

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

SEGUIMIENTO DE LA REPARACION DE LOS GENERADORES DE VAPOR DE LA CENTRAL NUCLEAR EN EMBALSE.

H. CARBAJALES - Comisión Nacional de Energía Atómica

Los cuatro generadores de vapor, elementos componentes del sistema de transporte de calor de CNE cuya función específica es transferir el calor absorbido por el D2O al circular por el reactor cediéndolo al H2O, generando así el vapor necesario para accionar a la turbina, fueron diseñados y fabricados en Canadá en base a especificaciones técnicas suministradas por el Contratista Principal del área nuclear de la CNE y bajo los requerimientos del código // ASME 1971 y sus adendas para este tipo de recipiente de presión. / Durante la fabricación se fijó un programa de calidad con participación simultánea del fabricante y del Contratista. Bajo principios similares fueron construidos con igual proceso de fabricación y similares características técnicas, 60 generadores de vapor para centrales en construcción en el país de origen.

1. ANALISIS DE DAÑOS Y SUS ORIGENES.

Utilizando el método de corrientes parásitas (Eddy Current) en una inspección de rutina llevada a cabo en tubos de los generadores de vapor entregados a uno de los utilities y que aún no / habían sido montados, se observó que en ciertos lugares las /// sondas de medición utilizadas no lograban pasar por el interior de los tubos y el conjunto de datos obtenidos presentaban una / serie de anomalías.

Esta situación dio origen a inspecciones posteriores cubriéndose áreas más extensas de los haces de tubos, verificándose la existencia de tubos con indentaciones (dings) y bloqueos parciales de estos tubos en las regiones correspondientes a las placas soportes.

Con estos antecedentes, el Contratista decidió hacer extensiva esta inspección a todos los generadores de vapor entregados a / las centrales mencionadas anteriormente. En paralelo se realizó un exhaustivo análisis con el fin de determinar fehacientemente las causas que dieron origen a este problema.

Dicho análisis se centró exclusivamente en los procesos de fabricación. Se determinó que la etapa de relevamiento térmico integral de tensiones residuales dejadas durante las distintas // etapas de construcción fue la causante de los defectos observa-

dos.

Las indentaciones denominadas "dings" y otras anormalidades / fueron provocadas por grandes diferenciales de temperatura radial ocurridos entre la camisa interior "shroud" (que sostiene a las placas soportes y baffles de la zona del precalentador) y las partes internas del haz de tubos durante el citado tratamiento térmico (T.T.).

Los daños se intensificaron como consecuencia de la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica entre los tubos / de incolloy 800 y la carcasa exterior y camisa interior (shroud) de acero al carbono.

En julio 1979 fueron inspeccionados por el método de corrientes parásitas los generadores de vapor de CNE. Dicha inspección se realizó con equipos y personal de la firma fabricante, supervisión del Contratista y participación del personal de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Las inspecciones realizadas en los 4 generadores de vapor aunque parciales mostraron daños de importancia, razón por la cual se decidió proceder a su reparación.

1.1. DESCRIPCION DEL PROCESO QUE DIO ORIGEN A LOS DAÑOS.

Se adjunta copia de sección transversal del G.V. y esquema que muestra la forma en que algunos tubos fueron dañados. Durante la etapa de calentamiento en el ciclo de T.T., la carcasa y camisa interior se calentaron más rápidamente // que las partes internas del haz de tubos. Las placas soportes están fijadas en la periferia a ranuras practicadas en la camisa citada y fijadas entre sí por barras de fijación (tie rods) instaladas en la zona central del G.V., debido a este tipo de construcción y por causa de la diferencia / de temperatura establecida radialmente las placas soportes se deformaron tomando formas convexas.

La inversa ocurrió durante la etapa de enfriamiento ya que la carcasa y camisa interior enfriaron con mayor rapidez / haciendo en este caso que las placas soportes se deformaron en sentido opuesto tomando formas cóncavas.

La distorsión de las placas soportes trajo aparejado los / siguientes problemas.

1.1.1. Indentaciones sobre los tubos "dings".

Provocados por la posición angular relativa entre / los tubos y las placas soportes durante el movimiento de las mismas.

Los tubos más afectados fueron los de mayor radio // distribuidos sobre un anillo localizado sobre la región exterior del haz de tubos y en general en las / placas soportes superiores, zona donde se produjeron las mayores diferencias de dilatación.

Las marcas provocadas son zonas de alta concentración de tensiones que podrían causar fisuras por el efecto de corrosión bajo tensiones durante el servicio.

1.1.2. Tubos pandeados.

En aquellos casos en que el ángulo entre el tubo y la placa soporte excedió los valores permitidos en las / luces existentes entre el tubo y dicha placa, el tubo se fijó en la placa y futuras dilataciones del mismo se vieron impedidas resultando pandeados. (El coeficiente de dilatación de los tubos es mayor que el de las placas).

Los daños mayores se observaron en la rama caliente / del generador de vapor lugar donde existe mayor distancia entre placas soportes.

