

## ACTA DE INSPECCIÓN

D. [REDACTED] funcionarios del Consejo de Seguridad Nuclear, acreditados como inspectores,

**CERTIFICAN:** Que el día once de diciembre dos mil dieciséis, se han personado en la central nuclear de Almaraz para asistir a las pruebas de eficiencia de los cambiadores de calor CC2-HX-01A y CC2-HX-01B. CN Almaraz dispone de autorización de explotación concedida por Orden Ministerial del Ministerio de Economía con fecha siete de junio de dos mil diez.

El titular fue informado de que la inspección tenía por objeto las comprobaciones señaladas anteriormente. La agenda de la inspección se incluye en el anexo I de esta acta de inspección.

La inspección fue recibida por [REDACTED] (Licencia CN Almaraz-Trillo, en adelante CNAT) y en la misma estuvieron presentes [REDACTED] (Soporte Técnico, CNAT), [REDACTED] (Ingeniería, CNAT) y [REDACTED] (Ingeniería, CNAT), quienes manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la inspección.

Los representantes del titular de la instalación fueron advertidos previamente al inicio de la inspección que el acta que se levante, así como los comentarios recogidos en la tramitación de la misma, tendrán la consideración de documentos públicos y podrán ser publicados de oficio, o a instancia de cualquier persona física o jurídica. Lo que se notifica a los efectos de que el titular exprese qué información o documentación aportada durante la inspección podría no ser publicable por su carácter confidencial o restringido.

De la información suministrada por el personal técnico a requerimiento de la inspección, así como de las comprobaciones tanto visuales como documentales realizadas directamente por la misma, se obtienen los resultados siguientes:

Los representantes del titular indicaron que la prueba se iba a llevar a cabo según el procedimiento IRX-PT-07 revisión 0, "Prueba de eficiencia de los intercambiadores de calor del sistema de refrigeración de componentes en R223", de 08/12/2016.

En la reunión previa a la prueba se revisaron los siguientes aspectos:

- Medida de caudal: el titular informó que se iba a hacer la medida de caudales mediante ultrasonidos (UT) tanto en el lado de esenciales (SW) como en el lado de componentes (CC), aunque solo se iba a usar en el cálculo la medida de UT del lado de SW. El titular también indicó que se iban a registrar en el SAMO los caudales medidos con los instrumentos fijos de CC y SW y que se incluirían en el registro de la prueba.
- En el apartado 6.2 del procedimiento de prueba se indica que el alineamiento usado se describe en el formato del propio procedimiento. El titular indicó que el alineamiento se indicaría en el apartado de observaciones de dicho formato.
- La fórmula para la incertidumbre del HBE (*Heat Balance Error*) incluida en el apartado 1.2 del Anexo 1 no es correcta.

- La inspección revisó los datos asociados a las incertidumbres de los parámetros usados en los cálculos de eficiencia:

- Caudal por UT: la incertidumbre ha sido obtenida por el titular de la hoja del fabricante y confirmada con referencias técnicas. Estos equipos (proporcionados y operados por personal de Tecnomat) se someten a una calibración específica.

Los sensores de UT colocados en la tubería se asocian al equipo que mide obteniendo una incertidumbre asociada al conjunto sensor-equipos. En laboratorio los palpadores se comparan con palpadores patrón obteniendo un *bias* de corrección en %.

El valor usado es de 2%.

El titular en la prueba dará un valor de caudal corregido con un 2% obtenido de la comparación con el patrón.

- Caudales de SW y CC por equipos de medida fijos (SW-2-FT-3617, FT-3618 y FT-3616; CC-2-FT-3413/3414): de acuerdo con los documentos 01-F-I-01040 edición 1 (SW-2-FT-3617, FT-3618) y con las hojas de datos entregadas por el titular. En estos documentos, para la deriva del transmisor, se usa un valor genérico; el titular indicó que, para la incertidumbre a usar en los cálculos de eficiencia de cambiadores, la deriva ha sido sustituida por la proporcionada por el fabricante para la medida de caudal a la salida del cambiador. Los valores usados son:

- SW-2-FT-3617 y FT-3618 (annubar): 2,11% *span*.
- SW-2-FT-3616: 1,83% *span*.
- CC-2-FT-3414: 1,61% *span*.

