

Descontaminación y desmantelamiento de un centro de investigación nuclear. Proyecto PIMIC

J. L. Díaz Díaz, Á. González de la Huebra
y J. López Jiménez

El CIEMAT es el organismo heredero de la antigua Junta de Energía Nuclear (JEN), creada en el año 1951, en cuyo emplazamiento existieron cerca de 60 instalaciones nucleares y radiactivas. El Proyecto PIMIC se puso en marcha en el año 2000 con el objetivo de concluir, a finales de 2009, el largo proceso histórico de descontaminación y desmantelamiento de las instalaciones paradas y obsoletas, y la limpieza de zonas y terrenos con contaminación residual. El Proyecto se lleva a cabo en colaboración con ENRESA. En este artículo, primero de una serie de tres, se revisan los aspectos generales del PIMIC y su grado de avance.

The research centre CIEMAT, former Junta de Energía Nuclear (JEN), was created in 1951. In its site existed circa 60 radioactive and nuclear facilities. In the year 2000 a general plan, the so-called PIMIC Project was established with the objective of concluding by the year 2009 the long historical process of dismantling and rehabilitation of all obsolete radioactive and nuclear facilities and its areas of influence. The Project is being performed by CIEMAT in collaboration with ENRESA. This paper, the first of a series of three, gives an overview on the general feature of the project and its degree of progress so far.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la energía nuclear ha ido acompañado de una renovación permanente tanto de las plantas productoras de electricidad como de los propios centros de investigación, del mismo modo que la nueva normativa ha ido propugnando mejoras de las instalaciones y de los controles para su clausura.

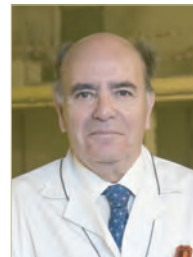
En materia de clausura de instalaciones y zonas de influencia, la evolución científica y tecnológica en protección radiológica ha ido definiendo límites y condiciones, que aceptados por los Organismos Reguladores, han permitido la liberación (o desclasificación) de materiales residuales, edificios y estructuras, para declarar una zona rehabilitada para *libre uso, uso restringido (industrial o cualquier otro)*.

En general, estos límites son cada vez más restrictivos y van acompañados de una mayor exigencia en cuanto a los niveles de confianza requeridos, lo que hace que sea necesario adecuarse permanentemente a los mismos, teniendo siempre en cuenta el coste/beneficio

que supone cada rehabilitación, que a veces se contraponen a los propios criterios reguladores.

El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) es el organismo heredero de la antigua Junta de Energía Nuclear (JEN), que fue creada en el año 1951 con el objetivo de desarrollar la energía nuclear para usos pacíficos en España. Situado en la Ciudad Universitaria de Madrid, en una superficie de unas 20 Ha, cuenta en la actualidad con 1460 empleados, y en su emplazamiento existen 21 instalaciones radiactivas (IR) operativas y seis instalaciones paradas (4 nucleares (IN) y 2 radiactivas) en vías de desmantelamiento y clausura.

En torno al año 1980, como otros centros de investigación europeos y americanos, inició un proceso gradual de desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear; y con la Ley de la Ciencia de 1986, el centro cambió de nombre a CIEMAT, y asumió nuevos fines y objetivos de investigación y desarrollo en el ámbito energético, medioambiental y tecnológico.



JOSÉ LUIS DÍAZ DÍAZ es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid (1964). Fue Subdirector General del Departamento de Fisión Nuclear del CIEMAT, y en la actualidad ostenta la Subdirección General del Departamento de Seguridad y PIMIC, para el desmantelamiento del Centro.



ÁNGEL GONZÁLEZ DE LA HUEBRA se incorporó a la JEN en 1973, trabajando desde entonces en gestión de residuos radiactivos, descontaminación y desmantelamiento. Actualmente es Jefe de la División de Gestión de Residuos del CIEMAT.



JOSÉ LÓPEZ JIMÉNEZ es doctor por las Universidades de París y Madrid. Ha sido director del Programa de Tecnología de Seguridad Nuclear del CIEMAT y actualmente, es jefe de División PIMIC para el desmantelamiento del Centro. Colabora con SNE como presidente de la Comisión de Publicaciones.

