamiento de equipos y componentes como a las estructuras y paramentos de los edificios que los acogían.

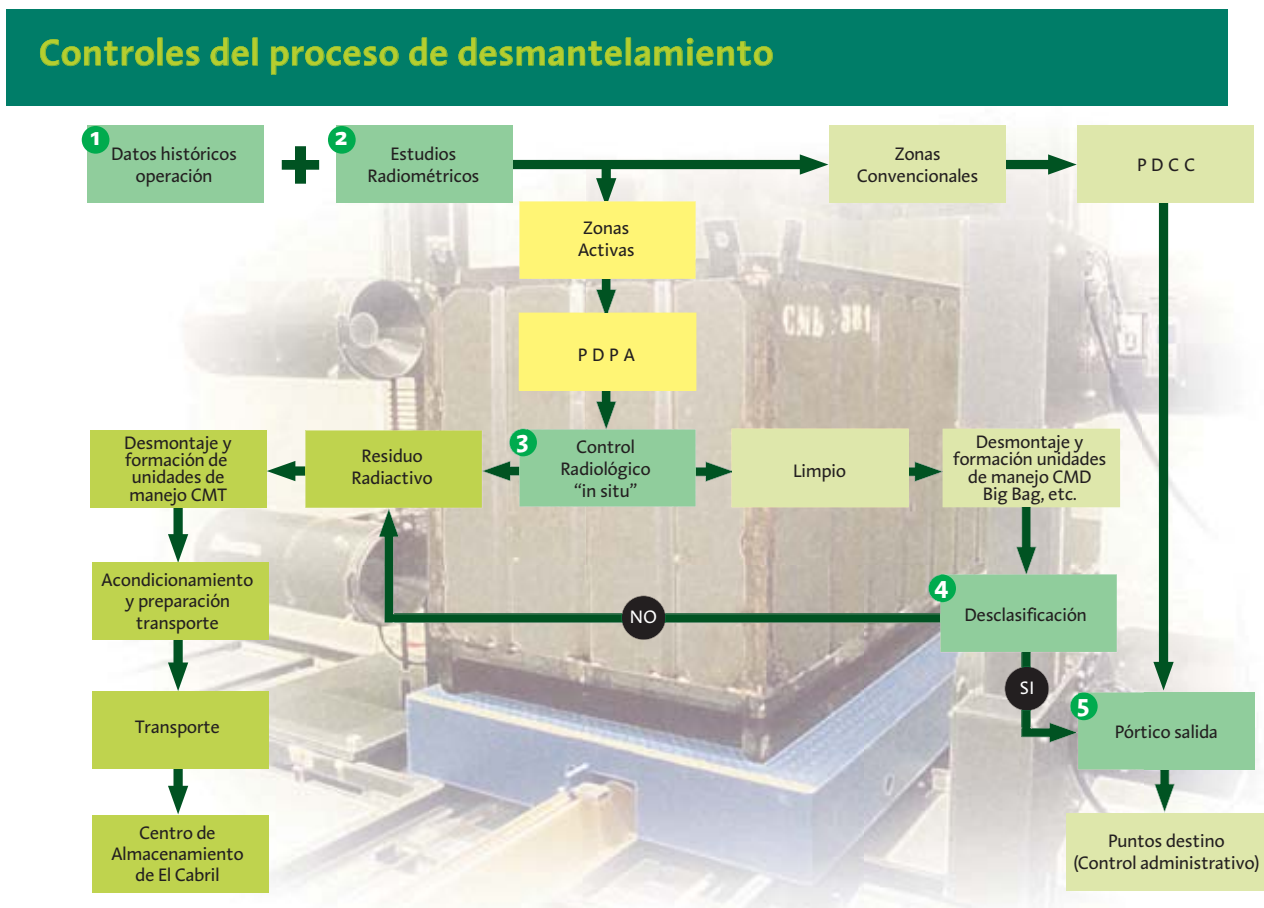
Para asegurar la ausencia de contaminación en un material, se desarrolló un sistema basado en cinco controles. El proceso tenía su punto de partida en la aplicación de dos de ellos, cuyo objetivo era la planificación de los trabajos. Se trataba del conocimiento histórico del funcionamiento del equipo o sistema que se iba a desmantelar y del análisis de hasta tres estudios radiométricos globales realizados en el emplazamiento.

Estos dos controles previos se complementaban en el mismo lugar de intervención con la denominada caracterización "in situ", realizada con equi-

pos portátiles por los técnicos del Servicio de Protección Radiológica. Una vez se obtenía el resultado aprobatorio de estos tres controles, el material presuntamente limpio era sometido al proceso de desclasificación mediante medidas espectrométricas, que constituían el cuarto de los controles (medidor de bajo fondo).

Por su parte, el material contaminado se gestionaba como residuo radiactivo y se acondicionaba directamente para su expedición al Centro de Almacenamiento de El Cabril.

El sistema de control de la gestión de materiales se podía complementar, si era necesario, con un quinto y último control, sólo aplicado a los materiales evacuados del emplazamiento para su reciclaje. Se trataba de un pórtico de gran superficie por el que había de pasar cualquier transporte antes de salir del emplazamiento. Su cometido era verificar definitivamente la inexistencia de cualquier componente radiactivo tanto en el material preparado para ser expedido a un destino convencional como en el propio medio de transporte.



Líneas de actuación



El Plan de Desclasificación establecía tres líneas de actuación que presentaban metodologías y lógicas de funcionamiento diferentes: la línea de desclasificación de materiales, la línea de desclasificación de estructuras y la línea de desclasificación combinada, que integraba metodologías de las dos primeras.

1ª Línea de actuación: desclasificación de materiales

Esta línea de actuación, autorizada por el CSN en julio de 2001, permitió gestionar como convencionales todos los materiales limpios generados en el desmantelamiento de zonas con implicaciones radiológicas.

Los materiales introducidos en el proceso de desclasificación eran agrupados en Unidades de Manejo Autorizadas (UMA) y alojados, según su naturaleza, en contenedores especiales para su medida (CMD), bidones, o bolsas de grandes dimensiones (Big Bag). Posteriormente estas UMAs se sometían a una medición integral con el medidor de bajo fondo, dispositivo capaz de analizar la

**RETIRADA, COMO MATERIALES
DESCLASIFICABLES, DE LOS BLINDAJES DEL
DISPOSITIVO PRINCIPAL DE MANUTENCIÓN**

carga radiológica del material mediante espectrometría gamma permitiendo trabajar a nivel industrial con una precisión de laboratorio. Sólo después de que este equipo ratificase una vez más que el material no excedía los niveles establecidos por el CSN, éste era desclasificado.

2ª Línea de actuación: desclasificación de superficies

Las superficies de las paredes y suelos de hormigón situadas en zonas radiológicas debían ser desclasificadas, previamente a su demolición, con objeto de asegurar la ausencia de contaminación. Este condicionante obligó a desarrollar una línea de actuación específica para la desclasificación de superficies, cuya metodología fue aprobada por el CSN en febrero de 2002.

Teniendo en cuenta el historial operativo y los valores de los estudios radiológicos previos, se realizaba una primera medida para la caracterización

Tipos de contenedores



CMT (Contenedor Metálico de Transporte)
 Contenedor utilizado para alojar los residuos radiactivos procedentes del desmantelamiento de sistemas y estructuras en zonas activas. Una vez completada su capacidad, se acondicionaban introduciendo hormigón, quedando así preparados para su transporte al Centro de Almacenamiento de El Cabril.



Bidón DV (Desmantelamiento Vandellós)
 Contenedor utilizado para residuos radiactivos secundarios como guantes, máscaras, filtros, etc. Se le llamaba bidón DV hasta que los residuos que alojaba eran medidos y acondicionados, momento en que se le pasaba a llamar bulto DV y era enviado al Centro de Almacenamiento de El Cabril.



CMD (Contenedor de Medida y Desclasificación)
 Contenedor destinado a la gestión de materiales convencionales y desclasificables. Durante las diversas fases de este proceso, estos materiales eran movidos en contenedores CMD por el emplazamiento, siguiendo siempre unas rutas de gestión preestablecidas.



Big-Bag
 Saco que contenía materiales de aislamiento no radiactivos pero tóxicos (fibra de vidrio, amianto, etc.). Al igual que los materiales alojados en contenedores CMD, estos debían ser medidos y controlados por el Servicio de Control de Materiales.

de la totalidad de la superficie del paramento, con objeto de identificar posibles puntos contaminados. Este proceso de caracterización permitía clasificar la superficie como contaminada o desclasificable. A continuación, estas últimas se sometían a espectrometría gamma con un equipo portátil (ISOCS) cuyos resultados se comparaban con los límites fijados por el CSN. Una vez considerado el paramento como desclasificado se podía proceder a su demolición.

3ª Línea de actuación: línea combinada

Existían determinadas estructuras, como la nave del reactor, que constituían un último nivel de protección y que no podían ser desmontadas antes de su desclasificación. Además, los equipos de medida disponibles tenían dificultades para operar en estas estructuras debido a limitaciones de accesibilidad. Estos dos condicionantes obligaron a desarrollar

una línea de actuación específica cuya metodología fue aprobada en el mes de julio de 2002. Para esta línea, además del historial operativo de la planta y de los valores de los estudios radiométricos realizados, se llevaba a cabo un análisis incidental de vigilancia de toda la vida operativa de la central.

