

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME SOBRE LA SOLICITUD DE APRECIACIÓN FAVORABLE DE EXCLUSIÓN DE LA NECESIDAD DE REALIZAR LA EXPLORACIÓN PARALELA A LAS SOLDADURAS TOBERA-VASIJA EN CN VANDELLÓS II

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante: Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II A.I.E. (ANAV).

1.2 Asunto

Solicitud de apreciación favorable de exclusión de la necesidad de realizar la exploración paralela en busca de defectos perpendiculares, a la soldadura de tobera-virola de vasija requerida por el artículo I-3000 de ASME XI en el cuarto¹ y subsiguientes intervalos de Inspección en Servicio (ISI) de CN Vandellós II, hasta un plazo máximo de 60 años de operación.

1.3 Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 4 de septiembre de 2017 (nº de registro en el CSN 43913), se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la carta de referencia CNV-L-CSN-6560, que incluye el documento SA-V/17-02 Rev. 0 "*Solicitud de Apreciación Favorable de exclusión de la necesidad de realizar la exploración paralela a las soldaduras tobera-vasija en CN Vandellós II*".

Como soporte de la solicitud se adjunta el informe DST 2017-171, revisión 1, "Solicitud de Apreciación Favorable de una alternativa al Artículo 1-3000 de ASME XI para la Inspección de las Soldaduras Tobera-Vasija de CN Vandellós II", que incluye como anexo 1 el documento TEC-16-084 rev. 0 "Estudio justificativo de la no inclusión de la exploración paralela en las soldaduras entre la virola y las toberas de entrada y de salida de la vasija de la CN Vandellós II"

1.4 Documentos oficiales

N/A

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1 Antecedentes

¹ Cuarto intervalo ISI se extiende en el período [julio 2019 a julio 2029].

Norma aplicable: ASME XI edición 2013.

Esta edición de ASME es última edición aprobada en el código de regulaciones USA 10CFR50.55a.

Los requisitos aplicables a la inspección en servicio de componentes clase 1, 2 y 3 se definen en el Manual de Inspección en Servicio (MISI) que se desarrolla usando, como referencia, la edición de código ASME aprobada en el código de regulaciones federales USA 10CFR50.55a, 12 meses antes del inicio de cada intervalo de inspección.

En virtud de lo indicado en la ETF 4.0.5 a) de CN Vandellós II en lo referente a inspección en servicio, se debe cumplir con lo indicado en la Sección XI del código ASME y adenda aplicable y con las alternativas a los requisitos del 10CFR50.55a expresamente aceptadas por el CSN.

En el "Final Rule" del 10CFR 50.55a del 22 de septiembre de 1999 se requiere el uso del Apéndice VIII de la edición de 1995 con la Adenda de 1996 de ASME XI con modificaciones.

En España, no se aplicó el Apéndice VIII de ASME referido en el párrafo anterior, tal y como se requería en el 10CFR50.55a, porque se adoptó el enfoque europeo desarrollando la Guía CEX-120 en Rev. 2 "*Metodología de validación de sistemas de ensayos no destructivos empleados en la inspección en servicio de las centrales nucleares españolas*" de abril 2003. En el marco del Programa Coordinado de Investigación (en adelante PCI) se realizó un estudio piloto para demostrar la validez de la metodología desarrollada. El proyecto piloto VENDE "*Validación de Ensayos No Destructivos en España*" fue desarrollado durante los meses de marzo 2000 y diciembre 2002.

Tras este estudio piloto, el CSN emitió la apreciación favorable a la metodología CEX-120 en marzo de 2004.

En la reunión del CSN con el sector (Grupo ISI de UNESA), mantenida el 28 de junio de 2017 en la sede del CSN, sobre el estado de las actividades relacionadas con los ensayos no destructivos (END) e inspección en servicio (ISI), el sector informó sobre dos tareas pendientes de la primera fase del proyecto de validación de END, una de las cuales correspondía al proceso de validación del procedimiento de inspección del área de tobera-virola de la vasija del reactor (categoría B-D e ítem B9.30 de ASME XI). La estrategia de validación del examen volumétrico para la inspección de esta área considerada apropiada por el Grupo de Validación (GRUVAL) en 2005, consistía en:

- Validar el procedimiento para la exploración perpendicular según la metodología CEX-120.
- Justificar la no necesidad de realizar la exploración paralela por la exclusión de defectos perpendiculares a la soldadura tobera-virola acordada por el Grupo.