En enero de 2000, por Resolución de la Dirección General del CIEMAT, se establece el "Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT" (**Proyecto PIMIC**), nombrando un Director de Proyecto. El **PIMIC** tenía los objetivos de concluir, a finales de 2009, el largo proceso histórico de descontaminación y desmantelamiento de instalaciones paradas y obsoletas, y la limpieza de zonas y terrenos con contaminación residual.

Éste es el primero de una serie de tres artículos de este número de "Nuclear España", donde se presentan los aspectos generales del PIMIC.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA JEN-CIEMAT

Desde la creación de la JEN, se promovieron programas de formación de sus técnicos en países de prestigio, como EE. UU., Francia, etc., y se inicia la prospección de minerales de uranio por todo el territorio nacional. Progresivamente se irían construyendo edificios, instalaciones y plantas pilotos que poblarían el solar de casi 20 Ha del Centro, y que abarcarían, entre otros, el ciclo del combustible nuclear, a excepción del enriquecimiento de uranio.

Periodo 1951-1984

En ese periodo la JEN llegó a disponer de 59 instalaciones, 14 nucleares y 45 radiactivas, ligadas al beneficio de minerales de uranio, laboratorios radioquímicos, fabricación de combustible para

reactores experimentales, celdas calientes metalúrgicas, plantas piloto para la fabricación de combustible (UO_2 -natural) para reactores comerciales, planta para el reproceso del combustible nuclear irradiado de reactores experimentales semejantes al JEN-1, laboratorio para la fabricación y dosificación de isótopos para el uso en medicina, llegándose a obtener 50 t de uranio metálico que se utilizó para fabricar la primera carga de elementos combustibles del reactor Vandellós I.

Entre los años 1972 y 1980 se crean ENUSA y el CSN, a las que se transfiere personal e infraestructura, convirtiéndose la JEN en "Instalación Nuclear Única", compuesta por 14 IN y 39 IR operativas, lo que supuso el reagrupamiento de instalaciones y el inicio del desmantelamiento y clausura de las consideradas obsoletas.

El primer Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), aparecido en 1972, viene a ordenar las funciones que hasta entonces había ejercido la JEN, aplicando la normativa y buenas prácticas, de acuerdo con la normativa del OIEA, la NRC, el CEA, etc, y la naciente a nivel europeo.

Periodo 1985-1999

El reciente CIEMAT modifica sus objetivos en el campo nuclear, continuándose el desmantelamiento y clausura de las instalaciones del Centro (Plan General de Desmantelamiento, PGD) y renunciándose a la construcción del nuevo Centro Nuclear de Soria.

Con la clausura de instalaciones y el envío de diversas partidas de material radiactivo a otras organizaciones nacionales y del extranjero (tabla 1), se reduce el inventario (y la radiotoxicidad) de material radiactivo (en algún caso, de gran valor económico) del Centro en más de dos órdenes de magnitud.

Con la creación de ENRESA (1985) y la entrada de España en la Unión Europea se iniciaron proyectos de I+D en técnicas de desmantelamiento, empleándose principalmente la piscina y dependencias del Reactor JEN-1. Algunas de éstas fueron: la gestión del grafito irradiado, el corte bajo agua (electrodo consumible, arco plasma, arco de contacto y sierra neumática alternativa), la fundición de aluminio y la descontaminación de metales por electropulido.

Periodo 2000-2009. Proyecto PIMIC

En enero de 2000 se establece el PIMIC con los siguientes objetivos: a) Rehabilitación de áreas afectadas por contaminaciones residuales; b) Desmantelamiento, con fines de clausura, de instalaciones en situación de parada segura y definitiva; c) Mejora de edificios e instalaciones convencionales para nuevos proyectos; y d) Mejora de la infraestructura general del Centro. A su término, previsto para el año 2009, se solicitará al Organismo Regulador la clausura de la "Instalación Nuclear Única CIEMAT", quedando el Centro constituido por instalaciones radiactivas operativas y laboratorios dedicados a la I+D en temas energéticos.

