

## PROPUESTA DE DICTAMEN TECNICO

### PROPUESTA DE APRECIACIÓN FAVORABLE DE LA SOLICITUD DE INSTALACIÓN DE RECOMBINADORES PASIVOS AUTOCATALÍTICOS (PAR) DE HIDRÓGENO EN LA CONTENCIÓN DE CN ASCÓ I Y CN ASCÓ II

#### 1. IDENTIFICACIÓN

##### 1.1 Solicitud

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

##### 1.2 Asunto

Solicitudes de apreciación favorable de las modificaciones de diseño SA-A1/15-02, rev.0, para la instalación de recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) de hidrógeno en la contención de CN Ascó I, durante la parada de recarga 24 de octubre 2015, y solicitud de apreciación favorable SA-A2/15-02, rev.0, para la instalación de PAR en la contención de CN Ascó II, durante la parada de recarga 23 de abril 2016, formuladas de acuerdo con la carta del CSN de referencia CSN/C/DSN/AS0/14/44 "CN Ascó: Licenciamiento de modificaciones de diseño para cumplimiento de la ITC post Fukushima".

##### 1.3 Documentos aportados por el Solicitante

Carta de referencia CSN/DST-L-CSN-3291 "CN. Ascó: Solicitud de Apreciación favorable SA-A1/15-02 *Recombinadores Pasivos Autocatalíticos* en CN Ascó I", con nº de registro de entrada CSN 7176, de fecha 27 de abril de 2015, acompañada del informe de ref. DST 2015-033, rev. 0 y de la propuesta de cambio del Estudio de Seguridad (ES) PC-1/L532, rev. 0, asociada a la solicitud y carta de referencia CSN/DST-L-CSN-3372 "CN. Ascó: Solicitud de Apreciación favorable SA-A2/15-02 *Recombinadores Pasivos Autocatalíticos* en CN Ascó II", con nº de registro de entrada CSN 43555, de fecha 7 de octubre de 2015, acompañada del informe de ref. DST 2015-177, rev. 0 y de la propuesta de cambio del Estudio de Seguridad PC-2/L515, rev. 0, asociada a la solicitud.

##### 1.4 Documentos de licencia afectados

Estudio de Seguridad:

Sección 6.2.5 Control de gas combustible en la contención  
Figuras: 1.2-9, 1.2-10, 1.2-12, 1.2-13, 1.2-14 y 6.2-52

## **2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA**

### **2.1 Antecedentes**

El Consejo de Seguridad Nuclear mediante la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) de referencia CSN/C/SG/AS0/12/01 “Instrucción Técnica complementaria a CN Ascó en relación con los resultados de las “pruebas de resistencia” realizadas por las centrales nucleares españolas”, de marzo 2012, requiere la implantación de un sistema de control de hidrógeno en contención mediante recombinadores pasivos autocatalíticos (PAR) en las centrales nucleares de Ascó I y Ascó II.

En la citada ITC se solicitaba al titular la presentación, antes del 31 de diciembre del 2013, de un estudio de ingeniería en el que se especifique el número y la ubicación de los PAR en contención. En respuesta a la solicitud, el titular elaboró el informe referencia DST 2013-322 “CN. Ascó: Estudio de ingeniería para determinar el número y la ubicación de los recombinadores pasivos de hidrógeno en la contención como sistema de control de hidrógeno en contención”, de diciembre 2013, que fue remitido al CSN mediante la carta de referencia ANA/DST-L-CSN-3035 “C.N. Ascó: Fukushima: punto 4.2.3.i de la ITC-3. Envío del estudio de los recombinadores pasivos de hidrógeno”, de diciembre 2013.

Posteriormente, el CSN emitió la ITC Adaptada de referencia CSN/ITC/SG/AS0/14/01 “Instrucción Técnica complementaria en relación con la adaptación de las ITC post-Fukushima de CN Ascó”, de abril 2014, requiriendo la instalación del mencionado sistema de control de hidrógeno antes del 31 de diciembre 2016, con lo cual a fin de cumplir con estos requisitos, los PAR de CN Ascó I se instalarán durante la recarga 24 de fecha 31 de octubre 2015 y los de CN Ascó II durante la recarga 23 de fecha 23 de abril 2016.

Por último, en la carta de referencia CSN/C/DSN/AS0/14/44 “CN Ascó: Licenciamiento de modificaciones de diseño para cumplimiento de la ITC post Fukushima”, el CSN indica al titular que considera necesario someter esta modificación de diseño a un proceso específico de Apreciación Favorable, antes de la puesta en servicio, para asegurar el cumplimiento de los criterios establecidos para ella.

### **2.2 Razones de la solicitud**

El objeto de esta solicitud es obtener la apreciación favorable del cambio de diseño consistente en la instalación de los recombinadores pasivos autocatalíticos (PAR) de hidrógeno en la contención de la CN Ascó I durante la parada de recarga 24 de octubre 2015 y en la unidad II durante la parada de recarga 23 de abril 2016, de acuerdo con la carta enviada por el CSN de referencia CSN/C/DSN/AS0/14/44.

