



ACTA DE INSPECCIÓN

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

CERTIFICAN: Que se personaron el día 10 de noviembre del 2010 en las oficinas de AREVA en Erlangen y el día 11 de noviembre en las oficinas del TÜV-Nord en Hannover (ambas ciudades en Alemania).

Que el OBJETO de la inspección fue recabar información adicional y realizar comprobaciones sobre distintos informes presentados por ambas empresas, como contratistas de C.N. Trillo, soportando la solicitud de la Central relacionada con el aumento del máximo autorizado para la banda muerta del filtro de la señal de flujo neutrónico que entra en la formación de las señales PKF/PKG del los sistemas de limitación y protección del reactor.

Que la Inspección fue recibida en ambas ocasiones por D. [REDACTED] del Departamento de Seguridad y Licencia, También estuvieron presentes D. [REDACTED] y D. [REDACTED] de C.N. Trillo así como distinto personal de AREVA y del TÜV-Nord, quienes manifestaron conocer y aceptar la finalidad de la Inspección.

Que, previamente al inicio de ambas reuniones, los representantes de C.N. Trillo fueron advertidos de que el Acta que se levante de este acto, 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. A este respecto, los representantes de C.N. Trillo indicaron que la documentación entregada durante la inspección tiene carácter confidencial

Que de la información requerida por la Inspección y suministrada por el personal de la central, así como de las comprobaciones tanto visuales como documentales realizadas por la Inspección resulta lo siguiente:

- Que la Inspección se presentó, junto con el personal de C.N. Trillo, a las 09:00 del día 10 de noviembre del 2010 en las oficinas que la empresa AREVA tiene en Erlangen (Alemania).

Que antes de tratar los puntos de la agenda enviada previamente, la Inspección preguntó por la situación respecto de la amplitud del ruido de flujo neutrónico presente en la Central en ese momento.

- Que los representantes de la Central mostraron figuras en las que se representaban los datos obtenidos de las medidas anteriores en comparación con las de ciclos pasados. Que como conclusión preliminar de todo lo anterior, cabe indicar que las características del ruido neutrónico durante el ciclo 23 son semejantes, o ligeramente superiores, a las encontradas al pasado ciclo 22, teniendo en cuenta que en el ciclo actual no ha sido necesaria la reducción de potencia que hubo que efectuar el ciclo pasado para disminuir el efecto de las actuaciones del sistema de limitación. También puede observarse que, extrapolando los datos actuales, la amplitud del ruido en el flujo neutrónico alcanzará el valor de +/-6% posiblemente a primeros del año 2011, antes del fin del ciclo actual.

- Que la Inspección, según la agenda, empezó por el estudio de sensibilidad del análisis de accidentes ante el retraso introducido en la actuación del

sistema de protección por sobrepotencia debido al filtro en la señal de flujo neutrónico. Este estudio se documenta en el informe de AREVA de referencia "████████████████████". Sensitivity calculations to support changes in neutron flux filter settings. 23/04/2010"

- Que la Inspección comprobó los siguientes aspectos:
 - El estudio de accidentes concernidos por la introducción del retraso
 - Que el estudio de sensibilidad realizado ha consistido en introducir un retraso puro de duración variable en la actuación de los disparos por "potencia del reactor mayor del 108%" y "potencia del reactor mayor del valor de potencia deslizante"
 - Que, en lo demás, los inputs son los mismos utilizados en los análisis realizados con motivo del licenciamiento del aumento de enriquecimiento. Los representantes de C.N. Trillo y AREVA indicaron que, aunque en las modelaciones realizadas no hay ruido en el cálculo de flujo neutrónico, en las mismas está simulado el filtro.
 - Que en el accidente de extracción de barras de control a potencia, se produce disparo por alta presión en el presionador cuando el retraso introducido es mayor de 6.5 sg.
 - Que en el accidente de apertura errónea de una válvula de bypass al condensador, se ha comprobado que hasta con un retraso introducido de 20 sg no se activan otros valores de tarado de disparo.
 - Que en ambos casos se cumplen los criterios de aceptación de transitorios, más estrictos que los de accidentes.
- Que se continuó con los accidentes en los que interviene el disparo por DNB-RELEB. Los representantes de AREVA indicaron que este disparo no se utiliza en los análisis de transitorios y accidentes.

