

PROPUESTA DE DICTAMEN TECNICO

INFORME DE APRECIACIÓN FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE REFERENCIA SA-V/16-04 REVISIÓN 0, RELATIVA A LA MODIFICACIÓN DE DISEÑO "MIGRACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DIGITAL DEL REACTOR (SCDR) A OVATION" EN LA CN VANDELLÓS II

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitud

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

1.2 Asunto

Solicitud SA-V/16-04 revisión 0 de apreciación favorable de la modificación de diseño relativa a la migración del sistema de control del reactor analógico actualmente implantado (controlado mediante el sistema 7300 de diseño Westinghouse) a un sistema de control digital (SCDR) con tecnología OVATION (ordenador de planta de la CN Vandellós II) de tecnología Westinghouse, y sustitución del sistema MDT-20 de control electromecánico de velocidad de las turbobombas de Agua de Alimentación Principal (TBAAP) por un sistema de protección electrónico de sobrevelocidad.

1.3 Documentos aportados por el Solicitante

Carta de referencia CNV-L-CSN-6346, recibida en el CSN con fecha 29 de abril de 2016 (nº de registro CSN 41935), mediante la que solicita la apreciación favorable del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) de la solicitud de referencia SA-V/16-04 revisión 0, relativa a la modificación de diseño "Migración del sistema de control digital del reactor (SCDR) a OVATION.

Acompañando a la citada solicitud, el titular adjunta la siguiente documentación:

- Informe de referencia DST-2016-057 Rev. 0 "Informe Soporte de Solicitud de Apreciación Favorable de la modificación de diseño "*Migración del SCDR a OVATION y cambio del control de las turbobombas de agua de alimentación principal (TBAAP)*".
- Propuesta de cambio PC-V/L789 al Estudio de Seguridad Revisión 1 "*Digitalización del Sistema de Control Digital del Reactor y cambio TBAAP de CN Vandellós II*".

Documentación complementaria:

Carta de referencia CNV-L-CSN-6401, recibida en el CSN con fecha 8 de agosto de 2016 (nº de registro CSN 43274), "*Consideraciones en cuanto a la velocidad considerada de las TBAAP en el análisis de accidente de Malfuncionamiento de agua de Alimentación principal*".

Carta de referencia CNV-L-CSN- 6429, recibida en el CSN con fecha 21 de octubre de 2016 (nº de registro CSN 44186), "*Información adicional relativa a los análisis de masa y energía MER para el MSLB y control de agua de alimentación en el marco del proyecto del SCDR*".

1.4 Documentos de licencia afectados

Estudio de Seguridad (ES):

- Capítulo 6: Salvaguardias tecnológicas.
- Capítulo 7: Instrumentación y control
- Capítulo 10: Sistemas de vapor y conversión de potencia
- Capítulo 15: Análisis de accidente.

Estos cambios no necesitan autorización de la Administración para su implantación.

2. ANTECEDENTES, OBJETIVO, RAZONES Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

2.1 Antecedentes

El proyecto de digitalización del sistema de control del reactor y cambio del control de las turbobombas de agua de alimentación principal (TBAAP) a los generadores de vapor de CN Vandellós II en operación normal, tiene su origen en la necesidad de solucionar el problema de obsolescencia del sistema de control actual (refª.-MDT-20), encargado de gestionar la velocidad de las TBAAP, así como mejorar la operabilidad y mantenimiento del resto de equipos ligados a los procesos controlados a través del sistema de control W7300.

Otras mejoras que supone la presente modificación de diseño son las siguientes:

- Modernizar la instrumentación de control de las TBAAP, así como sus protecciones.
- Unificar la tecnología utilizada para los sistemas de supervisión y control. Esta unificación permite:
 - La interconectividad entre sistemas dentro de una misma central.
 - Simplificar la gestión de repuestos y optimizar el inventario utilizando componentes comunes e intercambiables entre los sistemas de ambos emplazamientos.
 - Aumentar la capacidad de respuesta del personal de planta ante eventuales anomalías en los sistemas haciendo uso de una mejor interfase hombre máquina.

- Minimizar la carga de trabajo de mantenimientos correctivos en los sistemas analógicos actualmente existentes.
- Mejorar la respuesta del control de nivel de los GGVV.
- Evitar actuaciones espurias haciendo uso de sistemas de selección de mediana calculada a partir de tres señales de una misma variable de proceso.

Por otra parte, aprovechando la incorporación de los nuevos algoritmos para la selección de mediana de la nueva instrumentación digital de caudal de AAP¹, el titular ha presentado una solicitud de autorización para eliminar la parada automática del reactor por bajo nivel de los generadores de vapor coincidente con desequilibrio de caudales vapor / Agua de Alimentación Principal (AAP), ya que con este nuevo diseño de control de las TBAAA, estas señales pueden ser desclasificadas para el operador, desapareciendo así la causa de la parada del reactor por este motivo.