### **2.3 Descripción del cambio propuesto**

La función de diseño de los PAR es reducir la concentración de gases combustibles mediante la recombinación del hidrógeno con oxígeno para limitar la ocurrencia de deflagraciones y detonaciones de gases combustibles que pudieran llegar a producirse en escenarios de

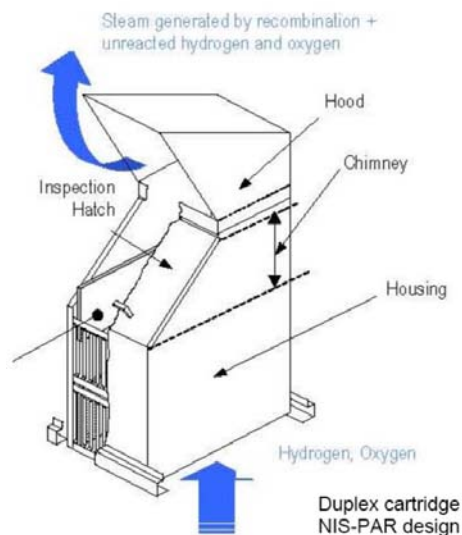
accidentes severos. De esta forma se contribuye al mantenimiento de la capacidad estructural de la contención y se minimizan las liberaciones de productos de fisión al exterior.

Los PAR que se instalarán en el edificio de contención son equipos adicionales al sistema de control de hidrógeno instalado actualmente. La modificación no altera los recombinadores de hidrógeno Clase 1E existentes ni los equipos auxiliares utilizados en el sistema de control de hidrógeno de contención. Los PAR complementan los equipos existentes y proporcionan un incremento de la defensa en profundidad para escenarios accidentales más allá de las Bases de Diseño (BDBA).

Estos nuevos recombinadores, modelo NIS-PAR-88, son equipos simples y pasivos, de modo que su funcionamiento no depende de ningún elemento exterior (ni alimentación eléctrica), son completamente autónomos e independientes.

Actúan frente a la presencia de hidrógeno, monóxido de carbono y oxígeno. Estos equipos están compuestos por una carcasa de acero inoxidable que contiene el material catalizador y, a su vez, cumple con la función de estructura. El equipo está abierto tanto en la parte inferior como la parte superior y se extiende por encima de la elevación del catalizador con el fin de proporcionar una chimenea para producir un tiro adicional y mejorar la eficiencia y capacidad de ventilación del dispositivo. Durante su funcionamiento, el aire dentro del recombinador se calienta por el proceso de recombinación, provocando que se eleve por convección natural.

En el esquema de la siguiente figura se recoge el principio de funcionamiento de un NIS-PAR con sus componentes principales



Los PAR van instalados sobre soportes formados por perfiles metálicos, anclados a las estructuras mediante pernos en el caso de ir instalados sobre muro, o soldados si van sobre estructuras metálicas. El modelo NIS-PAR-88 está formado por parejas del modelo NIS-PAR-44, que se instalan en cada ubicación, comparten en ocasiones una misma estructura de apoyo, estando en otros situados el uno cerca del otro, pero en estructuras diferentes, condicionado por las limitaciones de espacio de ciertas localizaciones. A modo de ejemplo,

en la siguiente figura se puede ver un PAR instalado sobre soporte y anclado mediante pernos sobre un muro (ejemplo tomado de otra planta).



Para determinar el número de PAR requeridos, así como su ubicación, Ascó ha realizado los correspondientes cálculos de tasa de generación de gases combustibles en los escenarios de accidente severo utilizando el código MAAP 4.0.7. El resultado envolvente, para todos los casos, es un número de 21 PAR, requeridos. Adicionalmente se incluye un recombinador más. Esto hace que el total de recombinadores a instalar sea de 22 unidades NIS-PAR-88, distribuidas en ocho compartimentos en CN Ascó I y otras 22 unidades en CN Ascó II.

El número y distribución de PAR en contención de acuerdo al modelo de análisis de accidentes severos es el siguiente:

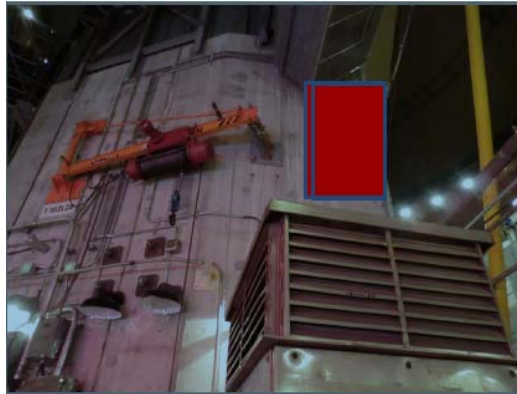
<b><i>Ubicación en contención</i></b>	<b><i>Número NIS-PAR-88 requeridos</i></b>	<b><i>Número NIS-PAR-88 a instalar</i></b>
Compartimento inferior	3	3
Compartimento superior	9	10
Compartimento anular	3	3
Generador de Vapor A	1	1
Generador de Vapor B	1	1
Generador de Vapor C	1	1
Presionador	1	1
Domo	2	2