En paralelo, se realizaba una campaña general de medidas de comprobación y campañas específicas en zonas de riesgo potencial. A ellas, se añadía la medida directa de un porcentaje de la estructura, que era desmontado, alojado en contenedores CMD y analizado con el medidor de bajo fondo tal y como se efectuaba en la línea de actuación de materiales. Este porcentaje de la estructura se agrupaba en las denominadas unidades de manejo (UMAs) de contraste. Una vez analizados los historiales operativos y radiológicos, así como las medidas de las UMAs de contraste, la estructura podía ser desclasificada y posteriormente desmantelada.

Equipos de desclasificación

La desclasificación de materiales y superficies se realiza mediante el empleo de dos equipos de medida por espectrometría gamma. Después de llevar a cabo los diferentes controles establecidos por la correspondiente línea de desclasificación, materiales y superficies se someten a una medida final cuyos resultados certifican su desclasificación.



En el caso de los materiales, el equipo utilizado es el medidor de bajo fondo, un dispositivo compuesto por cuatro detectores de germanio que, unidos a tres posiciones de medida diferente, permite obtener el espectro de doce segmentos del contenedor, además de un espectro suma. De este modo, se pueden detectar y segregar posibles "focos calientes" y evitar, así, que determinadas partes radiactivas queden diluidas en la masa de material introducida en el contenedor.



Para las superficies, el equipo utilizado es el ISOCS, un dispositivo portátil de medida que, mediante una tecnología similar a la del medidor de bajo fondo, permite llevar el equipo de desclasificación a las estructuras antes de que éstas sean demolidas.

El reciclaje, una prioridad



ACOPIO DE MATERIAL DESCLASIFICABLE EN CONTENEDORES CMD

La política de reciclaje de materiales implementada por Enresa en el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I permitió encontrar nuevos usos para aproximadamente el 95% de los materiales generados durante los trabajos. Este sistemático proceso de optimización redujo el volumen de residuos al mínimo al tiempo que se explotaban al máximo las posibilidades de estos recursos.

Se exponen a continuación las diferentes vías de reciclaje de materiales en el desmantelamiento de Vandellós I:

1. Materiales convencionales

Se entiende por material convencional aquel que nunca ha tenido contacto con zonas activas radiológicamente, o bien aquel que, pese a proceder de zonas activas, ha sido desclasificado por el Servicio de Protección Radiológica.

Para cumplir con el objetivo de minimizar el volumen de residuos convencionales, los materiales generados se reutilizaron mediante dos líneas de actuación:

Reciclaje interno. Fue el destino prioritario. El Plan de Desmantelamiento y Clausura (PDC) preveía la

reutilización en el propio emplazamiento de la mayor parte de los materiales generados a raíz del desmontaje y la demolición de equipos, estructuras y edificios.

Reciclaje externo. La optimización de los materiales convencionales se completó mediante el reciclaje de los mismos en diversas actividades industriales externas.

Estos últimos materiales, al igual que los residuos convencionales (no radiactivos, aunque tóxicos y/o peligrosos), se gestionaron, una vez salían del emplazamiento, por organismos autonómicos como la Junta de Residuos de la Generalitat y el Consell Comarcal del Baix Camp.

2. Materiales contaminados

Al igual que en el caso de los materiales convencionales, la política de gestión de los contaminados permitió reducir su volumen mediante:

Optimización interna. Consistió en la descontaminación en el propio emplazamiento de aquellos materiales que, por su baja actividad o por sus

componentes y geometría, permitían una sencilla descontaminación. A continuación, estos materiales se incorporaban al proceso de desclasificación que los conducía a la gestión convencional.

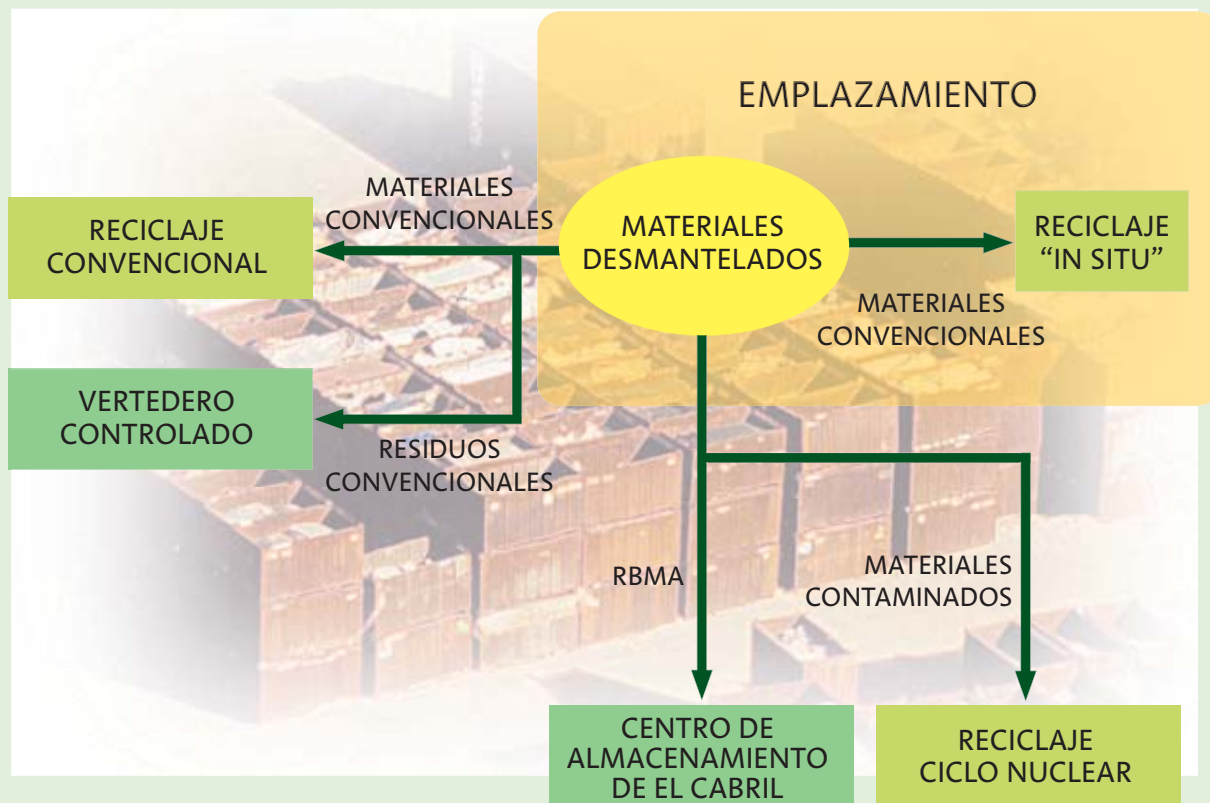
Optimización externa. En este proceso se trataba de reutilizar industrialmente los materiales contaminados que, por su naturaleza, composición isotópica y pequeño grado de contaminación eran susceptibles de ser reciclados dentro del campo nuclear. En este sentido, Enresa expidió a Estados Unidos 72 toneladas de materiales férricos, de las que el 98% fueron empleados por la compañía Duratek para la construcción de unos nuevos blindajes para el laboratorio Fermi de Chicago.

El resto de los materiales contaminados, es decir, los que no se pueden descontaminar ni reutilizar, se gestionaron como residuos radiactivos de baja y media actividad y se expidieron al Centro de Almacenamiento de El Cabril.



PREPARACIÓN DEL TRANSPORTE DE MATERIALES DESCLASIFICADOS A PLANTAS DE RECICLAJE

Diagrama de reciclaje en Vandellós I



Transporte de materiales radiactivos

El transporte de los materiales radiactivos se realiza de acuerdo con las recomendaciones establecidas por el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y recogidas por el ordenamiento jurídico nacional. El conjunto de medidas establecidas por la reglamentación tiene como objetivo minimizar la probabilidad de que ocurra un accidente y en caso de que suceda, mitigar sus efectos.

El marco legal que regula el transporte de este tipo de mercancías queda recogido en el "Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera" (ADR).

La seguridad del transporte se basa en el concepto de bulto, entendiendo por tal el conjunto formado por el material radiactivo a transportar y el embalaje que lo confina.