- Temperaturas de SW y CC (entrada y salida a los cambiadores): de acuerdo con el documento 01-F-I-02041 edición 2. Los valores usados para las temperaturas dependen del instrumento, y están entre 0,369°C y 0,382°C. Rango de medida: 0 a 100°C. El titular no considera cambio de rango de medida.

- Calor específico ( $C_p$ ): el titular indicó que usaba el valor fijo de 1% recomendado por EPRI en su documento de referencia 3003005340.

- Densidad: el titular indicó que no se incluye incertidumbre para este parámetro pues así lo consideran las metodologías de EPRI.

- El titular indicó que la tolerancia de calibración de los instrumentos de temperatura y caudal se considera en el término SCA (véase tablas del doc. nº 01-F-0140).

- La inspección revisó los registros de calibración de la instrumentación de temperatura y de caudal:

- Caudal (RO) SW a la salida de las bombas (3618-A y 3617-A): calibrados el 01/11/2016.

- Caudal (Annubar) de SW a la salida del cambiador de calor (3617 y 3618): verificados el 10/12/2016.

- o Caudal de CC a la salida del cambiador de calor (3413 y 3414): calibrados el 01/11/2016.
- o Temperaturas: en este caso se hizo una verificación de toda la cadena de medida en tres puntos simulando sobre el transmisor el 10/12/2016 (las calibraciones se hicieron en 2015 siendo la frecuencia de calibración bianual en ese momento).
- o El titular indicó que la tolerancia de calibración es de 0,5% del *span*, y entregó copia de la hoja 8 del documento IC-NI-002 revisión 10, "Normas de gestión y técnicas. Sección de instrumentación y control", donde se indica que las tolerancias de los instrumentos de planta que no están específicamente indicadas en la ficha de calibración u otros documentos oficiales se les aplicará el 0,5% del *span*.

Inspección verificó en campo la colocación de los palpadores de la instrumentación de UT para medir los caudales de SW y de CC. En SW se comprobó que las distancias de tramos rectos aguas arriba (7,7 m) y arriba (13,7 m) de los palpadores eran mayores que las necesarias ( $5 \Phi$  y  $10 \Phi$  respectivamente siendo  $\Phi$  el diámetro de la tubería igual a 762 mm) para garantizar una medida adecuada de los equipos de UT. La distancia entre palpadores la calcula el propio medidor en función de las variables de proceso (348-347 mm en SW).

Los tramos de tubería sobre los que se colocaron los palpadores en SW eran carretes nuevos de tubería de los que se había eliminado la pintura para mejorar la superficie de contacto de los palpadores.

El titular procedió a la realización de las pruebas según el procedimiento IRX-PT-07, estando la central en modo de operación 4 de ETF (parada caliente) con el primario a unos 120°C y 25 kg/cm<sup>2</sup> de presión. Las tres bombas principales del primario (BRR) estaban funcionando. La descarga del sistema SW estaba alineada a los aspersores del embalse de esenciales. El orden seguido fue probar primero el Tren B y luego el Tren A.

La sección de Ingeniería del Reactor y Resultados de CN Almaraz actuó como responsable de la prueba.

El control de la estabilidad de la planta durante la toma de datos la realizó Operación en manual.

A las 12:10 se procedió a la toma de datos durante 30 minutos para el cálculo de eficiencia del CC2-HX-01B.

Durante este tiempo el calor del primario se estaba extrayendo por el tren B (RH-CC-SW).