Para seleccionar la ubicación de los PAR, ANAV ha distribuido los recombinadores de forma proporcional a los nodos considerados en MAAP, por considerar que la concentración de hidrógeno en la contención es homogénea. Durante los recorridos por planta, se han identificado las ubicaciones definitivas de los PAR en base a los siguientes criterios:

- No deben dificultar los trabajos de recarga
- Deben estar accesibles para mantenimiento e instalación
- Estarán situados alejados de potenciales roturas de líneas de alta energía

- No irán soldados al revestimiento de hermeticidad de la contención (liner).
- No se instalarán por debajo de la cota de inundación

A modo de ejemplo en la siguiente figura se muestra la propuesta de montaje del recombinador ubicado por encima del actual recombinador eléctrico en la pared exterior del Generador de Vapor C.



La instalación de los PAR se realizará mediante la modificación de diseño PCD-1/32686 en CN Ascó I y PCD-2/32686 en CN Ascó II.

El alcance de ambas modificaciones de diseño es idéntico. Únicamente, existen diferencias en algunas ubicaciones específicas debido a que el diseño de las contenciones son similares pero no idénticas, lo cual no impacta en el desarrollo del paquete de cambio de diseño y en la instalación de la modificación en las respectivas paradas por recarga.

La instalación de los PAR afecta al Estudio de Seguridad de CN Ascó. Las propuestas de cambio al Estudio de Seguridad PC-1/L532 y PC-2/L515 se adjuntan a la solicitud. Los capítulos afectados son los siguientes: Sección 6.2.5 Control de gas combustible en la contención y Figuras: 1.2-9, 1.2-10, 1.2-12, 1.2-13, 1.2-14 y 6.2-52

### 3. EVALUACIÓN

#### 3.1 Referencia y título de los informes de evaluación:

- CSN/IEV/INSI/AS0/1510/811: "CN Ascó. Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la Modificación de Diseño de la Instalación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos"
- CSN/IEV/INSI/AS0/1510/811, revision 1: "CN Ascó. Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la Modificación de Diseño de la Instalación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos"
- CSN/IEV/INSI/AS0/1510/811, revision 2: "CN Ascó. Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la Modificación de Diseño de la Instalación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos"

### 3.2 Resumen de la evaluación

La evaluación de los cambios propuestos por el titular se ha realizado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

- Instrucción del CSN IS-21, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares, enero 2009.
- Instrucción del CSN IS-36, sobre procedimientos de operación de emergencia y gestión de accidentes severos en centrales nucleares, enero de 2015.
- CSN/ITC/SG/AS0/12/01, Instrucción Técnica Complementaria a CN Ascó en relación con los resultados de las pruebas de resistencia realizadas por las centrales nucleares españolas, de 15 de marzo de 2012 (ITC-3).
- CSN/ITC/SG/AS0/14/01, Instrucción Técnica Complementaria en relación con la adaptación de las ITC post-Fukushima de CN Ascó, de 11 de abril de 2014 (ITC Adaptada).

Criterios de aceptación:

- Anexo 3 de las “Criterios de evaluación a considerar en las modificaciones de diseño post Fukushima”. Acta de Pleno nº 1297. Diciembre 2013.

La evaluación contenida en este IEV se basa fundamentalmente en el cumplimiento con dichos criterios de evaluación, teniendo en cuenta lo expuesto a continuación.

El criterio 6.2 de dicho anexo 3 (aplicable a los PAR) dice lo siguiente:

*El sistema de PAR (eficiencia de recombinación de cada unidad, número y distribución) deberá ser capaz de limitar las concentraciones de hidrógeno en contención durante las diferentes fases del accidente severo de modo que se elimine la posibilidad de que se produzcan deflagraciones o detonaciones que pongan en peligro la integridad de la contención.*

De acuerdo con los resultados de evaluaciones previas, los evaluadores consideran que no es posible que durante el accidente severo “se elimine la posibilidad de que se produzcan deflagraciones o detonaciones que pongan en peligro la integridad de la contención” mediante un sistema de PAR, ya que las tasas de recombinación pueden ser más lentas que las tasas de liberación durante determinados instantes del accidente.

Por tanto, teniendo en cuenta que no es posible eliminar completamente los riesgos derivados de detonaciones o deflagraciones en accidente severo, la evaluación ha considerado como criterio razonable que el titular justifique que el sistema de PAR está diseñado para reducir tanto como sea posible la concentración de H<sub>2</sub> y CO mediante el uso de recombinadores.