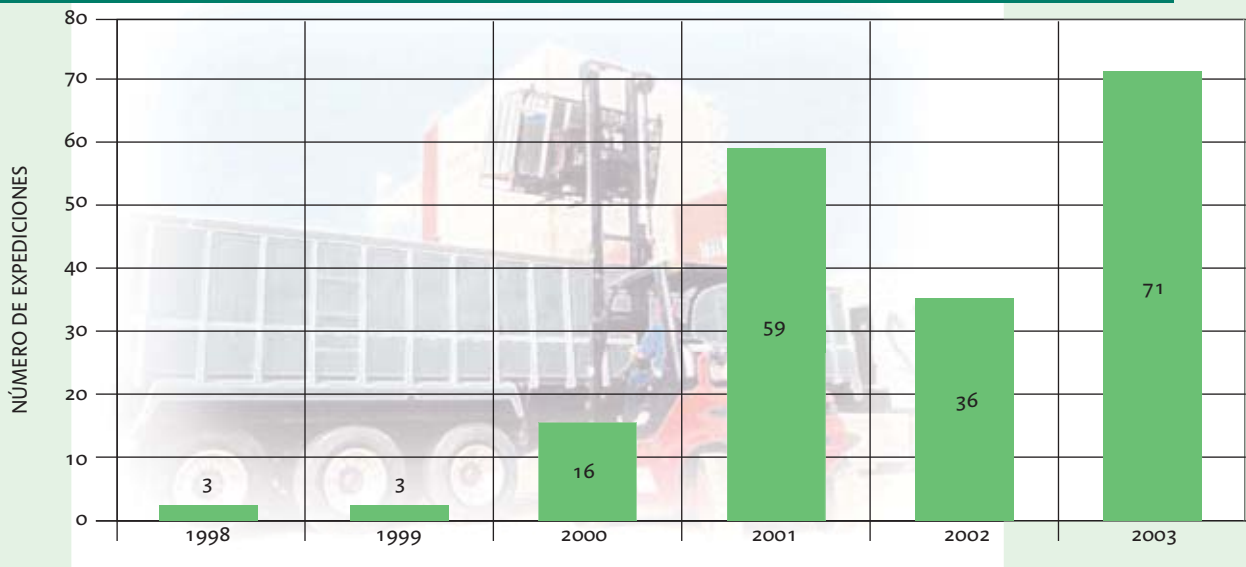
El grado de resistencia de un embalaje de residuos es proporcional a la cantidad de radiactividad que contiene y a la nocividad de las sustancias transportadas. De esta forma, se garantiza que, incluso en el caso de la completa destrucción de un embalaje en un accidente, la radiactividad contenida debe estar limitada para que los daños provocados por la dispersión de las sustancias radiactivas sean asumibles por el medio ambiente.

Para garantizar la idoneidad de los bultos a transportar, la reglamentación establece diferentes pruebas a las que deben ser sometidos: caída libre, resistencia a los golpes, a las altas temperaturas, estanqueidad, etc. Adicionalmente, Enresa refuerza la seguridad de los transportes mediante la completa formación de los conductores y el diseño de vehículos especialmente acondicionados, que poseen, entre otros elementos, sistemas de cierre automático, seguimiento vía satélite y blindajes adicionales.

Expediciones de residuos radiactivos a El Cabril

El transporte de residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes del desmantelamiento de Vandellós I con destino al Centro de Almacenamiento de El Cabril comenzó en noviembre de 1998, habiéndose realizado 188 expediciones con contenedores CMT y bidones DV.

Expediciones de residuos radiactivos



Materiales generados

MATERIALES PROCEDENTES DE PARTES ACTIVAS

	Peso (Kg.)
MATERIALES DESCLASIFICADOS Y EXPEDIDOS	
Aislamiento térmico	98.404
Cables	152.975
Chatarra ferrosa	7.553.490
Chatarra no ferrosa	85.955
Varios	121.216
TOTAL	8.012.040

MATERIALES DESCLASIFICADOS Y REUTILIZADOS EN EL EMPLAZAMIENTO

Hormigón	1.961.835
----------	-----------

RESIDUOS RADIATIVOS EXPEDIDOS A EL CABRIL

Residuos Radiactivos	1.763.722
----------------------	-----------

TOTAL GENERADO EN PARTES ACTIVAS

11.737.597

MATERIALES PROCEDENTES DE PARTES CONVENCIONALES

	Nº transportes	Peso (Kg.)
Absorbentes y material filtración	3	11.660
Aceite lubricante	16	128.180
Ácido clorhídrico	1	80
Aguas residuales y fecales	7	37.500
Aislantes torres alta tensión	2	5.240
Alúmina	1	2.360
Amianto	1	460
Banal	214	453.300
Baterías	5	17.900
Cables eléctricos	25	310.580
Carbonato sódico	1	3.960
Cenizas	1	4.640
Chatarra	470	5.884.820
Detergentes	1	1.220
Disolventes halogenados	1	3.000
Disolventes no halogenados	1	3.000
Efluentes y sedimentos	33	435.280
Equipos electrónicos	8	39.450
Espumógeno	1	3.140
Fibra y lana de vidrio	17	46.180
Fibrocemento	12	60.870
Fluorescentes	2	730
Grafito	1	5.260
Hidróxido sódico	1	380
Mezcla de gases refrigerantes	1	200
Neumáticos usados	2	2.080
Papel y cartón	35	56.095
Pilas	2	713
Plásticos	1	620
Radiografías	1	700
Residuos especiales en pequeñas cantidades	7	6.367
Resinas intercambio iónico	2	46.160
Soluciones salinas	2	15.740
Tejidos vegetales	28	84.500
Tela asfáltica	12	138.980
Transformadores con PCBs	5	83.480
TOTAL GENERADO EN PARTES CONVENCIONALES	923	7.894.825

3.4 Infraestructura de latencia

Una espera de 25 años



La nueva estructura de protección de intemperie es un revestimiento del cajón del reactor con chapa de acero galvanizado. Este revestimiento, separado en 1,5 metros del cajón, arranca en la cota +16 y se prolonga hasta seis metros por encima de la losa del cajón del reactor, donde se ha construido una cubierta (cota +63). El peso total de la estructura es de 350 toneladas y su superficie, de 5.700 m². En su montaje llegaron a intervenir hasta 70 trabajadores. Está diseñada para resistir rachas de viento superiores a los 200 km/h y precipitaciones de 140 l/m².

A medida que avanzaba el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I, Enresa comenzó a instalar todas las infraestructuras necesarias para afrontar el periodo de latencia, una espera de unos 25 años en la que se producirá el decaimiento natural de la radiactividad de las estructuras internas del cajón del reactor hasta niveles que faciliten su desmantelamiento.

En este sentido, cabe destacar que las actividades de preparación para el periodo de latencia arrancaron prácticamente en paralelo a los trabajos de desmantelamiento en zonas con implicaciones radiológicas. En el año 1999 se inició el proceso de confinamiento del cajón del reactor, una vez retirados todos los equipos y sistemas conectados al mismo. Esta compleja actuación, consistente en la obturación y el aislamiento térmico de más de 1.700 penetraciones del cajón, tenía el objetivo de asegurar su estado de confinamiento estático para garantizar la imposibilidad de contacto entre el interior y el exterior del cajón del reactor durante el periodo de latencia. Finalizado este proceso, en los primeros meses de 2000, Enresa efectuó con éxito la primera prueba de estanqueidad controlada por el Consejo de Seguridad Nuclear. Esta prueba, repetida cada cinco años durante el periodo de latencia, se incluye en el programa de vigilancia del cajón del reactor, que también cuenta con estudios de comprobación de la corrosión interna mediante la toma periódica de muestras y la inspección visual con cámaras especiales.

También en el año 2000, quedaron instalados los nuevos cuadros eléctricos y el sistema de vigilancia del cajón. A continuación, se construyó la nueva protección de intemperie del cajón del reactor, estructura que, tras el desmontaje de la nave del reactor (mayo-octubre 2002), se convirtió en la imagen exterior de la instalación. Esta estructura, que salvaguardará al cajón del reactor de los agentes atmosféricos durante el periodo de latencia, reduce en un 75% el volumen, y por tanto el impacto visual, respecto a la antigua nave del reactor.



DEPÓSITO TEMPORAL DE GRAFITO

Por otra parte, durante el año 2002, se construyeron las nuevas oficinas de vigilancia y servicios, dependencias que constituyen la sede del equipo encargado de velar por el estado y el mantenimiento del cajón del reactor durante el periodo de latencia. Estas oficinas se ubican en las cotas inferiores del antiguo edificio de auxiliares eléctricos, del que se han reutilizado sus estructuras.

También se finalizó la construcción del depósito temporal de grafito en la cota inferior de la nave del reactor reutilizando el espacio que ocupaba el taller de corte. Sus blindajes presentan un espesor de 65 centímetros en las paredes y de 70 en el techo. Para optimizar las tareas de control y mantenimiento, se reutilizaron las ventanas plomadas del taller de acondicionamiento de grafito y de la celda de manipulación de combustible de la nave de piscinas. Durante el periodo de latencia, este depósito de 1.900 m² almacena temporalmente unas 1.100 toneladas de grafito procedente de las camisas del combustible gastado durante la fase operativa de la central.

En el año 2003, se completó la implantación del vallado perimetral del nuevo emplazamiento en periodo de latencia y la instalación de los nuevos sistemas mecánicos y de seguridad, además de una nueva planta modular de tratamiento de efluentes líquidos.

Prueba de estanqueidad



La prueba de estanqueidad se realiza cada cinco años con el objetivo de asegurar el estado de confinamiento estático del cajón del reactor durante el periodo de latencia. Controlada por el Consejo de Seguridad Nuclear, la prueba consta de cinco fases realizadas en un tiempo total de 40 horas. Las cinco fases son las siguientes:

- Fase de presurización
- Fase de estabilización
- Fase de fuga controlada
- Fase de verificación
- Fase de despresurización

Los indicadores de confinamiento del cajón del reactor dependen, por tanto, de las posibles diferencias de presión que puedan aparecer a lo largo del proceso. La primera prueba tuvo lugar en abril de 2000, las siguientes comprobaciones de la estanqueidad del cajón del reactor se realizan cada cinco años.



CAPÍTULO 4



Actividades de apoyo



El Plan de Desmantelamiento y Clausura diseñado por Enresa se apoyó sobre una serie de actividades relacionadas principalmente con la seguridad laboral, la protección radiológica, la garantía de calidad y la formación continua.