- Que se continuó con los temas relacionados con la seguridad de la barra combustible sujeta a oscilaciones de flujo neutrónico, recogidos en el informe de AREVA de referencia "████████████████████-1; **Effects of neutron flux, noise on the fuel. 27/04/2010**".
- Que los representantes de AREVA, durante la inspección y también después de ella mediante la carta de referencia ██████████ de 26 de noviembre de 2010, indicaron lo siguiente:
 - Que la operación hasta el momento presente de C.N. Trillo, con respecto al ruido neutrónico, la consideran cubierta por la de otra planta que, aunque de menor amplitud de ruido (~8%, pico a pico), tiene una densidad de potencia lineal mayor. Varias barras de esta central (con quemados superiores a los de C.N. Trillo) se han utilizado en la base de datos de validación del código termomecánico de diseño de barra, ██████████
 - Que si bien no pueden dar un límite en amplitud de ruido de flujo neutrónico a partir del cual pueden aparecer problemas en el combustible, consideran que con una amplitud hasta del +/-20% referida a la potencia nominal no aparecerán tales problemas.
 - Que, aunque no hay datos de las barras de ██████████ en la base de datos de AREVA, consideran que el caso de las barras con altas liberaciones de gases de fisión está bien recogido por el código ██████████
 - Que no se han observados más fallos de barras combustibles en centrales con mayor amplitud de ruido.
- Que los representantes de AREVA también indicaron lo siguiente:
 - Que existen medidas vibracionales de la vasija del inicio de la operación de C.N. Trillo, realizadas a potencia cero, que parecen indicar que en esa situación ya se observaban oscilaciones pendulares de la misma,

por lo que consideran que la observación actual de dicha oscilación no tiene que ver con la causa del aumento de la amplitud que se observa en los últimos ciclos.

- Que consideran probado que el aumento de amplitud no tiene que ver con causas provenientes del secundario.
- Que consideran como causa más probable la existencia de un perfil de temperaturas en la rama caliente, amplificado por el paso del agua a través del generador de vapor, y que transportado por la rama fría y no suficientemente mezclado a su paso por la bomba, llega al reactor y al núcleo.
- Que, en referencia al hecho de que no se observa en las señales de flujo axiales (tanto externas como internas) un retraso temporal que sea indicativo del movimiento del frente de temperatura a lo largo del núcleo, AREVA no tiene una explicación. A este respecto indicaron que en el pasado se publicaron trabajos técnicos que indicaban que ese efecto era debido a la presencia de "sink frequencies", pero que AREVA no había estudiado este tema. Tampoco tenían una explicación clara de la causa del desfase observado en la señal de flujo neutrónico entre las dos mitades del núcleo separadas por un plano vertical en la dirección aproximada de 90°-270°, aunque indicaron que este plano de simetría también existe en las señales de otras centrales alemanas, y puede estar asociado al pequeñísimo movimiento pendular de la vasija, ya que éste presenta el mismo plano de simetría.
- Que existe alguna central en Alemania en la que la presencia del ruido en la señal de flujo neutrónico causa frecuentes actuaciones del sistema de limitación de potencia (más de 30 al mes). Respecto de este punto, indicaron que, aunque la amplitud máxima está en un valor alrededor del +/-8%, y la central puede ajustar la banda muerta del filtro de la señal de

flujo hasta el valor de +/-10%, AREVA considera que, probablemente, dicho ajuste no se está realizando de acuerdo con sus procedimientos recomendados.

- Que tras dejar por escrito dos preguntas adicionales sobre combustible, contestadas con posterioridad mediante el documento [REDACTED], la Inspección dio por finalizada la visita a las oficinas de AREVA.
- Que la Inspección se presentó, junto con el personal de C.N. Trillo, a las 09:00 del día 11 de noviembre del 2010 en las oficinas que la empresa TÜV-Nord tiene en Hannover (Alemania).

Que la Inspección comenzó por los cálculos realizados con el código [REDACTED], documentados en el informe "[REDACTED] rev. 1, **Evaluation of the consequences of neutron noise on fuel and the impact of possible time delay of the PKG/PKF signals, 27/07/2010**".

- Que los representantes del TÜV-Nord indicaron que dentro de la base de datos de validación del código termomecánico [REDACTED] se encuentran barras de la central de [REDACTED] ([REDACTED]) que está entre las que tienen mayor amplitud en la señal de flujo neutrónico. Indicaron que datos de liberación de gases de fisión de barras de esta central se encuentran en la referencia "**An update on modelling high burnup fuel behavior**", [REDACTED], *Status of LWR Fuel Development and Design Method, 2006*
- Que los representantes del TÜV-Nord indicaron que, respecto de experimentos o experiencia con barras sometidas a oscilaciones de potencia, tenían conocimiento de unos experimentos para estudiar la fatiga de barras de diseño BWR, realizados en Halden, con periodo de 1 minuto, amplitud de alrededor de 40 W/cm y alrededor de 40000 ciclos, sin que se hubiera encontrado efectos sobre las barras.