Esta solicitud afecta a las ETF por lo que el titular ha solicitado la aprobación de la Administración presentado la correspondiente propuesta de cambio PC-305. El tratamiento de esta solicitud aunque se incluye en un informe aparte de éste, la fecha de su resolución está ligada a la de la apreciación favorable de la modificación del SCDR. La propuesta de cambio PC-305 ha sido ya informada favorablemente (ver informe CSN/PDT/CNVA2/VA2/1609/321). Escrito del CSN

2.2 Objeto

El objeto de la solicitud SA-V/16-04 revisión 0 es la implantación de la modificación de diseño de ref^a.- PCD V/32083 *“Digitalización del sistema de control del reactor y cambio del control de las TBAAAP de C. N. Vandellós II”* para la sustitución del actual sistema de control analógico del reactor en C.N Vandellós II, implementado mediante la plataforma conocida como sistema W7300 de diseño Westinghouse, por un nuevo sistema de control digital basado en tecnología Ovation, también de Westinghouse. Asimismo se sustituye el sistema de control electromecánico de velocidad de las TBAAAP por otro electrónico y se modifica la estrategia de control del sistema de agua de alimentación.

De acuerdo a la evaluación de seguridad realizada, esta modificación no requiere autorización de la DGPEM en aplicación de la Instrucción del Consejo IS-21 “, pese a verse afectado el capítulo 15 de “Análisis de accidente” del Estudio de Seguridad. Sin embargo, debido a que las pruebas asociadas a esta modificación pueden suponer una interferencia significativa con la operación, se considera necesaria la apreciación favorable por el CSN de acuerdo con lo requerido al respecto en dicha Instrucción.

¹ (Sistema de selección de la mediana MSS – Algoritmo que ordena los valores de caudal medidos de menor a mayor, y la mediana corresponde al valor central en el caso de que el total de valores sea un número impar, y a la media de los dos valores centrales en el caso de que el total de valores sea un número par) contemplados en el diseño del nuevo sistema de control digital.

Al no requerir autorización de la DGPEM la modificación de diseño que motiva los cambios al Estudio de Seguridad que se incluyen la propuesta de cambio PC-V/L789, el titular no ha presentado solicitud de autorización específica de esta propuesta a la DGPEM.

La implantación de ambas modificaciones está prevista para la recarga VR21, que tendrá lugar entre finales de Octubre y primeros de diciembre de 2016

2.3 Descripción y razones de la solicitud

2.3.1 Descripción de la modificación de diseño de referencia PCD V/32083

Alcance de la modificación

La modificación de diseño de referencia PCD V/32083 tiene por objeto la migración del actual sistema de control analógico del reactor, con tecnología Westinghouse 7300, al nuevo sistema de control digital basado en la tecnología OVATION, y modifica el control de la velocidad de las turbobombas de agua de alimentación principal (TBAAP).

OVATION es un sistema distribuido de control, con diseño modular y expandible, que permite cubrir todas las necesidades de supervisión y control necesarias en la industria.

Esta modificación de diseño comprende un gran número de modificaciones derivadas de la implementación de la tecnología digital para el control del reactor. Adicionalmente, la migración de la tecnología incorpora mejoras en el control y monitorización de la central, lo que facilita las acciones del operador.

Se introducen las siguientes modificaciones:

- Instalación del SCDR que incluye el hardware y software asociada y los sistemas y equipos auxiliares
- Modificaciones en campo para llevar las señales al SCDR para el control y/o monitorización
- Modificación de pupitres y cuadros en sala de control para incorporar selectores, registradores y las nuevas estaciones de control del SCDR
- Sustitución del sistema de control de las turbobombas de agua de alimentación principal (TBAAP) por un sistema de control basado en la tecnología OVATION y la sustitución de la parada automática del reactor de tipo mecánico por sobrevelocidad por otro de tipo electrónico.
- Introducción de nuevos transmisores que permitan realizar el cálculo de mediana del valor de proceso.

Adicionalmente, se contempla el traslado de señales anteriormente procesadas en las cabinas de protección del reactor a las cabinas de control digital (SDCR) con motivo de la eliminación del disparo del reactor por desequilibrio de caudales vapor/agua de alimentación y bajo nivel en generador de vapor, y la instalación de nuevos lazos de medida para posibilitar la utilización del algoritmo de selección de mediana en los valores aportados por la instrumentación digital de caudal de vapor y de agua de alimentación.

