

ACTA DE INSPECCIÓN

D. [REDACTED], [REDACTED], D. [REDACTED] y D. [REDACTED], Inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear,

CERTIFICAN: Que los días diez y once de abril de dos mil trece se han personado en las oficinas de Erlangen (Alemania) de la empresa AREVA, que es la ingeniería responsable de determinados aspectos del diseño de la modificación asociada al proyecto de implementación de la Purga y Aporte del circuito primario de la central nuclear de Trillo (en adelante CN Trillo), instalación sita en el término municipal de Trillo (Guadalajara), y que cuenta con Autorización de Explotación concedida por Orden del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de fecha 16 de noviembre de 2004.

Que la inspección tenía por objeto llevar a cabo comprobaciones relativas a los cálculos termohidráulicos y mecánicos realizados en el sistema del presionador de CN Trillo ante la implantación de la modificación mencionada, según la agenda previamente remitida, y que se incluye como anexo a la presente acta.

Que la Inspección fue recibida por D. [REDACTED], por parte de Licenciamiento de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (en adelante CNAT), en representación de CN Trillo, quien manifestó conocer y aceptar la finalidad de la inspección.

Que, además del anterior, durante la inspección estuvieron presentes D. [REDACTED] y D. [REDACTED] por parte de CNAT y, por parte de AREVA, total o parcialmente, D. [REDACTED], D. [REDACTED], D. [REDACTED], D. [REDACTED], D. [REDACTED], D^a [REDACTED] y D^a [REDACTED]

Que los representantes del titular de la instalación fueron advertidos previamente al inicio de la inspección de 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 instancias de cualquier persona física o jurídica. Lo que se notificó al efecto de que el titular expresara qué información o documentación aportada durante la inspección podría no ser publicada por su carácter confidencial o restringido.

Que por parte de los representantes de CN Trillo se hizo constar que, en principio, toda la información o documentación que se aportara durante la inspección tenía carácter confidencial o restringido, y que solo podrían utilizarse a los efectos de esta inspección.

Que de la información suministrada durante la inspección así como de las comprobaciones documentales realizadas, resulta lo siguiente:

- Que AREVA había preparado una serie de presentaciones en relación a los diferentes puntos de la agenda, de las que la Inspección recibió copia, que se fueron exponiendo durante el transcurso de la inspección, y sobre las que se fueron intercalando las preguntas de los inspectores.

En relación al punto 1 de la agenda:

- Que los representantes de AREVA explicaron que las centrales nucleares alemanas habían llevado a cabo sus proyectos de Bleed & Feed en los años 90, empleando para ello los códigos fluidodinámico (S-TRAC) y mecánico-estructural (KWUROHR) de manera desacoplada. En la actualidad, el estado del arte implica la posibilidad de considerar el acoplamiento de ambos tipos de códigos de cálculo, conociéndose esto por FSI (*fluid-structure interaction*, "interacción del fluido y la estructura"). De acuerdo a las explicaciones recibidas, la primera vez que AREVA había utilizado los códigos S-TRAC y KWUROHR acoplados mediante FSI había sido durante el denominado PISA *Project* en Suiza () constituyendo el proyecto de implementación del Bleed & Feed del primario de CN Trillo la segunda experiencia en AREVA en este sentido.

- Que los representantes de CNAT explicaron a la Inspección que el cambio a los nuevos códigos (S-TRAC/ KWUROHR) frente a los mencionados en el Estudio Final de Seguridad de la central se debía a haber adjudicado el contrato a AREVA, cuando los cálculos anteriores habían sido llevados a cabo por la empresa [REDACTED]. En este sentido, aclararon que los códigos anteriores eran TRANVA para transitorios, THICOM para cálculos con incompresibles y AGPIPE para cálculos estructurales. Este último código de [REDACTED] hubiera podido utilizarse para la parte mecánica, pero el TRANVA era claramente insuficiente para lo que se necesitaba, por lo que se decidió pasar a usar S-TRAC y, por tanto, KWUROHR acoplado según la metodología FSI de AREVA. Los representantes de AREVA aclararon, por su parte, que ellos utilizaban como norma general S-RELAP para los transitorios largos y S-TRAC para los cortos y de evolución rápida como era el caso para CN Trillo, razón por la cual se descartó S-RELAP.
- Que los representantes de AREVA explicaron que para el Bleed & Feed de las centrales alemanas se había utilizado el código S-TRAC cuya aplicación había sido, en cada caso, revisada por el TÜV (*Technischer Überwachungsverein*, "institución de supervisión técnica") correspondiente, poniendo como ejemplo los casos del TÜV de Baviera.
- Que la Inspección solicitó acceso a los correspondientes informes, no pudiendo acceder a los mismos por ser propiedad de terceros.
- Que a pregunta de la Inspección los representantes de AREVA manifestaron que, en todo caso, las evaluaciones realizadas por los TÜV alemanes sobre el uso del código S-TRAC no llevaban impuestas condiciones ni limitaciones de uso sobre sus modelos y métodos.
- Que en relación a la aceptación del sistema acoplado S-TRAC/ KWUROHR, los representantes de AREVA manifestaron que dentro del proyecto PISA, la autoridad reguladora suiza (HSK, actualmente ENSI) había aprobado el uso de la pareja de

códigos acoplados S-TRAC/KWUROHR. Debido al carácter de propiedad de terceros de este documento alegado por CNAT, la Inspección no pudo acceder al contenido del mismo.