A continuación, se detallan las diferentes actividades llevadas a cabo por estos servicios durante el desmantelamiento:

Protección Radiológica y Seguridad

Servicio encargado de velar por la seguridad de los trabajadores desde el punto de vista radiológico e industrial, y formado aproximadamente por el 10% de la plantilla que trabajó en el desmantelamiento de la central. La integración de la Protección Radiológica y de la Seguridad en un mismo servicio respondía a la necesidad de efectuar un control coordinado de las actividades que se realizaban.

Entre las actividades llevadas a cabo por el área de Protección Radiológica durante el desmantelamiento de Vandellós I, cabe destacar el seguimiento y control radiológico operativo de los trabajos de desmantelamiento y descontaminación en las diferentes zonas radiológicas de la central, la medida para desclasificación de los diferentes materiales y superficies, y el control y planificación de vertidos de efluentes.

También se debe resaltar la aplicación práctica del Programa ALARA de minimización de dosis, a través de los diferentes grupos de trabajo establecidos para el seguimiento específico del desmantelamiento y descontaminación de todas las áreas incluidas en el PDPA, consiguiéndose una considerable optimización de las dosis recibidas por los trabajadores.

A medida que avanzaba el desmantelamiento, este servicio llevaba a cabo una progresiva reducción de las zonas radiológicas de la instalación con sucesivas campañas de reclasificación zonal, aplicando los criterios del Manual de Protección Radiológica diseñado para el proyecto. Esta campaña de eliminación de "islas" radiológicas iba acompañada de una paulatina reducción del número de los trabajadores profesionalmente expuestos, adecuándolo en todo momento al estado radiológico y a las necesidades de personal implicado en los trabajos en zonas radiológicas.

Asimismo, a lo largo de las obras, se completó satisfactoriamente la aplicación y seguimiento del



TRABAJOS DE DESMONTAJE DE LAS TORRES DE ALTA TENSIÓN.

Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA).

Desde el punto de vista de la Seguridad Laboral, cabe destacar los esfuerzos constantes en la identificación de riesgos potenciales y medidas de prevención. En concreto, a lo largo del desmantelamiento se estudiaron cerca de 5.000 situaciones potenciales en un total de 200 áreas del emplazamiento, realizándose unos 12.000 controles de prevención de riesgos laborales. Por otra parte, también se efectuaron más de 2.500 revisiones de los equipos pertenecientes al Plan de Lucha contra Incendios.

El desmantelamiento de la central nuclear necesitó cerca de 2.750.000 horas de trabajo, de las que sólo se perdieron por baja laboral un 0,4 % de las mismas. La media diaria fue de 25 trabajos y actuaciones en el emplazamiento. Finalizadas las obras, el número de incidencias registradas en el mismo fue de 83, registrándose periodos de baja de entre 2 y 46 días y ningún accidente laboral.

Finalmente, en el área de Seguridad Física, cabe destacar que, en los cinco años de desmantelamiento, se contabilizaron 391.646 movimientos de entrada/salida de personal y 43.762 controles de entrada/salida de vehículos.

Ingeniería

Otro de los pilares sobre los que se asentaron las actividades de Enresa en Vandellós I fue su capacidad de adaptación a las circunstancias de la propia obra. En este sentido, el servicio de Ingeniería de la instalación llevó a cabo más de un centenar de modifica-



**CURSO DE FORMACIÓN EN SEGURIDAD
PARA TRABAJADORES DEL
DESMANTEAMIENTO**

ciones de diseño a lo largo de todo el proyecto, lo que posibilitó el cumplimiento de los requisitos impuestos por el organismo regulador antes de autorizar la puesta en marcha de los diferentes tipos de actuaciones llevadas a cabo durante el desmantelamiento.

Garantía de Calidad

Todos los trabajos realizados durante el desmantelamiento fueron sometidos a un programa de Garantía de Calidad con el fin de comprobar la aplicación de los procedimientos y la normativa vigente. El servicio de Garantía de Calidad fue el responsable de controlar y vigilar la implantación de este programa durante la ejecución del Plan de Desmantelamiento. Asimismo, se ocupó de los registros de calidad y de la documentación del archivo, contando con las secciones de Garantía de Calidad (inspección y auditoría) y de Documentación (Registro y Archivo).

Formación

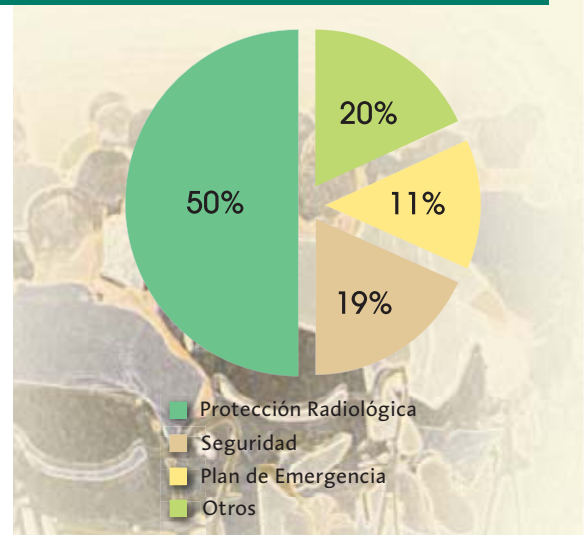
El desmantelamiento de una central nuclear comporta la realización de complejos trabajos, ya sean estos en zonas convencionales o en áreas con implicaciones radiológicas. Es por ello que se puso en marcha un completo Plan de Formación con el objetivo de proporcionar a todos los trabajadores las nociones necesarias para garantizar su seguridad, además de cumplir con los requerimientos impuestos por la normativa vigente. En este sentido, el Plan de Formación para el Desmantelamiento de Vandellós I, renovado anualmente, aplicó las directrices del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, el Reglamento de Protección Sanitaria

contra Radiaciones Ionizantes y el Plan Marco de Prevención de Riesgos Laborales para el Desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I, documento elaborado por Enresa en base a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Durante el Nivel 2 de desmantelamiento, el Servicio de Comunicación y Formación de la central organizó 1.537 cursos con unos 7.800 asistentes. En ellos, se impartieron cerca de 4.000 horas lectivas, distribuidas en unas 21.400 horas-persona. Por lo tanto, los 2.700 trabajadores que formaron parte del desmantelamiento asistieron a una media de cuatro cursos. La formación en el emplazamiento fue obligatoria tanto para los trabajadores de empresas contratadas como para los que acumulaban una larga experiencia en la central. Uno de los pilares de la formación en el desmantelamiento fue, pues, la programación de cursos de reciclaje convocados periódicamente para trabajadores de todos los niveles de responsabilidad.

Por materias, la Protección Radiológica fue, con el 50% de las horas dedicadas, la disciplina que más atención recibió en la formación de los trabajadores, dada la necesidad de disponer de trabajadores altamente cualificados para el desarrollo de trabajos complejos. Si a este porcentaje añadimos el 19% de horas dedicadas a Seguridad Laboral, nos encontramos con que más de dos tercios de la formación impartida en el desmantelamiento de Vandellós I se destinó a garantizar la seguridad de los trabajadores.

Formación por materias





CAPÍTULO 5



Proyección del desmantelamiento

Política de comunicación

Una de las actividades más significativas de Enresa durante el desmantelamiento de Vandellós I consistió en la implantación de una política de comunicación transparente con objeto de dar a conocer el proyecto a los diferentes colectivos sociales. De este modo, el establecimiento de canales de comunicación con las instituciones, los medios de comunicación y la opinión pública se erigieron en uno de los objetivos prioritarios del proyecto, en lo que representa la puesta en práctica de la filosofía de Enresa sobre las relaciones con el entorno en las áreas donde realiza sus actividades.

A tal fin se fomentaron, a nivel institucional, fluidas relaciones con los representantes de la zona, ya fueran procedentes de partidos políticos, instituciones públicas, asociaciones u organizaciones de distinta índole. En este sentido, se organizaron reuniones periódicas con las principales instituciones públicas del entorno de Vandellós I y se recibieron las visitas en el emplazamiento de organismos autonómicos, gubernamentales e internacionales, así como plataformas y colectivos interesados en obtener información sobre diferentes aspectos del desmantelamiento.

Enresa mantuvo además un contacto frecuente con los medios de comunicación del entorno más inmediato de Vandellós I mediante la organización, en colaboración con el Colegio de Periodistas de Tarragona, de encuentros periódicos y seminarios informativos sobre diversas actividades llevadas a cabo a medida que transcurría el desmantelamiento.