Esta interpretación de la evaluación coincide con lo establecido en el artículo 5.2 de la Instrucción del CSN IS-36 sobre POEs y GAS.

- Adicionalmente se ha utilizado el siguiente documento como referencia técnica: IAEA-TECDOC-1661 "Mitigation of hydrogen Hazards in Severe Accidents in Nuclear Power Plants" de julio de 2011.

### 3.2.1 Cumplimiento con los criterios para la evaluación del diseño de los PAR

#### 3.2.1.1 Aspectos relacionados con el diseño funcional

Los criterios utilizados por el titular para el dimensionamiento y ubicación de los PAR, son los siguientes:

- Evitar concentraciones de gases combustibles que puedan dar lugar a la transición de deflagración a detonación. Numéricamente se ha considerado que la concentración conjunta de los gases combustibles ( $H_2 + CO$ ) debe ser menor del 10% si se dan condiciones de inflamabilidad.
- Evitar el riesgo de sobrepresurización de la contención por deflagraciones. Para ello, el titular ha establecido el criterio de que no se alcance la presión en contención correspondiente a una probabilidad de fallo del 5%, según la curva de fragilidad de la contención. El titular ha estimado este criterio de aceptación suponiendo una combustión adiabática e isocórica completa (AICC) del  $H_2$  y del  $CO$ .

La evaluación considera que siempre que no se den condiciones de aceleración de llama es razonable que el titular considere una combustión de tipo AICC para calcular la presión en contención. No obstante, ANAV deberá establecer un criterio de aceptación, en términos de concentración de hidrógeno, que permita descartar condiciones de aceleración de llama. Este aspecto se desarrolla a continuación.

Para que la concentración de gases combustibles ( $H_2 + CO$ ) no exceda el 10% en ninguno de los compartimentos de la contención analizados con MAAP, el titular utiliza como referencia el informe de la Agencia de la Energía Nuclear NEA/CSNI/R(2000)7 "Flame acceleration and deflagration-to-detonation transition in nuclear safety", agosto 2000. Según el titular, este documento es considerado la mejor referencia y además el propio IAEA-TECDOC-1661 la utiliza como fuente principal.

Los límites para la aceleración de llama para mezclas de hidrógeno, aire y vapor a 375 °K y 1 atm., consideran que la concentración de hidrógeno está en condiciones secas mientras que en su análisis el titular ha utilizado concentraciones en húmedo.

Para que la conclusión del titular esté de acuerdo con lo indicado en el IAEA-TECDOC-1661, ANAV debería utilizar las concentraciones de  $H_2$  de sus cálculos en condiciones secas o utilizar un criterio más limitante en condiciones húmedas.

El IAEA-TECDOC-1661 señala que para concentraciones de hidrógeno superiores al 8%, las llamas podrían acelerarse y la presión AICC podría no ser un valor limitante.

Por este motivo se considera necesario que ANAV o bien utilice las concentraciones de  $H_2$  y  $CO$  de sus cálculos en condiciones secas para comparar con el criterio del 10% o bien utilice un criterio más limitante en condiciones húmedas. Este criterio se deberá aplicar, tanto en los cálculos que se requieren en el apartado 3.2.2.2 Códigos de cálculo seleccionados, como

en los escenarios más limitantes en lo que respecta al número de PAR y que soportan su solicitud de apreciación favorable.

Además, como resultado de los cálculos adicionales solicitados en el apartado 3.2.2, podrían potencialmente identificarse concentraciones locales de gases inflamables, superiores a las establecidas en los criterios de aceptación. En caso de darse esta circunstancia, en coherencia con lo indicado en los criterios de aceptación del apartado 3.2, ANAV deberá estimar si un mayor número de PAR (u otro tipo de medidas) sería capaz de reducir dichas concentraciones locales de gases inflamables.

### **3.2.1.2 Aspectos relacionados con la calificación**

ANAV han considerado los siguientes criterios de calificación sísmica de los PAR:

- Los PAR deberán estar diseñados y soportados sísmicamente según estándares y normas de la industria nuclear de acuerdo con la base de diseño de la instalación (SSE) y considerando el margen adicional analizado en el proceso de las pruebas de resistencia.
- Los PAR deberán ser capaces de soportar los sucesos externos o internos, incluyendo los analizados en los procesos de las pruebas de resistencia, manteniendo su funcionalidad.
- Los PAR deberán ser capaces de soportar en funcionamiento las condiciones ambientales previstas en las situaciones postuladas en los procesos de pruebas de resistencia, manteniendo su funcionalidad durante el tiempo que sea requerido.
- Los PAR deberán ser capaces de desempeñar su función bajo condiciones de accidente severo (altas temperaturas, altas tasas de dosis, atmósferas saturadas de vapor o con altos contenidos de humedad y presencia de aerosoles en la atmósfera de la contención)

En relación con los criterios de calificación anteriores, ANAV indica que el diseño de los PAR ha pasado un programa de calificación que incluye pruebas y ensayos reales en condiciones de DBA y de BDBA. El programa de calificación se ha llevado a cabo sobre un modelo genérico NIS-PAR-44KKH que es envolvente para el modelo de PAR suministrado a ANAV.