Denominación	Cantidad	Destino Final	Año
Minerales de U	84.000 kg	ENUSA	1984
Concentrados de U	51.000 kg	URAMEX (Méjico)	1986
UF_4 y otros compuestos de U	33.000 kg	G. BRUNHILDE (Alemania)	1987
Pu de I+D y reproceso	175 g	BELGONUCLEAIRE	1987
UF_6 empobrecido. y enriquecido	17.176 kg	COGEMA (Francia) NUKEM (Alemania)	1986 1987
UO_2 , U metal y U pirofórico (varios enriquecimientos)	17.661 kg	COMURHEX (Francia)	1989
Varillas irradiadas de José Cabrera	22 varillas (10.200 Ci)	UKAEA (Reino Unido)	1989
Varillas no irradiadas	202 varillas	Juzbado	1988
Combustibles irradiados JEN-1	93 elementos	EE. UU.	1985 1998
Combustibles no irradiados JEN-1 (varios enriquecimientos)	11 elementos 4 placas	CERCA (Francia)	1989
Combustible de Reactor CORAL	26,7 kg (U al 89,82 %)	CERCA (Francia)	1989
Nitrato de uranilo (varios enriquecimientos)	145 kg	COMURHEX (Francia)	1989
Residuos líquidos de reproceso	14,3 m ³ (9.000 Ci)	BELGOPROCESS	1989 1990

Tabla 1: Principales partidas de materiales del CIEMAT enviadas a otras organizaciones.

CONDICIONES DE CONTORNO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO PIMIC

Instalaciones

El CIEMAT se compone de dos zonas, la Este y la Oeste, en las que se ubican 76 edificios que albergan oficinas, instalaciones, etc. En la tabla 2 se reflejan las instalaciones nucleares y radiactivas existentes en los años 1970 y en 2008.

Entre las instalaciones y espacios del Proyecto PIMIC destacan las siguientes (figura 1):

- *Reactor experimental JEN-1 (IN-01)*: El reactor, del tipo MTR de 3 MW, funcionó entre 1958 y 1984, y desde 1997 hasta 2001 se usó en proyectos de la UE.
- *Planta de almacenamiento de residuos líquidos radiactivos (IN-07)*: Funcionó entre 1981 y 1990, y en ella se albergaron los residuos generados en el reproceso de algunos de los combustibles del JEN-1.
- *Planta de acondicionamiento de los residuos líquidos radiactivos (IR-16)*: Se construyó entre 1977 y 1980, no llegando a funcionar. Se empleó como almacenamiento provisional hasta su cierre en 1993.
- *Planta piloto de reproceso de combustibles irradiados M-1 (IR-18)*: Funcionó entre 1967 y 1971. En 1970 se produjo un escape accidental de líquidos que afectó a los ríos Manzanares y Tajo.
- *Planta de desarrollo de elementos combustibles para reactores de investigación (IN-03)*: Funcionó entre 1961 y 1984. En la actualidad está totalmente desmantelada y clausurada.

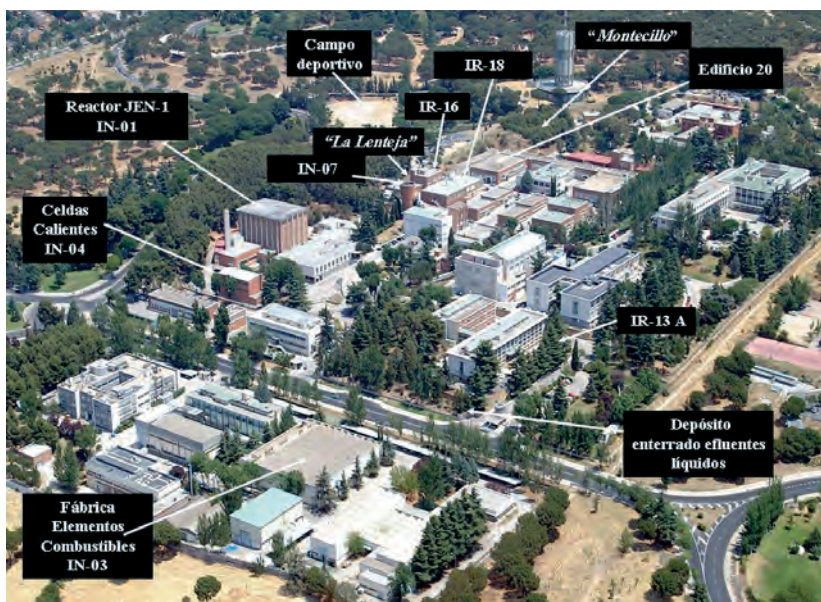


Figura 1: Vista aérea del CIEMAT con principales instalaciones y terrenos en desmantelamiento.