Tanto el calor del primario como el de la piscina de combustible gastado y otras cargas térmicas se estaban extrayendo a través del CC2-HX-01B, con el fin de maximizar la carga térmica en este cambiador.

Una vez finalizada la toma de datos, el personal de operación de sala de control de la Unidad 2 procedió a cambiar el alineamiento de los sistemas para extraer el calor del primario por el tren A (RH-CC-SW), así como el calor de la piscina de combustible gastado y otras cargas térmicas. Una vez cambiado el alineamiento, el titular esperó a la estabilización de los parámetros para proceder a la toma de datos del tren A.

A las 14:15 se procedió a la toma de datos durante 30 minutos para el cálculo de eficiencia del CC2-HX-01A.

Tras el análisis de las cargas térmicas por CC y SW para ambos cambiadores, el titular concluyó que se había cumplido satisfactoriamente el criterio relativo al HBE para el CC2-HX-01B pero no para el CC2-HX-01A.

La toma de datos para el cálculo de la eficiencia del CC2-HX-01A se repitió a las 19:25. En esta toma de datos sí se cumplió satisfactoriamente el criterio relativo al HBE.

Continuación se incluyen los resultados más relevantes de la toma de datos y de los cálculos realizados a cabo por el titular de acuerdo con el procedimiento IRX-PT-07 (estos datos corresponden a lo entregado por el titular, dado que el registro oficial de la prueba todavía no ha sido editado formalmente por el titular):

	<b>Tren B CC2-HX-1B 12:10</b>	<b>Tren A CC2-HX-1A 14:15</b>	<b>Tren A CC2-HX-1A 19:30</b>
Temperatura entrada CC medida (°C) – VALOR MEDIO	30,15	29,87	30,22
Temperatura salida CC medida (°C) – VALOR MEDIO	22,65	22,41	22,58
Caudal CC medido (m <sup>3</sup> /h) – VALOR MEDIO	2680,61 (2655,61 + 25)	2698,68 (2672,68 + 26)	2703,18 (2677,18 + 26)
Temperatura entrada SW medida (°C) – VALOR MEDIO	17,34	17,08	17,16
Temperatura salida SW medida (°C) – VALOR MEDIO	23,41	23,48	23,71
Caudal SW medido (m <sup>3</sup> /h) – VALOR MEDIO	3448,04 (medida UT)	3642,97	3427,58 (medida UT)
Carga térmica lado CC (kW)	23271,55	23315,43	23919,14
Incertidumbre carga térmica lado CC (U <sub>q</sub> CC)	1737,13	1746,62	1752,69
Carga térmica lado SW (kW)	24202,57	26971,67	25999,82
Incertidumbre carga térmica lado SW (U <sub>q</sub> SW)	2159,23	2301,39	2168,86
HBE (%)	3,85	13,56	8,01
Incertidumbre de HBE (%)	11,18	9,81	10,21

	<b>Tren B CC2-HX-1B 12:10</b>	<b>Tren A CC2-HX-1A 14:15</b>	<b>Tren A CC2-HX-1A 19:30</b>
Carga térmica ponderada (kW)	23637,37	24651,70	24741,13
U <sub>diseño</sub> (W/m <sup>2</sup> °C)	1543,36	1567,23	1542,98
U <sub>real prueba</sub> (W/m <sup>2</sup> °C)	1652,10	1766,82	1743,07

El titular informó a la inspección sobre la indisponibilidad de la bomba SW2-PP-02B del sistema de limpieza [REDACTED] del tren B de la unidad 2 (asociado al cambiador CC2-HX-01B). Personal de operación encontró que a las 17:30 del 10/12/2016 la bomba estaba muy caliente, por lo cual se procedió a su parada para cambio del acoplamiento. A las 3:30 del 11/12/2016 se procedió a devolver su disponibilidad. Sin embargo a las 7:00 del 11/12/2016 seguía experimentando problemas en su funcionamiento, aunque había estado impulsado caudal (bolas) desde las 3:30. La bomba se volvió a dejar indisponible a las 7:00 del 11/12/2016.