La información sobre las actuaciones realizadas en Vandellós I se complementó con la difusión, en las

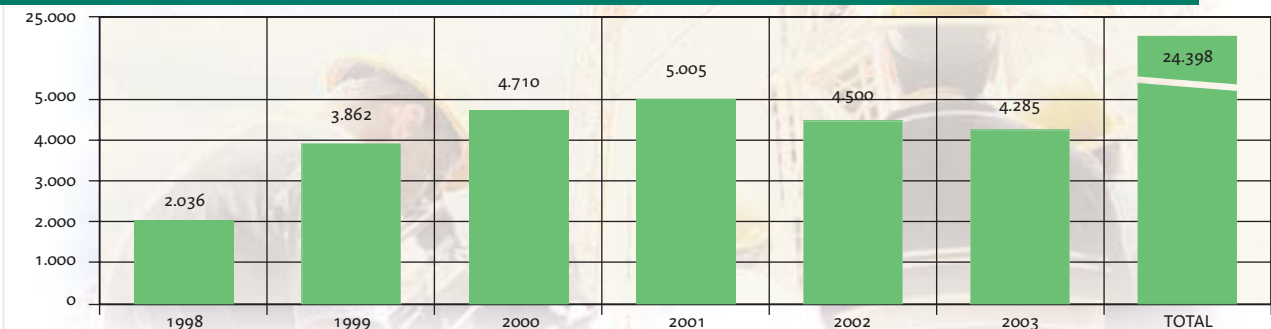


MIRADOR PARA VISITAS UBICADO EN LA COTA +16 DE LA NAVE DEL REACTOR

publicaciones editadas por Enresa, de diversas informaciones relacionadas con el desarrollo del desmantelamiento. En este sentido, resultó especialmente amplio el seguimiento de los trabajos difundidos en "Estratos", revista de divulgación científica que cuenta con relevantes colaboradores y que se dirige básicamente a sectores profesionales y ciudadanos interesados por los temas medioambientales.

En cuanto a la relación de Enresa con la opinión pública, cabe destacar la organización de visitas para el público en general. El objetivo de este ofrecimiento es proporcionar a la población del entorno la información necesaria sobre las actividades llevadas a cabo durante el desmantelamiento de Vandellós I y permitir el seguimiento en directo mediante una completa visita a los diferentes puntos de interés de la planta. Durante el desmantela-

Visitantes (1998-2003)





JORNADA DE PUERTAS ABIERTAS PARA LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN. JUNIO, 2002

miento, el itinerario seguido por las visitas fue variando constantemente para adaptarse a las exigencias de espacio de la obra.

Finalizado el desmantelamiento, el Centro de Información había recibido 24.398 visitantes en 1.159 visitas. Cerca del 80% de los mismos correspondía a centros educativos –bachillerato, formación profesional y universitarios–, mientras que el resto de las visitas procedían de organismos oficiales –nacionales e internacionales–, medios de comunicación, empresas del sector y otras instituciones.

La política de comunicación de Enresa en Vandellós I ha previsto prolongar la recepción de visitas durante el periodo de latencia.

Fomento del empleo local

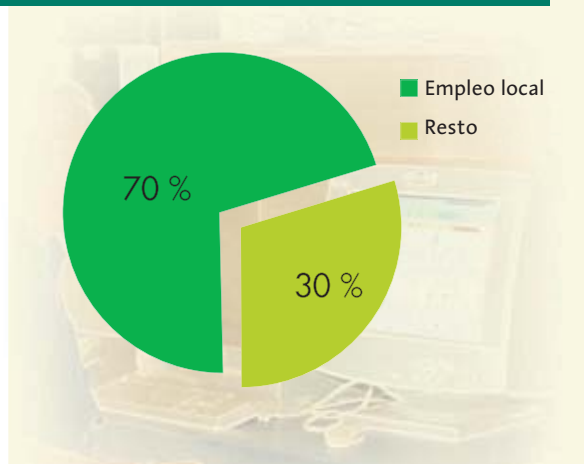
El fomento del empleo local se puede considerar como una válida herramienta de integración social en el entorno de la central nuclear Vandellós I. Es por ello que del promedio de 323 trabajadores con los que contó el desmantelamiento, 226 procedían de los municipios cercanos a la central, lo que supone exactamente un 70% de los trabajadores de la planta.

Del mismo modo, Enresa valoró muy positivamente el alto grado de experiencia y especialización existentes en el entorno, así como la gran adaptabilidad del tejido empresarial de la zona, capaz de dar respuesta a las más variadas necesidades operativas de un proyecto tan singular como el desmantelamiento de una central nuclear.



ENRESA FOMENTÓ EL EMPLEO LOCAL DURANTE EL PROYECTO

Fomento empleo local



Proyección exterior



SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRATEGIAS DE DESMANTELAMIENTO ORGANIZADO POR LA NEA. SEPTIEMBRE, 2003

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I representa una obra sin precedentes en nuestro país y con escasos referentes internacionales, lo que implicó un profundo esfuerzo de ingeniería previo al inicio de los trabajos.

Los desmantelamientos de la Fábrica de Uranio de Andújar (Jaén) y otras instalaciones experimentales y radiactivas, junto con el de la central nuclear Vandellós I constatan que Enresa dispone de los recursos necesarios para acometer otros desmantelamientos que le encargue el Gobierno. En este sentido, Enresa ha firmado con las empresas eléctricas el acuerdo que regulará el proceso de transferencia de la titularidad de las instalaciones que se desmantelen en el futuro.

La experiencia de Vandellós I abre, además, la posibilidad de establecer una nueva línea de trabajo para las empresas y los profesionales que han colaborado en los diversos aspectos del desmantelamiento, ya que varios países poseen centrales de similares características a Vandellós I en espera de ser desmanteladas. Es por ello que, a lo largo de la obra, expertos de algunos de esos países han visitado la central para conocer de cerca el proyecto.

Así pues, el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I le ha permitido a Enresa generar tecnología exportable. Sus aspectos organizativos y operativos se podrán aplicar en futuros desmantelamientos tanto en España como en el exterior.

Principales organismos que visitaron Vandellós I durante el desmantelamiento

Organización Internacional de la Energía Atómica (OIEA)

Comunidad Europea para la Energía Atómica (EURATOM)

Banco Europeo de Reconstrucción (BERD)

33 Meeting of the Technical Advisor Group cooperative programme on decommissioning (TAG33)

Unión Europea

Comisión Europea

Parlamento Europeo

Agencia de la Energía Atómica (NEA)

Argentina

Comisión Nacional de la Energía Atómica (CNEA)

Canadá

Delegación de la candidatura al ITER

Corea del Sur

Departamento de Fusión del Ministerio de Ciencia

China

Delegación CAEA

Francia

Comisión de Responsables de centrales nucleares de Grafito Gas (UNGG)

Electricité de France (EDF)

Comisión Nacional de Evaluación

Eslovaquia

Ministerio de Industria

EE.UU.

Vicesecretario de Industria

Italia

Sociedad para la Gestión de la Energía Nuclear (SOGIN)

Japón

Delegación RANDEC

Delegación de la Japan Atomic Power Company

Director del departamento de Fusión

Ministerio de Ciencia y Tecnología

Lituania

Ministerio de Industria

Reino Unido

BNFL

UKEA Restoring our environment

Ucrania

Delegación NRA

Suecia

Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB)

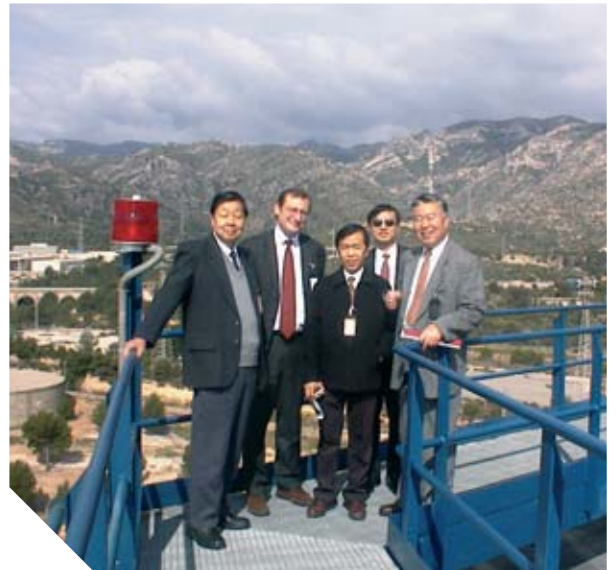


VISITA DEL VICESecretario DE INDUSTRIA DE EE. UU. AGOSTO, 2003

Colaboración internacional

El desmantelamiento de instalaciones nucleares en España es una actividad que tiene en el proyecto de Vandellós I su experiencia pionera, pero también lo es, en buena medida, en el marco internacional, donde el mayor número de las referencias existentes hasta la fecha han sido proyectos de menor envergadura, bien porque los reactores desmantelados han sido menos potentes, bien debido a un objetivo más limitado de los proyectos.

El parque mundial de centrales nucleares de tipo grafito-gas (como Vandellós I) cuenta con 39 unidades, repartidas en Francia (8), Gran Bretaña (28), España (1), Italia (1) Japón (1). Dieciséis de estas unidades están en proceso de desmantelamiento.



VISITA DEL MINISTRO DE INDUSTRIA JAPONÉS



EXPOSICIÓN DEL PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO A UN GRUPO DE EXPERTOS INTERNACIONALES. ESPACIO HABILITADO EN LA CAVA DEL REACTOR

Existen muy pocas referencias internacionales para este tipo de proyectos y es evidente que, a corto y medio plazo, deberán afrontarse programas de esta índole.

En este sentido, la Comisión Europea está promoviendo un activo debate tendente a la armonización de prácticas y regulaciones, dentro de los países miembros, desde un enfoque normativo común.

Asimismo, en el área de la investigación, el Quinto Programa Marco de Investigación y Desarrollo en el área de fisión nuclear de la Unión Europea identificó entre sus prioridades "el desarrollo de las mejores prácticas y el mantenimiento y actualización de bases de datos referidas al desmantelamiento de instalaciones nucleares". Enresa participa en dos proyectos específicos en este área, TND (red temática en desmantelamiento) y CDD (compendio sobre desmantelamiento y clausura).

