

PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE LOS GENERADORES DE VAPOR

En el mes de Junio de 1996 se iniciará la sustitución de los Generadores de Vapor de la Unidad 1 de Central Nuclear de Almaraz y en el mes de Marzo de 1997 los de la Unidad 2, actividad que se extenderá, para cada unidad, durante, aproximadamente, tres meses y se culminarán cinco años de intenso trabajo desde que en el mes de Junio de 1992 se firmó el contrato con el Consorcio Siemens-Framatome para el suministro de los nuevos Generadores de Vapor. Aunque, por supuesto, los trabajos se iniciaron bastante antes con los estudios de viabilidad técnico-económica, elaboración de la Especificación Técnica de los GG.VV., evaluación de las ofertas y negociación contractual así como evaluación y adjudicación de los Estudios de Compatibilidad.

Habrán sido cinco años de trabajo en equipo en un gran proyecto, que ha implicado a muy diversas organizaciones, con multitud de interfases entre las mismas, lo que ha obligado a un gran esfuerzo de coordinación, pero que gracias a la buena disposición, incluso entusiasmo, de todos los participantes se han podido superar las dificultades que se han ido presentando y sentar las bases para alcanzar el éxito que todos deseamos.

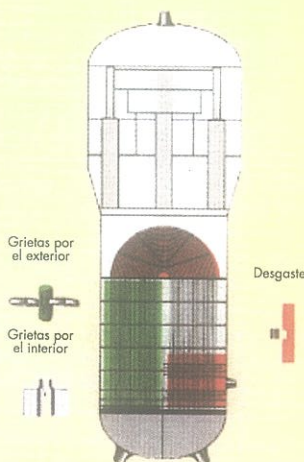
¿POR QUE ES NECESARIO SUSTITUIR LOS GG.VV.?

Los tubos de los generadores de vapor actualmente instalados en Central Nuclear de Almaraz están fabricados de Inconel 600, material que está

FI - Fenómenos responsables de la degradación de los tubos.

CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ

Defectos que presentan evolución en los tubos de los Generadores de Vapor, y su localización.



Generador de Vapor Modelo D3

GRIETAS POR EL EXTERIOR. Son originadas por la acumulación de compuestos químicos en (1) el huelgo existente entre el tubo y la placa-soporte y (2) el fondo del Generador.

GRIETAS POR EL INTERIOR. Son originadas por las tensiones mecánicas provocadas al expandir los tubos para fijarlos individualmente a la placa-base. Se produce corrosión intergranular, como en el caso anterior.

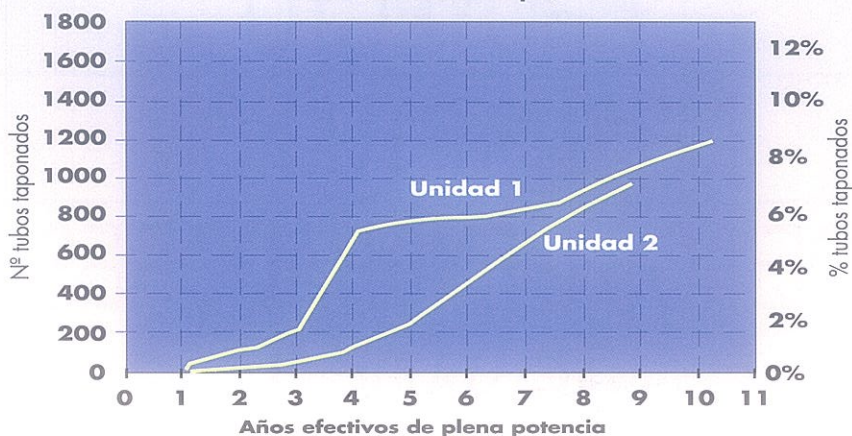
DESGASTE. Se produce por rozamiento en dos zonas bien delimitadas:

*Barras antivibratorias, en la parte alta del haz tubular. La acción del flujo de agua hace rozar los tubos con dichas Barras.

*Precalentador, en la zona de entrada de agua al Generador de vapor. El caudal de agua de alimentación hace vibrar los tubos contra las barras-soporte. Las variaciones en dicho caudal incrementan el fenómeno.

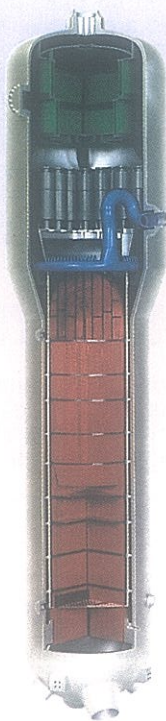
Estos desgastes son menos cuantiosos que las grietas mencionadas.

