



Ulrich BIRKHOLD es Ingeniero Diplomado por la Universidad de Stuttgart, donde cursó Ingeniería Nuclear e Informática Técnica como asignaturas principales. De 1977 a 1979 fue jefe proyectista de BBC-Mannheim, donde ocupó también la dirección de proyecto para un almacén intermedio de elementos combustibles usados.

En 1980 se incorporó a NOELL-Würzburg, donde ha desempeñado los cargos de segundo jefe del departamento de servicio nuclear; jefe de proyecto de desmontaje del barco nuclear Otto Hahn; jefe del proyecto para el desmantelamiento y remoción de la central nuclear Niederaichbach, responsable de los procedimientos de aprobación, movilización de la obra y desmontaje de partes inactivos y contaminados de la planta.

Ha participado en la dirección de proyecto de la puesta fuera de servicio de la planta de reconformado en Karlsruhe. En la actualidad es responsable de varios proyectos pequeños, estudios para la puesta fuera de servicio, desabastecimiento y servicio.

DESMANTELAMIENTO TOTAL DE LA CENTRAL NUCLEAR DE NIEDERAICHBACH

U. BIRKHOLD - K. ROSE



Klaus ROSE es Ingeniero Diplomado por la Universidad Técnica de Lübeck. En 1982 se incorporó a la Compañía NOELL, en la que fue Ingeniero de proyecto del departamento de Investigación y Desarrollo hasta 1984. En este momento pasó a ser jefe de los proyectos del departamento del servicio nuclear, trabajando en la puesta fuera de servicio de plantas nucleares. Ha sido responsable de ampliación de equipos nucleares y sus repuestos, y ha trabajado en tratamiento de residuos. Desde 1990 es Jefe de Ventas del servicio nuclear.

INTRODUCCION

Cuando se paralizan centrales nucleares —al contrario de plantas convencionales— surgen una serie de problemas técnicos y económicos específicos a causa de la radiactividad existente, como, por ejemplo, en cuanto a seguridad y aprobaciones, medidas para la protección radiológica, el manejo y el desmontaje de voluminosos componentes activados, los procesos y las técnicas de desmontaje, decontaminación, las autorizaciones de material, el transporte y el almacenamiento de grandes cantidades de residuos radiactivos.

En el pasado ya han sido paralizadas algunas centrales pequeñas en el interior del país y en el extranjero. Los conocimientos ganados durante estos procedimientos solamente pueden ser transferidos con ciertas reservas a plantas fijas más grandes. Criterios como los procesos de autorización, las masas a ser removidas (residuos radiactivos y no radiactivos), el aspecto del almacenamiento definitivo y el estado de la técnica son los inconvenientes de una transferencia de estos conocimientos.

Con tal motivo se decidió estudiar en Alemania los problemas técnicos que se presentan durante la paralización de centrales nucleares. Para esto se ofreció la central nuclear de Niederaichbach, apagada en el año 1974 y llevada al estado de "confinamiento seguro" en 1981, por su inventario relativamente bajo de actividad.

ANTECEDENTES

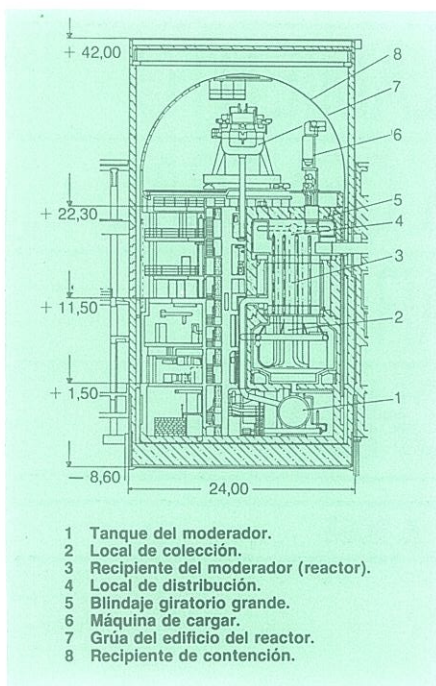
DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE NIEDERAICHBACH (KKN)

La parte nuclear de KKN consistía en un reactor de tubos de presión, moderado con agua pesada y refrigerado por CO₂, con uranio natural como combustible. Los datos de diseño más importantes eran:

Potencia térmica		320,6 MW
Potencia eléctrica neta		100,4 MW
Diámetro interior/altura del recipiente del moderador		6140/5420 mm
Volumen del moderador (D ₂ O) en el sistema primario		177,5 Mg
Medio refrigerante (CO ₂): presión		60 bar
Temperatura de entrada/de salida		247/550° C
Número de elementos combustibles		1404
Combustible en total (UO ₂)		46,5 Mg
Condición del vapor directo delante de la turbina		530° C/107 bar

CONSTRUCCION Y OPERACION

La construcción de la central nuclear de Niederaichbach cerca de Landshut/Baviera comenzó en junio de 1966.



F I Sección del edificio del reactor de KKN.