Por otra parte, la Unión Europea promueve y financia proyectos de asistencia técnica tanto en el ámbito intracomunitario como para el asesoramiento a los futuros socios de la Unión. Cabe destacar el lanzamiento de tres proyectos, financiados por fondos gestionados por el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (BERD), relacionados con el desmantelamiento de las centrales nucleares de Ignalina (Lituania), Bohunice (Eslovaquia) y Kozloduy (Bulgaria). Enresa ha participado en proyectos de los programas de asistencia técnica y ha hecho un seguimiento de los proyectos financiados por los tres fondos mencionados.

Finalmente, en el área de los acuerdos bilaterales, Enresa mantiene una estrecha comunicación y cooperación con las organizaciones responsables de esta actividad en Italia y Argentina, (SOGIN y CNEA) respectivamente, quienes afrontarán en un futuro proyectos semejantes al de Vandellós I.

Percepción en el entorno

Modelo de integración

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellòs I se presentó desde el primer momento como un reto en muchos sentidos. Así, a las consabidas expectativas de un proyecto tan singular en nuestro país, había que añadir las incertidumbres generadas por el cierre de una planta que, durante muchos años había constituido uno de los pilares económicos de nuestro municipio.

Con estas premisas, el Ayuntamiento de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant comenzó a explorar vías de colaboración con Enresa que cuajaron en la constitución de la Comisión de Seguimiento Municipal, un órgano de control e información sobre las obras llevadas a cabo en Vandellòs I que, con el tiempo, se ha erigido en una clara muestra de la política de transparencia de Enresa y, consecuentemente, en un modelo de integración en el entorno.

También cabe destacar el establecimiento de acuerdos para potenciar el fomento del empleo local a lo largo de las obras de desmantelamiento, lo que, sin duda, supuso, un factor clave en nuestra estrategia de minimización del impacto económico y laboral del cierre de la planta. En este sentido, los cinco años de desmantelamiento de Vandellòs I



JOSEP CASTELLNOU
ALCALDE DE VANDELLÒS I
L'HOSPITALET DE L'INFANT

nos dieron el tiempo que necesitábamos para proceder a abrir nuevas vías de diversificación de la economía local, sin tener que enfrentarnos a altas tasas de desempleo.

En nombre del Ayuntamiento de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant sólo me resta expresar mi satisfacción por el éxito de una colaboración que debería servir como modelo para futuros proyectos. Por último, me gustaría dedicar unas palabras al Centro Tecnológico Mestral, una iniciativa con vocación de futuro que a buen seguro constituirá un importante activo para el municipio.

Colaborar en beneficio de todos

El desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I ha supuesto para la Universitat Rovira i Virgili un importante foco de atención, tanto por la trascendencia como por el valor formativo que de él se ha desprendido. Conscientes de ello, Enresa y la URV han establecido desde el inicio del desmantelamiento una franca relación que ha redundado en beneficio de ambas organizaciones y, por extensión, de la sociedad a la que sirven.

En este sentido, el nivel de colaboración alcanzado en entidades como la Comisión de Seguimiento de este singular proyecto ha supuesto una valiosa experiencia para nuestros profesores e investigadores. Del mismo modo, la participación de Enresa en el curso de verano de Gestión de Residuos, uno de los más concurridos de nuestra oferta, representa un valioso complemento formativo para nuestros estudiantes.

Concluido el desmantelamiento de Vandellós I, Enresa comienza a desarrollar su Centro Tecnológico Mestral, un programa de I+D en el que la URV no ha dudado en involucrarse. Nuestros gru-



LLUÍS AROLA I FERRER
RECTOR DE LA UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

pos de investigación ya trabajan con Enresa en el desarrollo de proyectos que a buen seguro servirán para perfeccionar los próximos desmantelamientos, así como para formar a los futuros profesionales de este sector emergente.

Desde la Universitat Rovira i Virgili sólo nos cabe reiterar el agradecimiento a Enresa y nuestra disponibilidad para profundizar en una colaboración que nos beneficia a todos.

Gran interés formativo

Muy agradecido por la oportunidad brindada por Enresa, les escribo estas líneas con objeto de valorar nuestra experiencia en relación con nuestras sucesivas visitas al desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I.

En esta situación, es bueno echar una mirada hacia atrás y recordar el momento en que nos hicieron llegar su oferta para visitar con nuestros alumnos las instalaciones de la central nuclear Vandellós I, en proceso de desmantelamiento. En aquel momento ya consideré que podía ser interesante para nuestros alumnos, iniciando así nuestra relación con Enresa.

Desde entonces hemos ido viniendo con nuestros estudiantes de Bachillerato, al considerar la visita muy interesante para complementar su formación. Durante los primeros años, además, existió la emoción de encontrarse cada vez con una planta muy cambiada respecto al año anterior, dada la evolución del proyecto.



**JOAQUIM MUÑOZ
PUIG**
PROFESOR DEL I.B. MERCÈ
RODORÉDA

Personalmente, y en nombre del centro que represento, estoy muy agradecido por la calidad de las explicaciones, de gran contenido didáctico, y por las atenciones recibidas. A ello cabe añadir, obviamente, el interés suscitado por la puesta en marcha de los talleres que se ofrecen actualmente, lo que redunda en una visita cada vez más completa, atractiva y provechosa.

Trabajo conjunto

Aunque la relación de la comarca del Baix Camp con el mundo nuclear es larga, tanto como la instalación de las centrales de Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant, la colaboración establecida a raíz del proyecto de desmantelamiento de Vandellòs I con Enresa ha supuesto para el Consell Comarcal que represento, y para el conjunto de ayuntamientos del Baix Camp, una fructífera y enriquecedora experiencia.

El trabajo conjunto y el desarrollo de diferentes proyectos de colaboración nos han permitido materializar los objetivos propuestos, así como aumentar positivamente el conocimiento mutuo. También nos han ayudado a abrir vías futuras de cooperación que, estoy convencido, reforzarán el buen nivel de entendimiento alcanzado.

En definitiva, desde el Consell Comarcal del Baix Camp sólo podemos expresar nuestra más profunda y sincera satisfacción por los logros conseguidos, que han redundado en una mejora de los servicios y de la calidad de vida de los ciudadanos



**ROBERT ORTIGA I
SALVADÓ**
PRESIDENTE DEL CONSELL
COMARCAL DEL BAIX CAMP

y de las ciudadanas del Baix Camp, y éste es, al fin y al cabo, el objetivo común y el motor que impulsa la excelente colaboración existente con Enresa.

Por todo ello, expreso nuestro más profundo agradecimiento a Enresa por la extraordinaria calidad humana y profesional que le caracteriza, y que tanto nos ha enseñado.

Enresa inició el camino

El inicio de las actividades de Enresa en Vandellòs I llegó tras el cierre de la central nuclear a consecuencia del accidente del 19 de octubre de 1989. Enresa llegaba para gestionar un tema que tenía un puesto seguro reservado en las portadas de periódicos e informativos audiovisuales, con lo que todos los movimientos de esta empresa pública, muy desconocida para el gran público, estaba claro que serían mirados con lupa. El escenario de esta nueva actuación de Enresa hacía necesaria una política de comunicación que tuviera en cuenta la avidez de información de los medios de comunicación. Desmantelar una central nuclear era algo nuevo en este país y haría falta mucha información y pedagogía para explicar en qué consistía el proyecto. Enresa optó por una política de transparencia a base de una colaboración con los medios y, en especial, con los profesionales de estos medios, a través del Col·legi de Periodistes de Catalunya y su demarcación de Tarragona, hartos de sentirse víctimas de una evidente desconfianza cuando de acceder a fuentes del sector nuclear se trataba. La accesibilidad de los



FRANCESC DOMÈNECH
PRESIDENTE DE LA
DEMARCACIÓ DE
TARRAGONA
DEL COL·LEGI DE
PERIODISTES DE CATALUNYA

periodistas a los responsables del proyecto y la organización de jornadas periódicas para informar de los avances en Vandellòs I generaron una relación franca entre ambas partes que facilitó la relación entre técnicos y periodistas, es decir, entre Enresa y la sociedad a la cual sirve. Un ejemplo que más adelante se ha empezado a seguir en otros ámbitos del sector nuclear. Enresa abrió el camino en Vandellòs I.



CAPÍTULO 6



Centro
Tecnológico
Mestral



Nuevo emplazamiento, nuevas actividades

La reducción de las dimensiones de la planta gestionada por Enresa que implica la entrada en fase de latencia supone, asimismo, una infraestructura mínima de gestión. Sin embargo la presencia de Enresa no se limita a las tareas de mantenimiento. El emplazamiento en latencia de la antigua central nuclear Vandellós I constituye una privilegiada ubicación para el desarrollo de programas de investigación y formación de los futuros responsables del desmantelamiento de centrales nucleares. En este sentido, Enresa ha firmado con la Universidad Rovira i Virgili un convenio de colaboración para el nuevo centro de Investigación y Desarrollo de tecnologías relacionadas con el desmantelamiento de centrales nucleares. El Centro Tecnológico Mestral representa, pues, un programa específico dentro del Plan de I+D de Enresa que debe redundar en el desarrollo y puesta a punto de tecnologías para el desmantelamiento a Nivel 3 de Vandellós I, así como para el resto de centrales nucleares.