- Que la Inspección preguntó qué sistemática de evaluación se seguía cuando, por evolución de los códigos, se generaban versiones nuevas de los mismos con modelos y correlaciones diferentes. Los representantes de AREVA indicaron que las revisiones de la autoridad reguladora alemana a través de los TÜV se hacía caso por caso, no existiendo como tal una autorización genérica de uso de los códigos. En cada nueva aplicación, el TÜV correspondiente la evaluaba de forma independiente por medio de cálculo paralelo con sus códigos y emitía un dictamen válido solo para dicha aplicación. Confirmaron a su vez, que las versiones de los códigos utilizados para los cálculos de CN Trillo eran las mismas que las del proyecto PISA aprobado por el HSK suizo.

En relación al punto 2 de la agenda:

- Que, de acuerdo a las explicaciones recibidas, en la metodología anterior se llevaba a cabo el análisis de los casos de carga fluidodinámicos de manera secuencial con los códigos de cálculo de fluidos y estructural, existiendo tan solo una interacción unidireccional donde se transmiten las cargas desde el fluido sobre la estructura.
- Que los representantes de AREVA explicaron la manera en que se acoplaban ahora los códigos S-TRAC y KWUROHR, mencionando, entre otras cosas, que se trataba de un acoplamiento numéricamente explícito, que de S-TRAC se transmitían las fuerzas y momentos causados por el fluido en celdas seleccionadas de las tuberías y que a su vez KWUROHR realimentaba cambios geométricos. (interacción bidireccional). El código acoplado consiste en un único fichero ejecutable (código integrado).



En relación al punto 3.1 de la agenda:

- Que los representantes de AREVA aclararon que el código S-TRAC estaba basado en TRAC-PF1/MOD2 y no en TRAC-M, como la nomenclatura utilizada en los documentos presentados por CNAT inducía a pensar, y que no incluía cambios significativos de modelos y correlaciones sobre esta versión pública del código, sino solamente modelos de componentes especiales. La versión de S-TRAC utilizada para CN Trillo era la 552 a la que correspondía la documentación de validación presentada. La versión de la pareja acoplada S-TRAC/KWUROHR era la 1.0.00, que era la misma que la ya utilizada en el proyecto PISA.

En relación al punto 3.2 de la agenda:

- Que la Inspección preguntó por el trabajo de validación específico, documentado en NGPS1/2005/en/0076 rev. A, "Validation Report S-TRAC" para el código S-TRAC, el cual consideraba insuficiente al simular tan solo un experimento de "water hammer" (golpe de ariete) de fenomenología aplicable a un Bleed & Feed, así como de KWUROHR, de la cual no se había recibido documentación en el CSN. De acuerdo al personal de AREVA, la validación de la versión 552 de S-TRAC presentada en el citado documento era suficiente.
- Que en el desarrollo de este punto de la agenda la Inspección mencionó el artículo "Analysis of the capability of system codes to model cavitation water hammers: Simulation of UMSICHT water hammer experiments with TRACE and RELAP5" de [REDACTED] con simulaciones de TRACE que cuestionaba la transmisión de calor del código en experimentos similares a los aportados para la validación de S-TRAC y preguntó si esta conclusión sería aplicable a los cálculos con S-TRAC. Los representantes de AREVA manifestaron no conocer dicho artículo, haciéndoseles entrega de una copia del mismo para su posterior examen.



En relación al punto 3.3 de la agenda:

- Que en lo relativo al código acoplado, la Inspección examinó con detalle los dos documentos NGPS1/2003/de/0091 rev. B "*Validierung der Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) durch Nachrechnung der Messergebnisse vom Versuch 7.1 der Interatom-Messreihe mit den Programmen ROLAST-KWUROHR und S-TRAC-KWUROHR in der Fluidoberfläche, Framatome ANP*" y PEPR-G/2011/en/0136 rev. A „*Validation of Fluid-Structure Interaction modeling for the fluiddynamic codes ROLAST and S-TRAC on the basis of experiments at DELFT HYDRAULICS, AREVA Workreport*” en los que se simulaba con S-TRAC/KWUROHR otro experimento de cierre de válvula diferente en la instalación Delft Hydraulics. En lo que respecta al segundo documento, que contenía un experimento aplicable, en principio, a la validación de S-TRAC, la Inspección pudo comprobar que al objeto de soslayar las limitaciones inherentes a S-TRAC para reproducir el escenario concreto, se habían ajustado las condiciones iniciales de la simulación obteniéndose un resultado muy próximo al experimental en términos de desplazamiento de las estructuras.
- Que la Inspección preguntó si se tenía en cuenta la transmisión de calor entre fluido y tuberías y los representantes de AREVA indicaron que no se simulaba ya que debido a la rapidez con que evoluciona el escenario, la condensación en las paredes de la tubería es despreciable.
- Que la Inspección preguntó si existía alguna validación de los códigos con simulaciones de apertura de válvulas que sería el principal evento a reproducir para casos de Bleed & Feed. Los representantes de AREVA mostraron a la Inspección gráficas de presión vs. tiempo de la simulación de experimentos de 1985 de descarga de válvulas en la instalación [REDACTED], simulados con TRAC-PF1. La Inspección recibió copia de las figuras relevantes.