El reactor se hizo crítico por primera vez en diciembre de 1972. Ya que el desarrollo técnico de la línea de construcción había sido sobrepasado entretanto por centrales nucleares de agua ligera y ya que una continuación de la operación de KKN ya no podía ser justificada desde el punto de vista económico, la central fue apagada a fines de julio de 1974, decidiéndose su paralización. Hasta este momento la central había alcanzado una potencia nominal del 40% y en total un tiempo de operación de 18,3 días a plena potencia.

"CONFINAMIENTO SEGURO" DE KKN (ETAPA DE PARALIZACIÓN I)

La meta de la etapa de paralización I era (1) poder moverse sin peligro dentro de la central mientras ésta ya se encontrase en el estado de "confinamiento seguro" y que los gastos corrientes fuesen lo más bajo posible. Consiguientemente se efectuó la reelaboración del combustible nuclear, de los residuos operacionales radiactivos y de los medios de circulación, y todos los materiales radiactivos y de los medios de circulación, y todos los materiales radiactivos restantes fueron confinados de modo seguro en el recipiente de contención del edificio del reactor. Todos los edificios, con excepción del edificio del reactor, fueron totalmente vaciados y quedaron libres de radiactividad. Por lo tanto, la zona de control para el "confinamiento seguro" ya solamente abarcaba el recipiente de contención del edificio del reactor (figuras I y II).

El "confinamiento seguro" se logró esencialmente en cuatro etapas principales, que fueron:

- La reelaboración de los elementos combustibles y de los medios de operación.
- El desmontaje fuera del recipiente de contención de sistemas y piezas de la planta no contaminados.
- El desmontaje fuera del recipiente de contención de sistemas y piezas de la planta contaminados por medios de operación.
- El desmontaje de sistemas de ventilación y aguas residuales y el montaje de nuevas instalaciones necesarias para el "confinamiento seguro".

El primer paso pudo ser efectuado dentro del margen de la aprobación aún válida de operación. Para los pasos subsiguientes fue otorgada una aprobación de paralización según el parágrafo 7 de la Ley sobre Energía Nuclear en forma de un aviso de modificación de la aprobación, es decir, bajo la condición que la paralización de KKN fuese efectuada de acuerdo al informe de seguridad presentado para su paralización y que se observasen diferentes prescripciones. El "confinamiento seguro" fue aprobado mediante la comunicación del 20.10.1981.

ESTADO RADIOLOGICO DE LA CENTRAL KKN EN EL "CONFINAMIENTO SEGURO"

A causa de la corta duración de funcionamiento de la central KKN el estado radiológico en el "confinamiento seguro" y, por consiguiente, el estado de iniciación para el desmantelamiento total de la planta fue como sigue:

- Inventario activo total: aprox. $7,4 \times 10^{14}$ Bq.
Partes contaminadas de este inventario: aprox. $7,4 \times 10^{10}$ Bq.
- Nucleidos esenciales: Co60, Fe55, Ni59, 63, Ba133.
- Intensidad máxima de dosis en el reactor: aprox. 200 mSv/h.
- Intensidad de dosis en los locales de la central: aprox. 0,01 mSv/h.

DESMANTELAMIENTO TOTAL

El propietario Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (centro de investigación nuclear) encargó en octubre de 1979 el desmantelamiento total de KKN al grupo de trabajo Noell/NIS bajo la dirección de NOELL. El alcance de suministros y servicios de Noell incluye la dirección del proyecto, el procedimiento de autorización, la planificación de todos los trabajos de desmontaje, la construcción, la fabricación y el ensayo de los manipuladores, la ejecución de los trabajos de

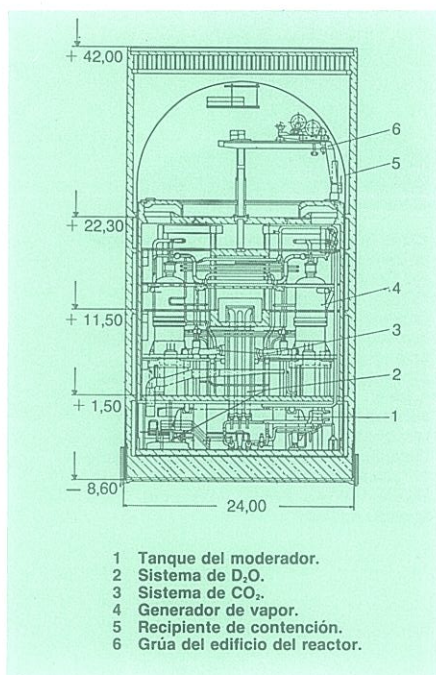
desmontaje y la dirección de obra, así como el desmontaje del blindaje biológico y la demolición de los edificios. La orden comprende dos fases. La primera fase abarcó todas las planificaciones y actividades hasta el comienzo de los trabajos in situ, incluyendo todas las autorizaciones necesarias. La fase I fue completada el 21 de julio de 1987 al ser comenzados los trabajos en la central misma. En la fase II se ejecutarán todas las actividades hasta la recultivación del terreno para otros usos.