Indisponibilidad 777/2016 del 10/12/2016, 17:30 a 11/12/2016, 03:30. OT: 1154483/1154575/1154581.

Indisponibilidad 780/2016 del 11/12/2016, 7:00 a 11/12/2016, 18:30. Descargo: 2-PRO-2670/2016.

El titular indicó que Operación seguía el "Comunicado Interno de Operación", TE-054/2016 de 23/11/2016 referido a las "limitaciones operativas a tener en cuenta en caso de parado o no funcionalidad del sistema [REDACTED] de limpieza de cualquiera de los cambiadores CC1/2-HX-01A/B". Comunicado válido hasta el cierre de las condiciones anómalas CA-AL1-16/013 (rev.2) CA-AL1/2-16/020 (rev 1) y CA-AL2-16/021 (rev 1).

El titular realizó la Exigencia de Vigilancia 4.7.3.1e1 de las ETF sobre el cambiador CC2-HX-01B a las 16:30 según el procedimiento de vigilancia IRX-PV-28 (véase anexo II para explicación del titular sobre el proceso de iteración incluido en el PV) registrándose los siguientes valores (30 minutos de toma de datos de las 11:17:15 a las 11:47:12):

- Diferencia de cargas térmicas CC/SW: 17%.
- U<sub>diseño</sub>: 1593,08 W/m<sup>2</sup> °C.
- U<sub>real prueba</sub>: 1765,62 W/m<sup>2</sup> °C.
- Temperatura salida CC calculada: 22,18°C.
- Temperatura salida CC de diseño calculada: 22,82°C.

Aunque el criterio de U sí se cumplió, no se cumplió el criterio de diferencia de cargas térmicas. El titular abrió acción de SEA ES-AL-16/795 que dio lugar al análisis de la sección de Ingeniería de Sistemas de CN Almaraz (incluido en el TE-054/2016 "[...] demostrar de forma inequívocamente ... mediante cálculo de ingeniería que existe un margen suficiente"). Durante la inspección dicho

análisis se documentó por correo electrónico del Jefe de Ingeniería de Sistemas de 11/12/2016 14:11. El titular entregó copia de este correo electrónico a la inspección e indicó que dicho análisis se iba a documentar adecuadamente a través de una nota.

El titular informó a la inspección de que la bomba SW2-PP-02B del sistema de limpieza: [REDACTED] de la unidad 2 fue arreglada a las 18:30 del 11/12/2016 recuperando la disponibilidad del sistema.

Antes de abandonar las instalaciones, la inspección mantuvo una reunión de cierre con la asistencia de las personas siguientes: D. [REDACTED] [REDACTED] representantes del titular, en la que se repasaron las observaciones más significativas encontradas durante la inspección.

Quedó pendiente por parte del titular el envío al CSN de la documentación final de la prueba (OT, PT, gráficas).

El titular deberá en base a los resultados obtenidos aportar una justificación de que los cambiadores de calor van a tener un coeficiente global de transmisión de calor real superior al de diseño a lo largo de todo el ciclo de operación hasta la próxima parada para recarga.

Por parte de los representantes de C.N. Almaraz se dieron las facilidades necesarias para la actuación de la Inspección.

Con el fin de que quede constancia de cuanto antecede, y a los efectos que señalan la Ley 15/1980, reformada por la Ley 33/2007, de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, la Ley 25/1964 sobre la Energía Nuclear, el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes en vigor, así como la autorización referida, se levanta y suscribe la presente acta por duplicado en Madrid y en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear a veintidós de diciembre de dos mil dieciséis.