- *Celdas calientes metalúrgicas, IN-04*: Funcionó entre 1976 y 1992 en estudios del combustible irradiado en el reactor JEN-1 y de la central José Cabrera.
- *Laboratorio de metrología de radionucleidos (IR-13 A)*: Funcionó entre los años 1990 y 2003.
- *Terrenos contaminados: "El Montecillo"* comprende una zona contaminada con estériles de minerales de uranio y restos vegetales procedentes del accidente del año 1970. "La Lenteja": zona contaminada tras este accidente. "El Campo Deportivo", con depósitos de estériles de minería en profundidad, se ha rehabilitado

radiológicamente tras un estudio de impacto ambiental.

Las instalaciones disponían de sistemas de filtrado para la evacuación de los efluentes gaseosos, y sistemas propios de drenaje y confinamiento de los líquidos de proceso en depósitos subterráneos, de forma que en ningún caso se vertían al alcantarillado municipal efluentes líquidos incontrolados procedentes de dichos procesos.

Condicionantes

En torno a los treinta años después del inicio de su construcción los Centros de Investigación a escala mundial inician su rehabilitación, quizás con una

Instalaciones	Núm.	Uso	1970's	2008
Reactores de I+D	3	- Radioisótopos - Materiales - Docencia	Operativas	Clausurados (2) En desmantelamiento (1)
Plantas Piloto 1ª Parte del Ciclo del Combustible	12	- Producción compuestos de Uranio - Fábricas de combustible	Operativas	Clausuradas
Plantas Piloto 2ª Parte del Ciclo del Combustible	9	- Reprocesado - Celdas Calientes - Residuos Radiactivos	Operativas	Clausuradas (7) Operativas (2)
Irradiadores	8	- Biología - Materiales - Diagnóstico	Operativas	Clausuradas (4) Operativas (4)
Producción de Radioisótopos	3	- Médico - Trazadores	Operativas	Clausuradas
Laboratorios Radioquímicos	8	- Determinaciones Analíticas	Operativas	Clausuradas (4) Operativas (4)
Otras Instalaciones Modificadas y Nuevas	10	- Ensayos No-Destructivos - Ensayos Mecánicos - Efluentes Radiactivos	Operativas	En desmantelamiento (5) Modificadas y Nuevas (11)
Total Operativas		53 Nucleares + Radiactivas		21 Radiactivas

Tabla 2: Instalaciones del CIEMAT ayer y hoy.

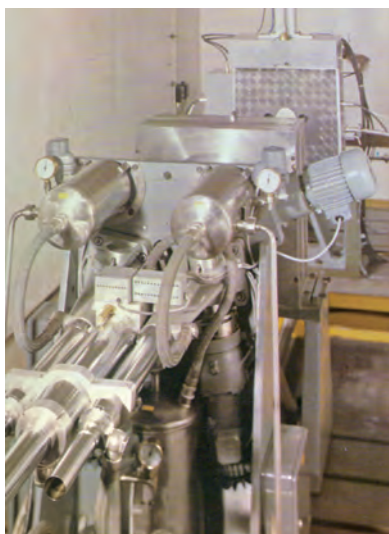
anticipación de unos 15 años respecto al CIEMAT; encontrándose este Organismo con situaciones que se transfieren en el tiempo, y con unas condiciones reguladoras mucho más exigentes que las existentes en momentos anteriores.