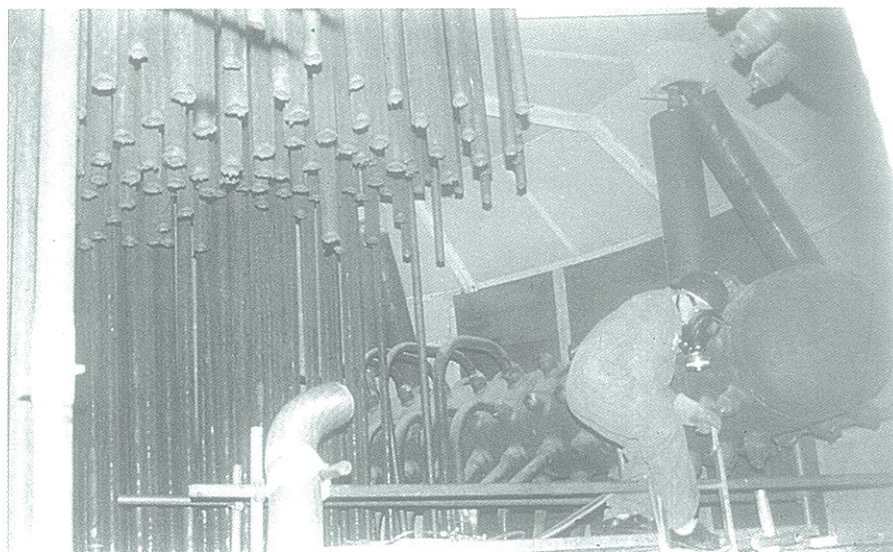
FASE DE PLANIFICACION

Ya que la central se encontraba en el "confinamiento seguro" se partió para la planificación de las siguientes condiciones:

- No ampliar la zona existente de control para los trabajos de desmontaje, troceado y acondicionamiento.
- Desmontar sin apantallamiento por agua las instalaciones activadas dentro del blindaje biológico, ya que llenar los sistemas del reactor con agua hubiese significado considerables gastos y residuos secundarios adicionales.
- Desmontar los componentes e instalaciones contaminados y activados en lo posible por medio de procedimientos mecánicos de separación.
- Residuos radiactivos son piezas y materias cuya radioactividad artificial específica supera los valores según el parágrafo 4, párrafo 4, punto 2e o cuya contaminación supera los valo-

F II Sección del edificio del reactor (girado en 90°).





F III Desmontaje del sistema primario en el local de colección

res del anexo IX, columna 4 del Reglamento para Protección Radiológica del 13.10.76.

- Para el acondicionamiento de los residuos radiactivos regirán las condiciones provisionales del almacenamiento definitivo estatal Konrad.

Los diferentes pasos de planificación para la obtención de la aprobación nuclear oficial abarcaron esencialmente la planificación de la secuencia de desmontaje, el informe de seguridad, los planos de construcción para las instalaciones necesarias para el desmontaje y los dispositivos telemandados de desmontaje y el manual de desmontaje. El informe de seguridad y los documentos suplementarios fueron entregados a las autoridades competentes del Land y al Ministerio Bávaro de Desarrollo y Aspectos del Medio Ambiente. Este ministerio encargó al TÜV de Baviera (organismo estatal de revisión técnica) efectuar la inspección. Después de finalizarse esta inspección, se publicó la intención de realizar el proyecto "desmantelamiento de KKN", y se discutieron en una reunión abierta los reparos de la opinión pública. La autorización nuclear según el párrafo 7, párrafo 3 de la Ley sobre Energía Nuclear fue otorgada en junio de 1986. Un vecino presentó queja. Recién después de haber sido ordenada la ejecución inmediata en junio de 1987 y de disponer de la autorización de construcción, se pudieron comenzar los trabajos in situ en julio de 1987.

DESMANTELAMIENTO TOTAL

El desmantelamiento total de KKN es efectuado en 5 pasos:

- Trabajos preparatorios.

- Desmontaje de la zona inactiva y contaminada.
- Desmontaje del reactor (recipiente del moderador con instalaciones).
- Desmontaje del blindaje biológico.
- Desmantelamiento convencional de los edificios.

Trabajos preparatorios

Los sistemas descritos a continuación fueron instalados antes de comenzarse con los trabajos de desmontaje en el recipiente de contención. Los trabajos de instalación fueron efectuados entre julio de 1987 y junio de 1988. Los trabajos propiamente tales de desmontaje fueron autorizados después de la puesta en marcha y de la recepción por el experto (TÜV Baviera) y por las autoridades de vigilancia.

Sistema aerotécnico

El sistema aerotécnico abastece la central con aire del exterior, enjuaga zonas de desmontaje para mantener las concentraciones prescritas de radioactividad del aire ambiente y desvía de forma controlada el aire de salida al ambiente. Por razones de disponibilidad el sistema fue instalado con dos ramales ($2 \times 100\%$). Los sistemas de aire de entrada y de salida se encuentran en el edificio de instalaciones auxiliares en la zona de la anterior central de ventilación. El sistema de conductos de aire de salida puede ser adaptado a las individuales fases de desmontaje en el recipiente de contención. Si es necesario, se usarán sistemas móviles de aspiración en áreas con una liberación elevada de polvos y aerosoles radioactivos.

Abastecimiento de energía

El abastecimiento de 400 V ya existente

en el "confinamiento seguro" fue ampliado por uno de 6 kV que alimenta todos los consumidores eléctricos en el edificio de instalaciones auxiliares, de las instalaciones de distribución y del reactor y en la casa de máquinas.