Como resultado de las pruebas, ANAV concluye que:

- Los PAR están calificados para funcionar dentro de un rango de entre el 0,5 y 10% de concentración de hidrógeno (en base húmeda). Los equipos están protegidos ante la actuación del rociado de la contención, no reduciendo su efectividad con la presencia de fosfato trisódico o ácido bórico.
- Los PAR no están afectados por el envejecimiento y por su diseño están protegidos de la humedad y del agua.



- Las estructuras, sistemas y componentes suministradas para el sistema de PAR son de categoría sísmica 1 y están diseñadas para soportar el terremoto de parada segura (SSE).
- Se ha demostrado la capacidad de los PAR para soportar cargas sísmicas con una aceleración a nivel de suelo de 0,3g.

En lo que respecta a la ubicación y al efecto de otros elementos sobre los PAR (por ejemplo la rotura de tuberías), según ANAV, la situación de los PAR en contención ha sido estudiada para que ningún recombinedor se instale en la trayectoria de los chorros producidos por la rotura de líneas de alta energía. En concreto, el titular ha prestado especial atención a aquellos PAR que se sitúan en los cubículos de los generadores de vapor, debido a la cercanía de las líneas de vapor y de agua de alimentación.

Si bien la evaluación del CSN se ha limitado a verificar que el titular ha realizado la calificación sísmica y ambiental de los PAR y no ha valorado en detalle los aspectos relacionados con la calificación sísmica, considera que con la información suministrada por ANAV, este punto está razonablemente cumplido. Se podrán llevar a cabo comprobaciones adicionales en el marco del proceso de supervisión del CSN.

### **3.2.2 Cálculos para determinar el número y ubicación de los PAR**

- a) Para determinar el número de recombinedores a instalar en las contenciones de CN Ascó I y II, ANAV ha calculado con MAAP tanto la concentración de  $H_2 + CO$  como la presión AICC.

El código MAAP presenta incertidumbres elevadas tanto para la generación de gases combustibles durante el accidente severo como para su distribución en la contención. Para acotar la incertidumbre asociada tanto a la fenomenología como al código de cálculo, ANAV ha definido un conjunto de análisis de sensibilidad a ciertas variables del código con objeto de estudiar su efecto sobre la generación de gases combustibles.

La evaluación considera adecuados este tipo de análisis para acotar las incertidumbres relativas a la selección de secuencias y a la generación de hidrógeno, sin embargo estos análisis de sensibilidad no son capaces de suplir las carencias del código en lo que respecta a la distribución del hidrógeno en la contención, como se indicó en el apartado 3.2.1.1 anterior (concentraciones locales).

El titular utiliza en sus cálculos el modelo SIMAPS para la tasa de recombinación. Sin embargo, según lo indicado por él mismo en el documento WENX-13-49, este modelo sobreestima la tasa de recombinación en un 5%, con respecto a los valores experimentales, cuando la concentración de  $O_2$  está por encima del 6%. Esto implica que el cálculo realizado por el titular es no conservador en este aspecto, pudiendo implicar un error en el dimensionado del sistema de hasta un PAR.

A este respecto, ANAV debe realizar un análisis de la influencia sobre el dimensionado del sistema de PAR de la sobreestimación de la tasa de recombinación introducida por el

modelo SIMAPS. Esta corrección se deberá aplicar, tanto a los cálculos que se requieren en el apartado 3.2.2.2 Códigos de cálculo seleccionados, como en los escenarios más limitantes en lo que respecta al número de PAR y que soportan su solicitud de apreciación favorable.

- b) La homogeneidad de la atmósfera de la contención depende de la ubicación de la descarga de hidrógeno, ya que la emisión desde puntos altos favorece la estratificación. Este hecho afecta a la ubicación de los PAR.

En relación con este aspecto, ANAV ha descartado liberaciones en las partes altas del presionador a la contención por consideraciones cualitativas previas: una descarga de las válvulas de alivio y seguridad iría al tanque de alivio del presionador, que se encuentra en un recinto abierto lateralmente pero bajo techo, por lo que habían considerado que se produciría la homogeneización de los gases liberados. Adicionalmente, ANAV no ha considerado la rotura de estas líneas por ser de poca longitud con baja probabilidad de rotura. En relación con lo anterior cabe indicar lo siguiente:

- b.1) La primera afirmación del titular (homogeneización de los gases liberados desde el tanque de alivio del presionador) no está basada en ningún cálculo.

