

NO	PLICACIONES
1	AÑO 1985

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS
GENERADORES DE VAPOR DE LA C.N.A. I

H.
J. LEON - A. MANZI

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

La transferencia de calor del medio primario, consti
tuído por D₂O, al medio convencional de H₂O, se realiza
en la C.N.A. I por medio de dos generadores de vapor, ver
ticales, de tubos en U.

En cada revisión programada de la planta se hace a
estos componentes verificación de sus partes críticas,
esto es, de sus tubos de caldeo. También se inspeccionan
las partes separadoras de agua y los depósitos de barros.

Durante la revisión general del año 1977 se revisó
la unidad N° 1; en la del año 1980 la N° 2 y en el año
1982 se revisaron en ambas el 100 % de los tubos de caldeo,
por lo menos en los tramos verticales de la parte de entra
da de D₂O. El método utilizado en todos los casos fue el
de corrientes parásitas que, para la unidad N° 1, en el
año 1982 permitió detectar y solucionar una falla aún no
manifiesta.

También en esta revisión se aplicó un procedimiento
de limpieza de barros mediante empleo de dispositivos remo
tos.

En agosto de 1983 se detectó, por medio de los senso-
res de actividad que vigilan condensador y purgas contí-
nuas de los generadores de vapor, una pequeña pérdida a
través de tubos de caldeo. La localización y obturación
de la misma fue realizada por personal de la C.N.A. I.

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS GENERADORES DE VAPOR DE LA C.N.A. I

1.- OBJETO

Los Generadores de Vapor, son uno de los componentes principales del circuito primario y tienen por finalidad transmitir al medio secundario (H_2O), el calor generado en el núcleo del reactor, a través del medio refrigerante (D_2O), produciéndose vapor para el accionamiento de la turbina.

2.- CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Los Generadores de Vapor están diseñados como intercambiadores de calor con haces de tubos en U, verticales. Las características principales son:

- . Fabricado en Alemania por G.H.H. 1969
- . Dimensiones { Altura aproximada 16.000 mm.
Diámetros 3.700/2.700 mm.
- . Material de la envolvente Acero para construcción de granulación fina (HSB 55 CC)
- . Material de la placa tubo 22 Ni Mo Cr 37
- . Número de tubos 3.945
- . Material de los tubos Incoloy 800
- . Dimensiones de los tubos { Diámetro 18 mm.
Espesor 1 mm.
- . Plaqueado del fondo de los tubos Inconel 600

	<u>LADO SECUNDARIO</u>	<u>LADO PRIMARIO</u>
. Presión máxima	59 atm.ef.	135 atm.ef.
. Temperatura máxima	330°C	330°C
. Capacidad	77.100 lts.	18.160 lts.
. Capacidad de Generación de Vapor	929 t/h.	
. Las características físicas y dimensiones aproximadas se		

...///

.../// - 2 -

muestran en el gráfico de la hoja N° 5. Además se puede observar la entrada y salida de D₂O, como así también la entrada de agua desmineralizada y salida de vapor. Existen además bocas de inspecciones (de mano y acceso) destinadas a la revisión periódica de componentes y materiales.

3.- INSPECCIONES REALIZADAS

Desde el comienzo de la operación de la Central, enero de 1974, completando un total de 68.055 hs. de servicio, cada Generador fue inspeccionado en dos oportunidades por el método de corrientes parásitas (Eddy Current). Solo en la última revisión general programada de la Central (agosto/setiembre 1982) se efectuaron mediciones en el 100 % de los tubos de cada Generador de Vapor, mientras que en las anteriores oportunidades: 1977 para QW01 W01 y 1980 para QW02 W01, solamente se revisaron un cierto porcentaje de tubos con respecto al total.

El equipo empleado para las inspecciones, pertenece a la firma KWU y puede verse en la hoja N° 6, que consiste basicamente en una viga fija (solidaria a dos tubos previamente marcados en la placa tubo) sobre el que pivotea un brazo móvil que conduce la sonda de corrientes parásitas hasta cada posición. Este equipo es comandado a distancia dado el alto nivel de exposición que se registra en la zona, tal como puede verse en los croquis de las hojas N° 7, 8, 9 y 10. Puede extraerse también de aquí la evolución histórica de la exposición en el lugar, lo cual traerá aparejada una serie de proposiciones para futuras inspecciones.