Esto en servicio podría provocar fisuras por el rozamiento de los tubos que contactan entre sí.

1.1.3. Bloqueo de tubos.

En algunos casos por lo comentado en puntos anteriores los tubos quedaron adheridos a las placas soportes, permaneciendo en dicha situación luego del enfriamiento.

Esto en servicio puede ocasionar nuevos dings y/o // pandeo de tubos.

Conocidas las causas y los efectos producidos sólo / fue necesario hacer inspecciones parciales en cada / uno de los generadores afectados en zonas elegidas / para determinar la necesidad de repararlos.

2. ANALISIS DE LA REPARACION EFECTUADA.

En conocimiento de los daños de los G.V. de CNE, se efectuaron los siguientes análisis:

2.1. Estudio del reemplazo de los generadores por cuatro nuevas unidades. Esto fue desechado, dado que se requerían / tiempos considerables para construirlos y en ese interín debían suspenderse los montajes de otros componentes, produciéndose un atraso muy importante en la finalización de la totalidad de la Obra.

2.2. Desmontarlos, dado que ya estaban en su posición definitiva y enviarlos a fábrica para su reparación. Esta solución ofrecía aún demoras inaceptables.

2.3. Repararlos en la posición definitiva.
Luego de exhaustivos análisis y de la comparación con situaciones similares en otras Centrales , fue adoptada la / alternativa 2.3.

2.4. GRUPOS DE TRABAJOS.

Durante la reparación intervinieron los siguientes grupos de trabajo.

2.4.1. FABRICANTE: Ejerciendo la jefatura de obra con personal de ingenieros residentes, garantía y control de calidad, supervisores, mano de obra y encargados de compras y contrataciones.

2.4.2. CONTRATISTA: Ejerciendo la gerencia de obra con personal de ingenieros residentes, garantía y control de calidad, supervisores.

2.4.3. PROPIETARIO (CNEA): Ejerciendo las funciones de // inspección y seguimiento, garantía de calidad y suministros de servicios de mano de obra.

2.4.4. CALIN: Ejerciendo sus funciones de control como Autoridad Licenciante de la planta con personal de // ingeniería y cuerpo de asesores.

El personal del fabricante y contratista operó con el apoyo del cuerpo de Ingeniería y diseño de sus casas matrices.

Para facilitar la comunicación entre nuestro país y las // mencionadas casas matrices, se estableció un correo sema- / nal que se encargaba del transporte de procedimientos, ho- / rramental especial e información.

2.5. CRITERIOS BASICOS APLICADOS EN LA RECONSTRUCCION.

- 2.5.1. Cumplir con las especificaciones técnicas originales.
- 2.5.2. Cumplir con los actuales requerimientos de licencia- / miento.
- 2.5.3. Considerar los requerimientos de operación más re- // cientes.
- 2.5.4. Cumplir con todos los requerimientos aplicables de / códigos y standards.

Con motivo de la aplicación de estos requerimientos y dado que fueron reconstruidos en posición vertical (construidos en posición horizontal) se han producido alteraciones en el diseño original. Se ganó en resistencia estructural refor- / zándose específicamente desde el punto de vista sísmico y / en caso de roturas de la tubería de vapor y/o agua de ali- / mentación secundaria.

2.6. ETAPAS DE LA RECONSTRUCCION.

Las etapas más importantes fueron las siguientes:

- 2.6.1. Corte del domo por medio de fresas de distintos diá- / metros con máquina de corte automática y su despla- / zamiento al lugar de almacenamiento.
- 2.6.2. Desmantelamiento del haz de tubos y todos los compo- / nentes internos (camisa interior, placas soportes, / placa divisoria, etc.).
- 2.6.3. Extracción de los trozos de tubos fijados a la placa tubo.

Esta tarea fue una de las críticas dado que era nece- / sario evitar rayaduras en los agujeros de la placa // tubo. Para su extracción fue necesario dejar intacta la soldadura de sello y estirar los tubos por el lado secundario hasta la rotura de los mismos. Esta acción provocaba una disminución del diámetro de los tubos /