Se considera necesario que ANAV analice el efecto de la muy probable apertura del disco de ruptura del tanque (que conllevaría una descarga de hidrógeno) mediante cálculos adicionales utilizando códigos 3D capaces de modelar este tipo de fenómenos, tal y como se indica en el apartado 3.2.2.2 sobre códigos de cálculo seleccionados. Esta corrección se deberá aplicar en los cálculos que se requieren en el apartado 3.2.2.2 Códigos de cálculo seleccionados.

En este análisis ANAV deberá considerar asimismo la acumulación local de hidrógeno en otros puntos singulares además de la correspondiente al cubículo del tanque de alivio del presionador. La identificación de dichos puntos singulares deberá ser resultado de un cuidadoso recorrido por planta a realizar por especialistas en modelación.

- b.2) Se considera que la segunda afirmación del titular (rotura de las líneas de descarga de las válvulas de alivio y seguridad) no está suficientemente justificada, ya que se trata de líneas que llegan al tanque de alivio del presionador (ubicado al nivel de los lazos), desde las válvulas de alivio y seguridad (ubicadas en la parte superior del presionador).

Se considera necesario que el titular suministre una justificación adicional de los motivos para descartar la rotura de las líneas que están en las partes más altas. El titular deberá tener en cuenta en sus cálculos que la ubicación del punto de rotura esté situada en la parte más alta de la contención que sea posible (por ejemplo, roturas en las ramas, en la línea de compensación del presionador, etc.). Esta corrección se deberá aplicar en los cálculos que se requieren en el apartado 3.2.2.2 Códigos de cálculo seleccionados.

### 3.2.2.1 Selección de secuencias

Para la selección de secuencias de accidente ANAV ha utilizado el juicio de ingeniería, de acuerdo con la experiencia internacional existente y la información de los modelos de riesgo de la central.

ANAV ha analizado la secuencia más limitante en CN Ascó (SBLOCA secuencia 3: agua de alimentación auxiliar off, sprays off y ventiladores on), concluyendo que esta secuencia no resultaba relevante al no alcanzarse valores para la presión de AICC y para la concentración de H<sub>2</sub>+CO peores que para los casos seleccionados como más limitantes.

En relación con el efecto del rociado sobre la concentración de hidrógeno el titular señala que el rociado se había tenido en cuenta en los escenarios de SBLOCA con fugas a través de los cierres de las BRR. Los equipos del sistema de rociado instalado suministran un caudal mayor que los equipos portátiles, de manera que ANAV consideraba que el escenario analizado es envolvente, ya que maximiza la condensación de vapor. ANAV señaló que no había evaluado las concentraciones de H<sub>2</sub> y CO con y sin la actuación del sistema de rociado de contención en escenarios cuyo iniciador fuese un SBO.

Teniendo en cuenta lo anterior, en lo que respecta a las secuencias seleccionadas, los resultados obtenidos por ANAV indican que éstas son las que mayores tasas de generación de hidrógeno. Se considera aceptable la respuesta del titular a este punto. Sin embargo, y según lo indicado en el párrafo anterior, se considera necesario que ANAV incluya en la selección de secuencias un escenario de SBO que considere la recuperación tardía, y en el momento más desfavorable, del rociado de contención, y llevar a cabo para esta secuencia el mismo análisis que el realizado para el resto de secuencias.

### 3.2.2.2 Códigos de cálculo seleccionados

ANAV ha seleccionado el código de cálculo MAAP 4.0.7 para abordar el dimensionamiento del sistema de PAR de acuerdo con el apartado 3.5 "Analytical tools" del IAEA-TECDOC-1661. El código MAAP está considerado como "código integrado", basado en modelos físicos simplificados, los cuales presentan una serie de limitaciones.

Teniendo en cuenta las limitaciones del código MAAP en cuanto a la nodalización y en cuanto a su capacidad de modelación de las estratificaciones, ANAV ha aportado la justificación de la capacidad del código MAAP para modelar el comportamiento de hidrógeno en las contenciones de Westinghouse, indicando que el uso de dicho código junto con una adecuada nodalización de la contención es suficiente para dimensionar el sistema de PAR para una contención de tipo *large dry*, en la que se generan fuertes corrientes convectivas que no permiten la formación de zonas de estratificación significativas. La nodalización de 11 nodos de la contención de CN Ascó se ha realizado de acuerdo con las recomendaciones de los desarrolladores del código MAAP (Fauske & Associates, LLC).

Según indica ANAV en su documentación, incrementar el número de volúmenes de control no resulta en ninguna mejora como consecuencia de la naturaleza "abierta" de la contención.

En relación con lo anterior, tal y como se recoge en el IAEA-TECDOC-1661, se han llevado a cabo experimentos de la distribución del gas para contenciones tipo "large dry". Según los resultados de estos experimentos, este tipo de contenciones facilitan la presencia de fuertes flujos convectivos, sin embargo, la homogeneidad de la atmósfera de la contención es muy dependiente de la ubicación de la descarga de hidrógeno, ya que la emisión desde puntos altos favorece la estratificación. Adicionalmente, los experimentos anteriores han mostrado que incluso en condiciones de alta mezcla, pueden producirse momentos de estancamiento de gases incondensables y acumulaciones locales de hidrógeno.