Evolución de tubos taponados Generadores de vapor



F II - Evolución de tubos taponados

F III - Nuevos Generadores de Vapor



sufriendo un proceso de degradación muy superior al que inicialmente se había previsto, y que está obligando al taponamiento de tubos durante las paradas para recarga, reduciendo progresivamente la vida útil del equipo y, al mismo tiempo, dando lugar a una pérdida de producción de la central por inspecciones y reparaciones extraordinarias que prolongan la duración de las paradas y las operaciones de mantenimiento, lo que da lugar a un incremento de las dosis recibidas por el personal de operación. En la figura I pueden verse, de forma esque-

mática, los distintos fenómenos responsables de la degradación de los tubos.

La figura II refleja la evolución de tubos taponados, en cada unidad, en función de los años a plena potencia, después de la última recarga en la unidad 1 en el mes de Marzo de 1995.

Actualmente Central Nuclear de Almaraz tiene licenciado un porcentaje máximo de tubos de taponados del 18%.

Los motivos expuestos anteriormente aconsejaron plantearse la sustitución de los Generadores de Vapor por unos de nuevo diseño y materiales más idóneos, en línea con la decisión tomada por las empresas eléctricas de los Estados Unidos y de diversos países europeos, cuyos Generadores de Vapor han experimentado fenómenos de degradación similares a los de Almaraz.

En consecuencia, y tras la realización de diversos estudios previos de viabilidad técnico-económica, se tomó la decisión de la sustitución de los Generadores de

Vapor, iniciando en el mes de diciembre del año 1989 la elaboración de la Especificación Técnica para petición de ofertas de los nuevos Generadores de Vapor.

Por último merece la pena destacar que con el cambio de los Generadores de Vapor, CNA no sólo resuelve de raíz el problema de materiales que presentan los Generadores de Vapor actualmente en operación sino que además consigue:

a) Prolongar la vida útil de la Central en lo que a los Generadores de Vapor se refiere.

b) Disminuir drásticamente los gastos de inspección y mantenimiento que los GG.VV. han llevado consigo en cada recarga.

c) La posibilidad de incrementar la potencia térmica actual de la Central, en lo tocante a los Generadores, en torno a un 8% dada la mayor capacidad de transferencia de calor entre el RCS y el Circuito Secundario.

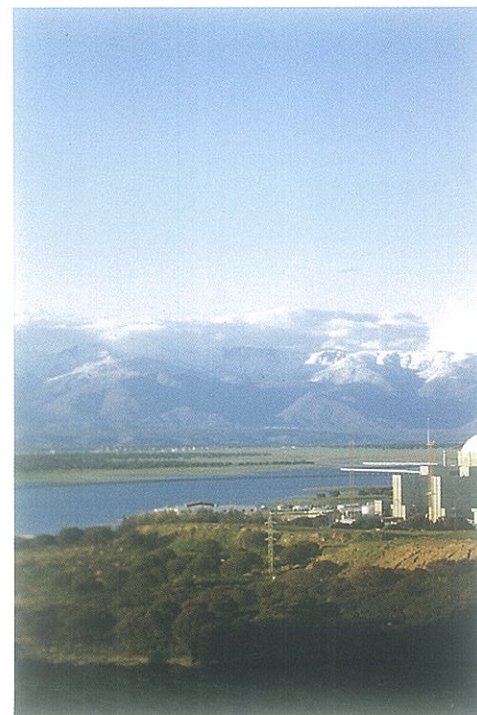
Estas mejoras, si se consiguen desarrollar y poner en práctica, fundamentalmente la relativa al incremento de potencia de la central, podrían, si no justificar "per se" la inversión, al menos aliviar el gran esfuerzo inversor que el proyecto de cambio exige.

Con objeto de optimizar recursos y obtener una mayor economía de escala se acordó que la petición de ofertas fuera conjunta para Asociación Nuclear Ascó y Central Nuclear de Almaraz, dando lugar a una estrecha colaboración entre las Organizaciones de las dos Centrales.

LOS NUEVOS GENERADORES DE VAPOR

Tras el proceso de elaboración de la Especificación Técnica, petición y evaluación de ofertas, Central Nuclear de Almaraz adjudicó al Consorcio formado por Siemens-Framatome el suministro de los nuevos generadores de vapor.

Los nuevos generadores de vapor (ver figura III) son de diseño Siemens, modelo 61W/D3, tipo feed-ring sin precalentador y soportes tipo rejilla con tubos de Incoloy 800 M, material



con experiencia probada frente a los fenómenos de erosión-corrosión. Su fabricación se llevará a cabo por EN-SA en su fábrica de Santander.