- Que en cualquier caso consideraban que no se produciría daño sobre el combustible ya que la oscilación de potencia es muy reducida. Añadieron que no esperaban daños de este tipo para niveles de ruido de hasta $\pm 10\%$.
- Que respecto de la experiencia en Alemania con el ruido neutrónico indicaron lo siguiente:
 - Que entre los parámetros que claramente aumentan la amplitud del ruido se encuentran el combustible con óxidos mixtos de uranio y plutonio, el aumento del enriquecimiento o la introducción de combustible con óxido de gadolinio como veneno consumible.

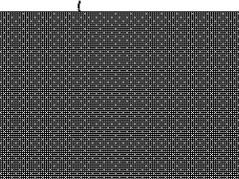
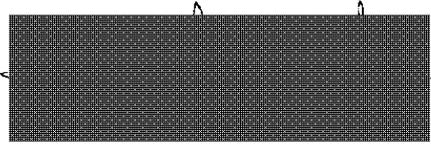
Que el diseño nuclear o el cambio de tipo de elementos combustibles no tenían mucha influencia.
 - Que la amplitud de ruido máxima observada se situaba alrededor del $\pm 8\%$.
 - Que en Alemania no existen programas en curso sobre este asunto, aunque podrían producirse en el futuro ya que hay centrales que tienen un número elevado de actuaciones del sistema de limitación de potencia, a pesar de poder situar el tamaño de la banda muerta hasta en el $\pm 10\%$, y seguir la indicaciones de AREVA respecto al ajuste de la misma.
- Que los representantes del TÜV-Nord explicaron el mecanismo dinámico que puede producir un retraso en la actuación de los sistemas de limitación y protección. El retraso máximo estimado es de 2 sg, siempre que se cumplan las condiciones de calibración, especialmente la de dejar un ruido remanente de entre el 0.5% y el 1% de la potencia nominal. Esta información se encuentra en el informe "**████████████████████ Circuit for damping of neutron flux signals, 20/07/2010**".

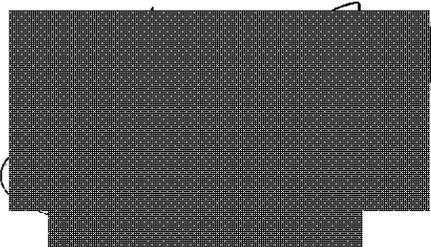
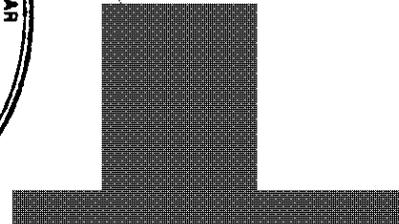
- Que se pasó al tema de las características morfológicas del ruido de flujo neutrónico. Al respecto, los representantes del TÜV-Nord no supieron dar una explicación del perfil acimutal en contrafase.
- Que, con respecto a la casi perfecta igualdad de fase entre las distintas señales axiales en todas las posiciones del núcleo, los representantes del TÜV-Nord explicaron que, de acuerdo con una teoría desarrollada en los años 90 del siglo pasado, consistente en una solución aproximada de la ecuación de difusión neutrónica en dos grupos, de forma que se puede hablar de una componente global y otra local, en el caso de los reactores de agua a presión la componente principal es la global (ya que las perturbaciones, en este caso de temperatura de entrada, son pequeñas), lo que explica el comportamiento en fase axial. En reactores de agua en ebullición, al estar la presencia de la realimentación por huecos, mucho más fuerte y con mayor variabilidad local, la componente local tiene más importancia. Eso explicaría los diferentes efectos que el transporte de refrigerante tiene sobre el ruido neutrónico en uno y otro tipo de reactor.
- Que, para finalizar la Inspección, se realizó una breve reunión en la que los Inspectores indicaron que se habían cumplido los objetivos de la misma, y que no era previsible la aparición de hallazgos.