La sonda de medición registra las lecturas de espesor de pared en cintas magnéticas, las cuales son procesadas separadamente y volcadas en planillas de datos.

Durante la revisión programada del año 1982 se intentó la remoción de sedimentos del lado secundario, para ello, se contrató los servicios técnicos de KWU, quien desarrolló un equipo consistente de un manipulador con tobera que impulsa agua a presión ($\approx 120 \text{ Kg/cm}^2$). Los resultados obtenidos no satisficieron lo esperado ya que se encontraron una serie de inconvenientes de diseño y operación del sistema manipulador de limpieza.

Como resultado de la inspección realizada en QW01 W01 en el año 1982 se encontró una posición que registraba el 80 % de desgaste (X = 63, Y = 91) ubicado sobre la periferia de la placa tubo. Se procedió a obturar esta posición mediante el empleo de tapones explosivos. Es de suma impor

...///

.../// - 3 -

tancia hacer notar que en todas las revisiones efectuadas, el personal afectado a las tareas, cumplió con un plan de entrenamiento y capacitación intensivo, en una maqueta, fuera del lugar físico de operación. Esto hace posible un gran ahorro de dosis y afianza a los operadores de los equipos durante la inspección real.

Los resultados obtenidos en las inspecciones realizadas se presentan de acuerdo al siguiente esquema:

- . Año 1977 - hoja N° 11
- . Año 1980 - hoja N° 12
- . Año 1982 - hoja N° 13 y 14

4.- INCIDENTE - AGOSTO 1983

El 03-08-83 se detectó pasaje de D₂O hacia el lado secundario, observándose incrementos en las indicaciones RW02 Y01 y SD01 Y01 (G. V. II). Luego de verificarse las mismas por medio de muestreos químicos, se comenzó a bajar potencia para llevar la Central a condición de parada caliente. En estas condiciones se aisló la alimentación a QW02 W01, drenándose a través de las purgas (RW02 S11). Posteriormente se llevó la instalación a la condición de medio caño a los efectos de poder detectar el (o los) tubos dañados.

Se logró ubicar el mismo (X = 64, Y = 40, según esquema y coordenadas de la inspección Parada Programada 1980), luego de llenar con agua desmineralizada (a 60°C) y hasta la altura de los tubos, el lado secundario del Generador, además fue necesario inyectar fluoreceína y presurizar hasta 40 Kg/cm² (máximo Δp posible).

El tubo dañado se obturó en las dos posiciones de la placa tubo mediante tapones explosivos.

Para realizar la soldadura de las tapas, entradas de hombre, se emplearon dos equipos de soldadura a los efectos de agilizar la tarea, con la consiguiente disminución de la dosis del personal. Además fue necesario eliminar la condensación de los vapores de D₂O (evaporación con torcha de soldar) cuando se realizó el cordón inferior de soldadura.

El ensayo no destructivo de tintas penetrantes no mostró defectos.

La dosis total recibida en la realización del trabajo fue de 74,1 Rem-hombre.

...///

.../// - 4 -

5.- MEJORAS FUTURAS

Ante posibles incidentes como el ocurrido el 03-08-83 es conveniente realizar mejoras en los Generadores de Vapor como ser:

- . Decontaminación de la parte interna de los Generadores de Vapor a los efectos de reducir la exposición existente.
- . Inspección de la totalidad de los tubos, en su recorrido completo, por el método de corrientes parásitas (en 1985)
- . Posibilidad de cambiar el diseño de las tapas de entradas de hombre de los Generadores de Vapor.
- . Revisión y perfeccionamiento del método de limpieza de barros utilizado en el año 1982.