Diseño de la modificación

En la modificación de diseño PCD V/32083 se han contemplado los siguientes aspectos:

- Se mantiene la calificación sísmica de las cabinas y armarios, así como de los equipos que requieren calificación clase 2/clase 1 (equipos no de seguridad pero que su funcionamiento o incidencias pueden tener impacto en equipos de seguridad).
- Se cumplen los requisitos de diseño respecto a la separación entre sistemas Clase 1E (de seguridad) y No 1E. Se mantiene asimismo la separación entre el sistema de control y el sistema de protección del reactor.
- Los requerimientos de calefacción, ventilación y aire acondicionado del nuevo sistema son menores que los actuales, por lo que no tiene impacto en el sistema de HVAC afectado. La potencia consumida por los nuevos equipos es menor a la actual, estando dentro de los parámetros de diseño del sistema de suministro.
- El diseño del sistema ha sido evaluado, según la RG 1.180, frente a interferencias electromagnéticas, realizándose una comprobación final en el proceso de implementación de la modificación.
- De la revisión de las cargas de fuego no se aumenta la severidad frente a incendios de ningún área de fuego afectadas. De la revisión de las incertidumbres para el nuevo sistema OVATION, se concluye que las incertidumbres actuales son envolventes con la situación futura.

La migración al SCDR y todas las modificaciones relacionadas proporcionan al operador una mejora para el control y la monitorización de Vandellós II, eliminando asimismo cualquier interacción del sistema de control con el sistema de protección del reactor mediante la inclusión del algoritmo de selección de mediana (MSS).

Modificación de la estrategia de control de agua de alimentación a los generadores de vapor.

La modificación del sistema de control de velocidad de las turbobombas es funcionalmente equivalente al actualmente instalado, residiendo la principal diferencia en el control de velocidad de las TBAAP, que pasará a estar controlado por el caudal demandado desde los controladores de agua de alimentación, de la misma forma que las válvulas de AAP, y no como respuesta al nivel de los generadores de vapor como está establecido en el diseño actual. Esta modificación permite una respuesta más rápida de las TBAAP a los transitorios, y adicionalmente el cambio de caudal en las TBAAP irá siempre en la misma dirección que las válvulas de AAP. Con el nuevo sistema, si los generadores de vapor requieren más agua de alimentación, la velocidad de las TBAAP aumentará y las válvulas de control de AAP abrirán más, mientras que con el sistema de control actual es posible tener destomadas condiciones de la central donde la velocidad de las TBAAP disminuye mientras que las válvulas de control de AAP están abriendo.

2.3.2 Pruebas y puesta en servicio

La metodología general en el proceso de pruebas y puesta en servicio consiste en demostrar que el Hardware y Software de la modificación cumplen con los requisitos funcionales y de diseño a través de diferentes pruebas sucesivas que se solapan entre sí. Para ello, se ha establecido un plan de pruebas consistente en la realización de:

- Pruebas de Aplicación de Software (SWIL). FAT Fase 1 (Simulador Westinghouse)
- Pruebas Base quipos y Pruebas I/O. FAT Fase 2 (Fábrica)
- Pruebas FAT de los lazos temporales (Fábrica)
- Pruebas SAT y pruebas funcionales de arranque (En planta)
- Pruebas que suponen una interferencia significativa en la operación

De las pruebas especificadas en la EPF-PCD-V-32083 [ref. 83], existen dos escenarios que, en base a los criterios de las IS-21, se pueden considerar una interferencia significativa en la operación, y por lo tanto es necesario obtener la apreciación favorable del CSN antes de llevar a cabo la modificación. Estas dos pruebas son:

- Prueba de carga de entre un 8% y 10% de potencia desde una condición del 100% de potencia.
 - Condición de planta entre 90% a 100% de Potencia.
 - Rechazo de carga lo más próximo al 10%, evitado que se active el permisivo C7.
- Prueba de Parada Automática de una TBAAP desde 100% de potencia.
 - Condición de planta entre 90% a 100% de Potencia.
 - Supondría una bajada de carga del 30% al 200%/min

2.3.3 Análisis de modo de fallos

El análisis de modos de fallos conjuntamente con el análisis del software (SHA) demuestran que no se generan nuevos modos de fallos con la implementación del SCDR, y aunque fallos del SCDR pueden dar lugar a transitorios o accidentes, el sistema de protección está diseñado de acuerdo al Criterio General de Diseño 20².

El análisis concluye que la modificación planteada no aumenta ni la frecuencia ni la probabilidad de ocurrencia de accidentes y malfunciones analizados en el Estudio de Seguridad.

² Criterio 20. Funciones del sistema de protección.