La decisión de proponer esta estrategia se basaba, fundamentalmente, en las limitaciones técnicas de los equipos de inspección para la exploración paralela desde la pared interior de la vasija, así como las limitaciones de cobertura por la geometría del área tobera-vasija desde el *bore* (interior de tobera).

El Informe de Objetivos de Validación (IOV) final, realizado por GRUVAL en el proceso de validación del procedimiento del examen de ultrasonidos aplicable a las soldaduras tobera-vasija, no contempló la exploración paralela para la detección de defectos perpendiculares a dichas soldaduras pero tampoco emitió el correspondiente informe justificativo de exclusión de defectos perpendiculares a la soldadura en el momento que se requería, para la realización de la inspección de cumplimiento de los requisitos del tercer intervalo.

CN Vandellós II, para completar la inspección correspondiente al tercer intervalo, aplicó los procedimientos: UT-209 "Procedure for automated ultrasonic inspection for detection and sizing of flaws in Shell welds of PWR vessels with Access from de inside Surface", validado según los requisitos del Apéndice VIII de ASME XI y UT-140 "Procedimiento de inspección automática por ultrasonidos para detección de defectos en soldaduras tobera virola en la pared de la vasija del reactor con acceso por el interior de la tobera", validado según la metodología CEX-120. Por ello el titular consideró que los requisitos aplicables para esta inspección en el tercer intervalo habían sido cumplidos.

En julio de 2017 Tecnatom emitió el informe TEC-16-084 Rev. 0 "Estudio justificativo de la no inclusión de la exploración paralela en las soldaduras entre la virola y las toberas de entrada y de salida de la vasija de la CN Vandellós II" que constituye la justificación técnica que quedaba pendiente para cerrar el proceso de validación de la inspección de las soldaduras tobera-vasija según la metodología CEX-120.

Basada en este informe, CN Vandellós II, presenta la solicitud de apreciación favorable de una alternativa al requisito endosado por el 10CFR50.55a, basada en la no inclusión de la exploración paralela en dichas soldaduras de acuerdo a los requisitos establecidos en la metodología RTID sueca.

2.2 Motivo de la solicitud

La solicitud ha sido presentada por el titular en cumplimiento del requisito 4.0.5 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de CN Vandellós II, y del 10CFR50.55a (z) que establece que pueden utilizarse alternativas a los requisitos establecidos en el código ASME, cuando sean autorizadas por el organismo regulador, si el licenciatario demuestra:

- 1) que las alternativas propuestas constituyen un nivel aceptable de calidad y seguridad, o
- 2) que el cumplimiento de los requisitos especificados provocaría dificultades inusuales sin que se compensen con un incremento en el nivel de la calidad y seguridad.

2.3 Descripción de la solicitud

El 18 de julio de 2017 se publicó el "Final Rule" por el que se aprueban nuevas ediciones del Código ASME en el 10CFR50.55a.

El cuarto intervalo de CN Vandellós II empezará en Julio 2019 y la normativa de referencia será la publicada en el 10CFR50.55a, 12 meses antes del inicio del intervalo, es decir, en Julio 2018.

La identificación de los requisitos aplicables se realiza suponiendo que la edición aplicable al cuarto intervalo será la recientemente aprobada en el 10CFR50, es decir, edición de 2013 de ASME XI.

Los requisitos de la edición de 2013 de ASME XI, en lo referente a la inspección requerida por la categoría B-D, Item B3.90, son, entre otros, los siguientes:

- En el Mandatory Appendix I “Ultrasonic Examinations”, en el artículo I-3000 “*Examination Coverage*”, y en concreto el I-3300 “*Vessel Shell and Nozzle-to-Shell Welds*”, I-3310 “*Nozzle-to-shell Weld examinations conducted from the inside*” se incluye el volumen a cubrir y las exploraciones a realizar diferenciando entre el 15% del espesor desde la pared interior y el 85% restante. También se incluyen las cualificaciones a realizar tanto para el procedimiento como para el personal según el Apéndice VIII.