6.- CONCLUSIONES

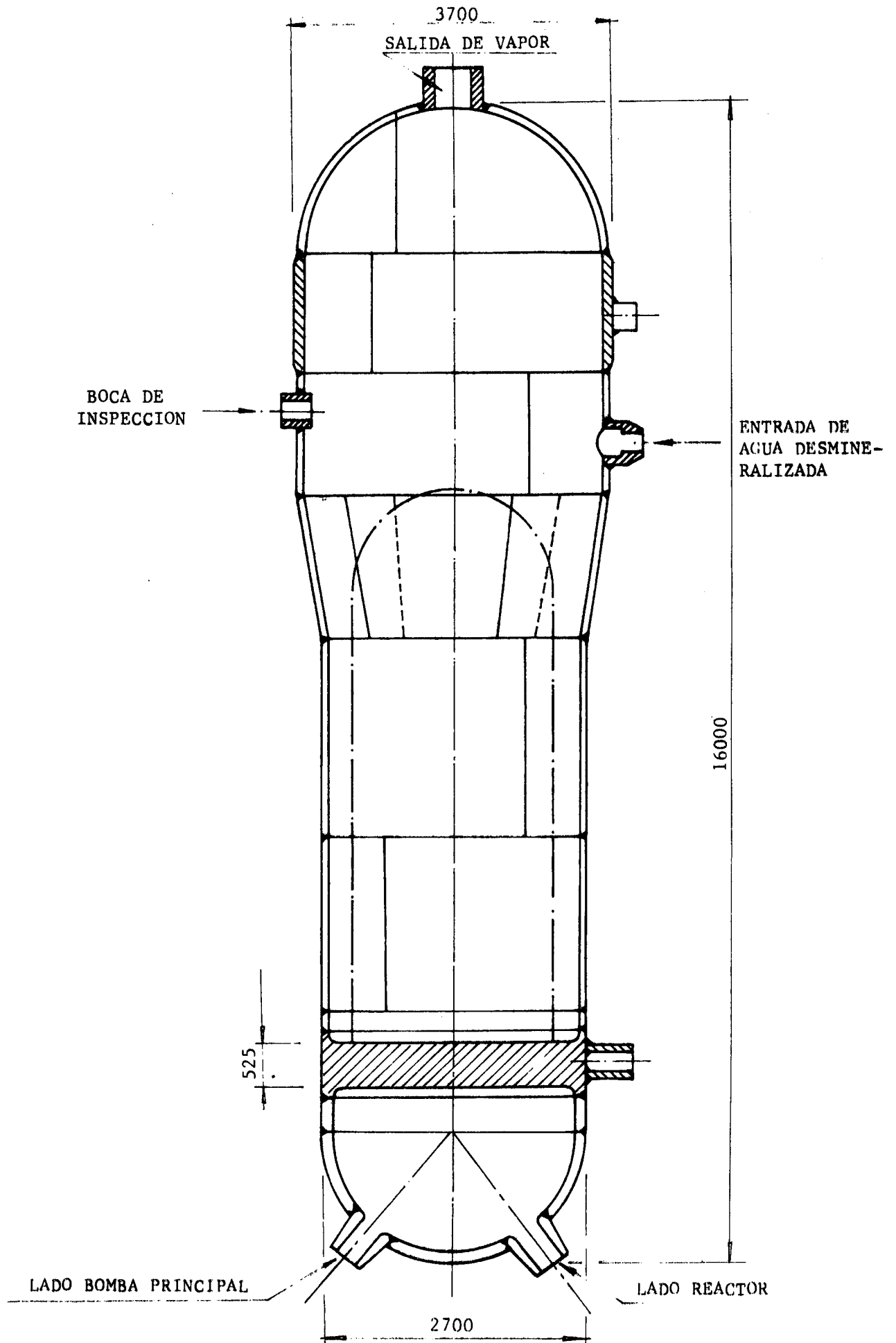
En general se considera que la performance de los Generadores de Vapor en casi 10 años de operación ha sido satisfactoria, en base a los resultados de erosión detallados en el presente trabajo.

Existe aún un problema que sigue siendo motivo de preocupación y de futuras mejoras y que consiste en la limpieza de barros del fondo de los Generadores de Vapor lado secundario. En base a la experiencia de otras plantas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la CNA I el nivel de sedimentos ha alcanzado un valor aproximadamente estable, es decir que ya no crece demasiado. Es, justamente en esta zona de estancamiento donde existe el mayor peligro de rotura por la erosión permanente de la interfase sólido-líquido, agravada aún más porque esta es la zona donde se produce la mayor concentración de sales que se agregan al medio secundario. Resulta, por lo tanto primordial, el replanteo del sistema de limpieza de barros para evitar la rotura de un gran número de tubos.