“El sistema de protección deberá estar diseñado para cumplir las siguientes funciones:

- 1. Iniciar automáticamente la operación de los sistemas necesarios, incluidos los de control de la reactividad, para garantizar que en caso de producirse un suceso operacional previsto no se superan los límites de diseño del combustible.*
- 2. Detectar las condiciones que indican que se ha producido un accidente e iniciar de modo automático la operación de los sistemas y componentes importantes para la seguridad que son requeridos para mitigar sus consecuencias”.*

Tampoco se generan nuevos modos de fallo, por lo que no se crea la posibilidad de iniciadores diferentes a los del sistema de control actual ni se aumentan las consecuencias de los accidentes ya analizados.

2.3.4 Impacto en los análisis de accidente

La principal función del sistema SCDR es el control y monitorización de variables y sistemas de la planta. El SCDR no forma parte de un sistema de seguridad y no se acredita para la mitigación de eventos en ningún análisis de accidente del Estudio de Seguridad.

El ES considera el fallo en el sistema de control como un iniciador, por ejemplo en los sucesos de Condición II y está diseñado de tal manera que un fallo simple no afecte a múltiples funciones del sistema de control, por ello se han distribuido en diferentes controladores las funciones que pudieran afectar a los análisis de seguridad.

En los casos en que múltiples funciones de control se realizan en un mismo controlador, se han evaluado las consecuencias de un fallo, no detectándose ningún escenario nuevo no analizado en el ES.

Las actuaciones automáticas del sistema de control sólo se tienen en cuenta en los análisis de accidentes en los casos que éstas pueda conllevar a transitorios más severos.

La única excepción de afectación a los análisis de accidentes es el nuevo sistema de control digital de AAP, junto con la implementación del sistema de control de velocidad de las TBAAP que afectan a los análisis de accidente no-LOCA. Los escenarios analizados por el titular han sido los siguientes:

- La modificación del sistema de control de velocidad de las TBAAP puede dar lugar a un aumento del caudal de agua de alimentación en caso de fallo del sistema de control, por apertura completa de una válvula de control
- El disparo mecánico por sobrevelocidad de las TBAAP se sustituye por un sistema de protección electrónico de sobrevelocidad, por lo que deben comprobarse los cálculos de caudal en los transitorios de AAP en caso de rotura de línea de vapor principal (SLB)

En la revisión de los análisis de los citados escenarios se ha determinado que en ningún caso, pese a verse afectados alguno de ellos, hay impacto en ningún límite de seguridad, y por lo tanto, esta modificación no requiere autorización de la DGPEM de acuerdo con el resultado de la evaluación realizada.

2.3.5 Propuesta de cambio PC-V/L789 en el Estudio de seguridad

Mediante las pruebas funcionales a realizar se ha verificado la funcionalidad del sistema, simulando unos transitorios de operación esperados, asegurándose que todos los criterios de aceptación se han cumplido y que el sistema de control responde y mantiene de forma estable el control de la central sin la parada automática del reactor, actuando según

diseño, por lo que la modificación no supone cambio alguno en los análisis de los transitorios contemplados en el Estudio de Seguridad afectados.

Adicionalmente, la modificación del sistema de control de agua de alimentación supone afectación a los análisis NO-LOCA por dos vías: el fallo del sistema de nuevo control de las TBAAP, y el disparo por sobrevelocidad de las TBAAP y afectan a los capítulo 15 y 6 respectivamente del ES. .

Las modificaciones al capítulo 15.1.2 del ES - *Funcionamiento anormal del sistema de agua de alimentación principal*, que ocasiona un aumento de caudal del agua de alimentación por apertura completa de una válvula de control, son consecuencia de las modificaciones que conlleva la transición del sistema de control actual del reactor a OVATION. Adicionalmente, se han introducido cambios adicionales debidos al cambio del código termohidráulico de la metodología del código THINC-IV a VIPRE-W utilizados para el diseño de la recarga de combustible de esta central, licenciado recientemente.

En cuanto a la parada automática de tipo mecánico por sobrevelocidad de las TBAAP, en el diseño de la modificación se contempla la sustitución de dicho tipo de protección por la de un sistema de protección electrónico de sobrevelocidad, por lo que deben comprobarse los cálculos de caudal en los transitorios de AAP en caso de rotura de línea de vapor principal (MSLB) incluido en el capítulo 6.2.1.4 del ES -*Análisis de masa y energía liberadas en roturas supuestas de tuberías del secundario dentro de la contención*.