Es decir, el código ASME requiere la realización de inspecciones a las soldaduras tobera-vasija según dos exploraciones:

- Exploración perpendicular a la soldadura: cuyo objetivo es detectar defectos paralelos a la soldadura.
- Exploración paralela a la soldadura: cuyo objetivo es detectar defectos perpendiculares a la soldadura.

La metodología CEX-120, antes mencionada, es la metodología aplicable en todo lo referente a cualificación de personal, procedimiento y equipos como alternativa a lo indicado en los diferentes suplementos del Apéndice VIII.

La inspección correspondiente al tercer intervalo cubrió el volumen de examen requerido con la exploración perpendicular desde el bore usando el procedimiento UT-140 y con la exploración paralela y perpendicular desde pared usando el procedimiento UT-209.

ANAV solicita apreciación favorable de una alternativa al artículo I-3000 de ASME XI basada en la justificación de la no necesidad de realizar la exploración paralela en las soldaduras tobera vasija de CN Vandellós II, requerida por el Apéndice I, I-3310 de la edición 2013 de ASME XI en busca de defectos perpendiculares a la soldadura, en el cuarto y subsiguientes intervalos de Inspección en Servicio.

3. EVALUACIÓN

3.1 Referencia y título de los informes de evaluación

CSN/IEV/GEMA/VA2/1902/835: Evaluación de la solicitud de Apreciación Favorable de exclusión de la necesidad de realizar la exploración paralela en las soldaduras Tobera-Virola de la vasija del reactor de la CN Vandellós II.

3.2 Normativa aplicable

- Instrucción del CSN IS-23 “Inspección en Servicio”.
- Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de CNA; RV. 4.0.5.
- Código ASME XI, en las ediciones aplicables en cada caso.
- Código Federal de EEUU – 10CFR 50.55a “Codes and Standards”.
- Metodología de validación de sistemas de ensayos no destructivos empleados en Inspección en Servicio de las CC.NN. españolas, ref. CEX-120.

3.3 Resumen de la evaluación

El alcance de la evaluación del CSN ha comprendido los documentos DST-2017-171 rev.1 “Solicitud de apreciación favorable de una alternativa al artículo I-3000 de ASME XI para la inspección de las soldaduras tobera-vasija de CN Vandellós”, y TEC-16-084 rev.0 “Estudio justificativo de la no inclusión de la exploración paralela en las soldaduras entre la virola y las toberas de entrada y de salida de la vasija de la CN de Vandellós II”.

3.3.1 Análisis realizados por el titular

A continuación se resumen los aspectos revisados por el titular y sus resultados:

Determinación de posibles causas de generación de defectos

En el estudio justificativo del titular se contempla la revisión de los dossiers de fabricación de la vasija, para obtener la información necesaria sobre los materiales, procesos de soldadura, tratamientos térmicos, etc., con el objetivo de estudiar los mecanismos de degradación más significativos que puedan producirse en dicha fase y su probabilidad de ocurrencia en servicio.

El titular ha analizado los defectos de soldadura más frecuentes que pueden producirse en el proceso de fabricación tales como: inclusión de escoria, faltas de fusión o de penetración, agrietamiento por hidrógeno (“*cold cracking*”) y agrietamiento por solidificación (“*hot cracking*”).

El análisis concluye que los procesos de soldadura aplicados en el proceso de fabricación de la vasija incluyen provisiones que previenen razonablemente la posible generación de defectos.

Adicionalmente, y en base al análisis realizado concluye también que la ocurrencia de defectos transversales a la soldadura es menos probable que la de los defectos paralelos a la misma.

Respecto a la posibilidad de la existencia de agrietamiento bajo *cladding* (“*underclad cracking*”), tipo de degradación que puede darse en la zona afectada térmicamente del metal base y que puede ser de dos tipos: “*underclad reheat cracking*” y “*underclad cold cracking*”, el titular concluye que, en base a la confianza en el proceso de aplicación del *cladding*, al tipo de material de las toberas de la vasija de CN Vandellós II y a que no se han detectado este tipo de defectos en la zona de toberas en los exámenes de fabricación, es poco probable la existencia de este tipo de defectos.