[REDACTED]

[REDACTED]

---

**TRÁMITE:** En cumplimiento de lo dispuesto en el Art. 45 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas citado, se invita a un representante autorizado de CN Almaraz, para que con su firma, lugar y fecha, manifieste su conformidad o reparos al contenido del Acta

---

CONFORME, con los comentarios que se adjuntan.  
Madrid, 16 de enero de 2017

[REDACTED]  
Director de Servicios Técnicos

## ANEXO I

### CN ALMARAZ AGENDA DE INSPECCIÓN

**Fecha de inspección:** 11 de diciembre de 2016

**Lugar:** CN Almaraz

**Asistentes:** [REDACTED]

**Objeto:** Inspección prueba de eficiencia de CC2-HX-01A y CC2-HX-01B

- Calibración de la instrumentación a utilizar en las pruebas.
- Revisión del procedimiento.
- Asistencia a la realización de las pruebas.
- Comprobaciones posteriores a la ejecución de la prueba: cumplimiento de los criterios de aceptación.
- Reunión de salida.



**COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCION**

**DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR**

**Ref.- CSN/AIN/AL2/16/1102**



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102**  
***Comentarios***

**Comentario general:**

Respecto de las advertencias contenidas en la carta de transmisión, así como en el acta de inspección sobre la posible publicación de la misma o partes de ella, se desea hacer constar que toda la documentación mencionada y aportada durante la inspección tiene carácter confidencial, afecta a secretos comerciales y además está protegida por normas de propiedad industrial e intelectual por lo que no habrá de ser en ningún caso publicada, ni aún a petición de terceros.

Además, dicha documentación se entrega únicamente para los fines de la Inspección.

Igualmente, tampoco habrán de ser publicados los datos personales de ninguno de los representantes de la instalación que intervinieron en la inspección.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102  
*Comentarios*

**Hoja 1 de 9, antepenúltimo párrafo:**

Dice el Acta:

*“Medida de caudal: el titular informó que se iba a hacer la medida de caudales mediante ultrasonidos (UT) tanto en el lado de esenciales (SW) como en el lado de componentes (CC), aunque solo se iba a usar en el cálculo la medida de UT del lado de SW. El titular también indicó que se iban a registrar en el SAMO los caudales medidos con los instrumentos fijos de CC y SW y que se incluirían en el registro de la prueba.”*

Comentario:

Se ha emitido el informe IR-16/027 “Pruebas de eficiencia de los cambiadores de calor de CC2-HX-01A/B realizadas según el procedimiento IRX-PT-07 el día 11/12/2016” enviado por correo electrónico a la inspección el día 13/01/2016. En dicho informe se han incluido las gráficas de caudales de la instrumentación fija de CC y SW.



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102**  
*Comentarios*

**Hoja 1 de 9, último párrafo:**

Dice el Acta:

*“La fórmula para la incertidumbre del HBE (Heat Balance Error) incluida en el apartado 1.2 del Anexo 1 no es correcta.”*

Comentario:

Se ha emitido la acción AM-AL-17/024 para corregir la fórmula para la incertidumbre incluida en el apartado 1.2 del Anexo 1 del procedimiento IRX-PT-07.



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102**  
**Comentarios**

**Hoja 3 de 9, último párrafo:**

Dice el Acta:

*“Temperaturas: en este caso se hizo una verificación de toda la cadena de medida en tres puntos simulando sobre el transmisor el 10/12/2016 (las calibraciones se hicieron en 2015 siendo la frecuencia de calibración bianual en ese momento).”*

Comentario:

La frecuencia de calibración se modificó a anual mediante los documentos de control de implantación de mantenimientos CI-OTMI-000266 y CI-OTMI-000268.