Sección social y sanitaria

La sección social se encuentra en el edificio de instalaciones de distribución y abarca las oficinas para la dirección de la obra, la central telefónica, salas de descanso, etc. La sección sanitaria, diseñada para 70 personas del personal de desmontaje, está ubicada en el edificio de instalaciones auxiliares y contiene el acceso a la zona de control, los vestuarios y lavabos y el laboratorio para protección radiológica.

Esclusa de material

La esclusa de material sirve para introducir bidones vacíos de residuos, herramientas y aparatos de desmontaje y para sacar del edificio del reactor componentes inactivos desmontados y residuos radiactivos embalados en bidones. Por esta esclusa pueden ser transportadas piezas de hasta 35 mg de peso y de dimensiones de $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ en el carro de esclusada. La esclusa se encuentra en la casa de máquinas a un nivel de +11,50 m.

Desmontaje de la zona inactiva y contaminada

El desmontaje comenzó en julio de 1988 y fue completado en febrero de 1990, con excepción de algunos trabajos menores restantes.

Los trabajos se concentraron en el desmontaje de las piezas de la central en las siguientes zonas (véanse figuras I y II):

- Plataforma del reactor.
- Zonas de generación de vapor.
- Local con el tanque del moderador.
- Local de colección y distribución.

Las técnicas de desarme, como por ejemplo atornilladura, cizallamiento, aserradura, corte térmico de separación y tronzado por abrasión, fueron elegidas según la contaminación, la intensidad de dosis y la naturaleza de los individuales componentes y según las medidas posibles de protección (zona de cambio de zapatos, carpas, protección de la respiración, etc.). Por consiguiente, pudieron ser mantenidas a un nivel bajo la dispersión de contaminación en la central y la emisión resultante de la actividad del aerosol por la chimenea de aire evacuado y la dosis colectiva. La emisión media mensual de aerosol por la chimenea de aire evacuado fue de aproximadamente 3 KBq, la cifra más alta fue de más o menos 9 KBq.

Además, las técnicas de desmontaje y desarme se orientaron por el tipo del

tratamiento y de la reelaboración subsiguientes. Así se necesitaron primero mediciones preliminares de la contaminación y de la activación para decidir si se trataba de una liberación de las piezas del sistema, una decontaminación, una fundición o una reelaboración de residuos radiactivos. Para la fundición las piezas del sistema debían ser troceadas hasta alcanzar el tamaño correcto de los trozos. Junto con el troceado, la documentación fue garantizada en este caso por la tarjeta EIRAM (planta de fundición para metales radiactivos) del recipiente, que documentó todos los datos importantes relativos al origen, el tipo de material, la masa, la radiología y el flujo de la masa.

Las mediciones acompañantes de la radiactividad abarcaron como siempre la emisión de actividad por aire, agua y sustancias sólidas, la condición del sistema, la supervisión del puesto de trabajo y la supervisión del personal por medio de dosímetros, mediciones en el monitor del personal y de "body counter", así como mediciones de excrementos de

personas representativas. Asimismo, se registró de todos los trabajos la exposición radiológica externa e interna en lo que a personas y a actividades se refiere. De este modo fue posible determinar inmediatamente exposiciones radiológicas significativas, que pudieron ser tomadas en consideración al planear el subsiguiente desmontaje.

Según el plan de trabajo estaba previsto despejar toda la plataforma del reactor al principio de los trabajos, e instalar una estación de embalaje para embalar los residuos radiactivos previstos para la fundición de tal modo que la calidad quede asegurada. Paralelamente se comenzó con el desmontaje parcial del sistema de D₂O en las zonas de generación de vapor, para poder completar definitivamente el sistema de conductos de aire de salida dentro del recipiente de contención. A continuación se desmontó en las zonas de generación de vapor de arriba a abajo todo el sistema de tuberías, que subsiguientemente fue embalado en barriles para ser fundido. Como vía de transporte sirvió la zona de generación