En lo referente al taponamiento, y si bien solo se ha tenido una sola experiencia de obturación en lo que a personal de la CNA I respecta, es importante disminuir al máximo posible los niveles de exposición en las calotas ya sea mediante la inyección de vapor o agua pesada a presión.

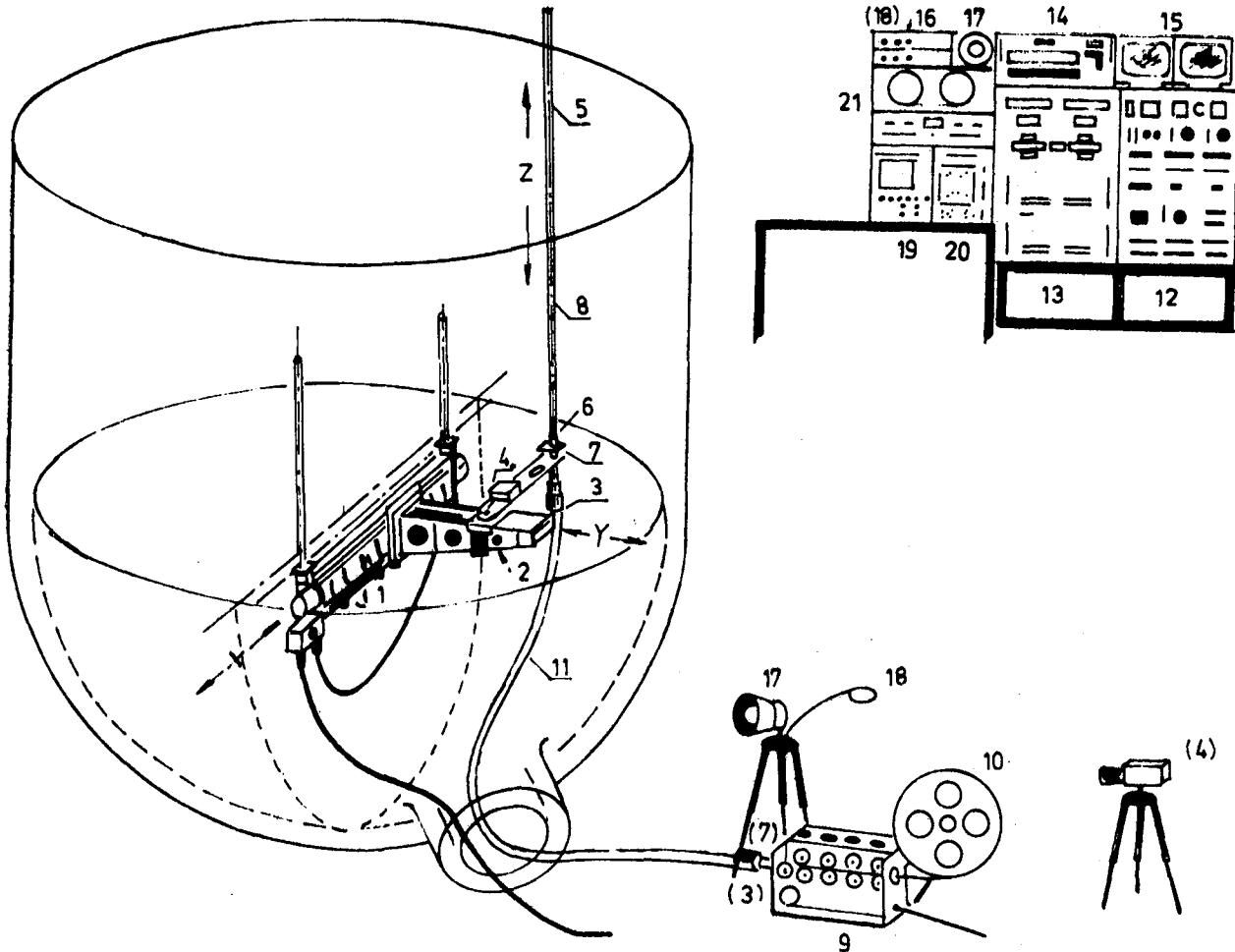
.../// - 5 -

GENERADOR DE VAPOR DE C.N.A. I



.../// - 6 -

EQUIPO DE INSPECCION DE CORRIENTES PARASITAS



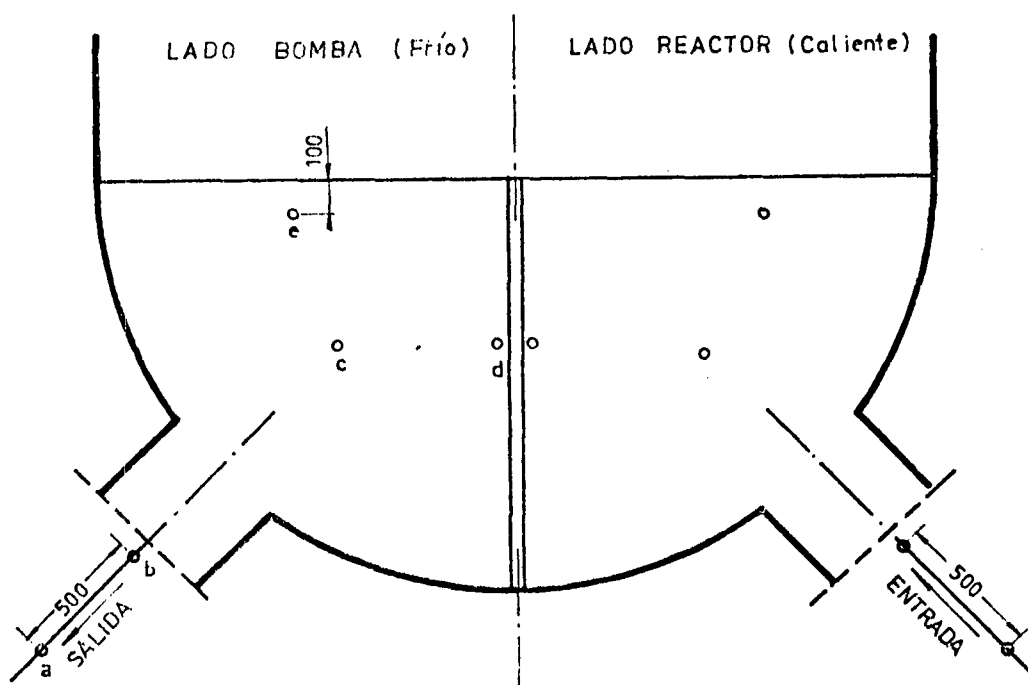
REFERENCIAS:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1 Carril (x) | 10 Carretel de la sonda trans |
| 2 Brazo (y) | portadora. |
| 3 Acople de la manguera guía | 11 Manguera de conducción con |
| de la sonda. | mallá de acero. |
| 4 Cámara de televisión. | 12 Armario de conexiones 1. |
| 5 Sonda de prueba de corrien | 13 Armario de conexiones 2. |
| tes parásitas. | 14 Teleimpresor. |
| 6 Boquilla de la manguera de | 15 Monitor de televisión. |
| conducción. | 16 Intercomunicador. |
| 7 Aro iniciador. | 17 Altavoz. |
| 8 Sonda de conducción del ca | 18 Micrófono. |
| bezal medidor de corrientes | 19 Dispositivo de control de |
| parásitas. | corrientes parásitas. |
| 9 Unidad de conducción. | 20 Registrador de 2 canales. |
| | 21 Grabador. |