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102**  
**Comentarios**

**Hoja 4 de 9, cuarto párrafo:**

Dice el Acta:

*“A continuación se incluyen los resultados más relevantes de la toma de datos y de los cálculos llevados a cabo por el titular de acuerdo con el procedimiento IRX-PT-07 (estos datos corresponden a lo entregado por el titular, dado que el registro de la prueba todavía no ha sido editado formalmente por el titular):”*

Comentario:

Se ha emitido el informe IR-16/027 “Pruebas de eficiencia de los cambiadores de calor de CC2-HX-01A/B realizadas según el procedimiento IRX-PT-07 el día 11/12/2016” enviado por correo electrónico a la inspección el día 13/01/2016.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102  
*Comentarios*

**Hoja 5 de 9, último a primer párrafo de la hoja siguiente:**

Dice el Acta:

*“Aunque el criterio de U sí se cumplió, no se cumplió el criterio de diferencia de cargas térmicas. El titular abrió acción de SEA ES-AL-16/795 que dio lugar al análisis de la sección de Ingeniería de Sistemas de CN Almaraz (incluido en el TE-054/2016 “[...] demostrar de forma inequívocamente... mediante cálculo de ingeniería que existe un margen suficiente”). Durante la inspección dicho análisis se documentó por correo electrónico del Jefe de Ingeniería de Sistemas de 11/12/2016 14:11. El titular entregó copia de este correo electrónico a la inspección e indicó que dicho análisis se iba a documentar adecuadamente a través de una nota.”*

Comentario:

Estos resultados se documentaron en el comunicado CI-SN-000024.



ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102  
*Comentarios*

**Hoja 6 de 9, cuarto a quinto párrafo:**

Dice el Acta:

*“Quedó pendiente por parte del titular el envío al CSN de la documentación final de la prueba (OT, PT, gráficas).*

*El titular deberá en base a los resultados obtenidos aportar una justificación de que los cambiadores de calor van a tener un coeficiente global de transmisión de calor real superior al de diseño a lo largo de todo el ciclo de operación hasta la próxima parada para recarga.”*

Comentario:

Estos aspectos se han incluido en el informe IR-16/027 “Pruebas de eficiencia de los cambiadores de calor de CC2-HX-01A/B realizadas según el procedimiento IRX-PT-07 el día 11/12/2016”.



**ACTA DE INSPECCION CSN/AIN/AL2/16/1102**  
*Comentarios*

**Hoja 9 de 9, último párrafo:**

Dice el Acta:

*“Quedó pendiente por parte del titular enviar los valores paso a paso de al menos dos cálculos e iteraciones incluidos en este anexo.”*

Comentario:

Está en curso la realización de las iteraciones, pues hay que tener en cuenta que este cálculo consiste en desarrollar a mano los pasos iterativos que realiza la herramienta [REDACTED]

Se ha emitido la acción AI-AL-17/062 y AI-AL-17/060 para realizar y enviar a la inspección estas iteraciones paso a paso.

## DILIGENCIA

En relación con los comentarios formulados en el "**Trámite**" del Acta de Inspección de referencia **CSN/AIN/AL2/16/1102**, correspondiente a la inspección realizada en la central nuclear de Almaraz II, el día 11 de diciembre de dos mil dieciséis, los inspectores que la suscriben declaran:

- **Comentario general**: No afecta al contenido del acta.
- **Página 1 de 9, antepenúltimo párrafo**: Se acepta el comentario. Es información adicional que no modifica el contenido del acta.
- **Página 1 de 9, último párrafo**: Se acepta el comentario.
- **Página 3 de 9, último párrafo**: Se acepta el comentario. Es información adicional que no modifica el contenido del acta.
- **Página 4 de 9, cuarto párrafo**: Se acepta el comentario. Es información adicional que no modifica el contenido del acta.
- **Página 5 de 9, último a primer párrafo de la hoja siguiente**: Se acepta el comentario. La inspección no cuenta con la información indicada por el titular.
- **Página 6 de 9, cuarto a quinto párrafo**: Se acepta el comentario. Es información adicional que no modifica el contenido del acta.
- **Página 9 de 9, último párrafo**: Se acepta el comentario. No modifica el contenido del acta.

Madrid, 3 de febrero de 2017

Fdo:   
Inspector CSN

Fdo:   
Inspectora CSN