Otros cambios en el ES son los siguientes:

- En el capítulo 7: Instrumentación y control: Se actualizan diversas secciones según los cambios realizados en la modificación de diseño presentada. El cambio más relevante es la modificación en el sistema de control del agua de alimentación principal.
- En el capítulo 10, se introduce el nuevo sistema de control de velocidad de las TBAAP de agua de alimentación principal.
- Se actualizan figuras de acuerdo con la modificación, diagramas de tubería e instrumentación, diagramas lógicos y esquemas unifilares.

3. EVALUACIÓN

3.1 Referencia y título de los informes de evaluación:

- **CSN/IEV/INNU/VA2/1610/731:** Evaluación de la modificación de diseño “Migración del SCDR a OVATION” en CN Vandellós II, en lo referente al cálculo de descargas de masa y energía a la contención y al análisis del accidente de malfuncionamiento del agua de alimentación principal.

- **CSN/IEV/INSI/VA2/1610/736:** Evaluación de la modificación de diseño “Migración del SCDR a OVATION” en CN Vandellós II: impacto en el Análisis de Contención y pruebas a potencia propuestas por el titular.

3.2 Normativa aplicable y criterios de aceptación

Normativa y criterios de aceptación para la evaluación de los análisis de transitorios y accidentes.

3.3.1 Normativa nacional

- Instrucción del Consejo IS-21, de 28 de enero de 2009, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las Centrales Nucleares, modificada por la Resolución de 21 de enero de 2011 del CSN de corrección de errores a la IS-21.
- Instrucción del Consejo IS-26, de 16 de junio de 2010, sobre requisitos básicos de seguridad nuclear aplicables a las instalaciones nucleares.
- Instrucción del Consejo IS-27, de 16 de junio de 2010, sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares.
- Instrucción del Consejo IS-37, de 21 de enero de 2015, sobre análisis de accidentes base de diseño en centrales nucleares.

3.3.2 Normativa del país de origen

- USNRC Standard Review Plan (NUREG-0800): o Sección 6.2.1.4, “Mass and Energy Release Analysis for Postulated Secondary System Pipe Ruptures”, revisión 2, marzo de 2007.

3.3 Resumen de la evaluación

La evaluación realizada ha comprendido los siguientes aspectos:

- △ Realización de las pruebas de puesta en marcha de la modificación (SCDR).
- △ Impacto en los análisis de accidentes NO-LOCA en los siguientes supuestos:
 - Malfunción del sistema de agua de alimentación principal
 - Análisis de la descarga de masa y energía tras MSLB – rotura de línea de vapor principal. Masa de agua descargada a contención.
 - Impacto de la descarga de masa y energía en los parámetros de diseño (temperatura y presión) de la contención.
- △ Cambios propuestos al Estudio de Seguridad

A continuación se exponen los resultados alcanzados en las evaluaciones:

3.3.1 Realización de las pruebas de puesta en marcha de la modificación (SCDR)

La Instrucción de Seguridad IS-21 establece que el titular debe solicitar apreciación favorable al CSN, de aquellas modificaciones que supongan una “interferencia significativa en la operación”, entendiéndose como tal la instalación de la modificación o prueba de la misma que puede provocar un suceso operacional previsto (condición de operación que se desvía de la operación normal).

La evaluación del CSN se ha centrado en la revisión de las pruebas a potencia propuestas por el titular para la modificación de diseño que califica como significativas para la operación. Estas pruebas son las siguientes: la prueba de bajada de carga en escalón del 10 %, y la prueba de disparo de una TBAAP desde plena potencia. La realización de estas pruebas motivan la necesidad de la solicitud de apreciación favorable previa a la realización de las mismas, de acuerdo con la Instrucción del Consejo IS-21 del CSN.

En lo que respecta a la necesidad de efectuar este tipo de pruebas, con alto impacto en la operación, se considera que su realización es en efecto necesaria, al tratarse de pruebas integrales en las que se ponen en juego todos los sistemas de control del primario y secundario afectados por la modificación de diseño (sistemas de control del reactor, sistema de control del agua de alimentación, y en particular el control de velocidad de la TBAAP).

La evaluación del CSN argumenta que los cambios introducidos con la modificación son de gran magnitud, y es necesario comprobar su comportamiento integral en pruebas reales, comparando el resultado obtenido con el comportamiento esperado de los modelos previamente analizados por el titular en el contexto del proyecto.