En cuanto a otros mecanismos de degradación que potencialmente pueden presentarse en los materiales de la vasija durante la vida en operación, el titular ha analizado los agrietamientos por fatiga y/o por corrosión bajo tensión (SCC). El análisis del titular concluye lo siguiente:

- Los resultados de dichos análisis indican que no cabe esperar la generación de defectos por fatiga en servicio, ya que lo más habitual es que la fatiga influya en la propagación de defectos ya existentes. El crecimiento por fatiga de los posibles defectos de fabricación se considera poco significativo, debido a que el factor de uso acumulado por fatiga para las toberas de entrada y salida de CN Vandellós II están dentro de los límites de ASME III que marcan el umbral para la ocurrencia de este tipo de defectos.
- En cuanto a la SCC, el titular señala que este mecanismo de degradación será poco relevante debido a que el material del *cladding* que recubre la parte interna de la vasija y de las toberas es de acero inoxidable austenítico, poco susceptible a este mecanismo. Además, señala que hasta la fecha en la inspección visual remota del interior de la vasija no se han reportado mecanismos de degradación que hayan afectado a las soldaduras tobera-vasija.

Resultados de las inspecciones en fabricación y en servicio

En el informe justificativo, se indica que se han revisado los resultados de las inspecciones realizadas hasta la fecha a las áreas “soldadura tobera-vasija”, que incluye tanto las inspecciones de fabricación como las realizadas en servicio.

En relación con las inspecciones de fabricación el titular indica que, las soldaduras tobera-vasija fueron examinadas mediante exámenes volumétricos y superficiales de acuerdo con los requisitos de ASME III, y que fueron identificados dos defectos caracterizados como *inclusiones* que tras su evaluación se consideraron aceptables en las inspecciones radiográficas.

En la fase de fabricación también fueron realizadas inspecciones de ultrasonidos (UT), que incluía la exploración paralela de dichas soldaduras para la detección de defectos perpendiculares a la misma. Según se indica en el informe, mediante estas inspecciones se

detectaron 6 defectos, 2 en cada tobera de entrada medidos desde la misma posición, que están orientados en la dirección de la soldadura y se consideraron aceptables.

Respecto de la revisión de los resultados de las inspecciones en servicio efectuadas hasta ahora en estas áreas (incluyen los tres intervalos ISI realizados), el titular confirma la ausencia de degradaciones generadas en servicio que pudieran causar defectos con orientación perpendicular a la soldadura. Si bien, esta información debe ceñirse a los volúmenes cubiertos en los exámenes realizados.

Definición de los tamaños máximos admisibles de los defectos

Dentro del proceso de justificación de la no necesidad de la exploración paralela de las soldaduras entre las toberas de entrada y de salida y la virola de la vasija, el titular ha realizado un estudio mediante mecánica de la fractura para determinar el tamaño máximo admisible en fabricación (es decir, antes del comienzo de la operación) de los defectos perpendiculares en las citadas soldaduras².

Como resultado del análisis mecánico de la fractura, ha quedado determinado el tamaño crítico del defecto ($a_{\text{crítico}}$), que es el que comprometería la integridad estructural de la vasija al final de su vida (se ha considerado 60 años), en cada uno de los instantes considerados en todos los transitorios postulados en diseño, obteniéndose así un tamaño de defecto en cada situación. El valor más pequeño obtenido de los diferentes estudios realizados es el tamaño crítico mínimo de defecto considerando las diferentes condiciones de operación (normales y de emergencia o accidente).

Tras la determinación del tamaño crítico ($a_{\text{crítico}}$), se establece el tamaño del defecto crítico antes de la entrada en operación de la central ($a_{\text{crítico inicial}}$), que se obtiene descontando, al $a_{\text{crítico}}$, el crecimiento estimado en base a los ciclos de fatiga de toda la vida de la vasija, conforme a la metodología de análisis de ASME XI. Es decir, el valor que se ha establecido en el estudio de defecto máximo admisible inicial en fabricación ($a_{\text{crítico inicial}}$) es el tamaño de defecto que al final de los 60 años de operación crecería por fatiga hasta alcanzar el tamaño máximo admisible ($a_{\text{crítico}}$).