Como conclusión a este punto, y teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación considera adecuado el uso del código MAAP para estimar la generación de hidrógeno durante las secuencias seleccionadas. Sin embargo, y en lo que respecta a las capacidades de este código para calcular la distribución de hidrógeno, y de acuerdo con el IAEA-TECDOC-1661 el cual indica que este tipo de códigos presenta limitaciones en lo que respecta a fenómenos tales como la estratificación del hidrógeno o la concentración local, se considera necesario que el titular compense estas limitaciones:

- Reanalizando las secuencias más limitantes (incluyendo, si es necesario, la secuencia de SBO con rociado de la contención), en lo que respecta a la generación de hidrógeno, con un código de cálculo de contención apropiado para accidente severo, que permita modelar adecuadamente los fenómenos 3D de distribución del hidrógeno en la contención haciendo uso de un modelo de planta suficientemente detallado y validado mediante los correspondientes análisis de sensibilidad.

Este código de cálculo debe ser capaz de modelar fenómenos tales como la estratificación y la concentración local. Además, la ubicación a considerar del punto de liberación desde el RCS deberá estar situada en la parte más alta de la contención que sea creíble. Por ejemplo, roturas en las ramas, en la línea de compensación del presionador, o en las líneas de descarga de las válvulas de alivio y seguridad del presionador, en caso de que su rotura no se pueda excluir, etc. En caso de descartar la rotura de las líneas de descarga de las válvulas de alivio y seguridad del presionador que darían lugar a la liberación de hidrógeno en puntos altos de la contención, ello deberá ser adecuadamente justificado por ANAV.

Además, el análisis deberá considerar específicamente lo siguiente:

- i. Un estudio de posibles acumulaciones locales de hidrógeno en puntos singulares de la contención (como por ejemplo en el cubículo del tanque de alivio del presionador) cuya identificación debe ser resultado de un cuidadoso recorrido por planta a realizar por especialistas en modelación.
- ii. De especial relevancia en estos análisis es la identificación de posibles situaciones en las que se pudieran producir concentraciones locales de gases inflamables que puedan poner en peligro la integridad de la contención (incluyendo los puntos singulares a los que se alude en el punto i anterior); en ese caso , y en coherencia

con lo indicado en los criterios de aceptación del apartado 3.2, ANAV debería valorar si estas concentraciones se pudiesen reducir mediante la instalación de PAR adicionales u otro tipo de medidas.

- Alternativamente a lo anterior, se podría considerar aceptable la instalación de recombinadores adicionales que garanticen, de modo razonado y basándose en un estudio simplificado que valore todos los aspectos indicados en el caso anterior, que el diseño del sistema de PAR es envolvente para las situaciones analizadas.

En cualquiera de los dos casos, se considera necesario que el titular justifique que no se van a alcanzar dentro de los PAR condiciones de temperatura tales que estos puedan eventualmente actuar como fuente de ignición, utilizando para ello la evolución de las secuencias calculadas y la información suministrada por el fabricante.

### **3.2.3 Modificación del Estudio de Seguridad**

Los cambios propuestos por ANAV a los Estudios de Seguridad (ES) de las centrales nucleares Ascó I y II son coherentes con las respectivas modificaciones de diseño de los PAR y se consideran aceptables, aunque su valoración final está sujeta a posibles cambios como consecuencia de los análisis adicionales solicitados. Además, y dado que está pendiente de decisión sobre cómo se van a documentar los cambios post-Fukushima en los Estudios de Seguridad de las centrales, los capítulos concretos del ES se pueden ver sometidos a modificaciones adicionales.

**3.3 Deficiencias de evaluación: NO**

**3.4 Discrepancias respecto de lo solicitado: NO**

## **4. CONCLUSIONES Y ACCIONES**

Como resultado de la evaluación realizada, la solicitud de apreciación favorable SA-A1/15-02, rev.0, para la instalación de recombinadores pasivos autocatalíticos de hidrógeno de la contención (PAR) en CN Ascó I y la solicitud SA-A2/15-02, rev.0 para la instalación de los PAR en CN Ascó II, se consideran aceptables. Así mismo, se consideran aceptables los cambios incluidos en las propuestas de cambio de los Estudios de Seguridad PC-1/L532, rev. 0 (CN Ascó I) y PC-2/L515, rev. 0 (CN Ascó II).

No obstante, dadas las incertidumbres existentes en los cálculos que han servido de base para la definición del número y ubicación de los PAR, se han identificado aspectos que requieren análisis adicionales de detalle. Fruto de esos análisis adicionales es posible que se concluya la necesidad de instalar PAR adicionales. Sin embargo, y debido al carácter modular de este tipo de sistemas, este hecho no debería afectar de modo relevante a la validez de las mejoras a implantar con las modificaciones de diseño PCD-1/32686 y PCD-2/32686 para CN Ascó I y II respectivamente.