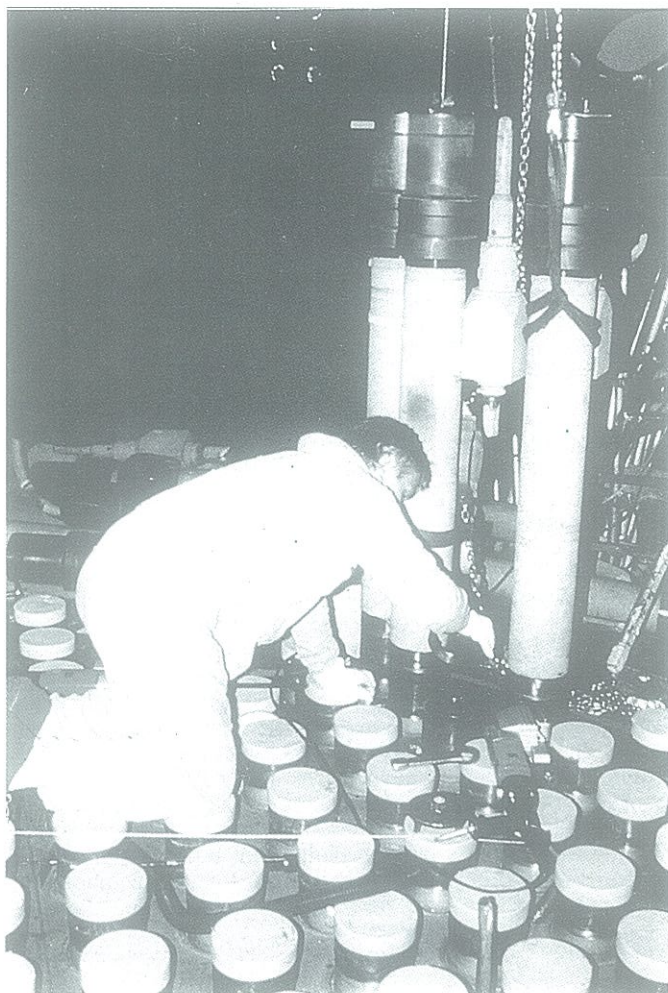
de vapor abierta hacia arriba, posibilitando así el acceso libre a los generadores de vapor.

Para el desmontaje del haz de tubos en los generadores de vapor se aplicaron esmeriladoras-seccionadoras y procesos térmicos de separación, que demostraron ser los procesos más efectivos a causa de la manera elegida de proceder en conexión con una técnica óptima de aspiración.

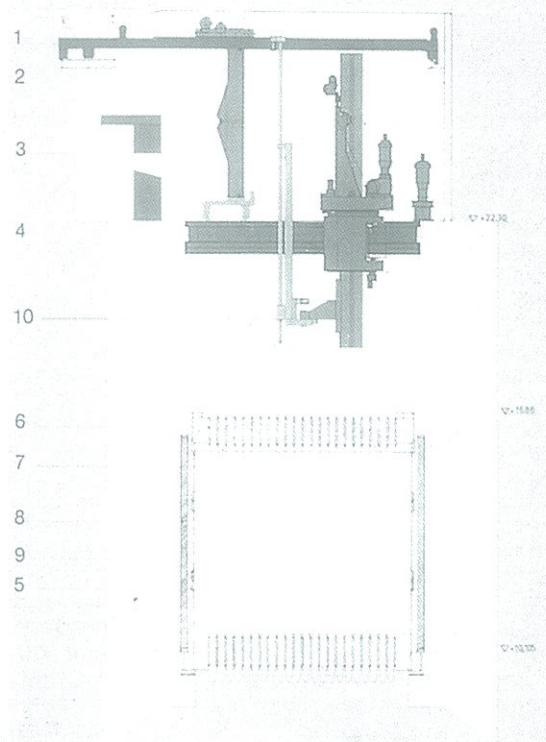
En el local del tanque del moderador el sistema de D₂O fue desmontado aplicando esencialmente técnicas mecánicas de desarme (serrar, fresar, cizallar) y embalado en barriles. Después de la decontaminación de los puntos de intersección, el tanque mismo del moderador (Ø 3,60 m, largo 14,95 m) fue desarmado térmicamente con máquinas separadoras de plasma usando máquinas móviles de aspiración. El troceado subsiguiente y el embalado fueron ejecutados en la plataforma del reactor.

El desmontaje del sistema primario en el local de colección y de distribución fue efectuado mecánicamente y por medio

F IV Desmontaje de las cañas de tubos de presión en el recipiente del moderador



F V Vista en corte 2 (Reactor con casa de desarme)



- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Manipulador de grúa | 6. Blindaje de neutrones |
| 2. Casa de desarme | 7. Recipiente del moderador |
| 3. Casa de mando | 8. Blindaje térmico |
| 4. Manipulador giratorio | 9. Blindaje biológico |
| 5. Tubos de presión | 10. Herramientas |

de procesos térmicos de separación (véanse figura III y IV).

Aspectos radiológicos

La situación local con respecto a la contaminación y la intensidad de dosis en general no fue problemática, ya que la central estuvo sólo poco tiempo en funcionamiento. Los aparatos móviles de aspiración local como asimismo, y dado el caso, toldos adicionales y zonas de cambio de zapatos usados para por ejemplo desarmar técnicamente piezas de la central de mayor contaminación, limitaron localmente bien la actividad el aerosol y la contaminación. Las intensidades más altas de dosis fueron de aproximadamente 1,5 mSv/h.