Los inconvenientes que se pueden señalar como más significativos, y que salvados supondrían una mejora para optimizar la definición de los proyectos de desmantelamiento son:

- El personal de operación de las instalaciones se ha jubilado o está a punto de hacerlo, lo que supone pérdida de la memoria histórica.
- Se carece, en muchos casos, de archivos documentales que muestren los detalles constructivos y de la operación de las instalaciones.
- Aparecen materiales de relleno en lugares del emplazamiento, que procedían de obra civil de instalaciones, entonces inocuos y hoy considerados como residuos radiactivos.
- Los sistemas de alcantarillado y drenaje han de ser revisados como consecuencia de la lixiviación de aguas que percolaban por terrenos considerados ahora contaminados.
- Mantenimiento difícil y costoso de los sistemas de control obsoletos tras una prolongada etapa en "parada segura" de las instalaciones.
- Generación de grandes volúmenes de residuos procedentes de los terrenos contaminados con contenidos de uranio y sus descendientes, con niveles de desclasificación cercanos e incluso por debajo de los límites de desclasificación, que sin embargo hay que gestionar como residuos radiactivos.
- Realización de un Estudio Hidrogeológico que justifique la ausencia de contaminantes en la capa freática del emplazamiento.
- Adecuación del Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) del Centro y sus aledaños y en la región.
- Exploración radiológica final del emplazamiento para demostrar su adecuación al uso futuro previsible (industrial, residencial, instalación nuclear o radiactiva, etc.).
- Análisis exhaustivo de los incidentes producidos durante la operación de las instalaciones, conocimiento histórico-documental del accidente, etc.
- Finalmente, un aspecto diferenciador del PIMIC es que convive con el desarrollo de las actividades habituales de un centro de las dimensiones del CIEMAT.

ASPECTOS ESTRATÉGICOS. DOCUMENTACIÓN

La coincidencia del inicio del PIMIC con la publicación del nuevo Reglamen-



Reactor CORAL.

to sobre instalaciones nucleares y radiactivas (BOE del 31 de diciembre de 1999), en el que por primera vez se contemplan aspectos relativos a la clausura de instalaciones, tuvo gran repercusión en el mismo.

Para paliar la falta de experiencia en la aplicación del nuevo Reglamento se creó un grupo de trabajo mixto integrado por el Ministerio, Organismo Regulador, ENRESA y el propio CIEMAT, que definiría las líneas estratégicas del PIMIC, y que fueron recogidas en un "Plan Director". Además, se desarrollaron aspectos generales como la gestión de los residuos radiactivos generados y situación final del emplazamiento. Por otra parte, ENRESA y el CIEMAT celebran con el CSN sesiones técnicas con el fin de mantener al día los criterios reguladores, caso a caso.

Conviene destacar que el PIMIC quedó estructurado en dos proyectos: PIMIC-Rehabilitación y PIMIC-Desmantelamiento, cuya responsabilidad global recae en el CIEMAT. Técnicamente, el primero es ejecutado por el CIEMAT, y el segundo por ENRESA, que dispone de una Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR), aunque, en definitiva, los aspectos radiológicos son responsabilidad del Servicio de Protección Radiológica (SPR) del CIEMAT. Ambas organizaciones se apoyan en empresas españolas subcontratadas.

El Proyecto PIMIC-Rehabilitación incluye básicamente la caracterización radiológica general de Centro y la eliminación de contaminación residual, el estudio hidrogeológico y el desmantelamiento de instalaciones tales como: la IR-13 A, IN-03, IN-04, Depósito subterráneo del Edificio 3 y actuaciones en varios edificios (20, 21, 25, y otros). El Proyecto PIMIC-Desmantelamiento,

aislado del resto del Centro mediante una valla de confinamiento con acceso regulado, se ocupa del desmantelamiento del Reactor JEN-1, la IN-07, la IR-16, la IR-18, así como la rehabilitación de dos áreas contaminadas "Lenteja" y "Montecillo".

Para su licenciamiento ambos proyectos siguen vías diferentes; mientras que el PIMIC-Rehabilitación supone continuar las actuaciones históricas de desmantelamiento, el PIMIC-Desmantelamiento, al iniciarse ahora y actuar en zonas aisladas del resto del CIEMAT, se ajusta totalmente al nuevo Reglamento.