En relación al punto 3.4 de la agenda:

- Que, en relación a la validación específica del código de cálculo de tuberías KWUROHR, los representantes de AREVA repasaron la historia del código, desarrollado desde los años 70 por Siemens-KWU y aprobado por el TÜV y el ministerio alemán. La Inspección examinó el documento NESP-G/2008/en/1230 rev. A "*Qualification Synthesis of KWUROHR Software*", que recoge la validación aplicable a la versión 9.0.1 del código y que, de acuerdo a las explicaciones recibidas, coincidía con la versión empleada en los análisis para CN Trillo.
- Que el documento mencionado en el párrafo anterior incluye en su contenido:
 - Introducción y descripción del código de cálculo: descripción de los diferentes componentes de KWUROHR (software de elementos finitos, mas diferentes postprocesadores), materiales perfectamente elásticos, consonancia de análisis de tensiones y fatiga tanto con KTA, RCC-M o ASME.
 - Descripción de los diferentes análisis que KWUROHR puede llevar a cabo (static analysis, eigenvalue analysis, response spectrum modal analysis, time history direct integration analysis, time history modal analysis).
 - Recopilación- resumen de los diferentes ensayos de cualificación que constituyen la validación del programa, y que, de acuerdo a las explicaciones recibidas, se encuentran actualizadas en coherencia con la versión del programa. En concreto, los ensayos de validación recogidos son 22 "tests" comparativos donde se contrasta KWUROHR, para diferentes situaciones y problemas, con cálculos manuales, con salidas de otros códigos de cálculo (como [REDACTED], [REDACTED], etc.), con resultados de Benchmarks, adaptaciones al código ASME, etc. De acuerdo al personal de AREVA, el detalle de cada uno de estos ensayos de validación concretos se encuentra recogido en un documento individual separado.



- El documento concluye que los resultados de los diferentes ensayos de validación son en todo caso satisfactorios, y que ello da lugar a la verificación y cualificación del código KWUROHR.

En relación al punto 4.1 de la agenda:

- Que, a continuación, la Inspección revisó detalles de la preparación de las entradas de los códigos, preguntando, en particular, qué se tomaba de las simulaciones de RELAP5 de los sucesos iniciadores (Station BlackOut –SBO- y Pérdida Total de Agua de Alimentación –TLF) para Bleed & Feed como entrada para S-TRAC para garantizar la coherencia de ambos análisis. Los representantes de AREVA indicaron que de las simulaciones de RELAP5 solo se tomaba el subenfriamiento máximo durante el transitorio. Los tiempos de cierre y apertura de las válvulas de alivio y seguridad del presionador se basaban en medidas de los experimentos de Karlstein antes mencionados tomados a una presión de 155 bares que luego extrapolaban a 178 bares (la presión esperable en la situación de Bleed & Feed). Mencionaron que esta era su mejor opción ya que dichos tiempos no se podían medir en CN Trillo, que solo contaba con los de apertura lenta, utilizados en las simulaciones de RELAP5.
- Que, a continuación, la Inspección preguntó por los componentes 3-D. Los representantes de AREVA aclararon que el Presionador (PRZ) se simulaba conectado a un componente BREAK (que da la condición de contorno en presión) y el nivel del mismo se consideraba cubierto con los casos extremos (lleno). Además, indicaron que en la simulación no se consideraba el Tanque de Alivio del Presionador (PRT), sino que solo habían incluido lo necesario para simular adecuadamente las cargas sobre los componentes unidimensionales (tuberías), situación además impuesta por el hecho de que el código acoplado (FSI) estaba limitado a componentes 1D, que, por otra parte, eran el objeto del informe PEPR-G/2011/en/0196 rev B, “CNT1 Hydrodynamic Loads on the Pressurizer Piping

System through the safety valves and the relief valve actuation", documento que se había facilitado al CSN de manera previa a la inspección. Los representantes de CNAT aclararon que el estudio de las consecuencias del Bleed & Feed sobre el PRT no se llevaría a cabo con KWUROHR sino con el código ANSYS en 3-D, y que era objeto de otro informe, aún no completamente finalizado en el momento de la inspección.

Que los representantes de Areva indicaron que dicho cálculo cubriría el efecto de la apertura simultánea de las 3 válvulas sobre el tanque PRT, que es el funcionamiento prescrito para el PB&F de CN Trillo, y que no se había estudiado para las tuberías 1-D al ser independientes los circuitos de cada válvula al PRT (tal que el efecto de la apertura de una válvula era despreciable en un circuito distinto al propio). Por otra parte, se hizo notar por parte de los representantes de CNAT que la postulación de la apertura sumultánea de las tres válvulas era muy conservadora, dado que, en la práctica, esta situación era imposible al ser necesario, para poner en marcha el proceso de "Purga", pulsar manualmente cinco botones en tres armarios diferentes (dos válvulas piloto para cada válvula de seguridad y una válvula piloto para la válvula de alivio). Asimismo, se convino en que se enviaría el citado documento de cálculo al CSN a la mayor brevedad posible, para disponer de tiempo para su evaluación.

En relación al punto 4.2 de la agenda:

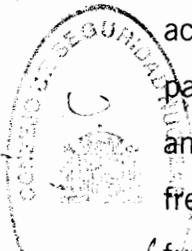
Que el personal de AREVA expuso los casos de carga considerados, siendo 21 en total para cubrir las situaciones posibles, incluyendo tres correspondientes a los casos de Bleed & Feed (uno por cada una de las válvulas principales), así como tres "Commissioning Cases" (casos cuyos resultados se comprueban experimentalmente, con objeto de verificar la corrección de los análisis). Los casos de carga han quedado recogidos en el documento PEPR-G/2011/en/0196 rev B, mencionado en un párrafo anterior.



- Que los representantes de AREVA aclararon que estudiaban las consecuencias no solo de la apertura sino también del cierre de las válvulas de alivio y seguridad sobre la estructura de tuberías del sistema, comenzando la simulación desde casi la presión de tarado de apertura y simulando hasta que cesan las fuerzas sobre la estructura pasando, a continuación, a simular el cierre, a pesar de que no se espera que las válvulas cierren en la operación real del sistema PB&F de Trillo. Se explicó que el análisis de tensiones recibe como input las cargas máximas de todo el transitorio (es decir, las peores cargas, incluyendo las dos situaciones de cierre y de apertura).