.../// - 7 -

REGISTROS DE EXPOSICION EN GENERADOR DE VAPOR 2

FEBRERO 1980



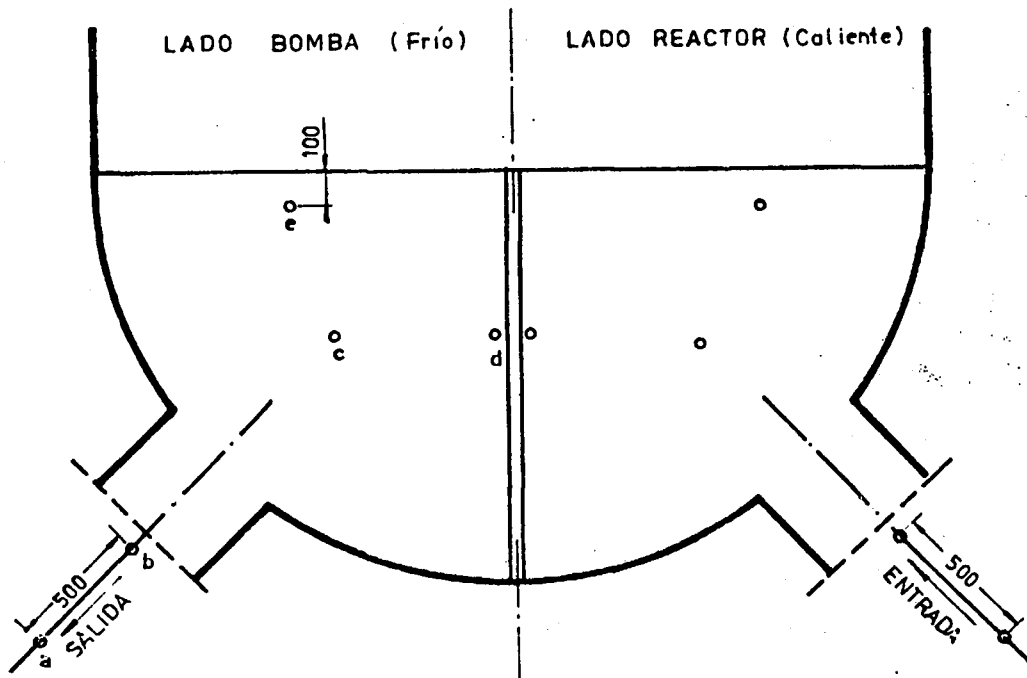
REFERENCIAS

- | | |
|---|-------------|
| a) A 500 mm de la entrada de hombre: | |
| - en la entrada de hombre (cerrada) | = 0,25 R/h |
| - sobre la entrada de hombre (abierta) | = 1,00 R/h |
| b) En el medio de la entrada de hombre: | |
| - sobre la entrada de hombre | = 2,70 R/h |
| c) En el centro de la calota | = 11,00 R/h |
| d) En el centro de la planchuela divisoria (contacto) | = 12,00 R/h |
| e) A 100 mm debajo de la placa tubo | = 13,00 R/h |