Se concluye finalmente que las dos pruebas planteadas por el titular para comprobación de la correcta implantación de la modificación de diseño con interferencia significativa en la operación son necesarias y adecuadas al fin previsto. No obstante, y antes del inicio de estas pruebas, se considera necesario que el titular cumpla con los siguientes requisitos:

- En el momento de las pruebas no estará inoperable ni habrá ninguna condición anómala sobre componentes que sean significativos para las condiciones en las que se realizan las pruebas. Asimismo no debe existir ninguna alteración temporal ni ninguna acción derivada de la modificación de diseño que pudiera tener impacto en las pruebas. Cualquier excepción a lo anterior deberá ser adecuadamente justificada y analizada técnicamente por el titular, con objeto de asegurar la seguridad de las pruebas, así como la representatividad de las mismas en las condiciones existentes.
- El titular debe disponer de procedimientos de prueba específicos para la ejecución de estas dos pruebas. Se considera necesario que, además de los pasos a seguir por el turno y de los criterios de aceptación, los procedimientos específicos de prueba identifiquen claramente las actuaciones de contingencia en caso de que la prueba derive en algún transitorio no esperado.

- El personal de turno habrá recibido formación teórica y práctica en simulador sobre los cambios introducidos por la modificación de diseño del SCDR y sistema de control del Agua de Alimentación Principal. En particular, y en lo que compete a las pruebas, se considera necesario que el turno de operación que tenga que hacer las pruebas reciba las necesarias sesiones de entrenamiento en simulador en la que se practiquen los transitorios con y sin disparo del reactor.
- Adicionalmente, y en base a la experiencia de la pruebas similares realizadas en CN Ascó con asistencia del CSN, los procedimientos de prueba deben identificar claramente:
 - El orden de acciones a seguir por el personal de operación, con las observaciones o matizaciones necesarias en aquellos casos que el orden pueda ser alterado realizando simultánea o anticipadamente alguna acción.
 - Para la prueba de escalón del 10 % de potencia, el procedimiento de prueba deberá dejar claramente establecida la condición inicial de partida relativa a la realimentación de potencia del alternador (realimentación de MW), el intervalo de potencia permitido para la bajada en escalón, y los criterios de aceptación en cuanto a la actuación del “*Steam Dump*” durante la prueba.

Estos aspectos serán comunicados al titular mediante la carta CSN/C/DSN/VA2/16/57.

3.3.2 Impacto de la modificación en los análisis de transitorios y accidentes NO-LOCA

1 Malfunción del sistema de agua de alimentación principal (AAP)

El suceso analizado en el capítulo 15.1.2 del ES “Funcionamiento anormal del sistema de agua de alimentación que ocasiona un aumento de caudal de agua de alimentación”, en adelante MFW, contempla:

- CASO 1: Apertura completa de una válvula de control a plena potencia que da lugar a un aumento de caudal de agua de alimentación a un generador de vapor.
- CASO 2: Apertura accidental de una válvula de control con el reactor justamente crítico y cero potencia, que da lugar a un aumento de caudal de agua de alimentación a un generador de vapor.

La apertura total de una válvula de control produce un aumento del caudal de AAP a uno de los GV. Como consecuencia, se produce un aumento de la evacuación de calor en el GV afectado, y un descenso en la temperatura del primario con aumento de la reactividad y, por consiguiente de la potencia nuclear, por el efecto del coeficiente de reactividad de potencia. El aumento de potencia producirá, a su vez, un aumento de la temperatura del refrigerante.

La evaluación del CSN ha revisado el análisis del titular, alcanzado las siguientes conclusiones:

- Δ La metodología de análisis del accidente de malfuncionamiento de agua de alimentación principal no ha cambiado. Los códigos que se utilizan para el análisis del accidente, y en particular el código LOFTRAN y VIPRE (que calculan el CLEN y el flujo calorífico) están homologados y aceptados para su uso en este tipo de análisis de este accidente.
- Δ Para el caso 1 antes mencionado, el propósito principal del análisis es demostrar que se cumplen los criterios de diseño para transitorios de condición II, esto es el cumplimiento del CLEN o DNBR "*Departure from Nucleate Boiling Rate*" y *flujo calorífico crítico*, límites que marcan la salida del régimen de ebullición nucleada – régimen óptimo de transferencia de calor entre vaina del elemento combustible y refrigerante.

Los resultados de CLEN y de máximo flujo calorífico calculados para la modificación propuesta son peores que los obtenidos en el análisis vigente; es decir, se pierde margen de seguridad. Pero los resultados siguen cumpliendo los criterios reguladores de aceptación, es decir:

- El CLEN calculado está por encima del CLEN límite de análisis de seguridad, tanto para combustible MAEF+IFM como OFA
- - No se supera en ningún caso el límite de sobrepotencia (flujo calorífico < 120%).

La evaluación del CSN considera que la reducción de márgenes obtenida es aceptable y, por tanto, que los resultados del nuevo análisis del accidente de malfuncionamiento de agua de alimentación principal son aceptables.