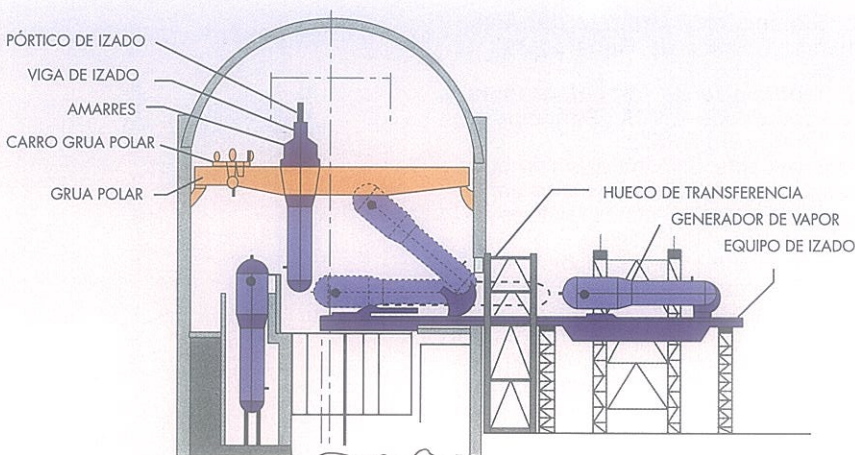
Para realizar la ingeniería, análisis y estudios de integración de los nuevos Generadores de Vapor en la Central se ha optado por mantener las organizaciones que originalmente diseñaron y tradicionalmente han colaborado en el proyecto y posterior operación de Almaraz, con un reparto de alcances en función de los estudios a realizar, antecedentes de estudios similares realizados, así como disponibilidad de la información necesaria para su realización.

De acuerdo con el criterio anterior la distribución de alcances quedó como sigue: Westinghouse realizaría el Estudio de Compatibilidad, ENUSA los Análisis de Seguridad NO-LOCA y Empresarios Agrupados las Modificaciones de Diseño.

En la actualidad están finalizados los Estudios de Westinghouse y Enusa y las Modificaciones de Diseño de la Unidad 1, así como toda la documentación de diseño del Generador de Vapor, incluido el Informe de Tensiones y Fatiga (Stress and Fatigue Analysis) y el Informe de Diseño (Design Report) de acuerdo con los requisitos del Código ASME.

LA SUSTITUCIÓN DE LOS GENERADORES DE VAPOR

En el mes de Junio de 1994 Central Nuclear de Almaraz adjudicó a la empresa CONBEG, Consorcio formado por las empresas Bechtel, Entre-



MANIOBRA DE SUSTITUCIÓN

FIV - Esquema simplificado de las maniobras de sustitución y de la plataforma de montaje.

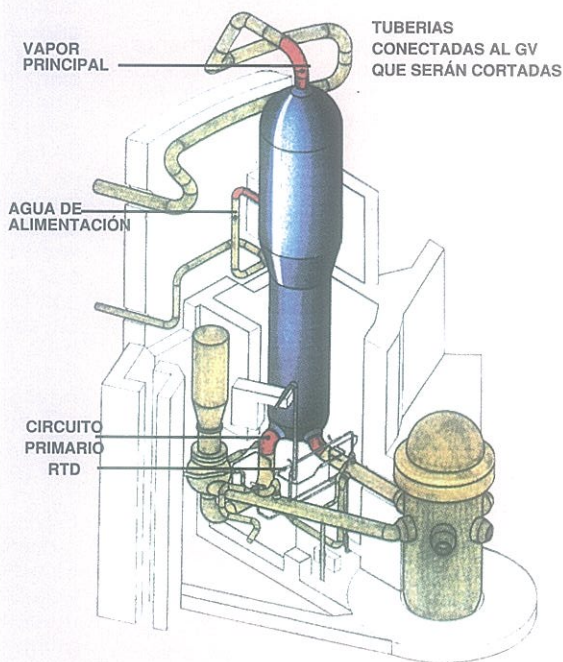
canales y Gestec, la realización de los trabajos relativos a la sustitución de los generadores de vapor actuales por los nuevos generadores. La sustitución de los generadores en Central Nuclear de Almaraz presenta, respecto a la mayoría de los proyectos de sustitución de generadores de vapor, una característica diferenciadora, consistente en la necesidad de realizar una abertura en el Edificio de Contención para posibilitar la extracción de los generadores actuales y la introducción de los nuevos. Esto es debido al hecho de que la compuerta de equipos es de dimensiones inferiores a las de los generadores de vapor.