.../// - 8 -

REGISTROS DE EXPOSICION EN GENERADOR DE VAPOR 1

SETIEMBRE 1982



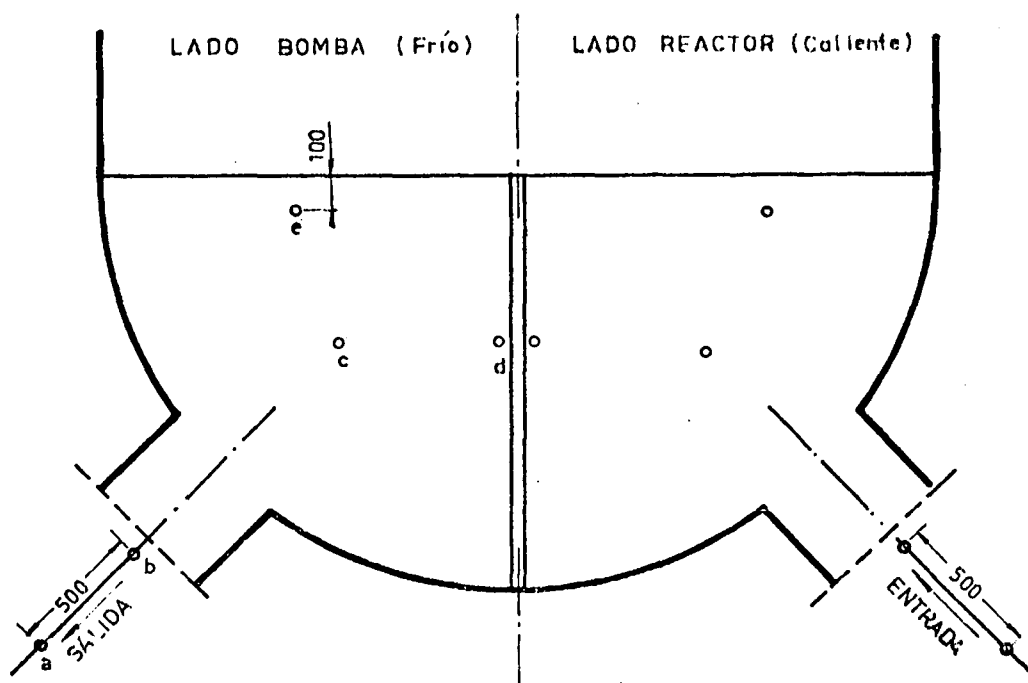
REFERENCIAS

- | | |
|---|-------------|
| a) A 500 mm de la entrada de hombre: | |
| - en la entrada de hombre (cerrada) | = 0,50 R/h |
| - sobre la entrada de hombre (abierta) | = 1,00 R/h |
| b) En el medio de la entrada de hombre: | |
| - sobre la entrada de hombre | = 4,00 R/h |
| c) En el centro de la calota | = 10,00 R/h |
| d) En el centro de la planchuela divisoria (contacto) | = 12,00 R/h |
| e) A 100 mm debajo de la placa tubo | = 12,50 R/h |

.../// - 9 -

REGISTROS DE EXPOSICION EN GENERADOR DE VAPOR 2

SETIEMBRE 1982



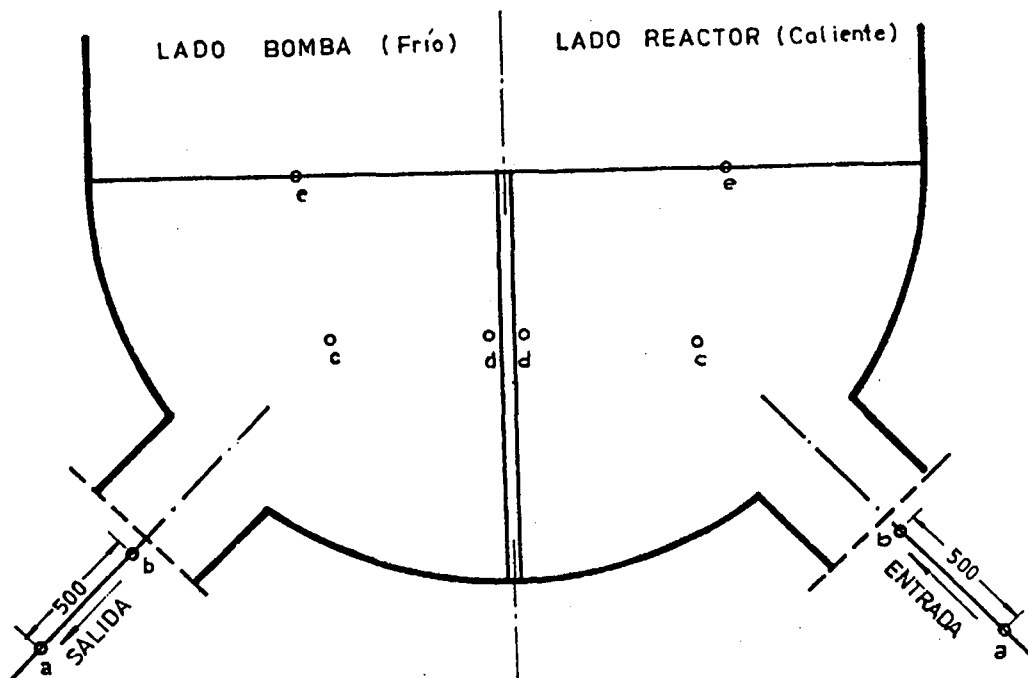
REFERENCIAS

- | | |
|---|-------------|
| a) A 500 mm de la entrada de hombre: | |
| - en la entrada de hombre (cerrada) | = 0,60 R/h |
| - sobre la entrada de hombre (abierta) | = 1,00 R/h |
| b) En el medio de la entrada de hombre: | |
| - sobre la entrada de hombre | = 3,00 R/h |
| c) En el centro de la calota | = 9,00 R/h |
| d) En el centro de la planchuela divisoria (contacto) | = 14,00 R/h |
| e) A 100 mm debajo de la placa tubo | = 13,00 R/h |