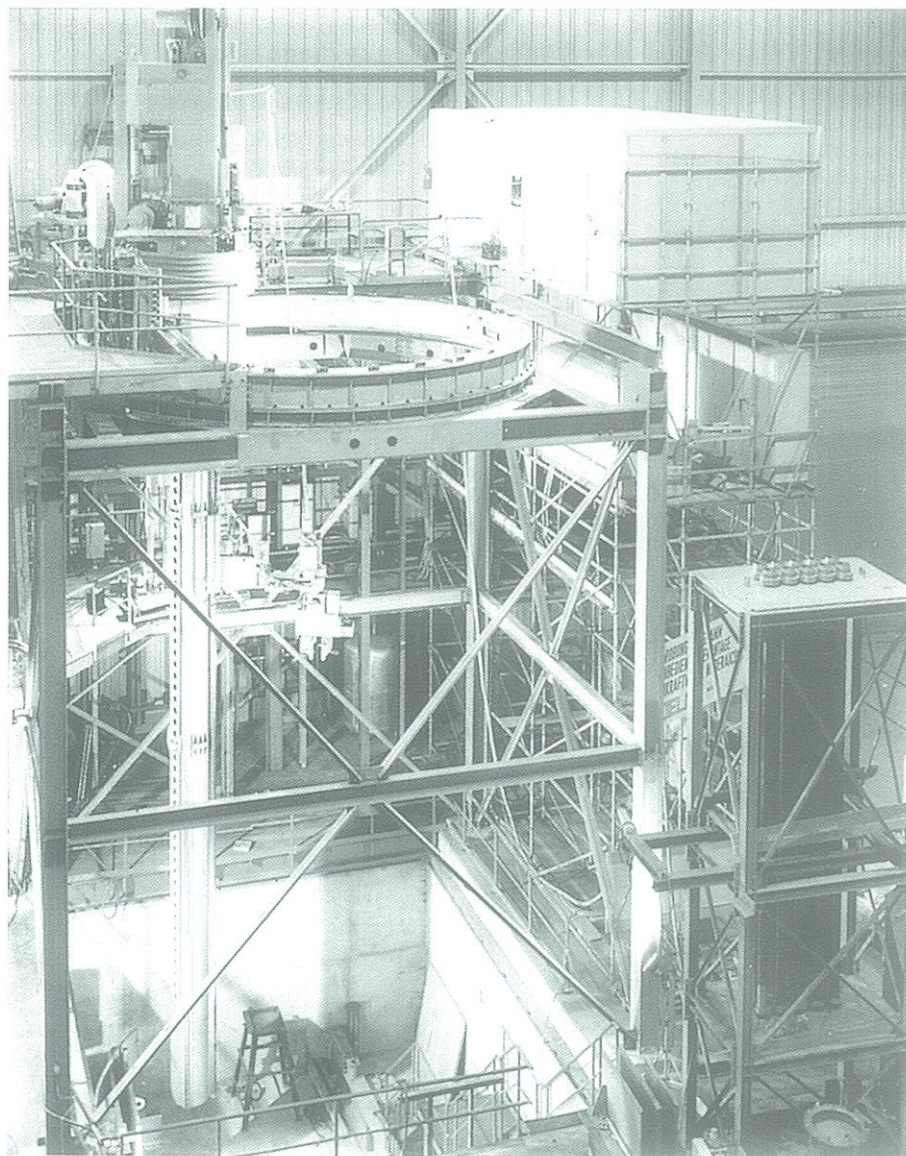
Todas las actividades en la zona de control tuvieron como base un certificado de autorización que permitía diariamente

T I

CUADRO SINOPTICO DE LAS MASAS, COMPONENTES DESMONTADOS INACTIVOS Y CONTAMINADOS EN (Mg)

Material	Para reutilización libre	Para reaprovechamiento	Residuos radiactivos	Total
Hormigón	340	—	55	395
Aislamiento	29	—	1	30
Cables	10	—	—	10
Plomo	25	—	—	25
Arena	41	—	—	41
Piedras de blindaje	—	194	—	194
Acero	260	1.060	—	1.320
Otros	5	5	55	65
TOTAL	710	1.259	111	2.080

F VI Stand de prueba para el desmontaje telemandado, manipulador giratorio con local de mando



el trabajo y las medidas a observar para el desmontaje, la seguridad y la protección radiológica.

Desmontaje telemandado del recipiente del moderador con sus instalaciones

El desmontaje telemandado (2) del recipiente del moderador con sus instalaciones (reactor) y del blindaje térmico (véase figura V) forma la parte esencial de los trabajos de desmontaje en la central nuclear de Niederaichbach (KKN).

Los varios componentes del reactor están listados en la tabla I. Noell desarrolló y probó antes del montaje en KKN las instalaciones, los aparatos y los manipuladores necesarios para el desmontaje, el transporte y el embalaje de estos componentes.

Descripción de las instalaciones telemandadas

En la plataforma del reactor, al nivel + 22,30, se instala una casa de desarme en la que se ejecutan todos los trabajos telemandados. A esta casa está conectado el local blindado de mando para el personal de servicio. El manipulador giratorio, que con 13 herramientas diferentes en total efectúa los trabajos de desmontaje, consiste en un anillo giratorio que permite movimientos giratorios de más de 360°. El carro horizontal está excéntricamente colocado en el anillo giratorio y asegura junto con el mecanismo de rotación del mástil que todas las posiciones dentro del blindaje biológico puedan ser alcanzadas. El carro vertical en el mástil prolongable está equipado con un gancho de herramientas, con el que éstas pueden ser sacadas individualmente de su posición en la plataforma del reactor y transportadas a su posición de trabajo en el recipiente del moderador. Allí las herramientas —esmeriladora, fresa, atornillador, gan-

T II

Componentes	Peso (Mg)	Material
Recipiente del moderador	32	Austenita
Tubos de presión	21	Aleación de circonio
Tapones	49	Austenita/ferrita
Blindajes contra neutrones	261	Austenita
Blindaje térmico	137	Ferrita
MASA TOTAL	500	

cho— ejecutan independientemente los trabajos de separación.