Esta característica diferenciadora, de la que existen experiencias previas de otros proyectos, implica, como es obvio, además de un mayor coste, un alargamiento del programa de sustitución.

El método preciso para la apertura del hueco se determinará en base a una maqueta de tamaño natural, en la que CONBEG llevará a cabo pruebas de testigos de hormigón, cortes con hilo de diamante, cortes de muro con cuchilla giratoria de diamante y demolición por otros medios. Se seleccionará el método óptimo en base a consideraciones de plazo, y los equipos de trabajo recibirán formación sobre todos los aspectos de dicho método.

En el exterior del edificio de contención, en la zona donde se realizará la apertura del hueco de contención, se levantará una plataforma de montaje. Inicialmente, esta plataforma temporal se utilizará como plataforma de traba-

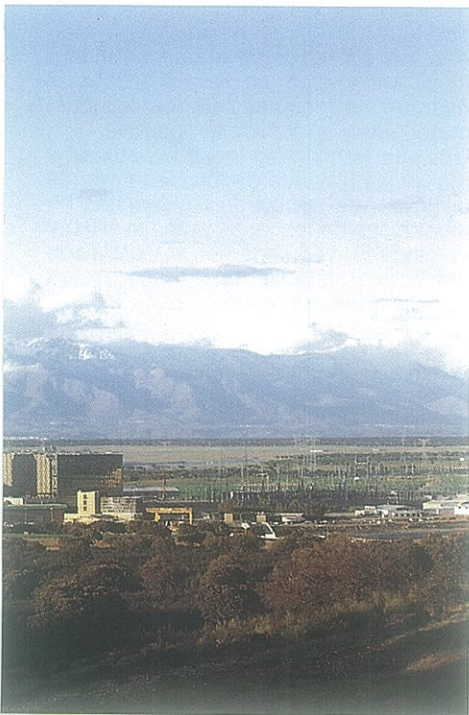
FV - Alcance de la sustitución.



jo para abrir el hueco en el muro del edificio de contención, y posteriormente como plataforma de montaje para la extracción de los Generadores de Vapor antiguos del edificio de contención y para la instalación de los Generadores de Vapor nuevos, la figura IV muestra un esquema simplificado de las maniobras de sustitución y de la plataforma de montaje.

Por su parte CNA se reservó la contratación directa de las siguientes tareas:

1. Diseño y Construcción del Almacén Temporal de Generadores Viejos (ATGV).



2. Suministro y Montaje del Aislamiento Térmico de Generadores de Vapor.

3. Transporte de los Generadores Nuevos desde ENSA (Santander) a la Central, vía Sevilla.

Adicionalmente CNA ha asumido directamente, los servicios necesarios para el cambio de los generadores relativos a:

- Protección Radiológica.
- Tratamientos de Residuos.
- Descontaminaciones de Equipos.
- Lavandería.

Con objeto de optimizar al máximo el programa de sustitución, durante la parada para recarga previa a la de sustitución se habrán realizado las siguientes actividades:

- Eliminación de interferencias en las proximidades de la abertura a realizar en el edificio de contención y en el recorrido del nuevo trazado del sistema de agua de alimentación.

- Identificación de las interferencias que habrá de retirarse en la parada de sustitución.

- Realización de los taladros para el anclaje de los soporte de las nuevas líneas de agua de alimentación principal en los tres lazos.

- Corte, mediante hilo de diamante y taladros tangentes, de dos huecos de 0,7 m x 0,7 m en cada uno de los lazos para salida y reentrada al cubículo de la tubería de agua de alimentación principal.

- Instalación, en la coronación de los lazos 1 y 3, de las bases de las grúas auxiliares a montar en la recarga de sustitución.

- Instalación, comprobación de funcionamiento y desmontaje de los soportes temporales inferiores de las columnas soporte de los GG.VV. en los tres lazos.

- Topometría interior de los lazos, planta de operaciones y cavidad del reactor.

- Localización y marcado de las caras interior y exterior del hueco a cortar en el muro del Recinto de Contención para extraer e introducir los GG.VV.

- Inspección de la Grúa Polar.

- Realización de "Walkdowns" de Ingeniería y Construcción, con reportajes fotográficos y video.