En relación al punto 4.3 de la agenda:

- Que, a continuación, los representantes de AREVA explicaron a la Inspección el funcionamiento del código acoplado S-TRAC/KWUROHR, aclarando que al ser el acoplamiento numéricamente explícito no hay iteraciones de convergencia entre los códigos. Se recalcó que, para cada paso de iteración de acoplamiento, las fuerzas del fluido calculadas internamente por S-TRAC se transfieren a KWUROHR, mientras que KWUROHR, por contra, calcula cambios geométricos que traslada a S-TRAC. De acuerdo a las explicaciones recibidas, existe una correspondencia exacta entre las celdas de S-TRAC y los nodos de KWUROHR donde se da el acoplamiento, existiendo un fichero que correlaciona ambos. Se explicó, por otra parte, el origen del intervalo de frecuencias para aplicación del coeficiente de amortiguamiento (*damping*) así como el factor de conservadurismo 2 sobre la frecuencia más alta incluido para garantizar un margen ante posibles necesidades futuras.



En relación al punto 4.4 de la agenda:

- Que la Inspección preguntó por los Commissioning Cases incluidos en el informe PEPR-G/2011/en/0196 rev. B que, aparentemente, remitían a tomas de datos de pruebas funcionales en la central, como comprobación del buen funcionamiento de los códigos. Los representantes de CNAT y AREVA aclararon que, de acuerdo con la normativa alemana aplicable, estaba previsto hacer una batería de medidas en el arranque, a baja presión (presión de apertura 40 bares), para chequear la coherencia del modelo con la planta, tomando, mediante galgas extensiométricas, medidas de deformaciones de tuberías, para comparar las tensiones y las presiones deducidas de estas medidas con los resultados analíticos de los Commissioning Cases. El resultado deberá estar cubierto por el del análisis de AREVA como criterio de aceptación.
- Que la Inspección preguntó contra qué criterios de aceptación se chequeaban los resultados de máximas fuerzas hidráulicas sobre las tuberías que se obtenían de los cálculos de S-TRAC/KWUROHR, a lo que los representantes de AREVA respondieron que con esas fuerzas se obtenían las tensiones sobre los materiales que se comparaban con los criterios que aplican a los mismos. Mostraron a la Inspección una gráfica para el caso de vapor/vapor con la válvula de seguridad S190, en la que se apreciaba cómo la respuesta estructural coincidía en el tiempo con las cargas hidráulicas que se daban, constituyendo este aspecto una validación de la coherencia entre las partes hidrodinámica (S-TRAC) y estructural (KWUROHR) del código acoplado.

En relación al punto 4.5 de la agenda:

- Que, para dar cumplimiento a este punto de la agenda, la revisión en detalle de uno de los casos de carga de S-TRAC/KWUROHR, se decidió que fuese el Caso 17

de Bleed & Feed, correspondiente a la apertura y cierre de la válvula de seguridad S191.

- Que los representantes de AREVA presentaron la estructura de un cálculo típico por medio de diagramas de flujo y explicaron a la Inspección la generación de ficheros de entrada para cada tipo de datos (geométricos, estructurales, termohidráulicos) y para cada código. Indicaron que se preparaban dos ficheros de entrada separados, uno para S-TRAC y otro para KWUROHR, pero que el fichero ejecutable era uno solo.
 - Que la Inspección preguntó si el código hacía algún chequeo del input a lo cual los representantes de AREVA respondieron que, en efecto, el código podía detectar errores en longitudes de tuberías o elementos ausentes y avisaba con una bandera que impedía correr el caso. También indicaron que no se ejecutaba S-TRAC en modo estacionario previo al transitorio. En su lugar se corría directamente en modo transitorio con un breve transitorio nulo previo a la apertura de la válvula. Los problemas de convergencia se habían resuelto en todos los casos sin llegar a abortar ningún caso.
 - Que la Inspección preguntó por los valores de retrasos de apertura de válvulas utilizados, a lo cual los representantes de AREVA contestaron que se habían tomado de medidas de Siemens de los años 80 con las válvulas piloto y las de seguridad y alivio (SRV) que se consideraban iguales a las de Trillo, determinándose los retrasos entre válvulas piloto y SRV en pruebas hechas en Erlangen, mientras que los tiempos de apertura y cierre se habían medido en la instalación de [REDACTED]. Los representantes de CNAT aclararon que en planta no existe la posibilidad de medir esos tiempos que son de milisegundos y que lo que allí se prueba periódicamente son los tiempos a una presión de 40 bares, siendo sólo capaces de determinar la presión de apertura en torno a los 140 bares.
- Que los representantes de AREVA explicaron que asociaban una fuerza a cada tramo recto de tubería, a menos que hubiera cambios de área de paso, y



consideraban el material como elástico sin permitir en la simulación deformaciones plásticas. Aclararon también que las válvulas se simulaban como un tramo de tubería con área de paso variable.