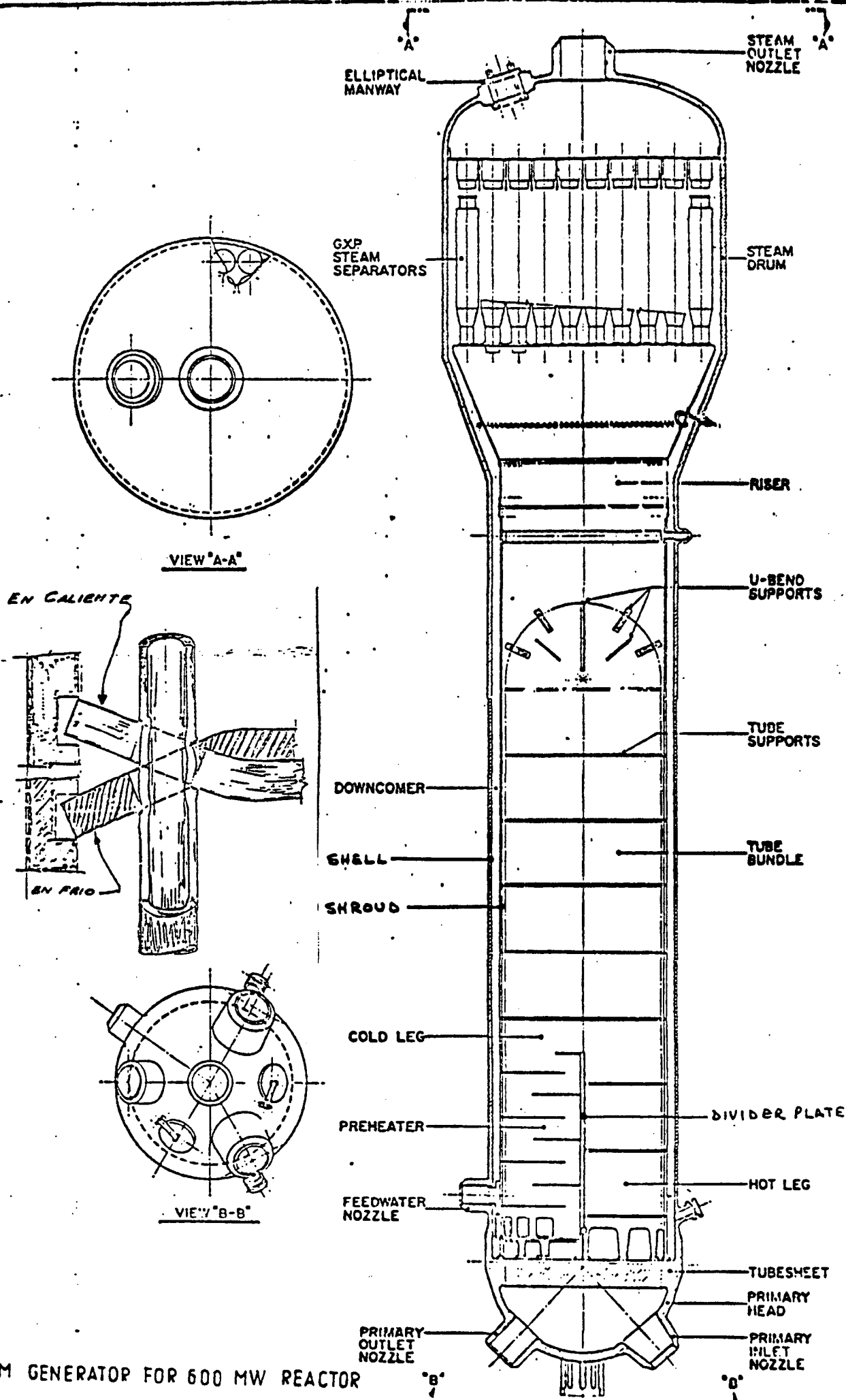
separándose de las paredes anulando así el efecto del rolado mecánico.

- 2.6.4. Fresado de la soldadura de sello utilizando máquinas automáticas.
- 2.6.5. Inspección total de la placa tubo y limpieza a fondo de los componentes remanentes.
Esta inspección fue realizada en el 100% de los orificios y en todos los G.V.
- 2.6.6. Introduucción del primer tramo de camisa interior prefabricado en origen su alineación respecto de placa tubo y fijación.
- 2.6.7. Introduucción del segundo tramo.
- 2.6.8. Instalación de tubos de a uno por vez, guiados a través de las placas soportes por personal instalado en / diferentes niveles sobre las placas soportes.
- 2.6.9. Corrección in situ de radios de curvatura de tubos.
- 2.6.10. Expansionado mecánico de fijación de tubo a placa tubo con mandril semiautomático.
- 2.6.11. Soldadura de los tubos a la placa tubo primera pasada de fusión, segunda con aporte, utilizando equipos automáticos. Esta tarea, una de las más críticas, contó con los más exigentes controles de calidad.
- 2.6.12. Instalación tercer tramo de camisa interior. Posicionando del domo y soldadura manual con tres primeras pasadas TIG y luego electrodos revestidos.
- 2.6.13. Prueba de presión de las soldaduras de sello con Helio a 60 psi.
- 2.6.14. Expandido hidráulico final de los tubos a la placa tubo.
- 2.6.15. Relevamiento térmico de tensiones en soldaduras del domo.

Fue necesaria la creación de un área limpia y controlada que / repitiera las condiciones originales de construcción realizadas en fábrica. El acceso a dicha área fue estrictamente con-

trolado permitiéndose sólomente el ingreso del personal afectado a la reparación. Las reparaciones finalizaron en abril del / corriente año.

Si bien esta reparación representó una alteración en los programas de construcción de la central, dejó un saldo positivo // dada la experiencia ganada por todo el personal de CNEA que participó en forma directa e indirecta en la misma, mejorando los conocimientos sobre el diseño, procesos de construcción, control y reparación de estos componentes en particular y el de // intercambiadores de calor en general.



STEAM GENERATOR FOR 600 MW REACTOR