- Δ En el caso 2 mencionado, el análisis realizado por el titular a cero potencia ha partido de las mismas condiciones que el análisis vigente del ES, esto es, una temperatura del agua de alimentación conservadoramente baja de 0°C (32°F).

Del análisis realizado por el titular se ha obtenido una máxima velocidad de inserción de reactividad durante el ascenso de reactividad, ligeramente mayor que el obtenido en el análisis vigente del ES. Estos valores superan al valor supuesto en el accidente de "Retirada incontrolada de un grupo de barras de control desde un estado subcrítico o arranque en baja potencia" del ES. No obstante, si se consideran las condiciones de operación en las que se ha realizado el análisis de este accidente, tres bombas de refrigerante funcionando en lugar de las dos bombas con que se analiza el accidente del ES, se comprueba que las consecuencias son menos limitantes que la del análisis actualmente vigente, y por lo tanto, el análisis presentado queda cubierto por el análisis que está incluido en el ES.

La evaluación del CSN considera aceptable este análisis del titular.

- 2 Análisis de la descarga de masa y energía tras MSLB. Cálculo de la masa de agua descargada en contención en caso de MSLB

Como consecuencia de la presente modificación de diseño, se revisa el escenario para el evento de rotura de la línea de vapor principal, capítulo 6.2.1.4.3 “Datos de descarga de masa y energía” y capítulo 15.1.5 “Espectro de fallos de la tubería del sistema de vapor dentro y fuera de la contención” del Estudio de Seguridad.

En el supuesto de producirse una rotura de una línea de vapor principal, se producirá una apertura al 100% de su válvula de control de agua de alimentación principal, y asimismo se abrirá 100 % su válvula de bypass (máxima cantidad de agua inyectada a los generadores de vapor-GV). Se analiza por tanto la masa de agua de alimentación aportada a los GV durante el transitorio desde que se produce la rotura de la línea de vapor principal hasta que se aíslan las líneas de agua de alimentación.

Al igual que en el suceso de malfuncionamiento del agua de alimentación principal, la apertura al 100% de la válvula de control supondrá la demanda a alto caudal de ambas bombas de agua de alimentación principal, traduciéndose en una demanda de velocidad. En este supuesto, las TBAAP se posicionarán al 100% de demanda de velocidad

El titular, sin embargo, para el análisis de descarga de masa y energía a la contención (y en último término, para la evaluación del impacto al análisis de contención), ha considerado en los análisis como hipótesis de máxima velocidad de las TBAAP la correspondiente al disparo por sobrevelocidad, 6358 rpm, valor que se considera correcto de acuerdo con la normativa de referencia aplicable.

La nueva hipótesis de velocidad para este equipo supone reevaluar el transitorio hidráulico que se produce en caso de accidente MSLB, para determinar la entrada adicional de agua de alimentación a los generadores de vapor hasta el aislamiento del sistema.

El titular calcula la masa de agua introducida en el GV afectado para la rotura de la línea de vapor principal para distintas potencias: 100%, 70%, 30% y 0%.

De los resultados obtenidos, se observa, que si bien aumenta la masa de agua aportada a los GV, y se ve afectado ligeramente el análisis Masa&Energía respecto a la última modificación evaluada (proyecto del mini-aumento de la potencia térmica el núcleo), los valores obtenidos continúan siendo inferiores a los establecidos en el ES.

La evaluación del CSN ha revisado el análisis de descarga de masa y energía a la contención en caso de MLB y ha concluido que la metodología es la homologada para el caso y por tanto aceptable. Asimismo, ha verificado que los resultados que la descarga de masa y energía quedan cubiertos por el análisis vigente del ES, y por tanto son igualmente aceptables.

3 Análisis descarga de masa y energía tras MSLB. Impacto de la descarga de masa y energía en los parámetros de diseño de la contención

La evaluación del CSN ha valorado el impacto de la nueva hipótesis de velocidad de las TBAAP en el análisis de contención de la CN Vandellós II. Un mayor valor de velocidad de las TBAAP considerado en los cálculos, supone mayor masa de agua introducida en los Generadores de Vapor, que conlleva a su vez mayores descargas de masa y energía a la contención. A priori, unos valores de descargas mayores incrementarían los valores pico de presión y temperatura alcanzados en caso de accidente MSLB.

De la revisión del transitorio hidráulico de agua de alimentación a los generadores de vapor en caso de accidente MSLB efectuado por el titular, se deriva el hecho de que la modificación de diseño del *SCDR – FW Control* de velocidad de las TBAAP, solamente tiene impacto en el cálculo de la presión máxima por MSLB, por ser el escenario limitante para esta variable el de rotura grande, "*Large Doubled Ended Rupture*" (LDER), al 0 % de potencia.