- Que los representantes de AREVA mostraron a la Inspección una salida del posprocesado gráfico, basado en X-TRAC-VIEW de [REDACTED], en el que podía observarse la evolución de la onda de presión en uno de los tramos de tubería.
- Que, a preguntas de la Inspección, los representantes de AREVA explicaron que hacían uso del modelo de flujo crítico solo para la descarga de vapor mientras que para los casos de descarga de agua utilizaban un factor de contracción sobre el área de paso para reproducir los caudales medidos en los experimentos de las válvulas mencionados de los años 80, ya que habían observado que el modelo de flujo crítico daba caudales demasiado bajos y, por tanto, no conservadores para esta situación. Los representantes de AREVA confirmaron que, según su experiencia, el modelo de flujo crítico de S-TRAC no daba buenos resultados para agua subenfriada o saturada, observando que se obtenían caudales sistemáticamente menores que en los experimentos.
- Que la Inspección preguntó, incidiendo en un aspecto ya tocado en un párrafo anterior, si se había considerado simular algún caso con la apertura simultánea de las 3 válvulas (1 de alivio y 2 de seguridad). Los representantes de AREVA indicaron que no lo consideraron necesario al descargar cada válvula por su propio circuito y que tampoco esperaban que se produjeran fenómenos de resonancia en las tuberías en dicha situación que, por otro lado, no obtenían tampoco en los cálculos realizados. Los representantes de CNAT explicaron que el sistema de soporte de las tuberías ya estaba diseñado para trabajar muy lejos de las zonas de resonancia de las mismas de forma que se hiciera imposible para el sistema entrar en resonancia en ninguna configuración de caudales.



En relación al punto 5 de la agenda:

- Que la Inspección pasó a revisar los cálculos de flexibilidad contenidos en el documento PEEA-G/2012/en/0010 Rev. B "Flexibility and Stress Analysis for the Pressurizer System for Static and Dynamic Load Cases (Part 2)", que ya había sido enviado al CSN con anterioridad a la inspección. Como introducción a este punto de la agenda, los representantes de AREVA mostraron una animación, realizada con el fin de chequear el comportamiento temporal de la simulación, correspondiente al caso agua/agua de la válvula de seguridad S191 en la que se observaba la onda de presión a lo largo de todo el sistema, con los movimientos amplificadas en un factor 9 para hacerlos apreciables.
 - Que, según se comentó, al contrario de como lo hubiera exigido AGPIPE y a como lo hacen otros códigos de cálculo de tuberías, KWUROHR es capaz de tratar el sistema de líneas objeto de análisis de una sola vez, no siendo por tanto necesario dividir el sistema en varios cálculos independientes que además es luego necesario acoplar adecuadamente entre sí. De acuerdo a las explicaciones recibidas, el modelo final de KWUROHR que se ha empleado para el análisis tiene aproximadamente 1400 nodos.
 - Que los representantes de AREVA indicaron que el cálculo de las líneas seguía las siguientes normas: el código ASME, la KTA 3201.1, la especificación de KWU para tuberías de Trillo RE-L 1506/E, y el informe de [REDACTED] 18-RM-0651 que incluye tablas de valores admisibles para diversos materiales.
 - Que los representantes de AREVA aclararon que las tuberías menores, de diámetros nominales 15 y 12 (correspondientes a las líneas de desgasificación), no eran modeladas por ellos sino que usaban para ellas valores especificados por la planta, los cuales se basaban en análisis de [REDACTED].
- Que los representantes de CNAT confirmaron que los cálculos de tensiones entraban dentro de los criterios de aceptación sin necesidad de hacer uso de [REDACTED]



características realistas de los materiales (en este sentido, en Alemania se permite la utilización de los valores de resistencia reales de los certificados (reales) del material. Por otra parte indicaron que, para los tramos de tubería nueva, se emplearía un acero austenítico de mayor calidad que el supuesto en los análisis (se usaría el material 1.4550, que está estabilizado con Nb, en vez del 1.4541, estabilizado con Ti, que es el supuesto en los análisis y que es también el material del resto de tubería, la que no se modifica), lo cual era otro factor de conservadurismo. Que, de acuerdo a las explicaciones recibidas y a lo recogido en el informe PEEA-G/2012/en/0010 Rev. B, los niveles de tensión que se alcanzan se encuentran dentro de los valores admisibles, para todos los niveles, tanto para las líneas de clase 1 como para las de clase 2. El máximo ratio de tensiones corresponde a un caso térmico y alcanza el 84%. En general, los mayores ratios de tensiones aparecen para los niveles A y B en el lado de alta presión. Para líneas de clase 2, las mayores cargas las produce el SSE (nivel D).

- Que, con respecto a los resultados para las válvulas (tanto para las que sufren una modificación como las que no), los representantes de CNAT y AREVA indicaron que las cargas sobre sus toberas están dentro de los valores límites indicados por el fabricante [REDACTED]. En cuanto a las aceleraciones en válvulas, se indicó que estaban cualificadas para soportar aceleraciones de 6g mientras que según el resultado del análisis, en la peor situación, no se llegaba a 5g.

Que, con respecto a los soportes, se explicó que era CN Trillo quién se encargaba de su análisis, junto con [REDACTED]. De acuerdo a las explicaciones recibidas, fue necesario modificar ligeramente algunos soportes (para, por ejemplo, adaptar el trazado al espacio disponible).