La evaluación considera que la implantación de la modificación de diseño de los PAR propuesta por el titular no se debe quedar condicionada a la resolución de estos análisis

adicionales, dado que la instalación de los PAR supone una mejora importante respecto a la situación actual para hacer frente a accidentes severos.

Los análisis adicionales que debe realizar el titular son los siguientes:

- a) Para los escenarios más limitantes en lo que respecta al número de PAR y que soportan su solicitud de apreciación favorable, y para los análisis solicitados en los puntos b y c de estas conclusiones, el titular deberá:
  - i. Utilizar las concentraciones de H<sub>2</sub> y CO en condiciones secas para comparar con el criterio de aceptación del 10% o bien utilizar un criterio de aceptación alternativo (más limitante) para condiciones húmedas.
  - ii. Analizar específicamente la influencia sobre el dimensionado del sistema de PAR de la utilización del modelo SIMAPS que, de acuerdo a lo indicado en el WENX-13-49, sobreestima la tasa de recombinación de los PAR en un 5% con respecto a valores obtenidos experimentalmente.
- b) Incluir entre la selección de secuencias un escenario de SBO que considere la recuperación tardía, y en el momento más desfavorable, del rociado de contención, y llevar a cabo para esta secuencia el mismo análisis que el realizado para el resto de secuencias.
- c) En relación con el código de análisis utilizado (MAAP4), y de cara a compensar las limitaciones del código y del modelo utilizados en la estimación de la distribución de hidrógeno en la contención se deberá:
  1. Reanalizar las secuencias más limitantes (incluyendo la secuencia del punto b) de estas conclusiones), en lo que respecta a la generación de hidrógeno, con un código de cálculo de contención apropiado para accidente severo, que permita modelar adecuadamente los fenómenos 3D de distribución del hidrógeno en la contención haciendo uso de un modelo de planta suficientemente detallado y validado mediante los correspondientes análisis de sensibilidad.

Este código de cálculo debe ser capaz de modelar fenómenos tales como la estratificación y la concentración local.

Además, la ubicación a considerar del punto de liberación desde el RCS deberá estar situada en la parte más alta de la contención que sea creíble. Por ejemplo, roturas en las ramas, en la línea de compensación del presionador, o en las líneas de descarga de las válvulas de alivio y seguridad del presionador, en caso de que su rotura no se pueda excluir, etc. En caso de descartar la rotura de las líneas de descarga de las válvulas de alivio y seguridad del presionador que darían lugar a la liberación de hidrógeno en puntos altos de la contención, ello deberá ser adecuadamente justificado por ANAV.

Además, el análisis deberá considerar específicamente lo siguiente:

- i. Un estudio de posibles acumulaciones locales de hidrógeno en puntos singulares de la contención (como por ejemplo en el cubículo del tanque de

alivio del presionador) cuya identificación debe ser resultado de un cuidadoso recorrido por planta a realizar por especialistas en modelación.

- ii. Valoración por ANAV de la posibilidad de reducir, mediante la instalación de PAR adicionales u otro tipo de medidas, concentraciones locales de gases inflamables que pudiesen poner en peligro la integridad de la contención (incluyendo los puntos singulares a los que se alude en el punto i anterior). Para ello resulta de especial relevancia la mencionada identificación de situaciones en las que se pudieran producir esas concentraciones locales.

2. Alternativamente a lo anterior, se podría considerar aceptable la instalación de recombinaidores adicionales que garanticen, de modo razonado y basándose en un estudio simplificado que valore todos los aspectos indicados en el caso anterior, que el diseño del sistema de PAR es envolvente para las situaciones analizadas.

- d) Justificar que no se van a alcanzar dentro de los PAR condiciones de temperatura tales que estos puedan eventualmente actuar como fuente de ignición, utilizando para ello la evolución de las secuencias calculadas y la información suministrada por el fabricante.

Estos análisis adicionales, incluyendo la identificación de las propuestas de mejora que se pudieran derivar de sus resultados, se solicitarán al titular CN Ascó en la carta de ref. CSN/C/DSN/AS0/15/66 adjunta a esta PDT, los cuales deberán ser enviados al CSN en un plazo no superior a nueve meses, a partir de la fecha de arranque de la central tras la actual parada de recarga.

Adicionalmente a la evaluación ya realizada por parte del CSN se ha solicitado a CIEMAT la realización de cálculos alternativos a los del titular, los cuales podrán servir de contraste a la hora de valorar la respuesta del titular con los criterios aplicables a los PAR.

**Aceptación de lo solicitado: SI**

**Requerimientos del CSN: SI** (carta CSN/C/DSN/AS1/15/66 adjunta)

**Compromisos del titular: NO**

**Recomendaciones: NO**