Previamente a las actuaciones de desmantelamiento se montaron instalaciones y sistemas auxiliares (cerramiento con accesos controlados, sistemas de acondicionamiento, caracterización y almacenamiento de residuos radiactivos y materiales, laboratorios de la UTPR, etc.) y se elaboró la siguiente documentación, que ha requerido un esfuerzo superior a las 80.000 horas de ingeniería:

- Manuales de Organización, de Calidad y de Protección Radiológica, Estudio de Impacto Ambiental, Documento a EURATOM, Estudio de Seguridad, Plan de Emergencia Interior.
- Plan de Gestión de los Residuos Radiactivos (y desclasificables), determinando su volumen, actividad y naturaleza.
- Informes Ejecutivos de Parcelas, dirigidos al CSN al completar la rehabilitación de cada parcela; constan de: análisis histórico, controles radiológicos, actividades de rehabilitación realizadas y del control radiológico final.
- Plan de Restauración del Emplazamiento, que da respuesta al RINR y a una solicitud al CIEMAT del CSN. Se establecen los criterios y la metodología en la liberación de suelos y edificios, así como otras actuaciones de restauración con vistas a su uso futuro.
- Un gran número de Especificaciones y Procedimientos de cada actividad prevista en la documentación precedente.

METODOLOGÍA ASOCIADA AL PIMIC: OBRAS

Con excepción de los trabajos realizados en las Instalaciones Radiactivas operativas, todas las actuaciones con condicionantes radiológicos, en encuadran bajo la responsabilidad de la Dirección del PIMIC, y han de seguir un procedimiento específico de información para tipificación y autorización por el Comité de Seguridad Protección Radiológica y Medioambiente, que clasifica la obra como: Convencional, si no existe ningún

condicionante radiológico; Convencional con actuaciones del SPR; Obra con condicionantes radiológicos, cuya ejecución se encomienda a la Dirección del PIMIC hasta que la eliminación del condicionante radiológico.

CONTROL RADIOLÓGICO

- **Caracterización radiológica del Centro:** El Centro se ha dividido en 28 parcelas y a su vez en 10.980 cuadrículas de 25 m² cada una, donde se ha medido la tasa de dosis en contacto y a 1 m de distancia, así como la contaminación superficial alfa y beta-gamma. El Centro se agrupa en ocho zonas con posible impacto radiológico basado en las actividades del pasado, como se indica en la figura 2.

Además, se han practicado 312 *sondeos radiométricos* a profundidades comprendidas entre 3 m y 20 m, que proporcionarán información básica sobre el subsuelo del CIEMAT, y permitirán determinar, aplicando la metodología Marssim, los niveles de comprobación y desclasificación de zonas. Complementariamente, en 2005 se emprendió un *estudio hidrogeológico*, que comportó 8 sondeos a profundidades comprendidas entre 55 y 80 m, y controlará permanentemente la capa freática. Los resultados preliminares no muestran afectación alguna. El conjunto de análisis y medidas radiológicas totales de la caracterización del Centro es próximo a las 30.000 determinaciones.

Control radiológico del medio ambiente en el interior del CIEMAT. La red existente formada por 25 estaciones medidoras, se ha ampliado con una segunda de 22 estaciones, y una tercera red situada en puntos estratégicos que proporciona datos radiológicos en continuo, visibles en cinco pantallas del centro y en Internet (figura 3); además de dos estaciones en la ETSIT. El fondo radiactivo natural el emplazamiento del Centro oscila entre 1,3 y 2,2 mSv/año.

Control radiológico del exterior del CIEMAT: Se basa en el Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA), que consta de 28 estaciones de medida y muestreo distribuidas en Madrid capital y provincia. En relación con los efluentes gaseosos, no se liberarán a la atmósfera gases ni aerosoles con carga radiológica, que se retendrán en sistemas especiales. Los efluentes líquidos se limitan al vertido del agua de la piscina del reactor JEN-1 y de filtraciones pluviales, que se diluyen en agua hasta alcanzar 1/10 del límite de tasa de dosis permitido para el agua de bebida).