Las actividades que llevará a cabo el Centro Tecnológico Mestral se asientan sobre tres pilares: gestión del periodo de latencia de Vandellós I, investigación de tecnologías, materiales y procedimientos para futuros desmantelamientos y formación de profesionales cualificados para llevar a cabo estos proyectos.

1. Gestión del periodo de latencia

En paralelo a las actividades de I+D, Enresa llevará a cabo las tareas de gestión del periodo de latencia del reactor de la antigua central nuclear Vandellós I. Se trata de un estado de latencia pasiva, lo que supone mínimo mantenimiento y vigilancia de parámetros de muy lenta evolución. En concreto, se controlarán en continuo los parámetros de temperatura, humedad y presión del interior del reactor, mientras que cada cinco años se realizará una prueba de estanqueidad, para comprobar el confinamiento del cajón, y una inspección visual, para determinar la posible corrosión de las estructuras del cajón del reactor.

2. Investigación de tecnologías, materiales y procedimientos para futuros desmantelamientos

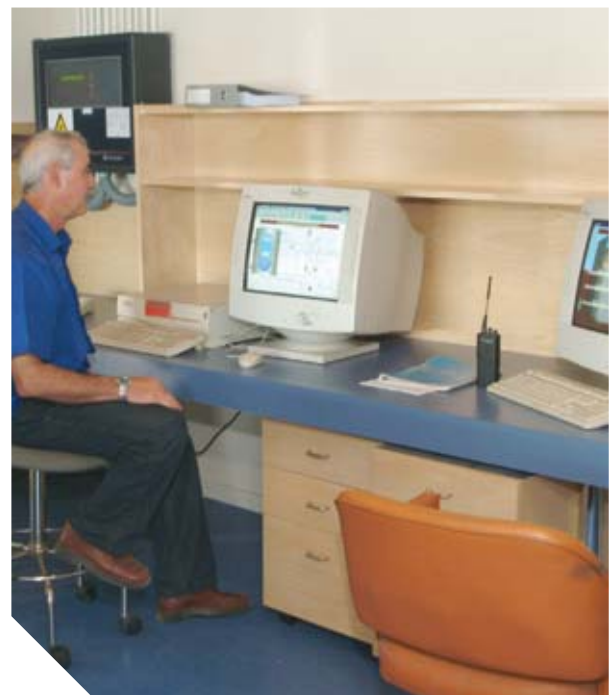
Las actividades de I+D previstas para el Centro Tecnológico Mestral tienen el objetivo de erigirse en la base de conocimiento aplicable a futuros pro-

yectos de desmantelamiento nacionales e internacionales. A continuación, se enumeran algunas de las líneas de investigación que prevé poner en marcha el centro tarraconense:

Comportamiento a largo plazo/durabilidad del cajón del reactor y estructuras internas. Con objeto de vigilar la estanqueidad del confinamiento del cajón del reactor, se controlará su estabilidad estructural, se analizará el envejecimiento del hormigón y sus armaduras y se controlará la evolución de los materiales internos, así como su grado de corrosión.

Caracterización radiológica de materiales y componentes internos del reactor. El objetivo de esta línea es el desarrollo de telemanipuladores que permitan la toma de muestras en el interior del cajón del reactor para su posterior caracterización radiológica.

Tecnologías de desmantelamiento del cajón del reactor y estructuras internas (Nivel 3). Implica el análisis comparativo de diferentes estrategias y metodologías de desmantelamiento en Nivel 3 del cajón del reactor para optimizar costes e impacto radiológico, así como el estudio de técnicas de corte y descontaminación.



PUESTO DE VIGILANCIA DE LATENCIA DEL CAJÓN DEL REACTOR

Gestión de residuos. Se incluye en esta línea un seguimiento de las actuaciones que se realicen en el contexto internacional y, por otro lado, la realización de un estudio de posibles soluciones de tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento final de los residuos radiactivos de alta actividad.

Tecnologías de recuperación de terrenos contaminados que posibiliten su libre utilización en el futuro. Esta línea se focaliza en el análisis de los procesos de transporte de radionucleidos en suelos contaminados para ejecutar las acciones de recuperación más adecuadas.

Gestión documental. Establecimiento de bases de datos que recopilen las experiencias de Enresa en tecnologías de desmantelamiento, residuos, impactos radiológicos y costes asociados.

Medio Ambiente. Estudio de carga ambiental del desmantelamiento, integrado en proyectos generales de cargas ambientales de las diferentes fuentes de generación de energía.

3. Formación de futuros profesionales

El tercer pilar del Centro Tecnológico Mestral se fundamenta en la voluntad de Enresa de formar a los profesionales que encabezarán los futuros proyectos de desmantelamiento.



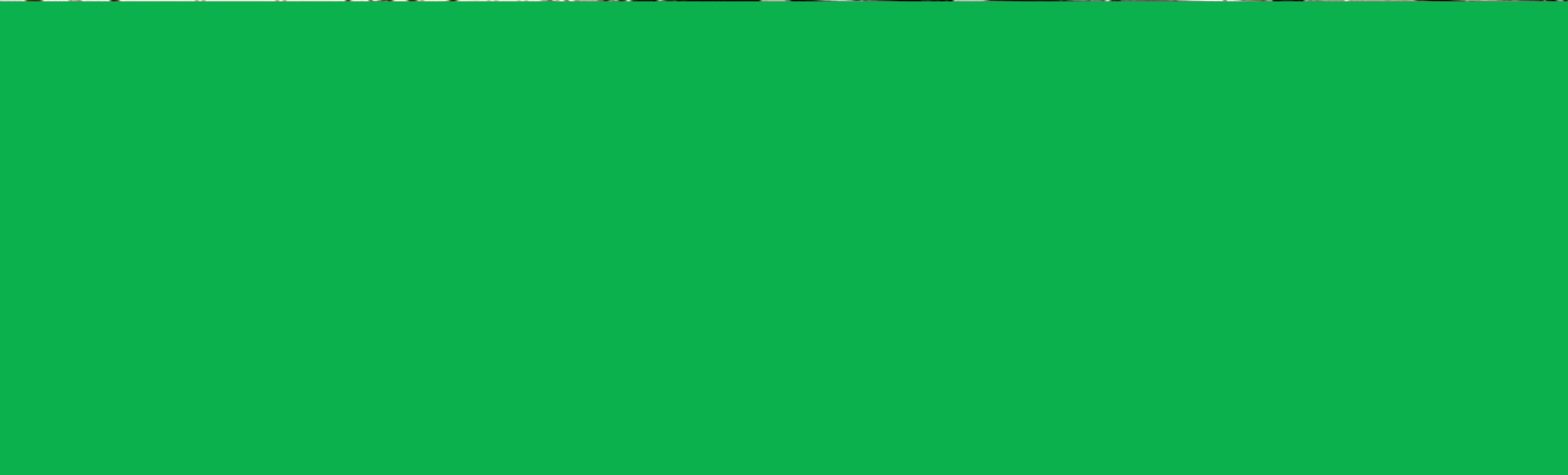
INSPECCIÓN VISUAL DE LAS ESTRUCTURAS INTERNAS DEL CAJÓN DEL REACTOR

Asimismo, el centro pretende erigirse en un medio de transmisión de conocimiento a colectivos científicos nacionales e internacionales, en aras de un paulatino perfeccionamiento de los proyectos de desmantelamiento de centrales nucleares, en función de los avances tecnológicos disponibles.



Objetivos del Centro Tecnológico Mestral

1. Servir de foro en el que compartir experiencias con organizaciones involucradas en proyectos similares.
2. Servir de plataforma para desarrollos conjuntos con otras organizaciones.
3. Llevar a cabo actividades de investigación en las estructuras remanentes durante el periodo de latencia.
4. Preparar los desarrollos necesarios para el Nivel 3 de desmantelamiento de Vandellós I.
5. Poner a punto técnicas relacionadas con el desmantelamiento de instalaciones nucleares y actividades conexas.
6. Desarrollar técnicas relativas a descontaminación de suelos y estructuras.
7. Formación en temas de desmantelamiento y gestión de residuos.