Que por parte de los representantes de C.N. Trillo, de AREVA y del TÜV-Nord se dieron las facilidades necesarias para la actuación 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 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 Radiaciones Ionizantes y el

Permiso referido, se levanta y suscribe la presente Acta por triplicado, en Madrid, en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear, a 4 de Febrero del 2011.

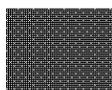
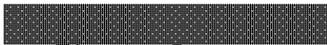




Inspector del CSN Inspector del CSN


Inspector del CSN Inspector del CSN



TRAMITE: En cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 55 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, se invita a un representante autorizado de Central Nuclear de Trillo, 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, 4 de marzo de 2011



Director General



COMENTARIOS AL ACTA DE INSPECCIÓN

DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

CSN/AIN/TRI/11/745



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/11/745
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 INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/11/745
Comentarios

Página 3 de 9, párrafos sexto y séptimo

Dice el Acta:

- "- *Que en el accidente de extracción de barras de control a potencia, se produce disparo por alta presión en el presionador cuando el retraso introducido es mayor de 6.5 sg.*
- *Que en el accidente de apertura errónea de una válvula de bypass al condensador, se ha comprobado que hasta con un retraso introducido de 20 sg no se activan otros valores de tarado de disparo."*

Comentario:

La evaluación de AREVA abarca hasta un retardo de 20 segundos en la señal de disparo por alta potencia (108%) para ambos transitorios.



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/11/745
Comentarios

Página 4 de 9, párrafo quinto

Dice el Acta:

"- *Que, aunque no hay datos de las barras de [REDACTED] en la base de datos de AREVA, consideran que el caso de las barras con altas liberaciones de gases de fisión está bien recogido por el código [REDACTED].*"

Comentario:

Rogamos se elimine la referencia a la central nuclear alemana que se menciona en este párrafo.

ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/11/745
Comentarios

Página 6 de 9, quinto párrafo

Dice el Acta:

- "- *Que los representantes del TÜV-Nord indicaron que dentro de la base de datos de validación del código termomecánico [REDACTED] se encuentran barras de la central de [REDACTED] que está entre las que tienen mayor amplitud en la señal de flujo neutrónico. Indicaron que datos de liberación de gases de fisión de barras de esta central se encuentran en la referencia "An update on modelling high burnup fuel behavior", [REDACTED], Status of LWR Fuel Development and Design Method, 2006"*

Comentario:

Los representantes del TÜV-Nord indicaron que se evaluó la liberación de gases para combustible de la central que se cita con el código [REDACTED] y que los resultados obtenidos fueron de acuerdo con lo esperado, no que se hubiera usado combustible de la citada central para la validación del código.

Adicionalmente, solicitamos la eliminación de la mención a la central nuclear alemana citada en el párrafo.



ACTA DE INSPECCIÓN CSN/AIN/TRI/11/745
Comentarios

Página 7 de 9, cuarto párrafo

Dice el Acta:

“- Que el diseño nuclear o el cambio de tipo de elementos combustibles no tenían mucha influencia.”

Comentario:

Entendemos que se refiere a la estrategia de recarga y a posibles tipos de elementos combustibles con diferente diseño mecánico o termohidráulico.

DILIGENCIA



En relación con el Acta de Inspección de referencia CSN/AIN/TRI/11/745, de fecha 4 de Febrero de 2011, correspondiente a la inspección a C.N.Trillo, realizada en las oficinas de AREVA en Erlangen el día 10 de Noviembre de 2010 y el día 11 de Noviembre en las oficinas del TÜV-Nord en Hannover (ambas ciudades en Alemania), los Inspectores que la suscriben declaran, con relación a los comentarios formulados en el TRAMITE de la misma:

COMENTARIO:

Comentario general

Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del acta.

Página 3, párrafo sexto

Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del acta.

Página 3, párrafo séptimo

Se acepta el comentario, que no modifica el contenido del acta.

Página 4, párrafo quinto

Se tachará la mención a dicha central en la versión pública del acta.

Página 6, párrafo quinto

Se acepta el primer comentario, que no modifica el contenido del acta. En relación con el segundo comentario, se tachará la mención a dicha central en la versión pública del acta.

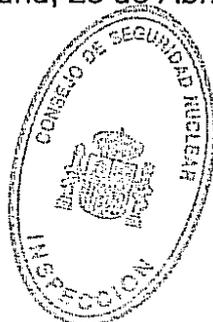
Página 7, párrafo cuarto

Se acepta el comentario.

Madrid, 25 de Abril de 2011

Inspector

Inspector



Inspector

Inspector