- **Control radiológico del personal:** Se lleva a cabo mediante un contador de radiactividad corporal, medidas de bioeliminación, controles periódicos (dosímetros individuales), operacionales, etc.



Figura 2: Zonas potencialmente contaminadas y principales isótopos.

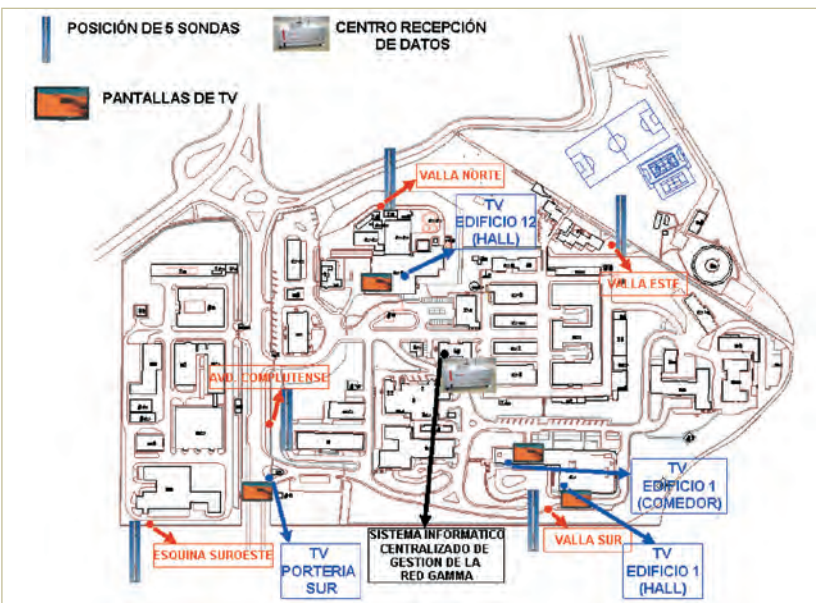


Figura 3: Red de información radiológica al público.

LIBERACIÓN DE MATERIALES, ESTRUCTURAS Y SUELOS. CRITERIOS RADIOLÓGICOS

Los técnicos del CSN, ENRESA y CIEMAT llegaron a un acuerdo sobre los criterios radiológicos para la liberación de materiales, edificios, estructuras y suelo del emplazamiento.

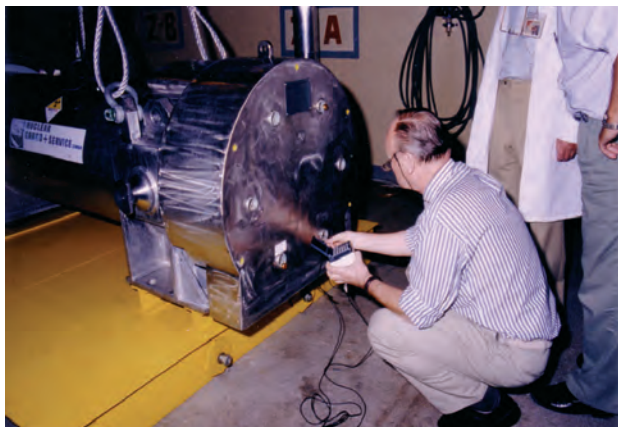
En primer lugar, las referencias internacionales permitieron fijar el límite de dosis efectiva máxima para el público en 10 μ Sv/año (0,01 mSv/año).

También se adoptaron los niveles derivados de concentración (Bq/g o Bq/cm²) que aseguraban para cada isótopo el cumplimiento de los objetivos de dosis basados en lo indicado en los documentos "Radiation Protection" 89, 113 y 122 de la Comisión Europea.

Respecto a los límites a aplicar en la rehabilitación del emplazamiento (Plan

de Restauración del Emplazamiento, PRE) para la desclasificación del Centro como "Instalación Nuclear Única", se fijó el límite de dosis efectiva en 0,1 mSv/año, admitiéndose valores mayores en situaciones singulares (consecuencia de algún incidente) si se justifica mediante un estudio de optimización.