.../// - 10 -

REGISTROS DE EXPOSICION EN GENERADOR DE VAPOR 2

AGOSTO 1983



REFERENCIAS

a) A 500 mm de la entrada de hombre: - en la entrada de hombre (cerrada)	L.B. - L.R. = 5,00- 1,80 R/h
b) En el medio de la entrada de hombre: - sobre la entrada de hombre (abierta)	= 12,00-15,00 R/h
c) En el centro de la calota	= 30,00-23,00 R/h
d) En el centro de la planchuela divisoria (contacto)	= 15,00-18,00 R/h
e) En contacto con la placa tubo	= 50,00-30,00 R/h

.../// - 11 -

TABLA RESUMEN DE LA INSPECCION DE
LOS GENERADORES DE VAPOR C.N.A. I

GENERADOR : QW01 W01
FECHA DE REVISION: 1977

LADO PRIMARIO (D₂O)

TOTAL DE TUBOS INSPECCIONADOS	=	1.424
- PARTE RECTA	=	1.424
- HASTA LA SALIDA CURVA	=	-----
- TUBOS COMPLETOS	=	215
TUBOS ORTURADOS	=	NINGUNO
ESPESOR MAXIMO DE DESGASTE	=	EN BUEN ESTADO

LADO SECUNDARIO (H₂O)

MEDICION DE DEPOSICION DE BARROS		
- LADO ENTRADA	=	215 tubos
- LADO SALIDA	=	215 tubos
ALTURA MAXIMA DE SEDIMENTOS	=	180 mm.
- LADO ENTRADA	=	
- LADO SALIDA	=	

QW02 W01 = NO SE INSPECCIONO

.../// - 12 -

TABLA RESUMEN DE LA INSPECCION DE
LOS GENERADORES DE VAPOR C.N.A. I

GENERADOR : QW02 W01
FECHA DE REVISION: 1980

LADO PRIMARIO (D₂O)

TOTAL DE TUBOS INSPECCIONADOS	=	1.434
- PARTE RECTA	=	1.434
- HASTA LA SALIDA CURVA	=	73
- TUBOS COMPLETOS	=	142
TUBOS OBTURADOS	=	NINGUNO
ESPESOR MAXIMO DE DESGASTE	=	30 %

LADO SECUNDARIO (H₂O)

MEDICION DE DEPOSICION DE BARROS

- LADO ENTRADA	=	237 tubos
- LADO SALIDA	=	36 tubos
ALTURA MAXIMA DE SEDIMENTOS	=	
- LADO ENTRADA	=	241 mm.
- LADO SALIDA	=	309 mm.

QW01 W01 = NO SE INSPECCIONO

.../// - 13 -

TABLA RESUMEN DE LA INSPECCION DE
LOS GENERADORES DE VAPOR C.N.A. I

GENERADOR : QW01 W01

FECHA DE REVISION: 1982

LADO PRIMARIO (D₂O)

TOTAL DE TUBOS INSPECCIONADOS	=	3.939
- PARTE RECTA	=	3.939
- HASTA LA SALIDA CURVA	=	-----
- TUBOS COMPLETOS	=	254
TUBOS OBTURADOS	=	1 (80 %)
ESPESOR MAXIMO DE DESGASTE	=	37 %

LADO SECUNDARIO (H₂O)

MEDICION DE DEPOSICION DE BARROS

- LADO ENTRADA	=	254 tubos
- LADO SALIDA	=	254 tubos
ALTURA MAXIMA DE SEDIMENTOS	=	
- LADO ENTRADA	=	338 mm.
- LADO SALIDA	=	342 mm.

.../// - 14 -

TABLA RESUMEN DE LA INSPECCION DE
LOS GENERADORES DE VAPOR C.N.A. I

GENERADOR : QW02 W01

FECHA DE REVISION: 1982

LADO PRIMARIO (D₂O)

TOTAL DE TUBOS INSPECCIONADOS	=	3.940
- PARTE RECTA	=	3.940
- HASTA LA SALIDA CURVA	=	-----
- TUBOS COMPLETOS	=	254
TUBOS OBTURADOS	=	NINGUNO
o ESPESOR MAXIMO DE DESGASTE	=	33 %

LADO SECUNDARIO (H₂O)

MEDICION DE DEPOSICION DE BARROS

- LADO ENTRADA	=	254 tubos
- LADO SALIDA	=	254 tubos
ALTURA MAXIMA DE SEDIMENTOS	=	
- LADO ENTRADA	=	275 mm.
- LADO SALIDA	=	378 mm.