En la CN Vandellós II, el accidente MSLB es el escenario límite para la temperatura pico de la contención. En particular, el caso de rotura limitante para este variable, es el correspondiente a la rotura parcial (SPLIT) al 30 % de potencia. La rotura tipo SPLIT entra dentro de la categoría de roturas "pequeñas" y no es necesario evaluarla mediante el cálculo del transitorio de agua de alimentación.

Por lo expuesto anteriormente, la evaluación del CSN concluye en este punto que la modificación de diseño del *SCDR & FW Control* no tiene impacto en la temperatura pico de contención de CN Vandellós II.

En lo que respecta a la presión pico de contención, en CN Vandellós II es el accidente LOCA el que condiciona los mayores valores alcanzados. Según figura en el Estudio de Seguridad el caso limitante para la presión pico es el caso correspondiente a una rotura en guillotina en la aspiración de la bomba del refrigerante del reactor con inyección mínima de seguridad y formación de espuma. Este caso fue reevaluado durante el "*Up-rating*" (mini aumento de potencia licenciado), manteniéndose como caso limitante con una presión pico de contención de 43,8 psi (escenario del LOCA).

Debido a que la modificación de diseño del *SCDR & FW Control* sí afecta al valor de presión máxima en contención por MSLB, podría plantearse la duda de si el incremento en el valor de presión máxima por MSLB pudiera suponer una presión final superior al valor de presión máxima arrojado por el escenario LOCA.

En el Estudio de Seguridad figura que la presión alcanzada para la rotura grande del línea de vapor con separación de extremos, al 0 % de potencia es 56 psia, o en términos relativos, 41,4 psi.

Aunque el titular no ha realizado un cálculo formal de la nueva presión pico en la contención con los valores revisados de descargas de masa y energía a la contención, sí ha procedido a evaluar el incremento en la presión pico, en base a la documentación

interna de Westinghouse. De esta evaluación se deriva un incremento de la presión pico, de aproximadamente 1 psi (hoja 89 del documento DST 2016-057).

Con este incremento de presión, el valor de presión máxima obtenida en el escenario MSLB seguiría siendo inferior a la del escenario LOCA.

La evaluación del CSN ha revisado los análisis del titular y los ha encontrado aceptables al ser coherentes con los criterios de aceptación adoptados.

3.3.3 Cambios propuestos al Estudio de Seguridad

La evaluación del CSN ha identificado que el único cambio propuesto por el titular para el capítulo 6 consiste en la inclusión en el capítulo 6.2 de una referencia adicional al documento WB-SSE-15-080.

Este documento recoge el análisis realizado por Westinghouse de las nuevas descargas de masa y energía a la contención, en caso de MSLB en el contexto de la modificación de diseño del SCDR y FW Control.

En lo que respecta a la evaluación se concluye que la nueva referencia propuesta por el titular es adecuada, pero se estima que es insuficiente en cuanto a la información que el Estudio de Seguridad debe contener sobre los análisis de masa y energía realizados y en último término su impacto en los análisis de contención.

En este sentido, el Estudio de Seguridad debería completarse con los siguientes aspectos, de acuerdo con las directrices aportadas por la IS-37:

- El capítulo 6 del Estudio de Seguridad deberá contener mención explícita de las distintas evaluaciones de las descargas de masa y energía realizadas desde el Uprating, comentando de forma más o menos breve los principales aspectos de la misma y referenciando convenientemente al documento de desarrollo.
- En particular, para el presente proyecto de modificación del SCDR y Control del Agua de Alimentación, el titular deberá ampliar la información a incluir al Estudio de Seguridad explicando, al menos, cuál ha sido el caso de MSLB afectado, las hipótesis modificadas, referencia al nuevo análisis del transitorio hidráulico realizado con FATHOM y cálculos con LOFTRAN, y una breve mención a los resultados obtenidos.

Estas acciones serán requeridas mediante carta CSN/C/DSN/VA2/16/57

3.4 Deficiencias de evaluación: NO

3.5 Discrepancias respecto de lo solicitado: NO

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone la apreciación favorable de la solicitud SA-V/16-04, revisión 0, "Modificación de diseño "Migración del SCDR a OVATION"", que comprende la digitalización del sistema de control analógico y cambio del control de velocidad de las turbobombas de agua de alimentación principal de CN Vandellós.

En el Anexo I se incluye el escrito de apreciación favorable de la solicitud SA-V/16-04, revisión 0.

En el Anexo II se incluye la carta CSN/C/DSN/VA2/16/57.

Aceptación de lo solicitado: SI

Requerimientos del CSN: NO

Compromisos del titular: NO

Recomendaciones: NO