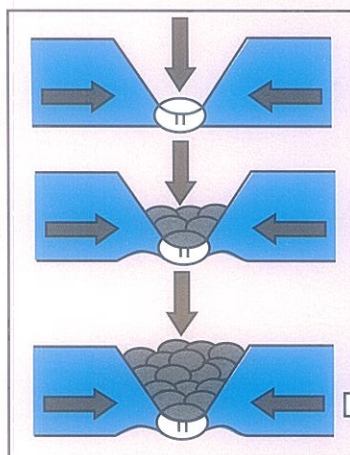
Previamente al inicio del corte de las tuberías que conectan con el generador de Vapor actual se procederá a la extracción del combustible de la vasiija del reactor y su almacenamiento en el edificio de combustible.

En la figura V pueden verse esquemáticamente las tuberías que será necesario cortar para la extracción de los generadores actuales.

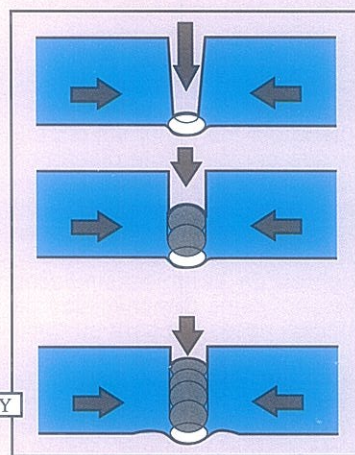
Antes del corte de las tuberías del circuito primario se instalarán soportes temporales que impidan el movimiento de las tuberías.

Una vez liberados los generadores de sus soportes y de sus conexiones a las tuberías indicadas en la figura se procederá a la extracción de los gene-

SOLDADURA CONVENCIONAL



SOLDADURA DE GARGANTA ESTRECHA



F VI - Técnica de soldadura de "garganta estrecha"

radores, para lo cual se utilizará la grúa polar, a la que se habrá instalado un castillete que permita la elevación de los generadores.

Una vez instalados los nuevos generadores se procederá a la soldadura de las tuberías que previamente habían sido cortadas, excepto la tubería de agua de alimentación principal que será nueva, debido al cambio de trazado como consecuencia de la posición más elevada de la tobera correspondiente en los nuevos generadores. La soldadura de las tuberías del circuito primario se realizará utilizando la técnica de garganta estrecha (narrow-groove) que permitirá reducir el tiempo de soldadura y las tensiones de contracción (ver figura VI). Una vez terminada la soldadura, se realizarán los ensayos no destructivos (NDE) exigidos por el Código para garantizar una soldadura de calidad.

El proceso de trabajos en tuberías, apantillado, corte, descontaminación, mecanizado, soldadura y NDE será probado en su totalidad y calificado en base a una maqueta de tamaño natural de la caja de aguas del GV y tuberías de refrigeración del reactor.

Estas pruebas con maqueta se realizarán para que el personal pueda entrenarse en todas las operaciones necesarias para permitir la realización de los trabajos de modo seguro y efectivo en cuanto a hombre-rem (ALARA).

CIERRE DEL MURO DE CONTENCIÓN

Una vez instalados los Generadores de Vapor nuevos y sacados los equipos de montaje interiores del edificio de contención, se iniciará el cierre del hueco del muro de contención.

El primer paso será el de la instalación del liner. El liner será colocado, ajustado y soldado. Tras la terminación de la soldadura del liner, se realizará el ensayo no destructivo (NDE) correspondiente.

En paralelo con los trabajos del liner comenzará la instalación de las armaduras. Se empalmarán nuevas barras de acero a los extremos de las barras existentes utilizando el mismo proceso de soldadura "cadweld" utilizado en la construcción original.

Existe un total aproximado de 400 emplames a realizar en las ocho capas de redondos de 57,3 mm de diámetro. Una vez instaladas todas las barras, comenzará la instalación del forjado, y después se verterá hormigón en la abertura.

A la vez que se cierra el hueco del muro de contención, se llevará a cabo el desmontaje y retirada de los equipos, materiales y andamios temporales.

Una vez terminadas todas las soldaduras de las tuberías de los Generadores de Vapor se realizarán las pruebas hidrostáticas de los lados primario (RR) y secundario, seguidas por la instalación del nuevo aislamiento térmico en los nuevos generadores de vapor y los sistemas de tuberías.

A la vez que se terminan los trabajos de aislamiento, se devolverá el edificio de contención a su condición previa a las operaciones de sustitución y se procederá a la recarga del reactor.

Antes de las pruebas de arranque y tras la terminación de los trabajos de hormigonado del hueco del muro de contención, se realizará una prueba de estanqueidad y otra de integridad estructural para garantizar que el muro del edificio de contención se encuentra en su condición previa a la sustitución.