En relación al punto 6 de la agenda:

- Que, en relación a este punto de la agenda, la Inspección realizó una serie de comprobaciones asociadas a las *"guarantee welds"*, que son las soldaduras que no se van a someter a la prueba de presión hidrostática de 1,3 veces la presión de diseño que exige la norma KTA 3201.4. En este sentido, CNAT/ AREVA ya había facilitado al CSN, con anterioridad a la inspección, los informes PESS-G/2012/en/0077 rev. A *"Hydrostatic Pressure Test Concept for the modified lines of the PBF backfitting Project"*, de AREVA, y FIL-ETK1-13-0040 *"Test Report, CNT, Hydrostatic Pressure Test Concept for the modified lines of the PBF backfitting project"*, dictamen correspondiente de TÜV-SÜD, fechado a 25/02/2013.
- Que la Inspección examinó la página 10 de 13 del apartado 8 de la especificación KS D 1042/50 rev. D, aplicable a exámenes a tubería de clase 1, donde el punto 6.4, que hace referencia a la prueba de presión, indica que es aplicable lo recogido en el apartado 8.11.5 de la especificación KS D 2041. La Inspección examinó este apartado de la especificación mencionada (página 44 de 72 del apartado 8 de KS D 2041/50 rev. E), comprobando que bajo el epígrafe (6), que se refiere a los exámenes a realizar en cordones de soldadura a los que no se somete a la prueba de presión, figura lo siguiente: *"Für diese Nähte ist eine Begründung erforderlich. Sie sind in den Isometrien zu kennzeichnen. Vor Beginn der Schweissarbeiten ist von K und SB eine Zustimmung notwendig."*, lo cual traducido es "Para estos cordones es necesaria una justificación. Es necesario marcarlos en los dibujos isométricos. Antes del comienzo de los trabajos de soldadura es necesaria la aprobación tanto del titular como del regulador."
- Que el personal de AREVA explicó que las especificaciones KS D son específicas para componentes (válvulas, tubería, etc.) de plantas Konvoi en Alemania, y que constituyen una herramienta más detallada que las KTA, que son más generales. Así, estas especificaciones tratan de mantener actualizados los requisitos en

consonancia con el estado del arte específico, de una manera más ágil que las KTA. Las KS D son especificaciones aprobadas por el TÜV y por el titular de la planta. Según se explicó, no forman parte de la base de licencia de CN Trillo.

- Que la Inspección comentó que el informe PESS-G/2012/en/0077 rev. A así como su dictamen correspondiente de TÜV-SÜD, ambos ya mencionados, basaban parte de la justificación para no hacer la prueba de presión en los guarantee welds en las KS D, que precisamente requerían una justificación para tal exención, con lo que tal justificación faltaba. De acuerdo a las explicaciones de AREVA/CNAT, la formulación podía no ser del todo adecuada, pero lo importante era que, de acuerdo al dictamen de TÜV-SÜD, al faltar la justificación, el informe PESS-G/2012/en/0077 rev. A era solo válido en conjunto con dicho dictamen, indicando el personal de AREVA/CNAT que en las conclusiones del dictamen figuraba que TÜV SÜD aprobaba el concepto de exención de la prueba de presión para las cuatro "guarantee welds", atendiendo a una serie de razones, recogidas adecuadamente en dicho dictamen:

1. La máxima tensión en los cordones de soldadura no es debida a la presión hidrostática de prueba.
2. La prueba de presión hidrostática no se omite sino que se llevará a cabo en 2018.
3. Se llevarán a cabo Ensayos No Destructivos (END) adicionales en las guarantee welds, con cierta periodicidad.

- Que la Inspección realizó una serie de comprobaciones para verificar lo remarcado bajo el punto 1. en el párrafo anterior. Para ello se eligió una de las cuatro "guarantee welds", en concreto la situada en la línea YP10 Z80, de diámetro nominal 50 milímetros, identificándola en el isométrico de montaje YP-022-M (referencia de [REDACTED] 18-DYM-5452 Ed 5). La soldadura en cuestión es la FW 3A en el isométrico mencionado y, de acuerdo a las indicaciones del personal



de AREVA, corresponde al nodo de KWUROHR número 887. Se comprobaron, en el fichero de salida de KWUROHR sobre un ordenador portátil, las tensiones y ratios de SUF (Stress Usage Factors) para este nodo, en algunas condiciones de carga, obteniéndose lo siguiente:

- Para condiciones de nivel B de apertura y cierre de válvulas con vapor/vapor se superan los límites de la ecuación 10 (intensidad de tensión 260,1 MPa, límite 239,6 Mpa, $SUF > 109\%$), para la ec. 12 se tiene un SUF del 70% (intensidad de tensión 167,3 Mpa) y para la 13 un SUF del 46% (intensidad de tensión 109,7 MPa).
- Para el nivel P, que es el que corresponde a la prueba hidrostática (solo presión y peso, sin temperatura), la intensidad de tensiones de acuerdo a la ecuación 9 es de 29,7 MPa, lo que corresponde a un SUF del 24% (con un límite de 125,3 MPa).
- Para el nivel D de "pressure surge bleed & feed" se tiene una intensidad de tensiones de 26,1 MPa por la ec. 9 (SUF del 8% con un límite de 331,4 MPa).

De acuerdo a lo indicado por AREVA y en compatibilidad con los resultados acabados de exponer para el nodo 887, para los niveles A y B en general la tensión es mucho más elevada que para el nivel P. También de acuerdo a las indicaciones de AREVA, realizaron comprobaciones del tipo de la anterior para todas las soldaduras "guarantee weld", en conjunto con TÜV – SÜD, lo que les permite estar absolutamente seguros de lo remarcado bajo el punto 1. del párrafo anterior.