Las piezas separadas son transportadas a la plataforma del reactor por medio del manipulador giratorio, recogidas por el manipulador de grúa y embaladas después de otro troceado (por ejemplo con una sierra o una cizalla) o embaladas directamente en contenedores en la estación de embalaje de la casa de desarme.

Para el desmontaje del recipiente mismo del moderador y del blindaje térmico se usa la llamada sierra angular que se encuentra en el local de colección. Después del desmontaje del blindaje inferior de neutrones la sierra anular se traslada desde abajo a la posición de trabajo y trocea los recipientes en segmentos de 900 X 900 mm a lo máximo.

Prueba en el taller

Máquinas individuales, como ser el manipulador giratorio, el manipulador de grúa, etc., fueron probados en el taller a partir de 1986. En los meses de marzo hasta junio de 1990 solamente faltaba ser probada la sierra angular, que será usada para el desmontaje del recipiente mismo del moderador y del blindaje térmico (véanse figuras VI y VII). El funcionamiento combinado de los distintos manipuladores fue probado dentro del margen de las pruebas en taller en un stand separado, que también facilitó la simulación de todos los cortes y el transporte de los segmentos cortados del recipiente.

Los puntos esenciales fueron:

- Comprobaciones del desmontaje seguro.
- Dominación de fallos.
- Entrenamiento del personal de servicio.
- Determinación del parámetro óptimo de corte.

Las pruebas, que fueron completadas con buen éxito a fines de junio de 1990, habían sido ejecutadas en presencia del experto. El montaje final de la sierra anular en el local de colección debajo del recipiente del moderador será completado en marzo de 1991, y la sierra

será puesta en funcionamiento en presencia del experto.

Montaje de las instalaciones telemandadas

El montaje se comenzó a principios de marzo después de terminar con los trabajos de desmontaje en ambas zonas de generación de vapor y después de colocar el blindaje giratorio grande (115 Mg) en un parte inferior del generador de vapor. En la zona de generación de vapor se colocó una plataforma nueva al nivel +16,84 para el local de intervención.

En la plataforma del reactor se comenzó con el montaje del manipulador giratorio, que demoró un poco, ya que se debía

repasar el cojinete existente del blindaje giratorio grande. Después se instaló el local de mando, consistente en placas de acero de 25 cm de grosor con ventanas de vidrio de plomo, y la casa de desarme. Se pudo cerrar la casa de desarme después de la instalación de la sierra circular hidráulica para desarmar la viga del blindaje con un peso de hasta 2,3 Mg y el manipulador de grúa. Paralelamente se amplió el sistema aerotécnico por un sistema limpiable de pre-filtro que según prescripción en el permiso tenía que ser adicionalmente instalado. Además, se colocaron las cámaras fotográficas, la estación de llenado de contenedores, más máquinas de troceado y todo el mando eléctrico. Se prestó especial atención a la adaptación de los sistemas de protección contra fuego.

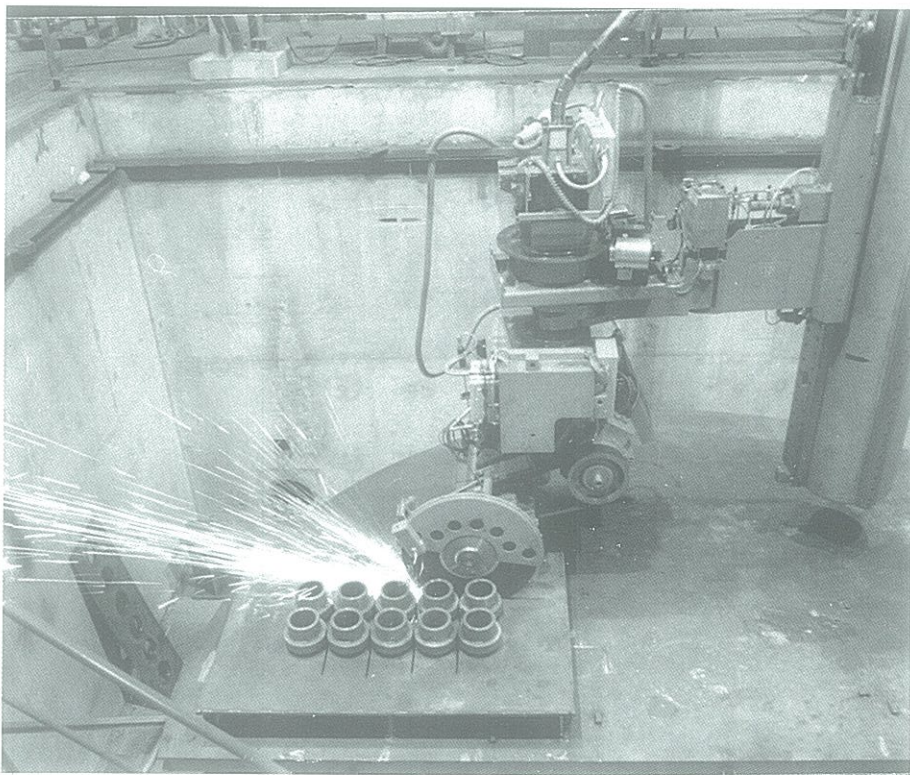
En presencia de los expertos se ejecutó finalmente un programa de puesta en funcionamiento para todas las instalaciones y los aparatos telemandados de desmontaje. Subsiguientemente la autoridad de supervisión autorizó el 20 de diciembre de 1990 los trabajos telemandados de desmontaje.