Resumen



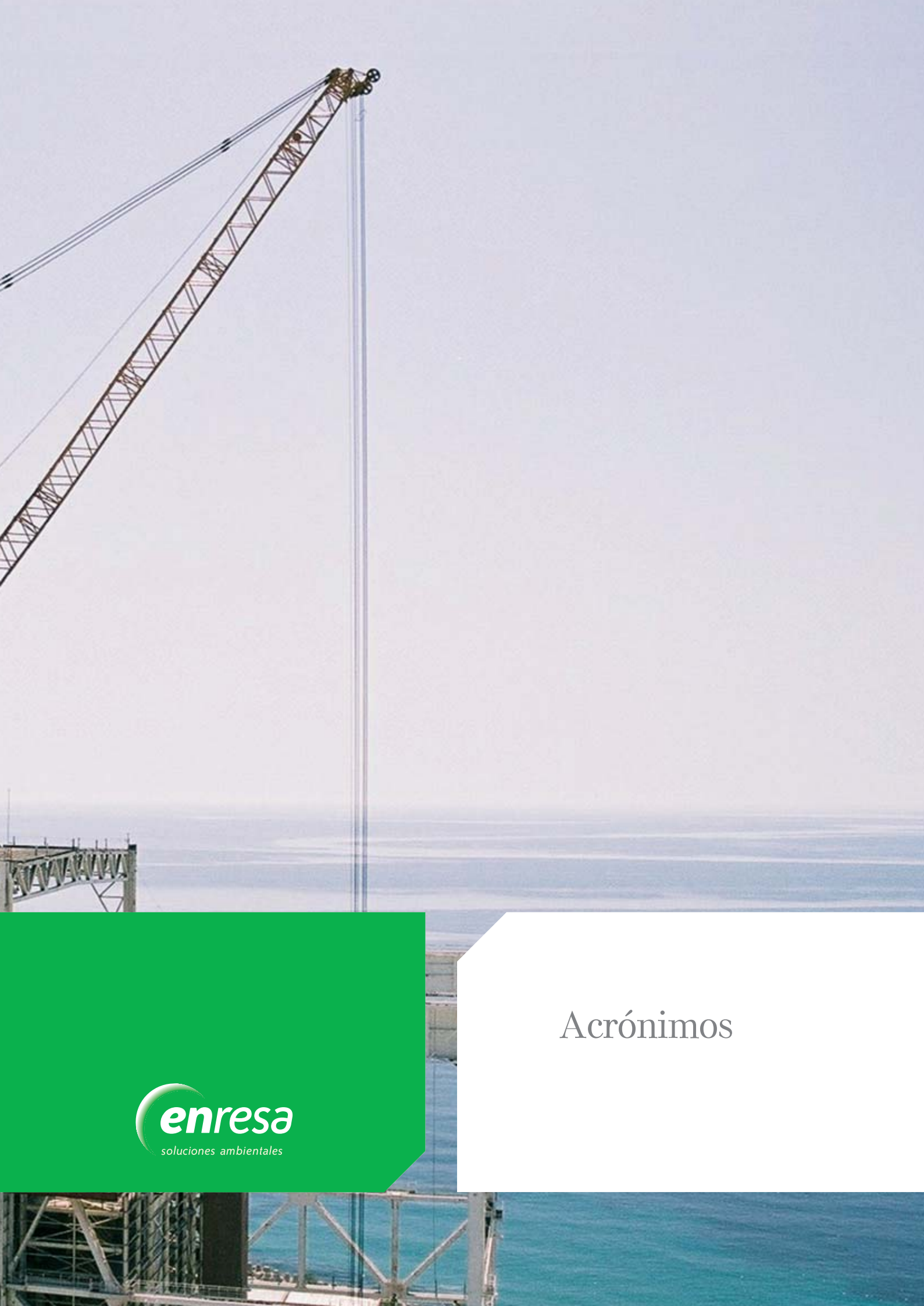
Hitos del proyecto

Junio 1991	Definición de alternativas del desmantelamiento de Vandellós I. Propuesta de actuación
Noviembre 1992	Aceptación de la alternativa por el Ministerio de Industria y Energía, con la apreciación favorable del CSN. Resolución de la Dirección General de la Energía de 27/11/92
Mayo 1994	Presentación del Plan de Desmantelamiento y Clausura de la central nuclear Vandellós I
Septiembre 1996	Presentación del Estudio de Impacto Ambiental
Septiembre 1997	Declaración de Impacto Ambiental. Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de 22/9/97
Enero 1998	Aprobación del Plan de Desmantelamiento y Clausura. Orden Ministerial de 28/1/98
Febrero 1998	Transferencia de la titularidad de la central a Enresa
Marzo 1998	Inicio del Nivel 2 de desmantelamiento. Fase preparatoria
Marzo 1999	Autorización del CSN para el desmantelamiento en zonas activas
Abril 1999	Inicio de los trabajos de desmantelamiento en zonas activas
Abril 2000	Obturación y sellado del cajón del reactor
Agosto 2000	Primer envío de RBMA procedentes del desmantelamiento al Centro de Almacenamiento de El Cabril
Octubre 2000	Finalización del Plan de Pruebas del proceso de desclasificación de materiales
Diciembre 2000	Inicio de la implantación de las infraestructuras para el periodo de latencia
Junio 2001	Finalización del montaje de la nueva estructura de protección de intemperie del cajón del reactor
Junio 2001	Aprobación por el CSN de la metodología de desclasificación de materiales e inicio de las expediciones de materiales desclasificados a plantas de reciclaje
Diciembre 2001	Presentación al CSN del plan de restauración del emplazamiento liberado y de la documentación reglamentaria para el periodo de latencia
Febrero 2002	Aprobación por el CSN de la metodología de desclasificación de superficies
Julio 2002	Aprobación por el CSN de la metodología de desclasificación combinada
Octubre 2002	Final del desmontaje de la estructura exterior de la antigua nave del reactor
Junio 2003	Final del Nivel 2 de desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I

El desmantelamiento en cifras

Información General	<p>2.700 personas han colaborado con el proyecto</p> <p>Media de 323 trabajadores</p> <p>Media de 226 trabajadores de procedencia local (70%)</p> <p>Punta de 420 trabajadores</p> <p>63 empresas involucradas en el proyecto</p> <p>Media de 30 empresas</p> <p>2.750.000 horas de trabajo</p> <p>Media de 25 trabajos diarios</p> <p>854 solicitudes de autorización de trabajo (SAT)</p> <p>Plazo de ejecución: 63 meses</p> <p>Coste final de la obra: 94,6 millones de euros</p>
Protección Radiológica y Seguridad	<p>Dosis colectiva estimada del proyecto: 601,00 mSv.p</p> <p>Dosis colectiva real del desmantelamiento: 433,01 mSv.p</p> <p>4.970 estudios de situaciones potenciales de peligro en 200 áreas del emplazamiento</p> <p>12.000 controles de prevención de riesgos laborales</p> <p>2.500 revisiones de equipos pertenecientes al Plan de Lucha contra Incendios</p> <p>83 incidencias con bajas de entre 2 y 46 días</p> <p>0,4% de jornadas perdidas por baja laboral</p> <p>0 accidentes</p>
Control de Materiales	<p>7.894.825 kg. de materiales convencionales expedidos a plantas de reciclaje</p> <p>8.012.040 kg. de materiales desclasificados expedidos a plantas de reciclaje</p> <p>Total materiales reciclados: 15.906.865 kg.</p> <p>77.000.000 kg. de escombros convencionales de hormigón reutilizados en la restauración del emplazamiento</p> <p>1.961.835 kg. de escombros desclasificados de hormigón reutilizados en la restauración del emplazamiento</p> <p>Total escombros de hormigón reutilizados en la restauración del emplazamiento: 78.961.835 kg.</p> <p>1.763.722 kg. de residuos radiactivos de baja y media actividad expedidos en 188 transportes al Centro de Almacenamiento de El Cabril</p>
Formación	<p>1.537 cursos impartidos</p> <p>7.834 asistentes (media de tres cursos por trabajador)</p> <p>3.955 horas lectivas</p> <p>21.394 horas-persona</p>
Comunicación	<p>1.159 visitas</p> <p>24.398 visitantes (1.171 institucionales en 115 visitas)</p> <p>12 encuentros con los medios de comunicación</p> <p>726 menciones en prensa</p>





Acrónimos



- ALARA** Tan Bajo como Razonablemente sea Posible (del inglés: “As Low As Reasonable Achievable”)
- BERD** Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo
- BNFL** British Nuclear Fuels
- CMD** Contenedor de Medida y Desclasificación
- CMT** Contenedor Metálico de Transporte
- CNEA** Comisión Nacional de la Energía Atómica (Argentina)
- CSN** Consejo de Seguridad Nuclear
- DGMA** Dirección General de Medio Ambiente
- DPM** Dispositivo Principal de Manutención
- EDF** Electricité de France (Francia)
- Enresa** Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.
- EURATOM** European Atomic Energy Community (Comunidad Europea de la Energía Nuclear)
- HIFRENSA** Hispano Francesa de Energía Nuclear , S.A.
- ITER** International Thermonuclear Experimental Reactor (proyecto internacional de reactor experimental de fusión)
- JNC** Japan Nuclear Cycle Development Institute (Japón)
- MIE** Ministerio de Industria y Energía
- NEA** Agencia de la Energía Nuclear
- NRA** Nuclear Regulatory Authority (Ucrania)
- OIEA** Organismo Internacional de la Energía Atómica
- PDCC** Plan de Desmantelamiento de Componentes Convencionales
- PDPA** Plan de Desmantelamiento de Partes Activas
- RANDEC** Radioactive Waste Management and Nuclear Facility Decommissioning Technology Center (Japón)
- SAT** Solicitud de Autorización de Trabajo
- SKB** Svensk Kärnbränslehantering AB / Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co (Suecia)
- SOGIN** Società Gestione Impianti Nucleari (Italia, filial de ENEL)
- UKAEA** The United Kingdom Atomic Energy Authority (Reino Unido)
- UMA** Unidad de Manejo Autorizada
- UNGG** Uranio Natural Grafito-Gas

Diciembre 2007

2ª edición

Edita: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S. A. (Enresa)

Redacción y coordinación: Enresa / Iniciatives Mediterrànies de Comunicació (IMC)

Fotografía e ilustración: Archivo Enresa, archivo HIFRENSA.

Diseño, maquetación y producción: IMC

Impresión: Unigràfic

Depósito Legal: B-4178-08

Para más información, dirigirse a:



Departamento de Soportes de Información
C/ Emilio Vargas, 7
28043 MADRID

Ctra. Nacional 340, km 1123,7
43890 Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant
TARRAGONA

<http://www.enresa.es>