Que la Inspección, en referencia a lo recogido bajo el punto 3. del penúltimo párrafo, preguntó por la periodicidad y naturaleza de los ENDS que se llevarían a cabo hasta la prueba de presión hidrostática de 2018, a lo que el personal de CNAT indicó lo siguiente:

- Los ENDs se llevarán a cabo en 2013 (tras implantación de la MD), en 2014, y en 2018 (después de la prueba hidrostática de todo el primario).
- Se decidirá la conveniencia o no de llevar a cabo más ensayos en el periodo comprendido entre 2014 y 2018 en función de los resultados de los END de 2013 y 2014.
- La naturaleza de los END será tal que se dé cumplimiento a la tabla 10-2 de KTA 3201.3, o a lo recogido en el MISI, si fuera aplicable. En este sentido, la inspección de 2013 a las dos guarantee welds de DN 150 se hará de acuerdo a la KTA y al MISI, y a las dos de DN 50 de acuerdo a la KTA. Para las inspecciones de los otros años se inspeccionarán las soldaduras de DN 50 según KTA, mientras que las de DN 150 se decidirá en su momento si inspeccionarlas según la KTA o de acuerdo a MISI.

Que, por otro lado y como refuerzo de la idoneidad del concepto de "guarantee weld" sin prueba de presión pero sometida a ENDs, el personal de AREVA indicó a la Inspección que existía un documento reciente de la RSK (*Reaktor – Sicherheitskommission*, Comisión de seguridad del reactor) que defendía este concepto. La Inspección examinó el documento citado, que es posicionamiento que puede obtenerse de la página web www.rskonline.de, titulado "*STATEMENT - Pressure and leak tests of components of the reactor coolant pressure boundary and outer systems, especially after repairs*", y que corresponde a la reunión nº 455 de la RSK de 21/02/2013. En su página 8 de 12 este posicionamiento indica que cuando se prescinde de la prueba de presión, la ausencia de defectos en la soldadura puede confirmarse mediante dos métodos de ensayo no destructivo diferentes, cualificados de acuerdo a las normas KTA, pudiendo lograrse esto, por ejemplo, mediante el empleo de métodos de ensayo basados en diferentes mecanismos de interacción física con el material objeto de examen.

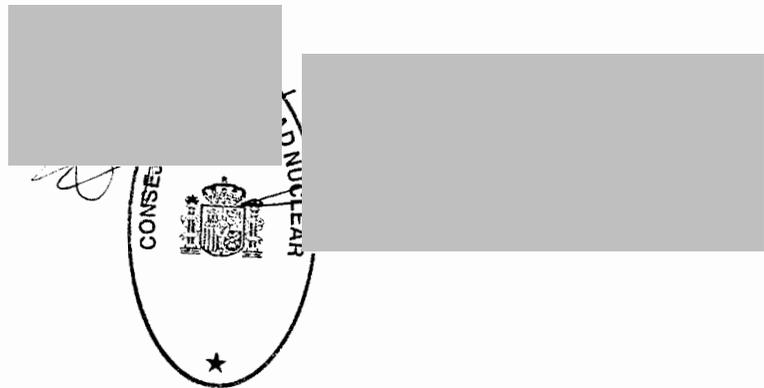
SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/TRI/13/806
Página 20 de 23

Que por parte de los representantes de CNAT y AREVA se dieron las facilidades necesarias para el desarrollo de la inspección.

Que con el fin de que quede constancia de cuanto antecede, y a los efectos que señalan las Leyes 15/1980 de 22 de abril de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear y 33/2007 de 7 de noviembre de Reforma de la Ley 15/1980 de Creación del Consejo de Seguridad Nuclear, la Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear, el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas y el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes en vigor y la Autorización referida, se levanta y suscribe la presente Acta, por triplicado, en Madrid y en la Sede del Consejo de Seguridad Nuclear a 7 de mayo de dos mil trece.



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

CONFORME, con los comentarios que se adjuntan. <
Madrid, 10 de mayo de 2013

Director General

SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

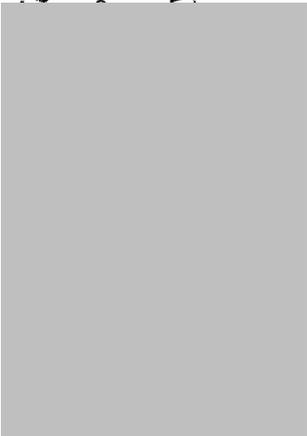
CSN/AIN/TRI/13/806
Página 21 de 23

ANEXO

AGENDA INSPECCIÓN PB&F DE TRILLO

CÓDIGOS DE CÁLCULO DEL PB&F

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR



AGENDA INSPECCIÓN PB&F DE TRILLO:

CÓDIGOS DE CÁLCULO DEL PB&F

Áreas INNU (Ingeniería del Núcleo), e IMES (Ingeniería Mecánica y Estructural)

LUGAR: Erlangen (Alemania)

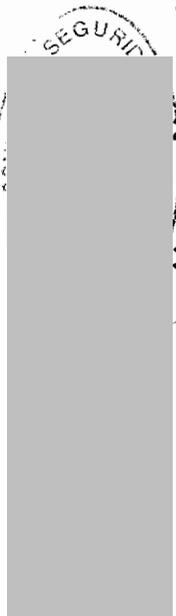
FECHA: 10 y 11 de abril de 2013

ASISTENTES:

██
██)
██

TEMAS:

- 1.- Motivación del cambio de metodología y la elección de códigos (S-TRAC-M y KWUROHR). Experiencias en las CCNN alemanas. Papel del TÜV.
- 2.- Distribución de las tareas entre los distintos códigos en la anterior metodología (códigos que aparecen en el EFS de Trillo) y la nueva y relación entre ambas.
- 3.- Revisión de los códigos de cálculo
 - 3.1.- Establecimiento de la versión del código S-TRAC-M utilizada para los cálculos de PB&F de Trillo y su relación con las versiones públicas de TRAC-M. Diferencias existentes en modelos y correlaciones.
 - 3.2.- Aplicabilidad de la validación genérica de la línea de códigos TRAC a S-TRAC-M. Validación específica de S-TRAC-M.