Procedimiento de desmontaje

El recipiente del moderador fue desmontado en tres pasos:

- Desmontaje manual de piezas del blindaje superior de neutrones.

F VII Prueba de la esmeriladora de la vía; separación de la placa de estanqueidad en el blindaje superior de neutrones



— Desmontaje telemandado de las instalaciones del recipiente del moderador (blindajes de neutrones, tubos de presión, presa cónica) por medio de un manipulador giratorio y sus herramientas.

— Desmontaje telemandado del recipiente y del blindaje térmico con una sierra angular en combinación con el manipulador giratorio.

El desmontaje manual de piezas del blindaje superior de neutrones —la placa superior de estanqueidad, las chapas esféricas de retención, los listones superiores— fue efectuado en el mes de octubre paralelamente con el montaje de las instalaciones telemandadas.

Desmontaje del blindaje biológico

El blindaje biológico de KKN es un cilindro de hormigón con un diámetro interior de 8,1 m, un diámetro exterior de 10,5 m y una altura de aproximadamente 6,0 m. Está fabricado de hormigón pesado (densidad 3,7 g/cm³) y dispone de una armadura muy fuerte en el lado interior y exterior. El diámetro de los hierros horizontales y verticales de armadura es de 26 mm, la parte de hierro en las capas fuertemente armadas es de aproximadamente un 3%.

Como la profundidad de activación asumiendo a aproximadamente 60 cm, vale lo siguiente para el desmontaje: quitar la capa interior activada (aprox. 550 Mg), trocear la armadura y los fragmentos de hormigón y embalar las piezas. Las condiciones marginales radiológicas permiten ejecutar los trabajos in situ (es decir, un desmontaje telemandado no será necesario).

Después de ejecutar varias pruebas se eligió para el desmontaje un proceso de voladura "liviana" con taladros verticales, que ofrece un desarme rápido en conexión con un troceado bueno. La capa de 60 cm fuertemente activada a quitar es desmontada en 2 pasos. Primero se hace volar el hormigón de arriba a abajo en forma de anillo de la capa de 20 cm fuertemente armada, y los hierros restantes de armadura son quitados con cortadores hidráulicos de pernos.

En el segundo paso la capa restante de 40 cm débilmente armada es partida con cantidades considerablemente menores de explosivos.

Desmontaje convencional

Los edificios serán derribados en el siguiente orden: edificio adicional, casa de máquinas, edificio de las instalaciones

de distribución, chimenea de aire evacuado, edificio de almacenamiento de los elementos combustibles, de las instalaciones auxiliares, del reactor y del portero. Para esto se usarán excavadoras de cable y dispositivos de derribación, así como aparatos elevadores para quitar piezas acabadas y segmentos del recipiente de contención separados. En la medida en que sea necesaria, las piezas de hormigón serán demolidas en el sitio mismo y llevadas a un depósito cercano. En total habrá aproximadamente 130.000 Mg de escombros.

Después de la eliminación de los edificios se rellenará el terreno, se colocará tierra vegetal y se plantará césped. Después el terreno estará disponible sin reserva para otros fines.

REFERENCIAS

- (1) Gallenberger, H.: "Beseitigung des Kernkraftwerks Niederaichbach", Atomwirtschaft/Atomtechnik - Jahrgang XXVI, Nr. 2 (February 1981).
- (2) Löschhorn, U., Birkhold, U.: NPP Niederaichbach - Remote Dismantling Proceedings of the ANS Topical Meeting "Spectrum 1986".

PRODUCTOS ESPECIALES, S. L.

Radioprotección, Material de Seguridad, Aparatos Médicos

Agente en exclusiva para España de:

nardeux



El CBO 800, de concepción sencilla, permite detectar una eventual contaminación Beta de pequeños materiales en la salida de zona controlada.

Tiene el aspecto de un elemento especializado, de forma paralelepípedica. En su bandeja se controlan los diversos útiles.

- Contador proporcional de gran superficie, por circulación de gas tipo CPC 800 NARDEUX (Argón-Metano 90/10 o Argón-CO₂ 90/10).
- Alarma sonora y visual en caso de rebasamiento del umbral de contaminación.
 - Inicio de la medida por botón-pulsador.
 - Protección del contador mediante una rejilla en acero inoxidable.

CBO 800

**Equipo Marca NARDEUX,
Modelo CBO 800,
Referencia 1 860 601
MONITOR DE CONTAMINACION
PARA CHEQUEO DE PEQUEÑOS
MATERIALES**

Caidos de la División Azul, 1 - 28016 MADRID

Tels.: (91) 457 29 49/94 - Télex: 42050 PRES E - Fax: (91) 457 10 84