Análisis de la eficiencia de los exámenes radiográfico (RT) y ultrasónico (UT)

Un aspecto importante en el proceso de justificar la ausencia de defectos perpendiculares es el análisis de la eficiencia de los procedimientos de exámenes radiográfico (RT) y ultrasónico (UT) empleados en fabricación. Para ello, el titular ha realizado una simulación numérica

² Se define como defecto de tamaño máximo admisible aquel que al final del periodo de operación de 60 años alcanzaría las dimensiones máximas admisibles (o críticas) calculadas conforme a los criterios de aceptación de ASME XI (IWB-3610 y del Apéndice A, "Analysis of flaws") y, por tanto, podría afectar negativamente a la integridad estructural del componente.

utilizando el software “CIVA” para analizar la capacidad de estas técnicas en la detección de defectos planos (tipo grieta) de tamaño crítico y de orientación perpendicular a las soldaduras.

El análisis realizado mediante dicho modelo “CIVA” demuestra que todos los defectos habrían sido detectados, bien por el examen de UT o bien por el de RT de fabricación, al demostrarse que todos los defectos superan el nivel de registro de estas dos técnicas de examen.

En base a lo cual, se considera que todos los defectos propuestos serían detectados, siendo los tamaños de defectos manejados en este estudio menor que el tamaño crítico de defecto.

El estudio realizado en relación con la no inclusión de la exploración paralela a las soldaduras tobera-vasija concluye que no hay mecanismos de degradación que puedan generar defectos en servicio, y que los únicos defectos potenciales tipo grieta serían los asociados al proceso de soldadura durante la fabricación, los cuales se orientan preferentemente en la dirección paralela a la soldadura (para la detección de defectos orientación perpendicular a las soldaduras).

Asimismo, asumiendo que estos defectos no hubieran sido detectados en las inspecciones de fabricación por tener un tamaño por debajo del umbral de detección, su crecimiento por fatiga hasta el final de los 60 años de posible operación de la central no pondría en riesgo la integridad de la vasija, dado que se seguirían verificando los criterios de aceptación de la Sección XI de ASME.

3.2.2 Resultados de la evaluación de los análisis realizados por el titular

La evaluación del CSN ha valorado la solicitud del titular, teniendo en cuenta los análisis realizados y sus resultados, descritos en el apartado anterior, y concluye:

1. Están razonablemente soportadas las justificaciones relativas a: ausencia de defectos perpendiculares en fabricación, generación de este tipo de defectos en servicio, que las técnicas de ultrasonidos y radiografía utilizadas en fabricación son fiables en la detección de los tamaños máximos de fabricación (crítico inicial) y de que, en el caso de existir estos defectos, se considera muy improbable que comprometan la integridad estructural de la vasija.
2. Si bien es aceptable la justificación aportada por el titular sobre la baja probabilidad de existencia de defectos perpendiculares en las soldaduras de las toberas-vasija, para un periodo de hasta 60 años, se considera necesario garantizar que no existe ningún tipo defecto activo en dichas áreas antes de una potencial entrada en operación a largo plazo, por lo que el titular deberá realizar una inspección de dichas áreas, que incluya la exploración paralela.

El titular deberá realizar dicha exploración coincidiendo con la inspección de la vasija requerida para el final del 4º intervalo; para ello deberá utilizar un procedimiento que aplique una técnica adecuada, teniendo en cuenta el “estado del arte” que, a nivel

internacional, esté disponible en ese momento y que garantice la mayor cobertura del volumen de examen requerido.

3.4 Deficiencias de evaluación: No.

3.5 Discrepancias respecto de lo solicitado: No.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone apreciar favorablemente la solicitud de referencia SA-V/17-02 Rev. 0 de exclusión de la necesidad de realizar la exploración paralela a las soldaduras de tobera- vasija en CN Vandellós II.

No obstante, el titular deberá garantizar que no existe ningún tipo defecto activo en las soldaduras tobera-vasija antes de una potencial entrada en operación a largo plazo, por lo que deberá realizar, antes de que se produzca dicha circunstancia, una inspección de dichas soldaduras incluyendo la exploración paralela. Esta exploración se realizará coincidiendo con la inspección de la vasija requerida para el cumplimiento del cuarto intervalo. Para ello, se considera aceptable un procedimiento que aplique la técnica más adecuada disponible en ese momento y que garantice la mayor cobertura posible del volumen de examen requerido.

4.1. Aceptación de lo solicitado: Sí, parcialmente.

4.2. Requerimientos del CSN: No.

4.3. Compromisos del Titular: No.

4.4. Recomendaciones del CSN: No.