- 3.3.-** Validación específica para S-TRAC-M acoplado a KWUROHR. Revisión del trabajo presentado y crítica basada en la literatura. Necesidad de una validación específica más completa.
- 3.4.-** Validación de KWUROHR
- 4.-** Revisión de los cálculos presentados, documento PEPR-G/2011/en/0196 rev. B.
 - 4.1.-** Selección del input para S-TRAC-M y su relación con la simulación de S-RELAP de los accidentes iniciadores para Trillo. Revisión de retrasos de válvulas y factores de conservadurismo incluidos.
 - 4.2.-** Casos estudiados y su relación con la situación esperable derivada del uso de los POEs de Trillo. ¿Cubre el estudio las consecuencias esperables del suceso tanto en los componentes 1D como en los 3D?
 - 4.3.-** Cálculos de la interacción fluido-estructura (FSI). Criterios de aceptación que aplican a los resultados.
 - 4.4.-** Explicación de los Commissioning Cases: objetivo de los mismos y su utilización.
 - 4.5.-** Revisión en detalle de uno de los cálculos de S-TRAC-M/KWUROHR de la batería contenida en el documento PEPR-G/2011/en/0196.
- 5.-** Revisión de los cálculos de flexibilidad contenidos en PEEA-G/2012/en/0010 rev B.
- 5.-** Otros aspectos de índole mecánico-estructural
 - Profundización en puntos que pudieran surgir durante la inspección, así como en aspectos no necesariamente relacionados con los códigos de cálculo (pruebas de presión, "guarantee welds", END's, etc).



COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCIÓN
DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/TRI/13/806



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/13/806
Comentarios

Página 9 de 23, segundo párrafo

Dice el Acta:

“ *Que los representantes de Areva indicaron que dicho cálculo cubriría el efecto de la apertura simultánea de las 3 válvulas sobre el tanque PRT, que es el funcionamiento prescrito para el PB&F de CN Trillo, y que no se había estudiado para las tuberías 1-D al ser independientes los circuitos de cada válvula al PRT (tal que el efecto de la apertura de una válvula era despreciable en un circuito distinto al propio). Por otra parte, se hizo notar por parte de los representantes de CNAT que la postulación de la apertura simultánea de las tres válvulas era muy conservadora, dado que, en la práctica, esta situación era imposible al ser necesario, para poner en marcha el proceso de "Purga", pulsar manualmente cinco botones en tres armarios diferentes (dos válvulas piloto para cada válvula de seguridad y una válvula piloto para la válvula de alivio). Asimismo, se convino en que se enviaría el citado documento de cálculo al CSN a la mayor brevedad posible, para disponer de tiempo para su evaluación”*

Comentario:

Donde se mencionan tres armarios, debe referirse a dos.



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/13/806
Comentarios

Página 11 de 23, segundo párrafo

Dice el Acta:

“- Que la Inspección preguntó por los Commissioning Cases incluidos en el informe PEPR-G/2011/en/0196 rev. B que, aparentemente, remitían a tomas de datos de pruebas funcionales en la central, como comprobación del buen funcionamiento de los códigos. Los representantes de CNAT y AREVA aclararon que, de acuerdo con la normativa alemana aplicable, estaba previsto hacer una batería de medidas en el arranque, a baja presión (presión de apertura 40 bares), para chequear la coherencia del modelo con la planta, tomando, mediante galgas extensiométricas, medidas de deformaciones de tuberías, para comparar las tensiones y las presiones deducidas de estas medidas con los resultados analíticos de los Commissioning Cases. El resultado deberá estar cubierto por el del análisis de AREVA como criterio de aceptación.”

Comentario:

Durante la inspección, así como en mail posterior, de fecha 29/04, se indicó que la normativa alemana aquí referida se usaba como referencia.



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/13/806
Comentarios

Página 12 de 23, cuarto párrafo

Dice el Acta:

“- *Que la Inspección preguntó por los valores de retrasos de apertura de válvulas utilizados, a lo cual los representantes de AREVA contestaron que se habían tomado de medidas de Siemens de los años 80 con las válvulas piloto y las de / seguridad y alivio (SRV) que se consideraban iguales a las de Trillo, determinándose los retrasos entre válvulas piloto y SRV en pruebas hechas en Erlangen, mientras que los tiempos de apertura y cierre se habían medido en la instalación de [REDACTED]. Los representantes de CNAT aclararon que en planta no existe la posibilidad de medir esos tiempos que son de milisegundos y que lo que allí se prueba periódicamente son los tiempos a una presión de 40 bares, siendo solo capaces de determinar la presión de apertura en torno a los 140 bares.*”

Comentario:

Con el texto relativo a los 140 bares, entendemos que se hace referencia a la prueba de tarado de las válvulas piloto, aproximadamente a 140 bar, donde se hace el ajuste del tarado de apertura de estas válvulas.

SN

CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

DILIGENCIA

En relación con los comentarios formulados en el **"Trámite"** del Acta de Inspección de referencia **CSN/AIN/TRI/13/806**, correspondiente a la inspección realizada a la Central Nuclear de Trillo los días 10 y 11 de abril de dos mil trece, los inspectores que la suscriben declaran:

- **Página 9 de 23, segundo párrafo:** Se acepta el comentario.
- **Página 11 de 23, segundo párrafo:** Se acepta el comentario.
- **Página 12 de 23, cuarto párrafo:** Se acepta el comentario.

Madrid, 27 de mayo de 2013


Fdo.: 
Inspector CSN


Fdo.: 
Inspector CSN


Fdo.: 
Inspector CSN