Sin embargo, no existe todavía acuerdo con el Organismo Regulador sobre puntos importantes, como el uso final del emplazamiento (escenario) a largo plazo (periodos mayores de 30 años), o aspectos técnicos sobre los parámetros a utilizar en la determinación de las tasas de dosis, al grupo más afectado por las distintas vías de exposición, para cada uno de los distintos radionucleidos a considerar. El asunto se complica por la presencia de radionucleidos naturales (isótopos de las familias del uranio) cuya presencia, en muchos casos, puede ser debida a causas naturales.



Expedición del último combustible irradiado del JEN-1. Inspección del OIEA (año 1998).



Robot para manejo de herramientas de corte bajo agua.

En el momento actual aún no se dispone de una *tabla autorizada* que indique los valores de los "Niveles de Comprobación" (NC) o "Niveles de Liberación" (NL), que deberán adoptarse en el llamado "Control Radiológico Final del Emplazamiento", que constituye la base del PRE.

RESIDUOS RADIATIVOS GENERADOS Y SU GESTIÓN

a) *Proyecto de Desmantelamiento*: Según las últimas estimaciones, se generará una cantidad total de residuos de unas 6.300 toneladas, de las que unas 5.450 t corresponden al desmantelamiento de las plantas y 850 t a la recuperación de los terrenos contaminados. Se distribuyen entre residuos de baja y media actividad (RBMA), 74 t; residuos de muy baja actividad (RBBA), 690 t; desclasificables, 362 t, y convencionales, 5.174 t.

b) *Proyecto de Rehabilitación*: Se prevé unas cantidades de unas 666 t (mayoritariamente de terrenos) de las 46 t corresponden a RBMA, 500 t a RBBA y 120 t a desclasificables.

El destino de los residuos radiactivos generados será "El Cabril", y los convencionales se entregaran a gestores autorizados para su gestión final según proceda en cada caso (vertederos, parques de chatarra, etc.).

A día de hoy, se puede afirmar que más del 99 % de la actividad residual remanente existente a principios del año 2000 ya se han transformado en residuos radiactivos acondicionados, de los que una parte significativa ya ha sido expedida a El Cabril.

CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

El estado actual de las operaciones de desmantelamiento del centro se refleja en la tabla 3.

El personal implicado en el conjunto de actividades equivale a 30 personas del CIEMAT y 80 del exterior, pertenecientes a más de diez organizaciones y empresas, ascendiendo el presupuesto requerido (antes de impuestos y sin coste de almacenamiento de residuos) a 36,5 M€, de los que 8,4 M€ corresponden al Proyecto de Rehabilitación y 28,1 M€ al

de Desmantelamiento, cuyos grados de ejecución a día de hoy son del orden del 80 y el 60 %, respectivamente.

CONCLUSIONES

El Proyecto PIMIC reviste características especiales, por la gran dimensión del emplazamiento del CIEMAT y la complejidad de las instalaciones y zonas a desmantelar, que abarcan todos los tramos del ciclo del combustible nuclear, a excepción del enriquecimiento. Esto obliga, por una parte, a emplear las más modernas y variadas técnicas de caracterización radiológica, descontaminación y desmantelamiento, y, por otra, contribuye a implantar en nuestro país las recientes metodologías de restauración de suelos, todavía en fase de desarrollo a escala internacional, sustentadas en los más estrictos principios de protección radiológica del público y el medio ambiente. Hay que destacar que todas las actuaciones se están llevando a cabo por CIEMAT y ENRESA con la colaboración de empresas españolas, que están adquiriendo liderazgo internacional en este tipo de actuaciones. ■

Nº	Tareas	2005		2006				2007				2008				2009			
		T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Proyecto de Desmantelamiento																			
1	Previas y autorizaciones																		
2	Licenciamiento																		
3	Instalaciones auxiliares																		
4	IR-16, IN-07, IR-18, IN-01																		
5	Gestión de residuos																		
6	Caracterizac. y restauración																		
Proyecto de Rehabilitación																			
1	Clausura IN-03																		
2	Rehabilitación IR-13 A																		
3	Descontaminac. final IN-04																		
4	Parcelas y depósito edific. 3																		
5	Salida de residuos																		
6	Desclasificación																		

Tabla 3: Cronograma de ejecución del PIMIC