

## PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

### APRECIACIÓN FAVORABLE DE LA MODIFICACIÓN DE DISEÑO PARA LA INSTALACIÓN DE RECOMBINADORES PASIVOS AUTOCATALÍTICOS EN LA CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ

#### 1. IDENTIFICACIÓN

**Solicitante:** Centrales Nucleares Almaraz-Trillo A. I. E. (CNAT)

##### 1.1. Asunto

Solicitud de apreciación favorable de la modificación de diseño para la instalación de recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) en la CN Almaraz.

##### 1.2. Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 1 de julio de 2015 (nº de registro CSN 42660) el titular de CN Almaraz ha remitido al CSN el escrito de referencia ATA-CSN-010946 con la solicitud de apreciación favorable para la implantación de los Recombinaidores Pasivos Autocatalíticos (PAR) requeridos por la ITC adaptada (CSN/ITC/SG/AL0/14/01) punto 2.5.c.

Con la solicitud se adjuntan los siguientes s documentos:

- SL-15/015 Informe de licenciamiento de los PAR de CN Almaraz.
- OCES-06812 Propuesta de modificación del Estudio de Seguridad.
- AL-EP-019 Plan de Calidad del Proyecto PAR.
- 1-MDP-02969-00. Recombinaidores Pasivos de Hidrógeno en Contención. Unidad 1.

En respuesta a lo requerido en el punto 4.2.4.i de la ITC-3, CNAT remitió al CSN la carta ATA-CSN-010662 de 20 de enero de 2015 (nº de registro CSN 765) adjuntando un estudio en el que se especificaban el número y ubicación de los PAR en contención.

##### 1.3. Documentos de licencia afectados

Como consecuencia de la implantación del proyecto PAR se ven modificadas las siguientes secciones del Estudio de Seguridad (ES) (modificaciones recogidas en la OCES 0-6812):

- Sección 1.2.2

Se ven modificadas las Figuras 1.2.2-4H2 a H5 (Unidad 1) y 1.2.2-9H2 a H5 (Unidad 2), para representar los PAR en los planos de disposición general.

- Sección 6.2.5

Se actualiza la identificación de la figura en la que se representan los recombinaidores eléctricos de hidrógeno. Pasa de la Figura 9.4.5-2 a la Figura 6.2.5-4, que se crea nueva.

- Sección 9.4.5

Se actualiza la Figura 9.4.5-2, ya que los recombinadores eléctricos de hidrógeno pasan a representarse en la Figura 6.2.5-4, que se crea nueva.

Estos cambios al ES, de acuerdo con Instrucción de Seguridad IS-21 del CSN, no requieren aprobación.

## 2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

### 2.1. Antecedentes.

Tras el accidente de la central nuclear de Fukushima Dai-ichi, el CSN remitió a la CNAT, el 26 de mayo de 2011, la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) de referencia CNALM/AL0/SG/11/03, denominada ITC-1, en la que se requería la realización del proceso de pruebas de resistencia europeas, el cual se llevó a cabo entre los meses de junio y diciembre de 2011.

Como consecuencia de este proceso, y para incrementar la capacidad de respuesta de las centrales frente a situaciones extremas, los titulares propusieron en sus informes de las pruebas de resistencia una serie de medidas de mejora. El CSN, por su parte, identificó acciones y estudios adicionales que, junto con las mejoras identificadas por los titulares, fueron requeridas por el CSN mediante la emisión de la ITC de referencia CSN/ITC/SG/AL0/12/01, denominada ITC-3, enviada a CNAT con fecha 15 de marzo de 2012.

En concreto, en el punto 4.2.3.i de la ITC-3 se requería:

*“En relación con la capacidad de control del hidrógeno en contención: Implantar un sistema de control de hidrógeno en contención mediante recombinadores pasivos Autocatalíticos (PAR). El titular presentará al CSN, antes del 31 de diciembre de 2013, un estudio de ingeniería en el que se especifique el número y ubicación de los PAR en contención.”*

Una vez concluidos la mayoría de los plazos establecidos en las ITC post-Fukushima para la realización de análisis o evaluaciones cuyo objetivo era identificar posibles mejoras, el CSN consideró oportuno recopilar en una única ITC los requisitos pendientes hasta finalizar la completa implantación de todas las medidas de mejora de la seguridad derivadas del accidente de Fukushima, con sus correspondientes fechas de finalización. A este fin, el CSN emitió la ITC de referencia CSN/ITC/SG/AL0/14/01, ITC-adaptada, de fecha 9 de abril de 2014.

En concreto, en el apartado 2.5.c de esta ITC se requiere:

*“Implantar un sistema de control de hidrógeno en contención mediante recombinadores pasivos autocatalíticos (PAR). Fecha límite de finalización: 31 de diciembre de 2016.”*

CNAT presenta esta solicitud en respuesta a lo establecido en la carta de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear del CSN de referencia CSN/C/DSN/AL0/14/51, en la cual se establecen los procesos de licenciamiento para modificaciones de diseño asociadas al cumplimiento de las ITC Post-Fukushima.

**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 recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) de hidrógeno en la contención de la CN Almaraz 1 durante la parada de recarga 24 (enero 2016) y en la unidad 2 durante la parada de recarga 23 (noviembre 2016).

**2.3. Descripción de la solicitud**

Número de PAR a instalar y ubicación

El número (22) y tipo (FR1-1500T) de PAR a instalar ha sido determinado por el suministrador AREVA mediante juicio de ingeniería por comparación con CN Trillo, a la que equipó con PAR en 2001, en el que ha considerado la similitud entre ambas centrales en lo relativo a potencia térmica, masa de zirconio, masa de hidrógeno producible, masa de oxígeno presente, etc., y la menor compartimentación en la contención de CN Almaraz, respecto a CN Trillo.

Asimismo se ha tenido en cuenta la disponibilidad en CN Almaraz de un sistema de aspersión del recinto de contención.

La ubicación de los PAR ha sido definida también por AREVA en base a los planos de disposición general de equipos del edificio de contención, realizándose un primer recorrido por planta para verificar la viabilidad de su instalación en las localizaciones propuestas. En posteriores recorridos por planta se podrían realizar ligeros cambios en la posición de algunos de los PAR para resolver las interferencias que se detecten.

La Tabla siguiente recoge la identificación y localización de los PAR en la Unidad 1. En la Unidad 2 está pendiente de determinar la localización definitiva

<b>Nº</b>	<b>Identificación</b>	<b>Elevación</b>	<b>Sala</b>
1	VA-1-MS-101	-1.00	RE011
2	VA-1-MS-102	-1.00	Interfase RE034/RE009
3	VA-1-MS-103	-1.00	RE010
4	VA-1-MS-104	-1.00	RE025
5	VA-1-MS-105	+6.00	RJ044
6	VA-1-MS-106	-1.00	RE037

7	VA-1-MS-107	+6.00	RJ041
8	VA-1-MS-108	-1.00	RE036
9	VA-1-MS-109	+6.00	RJ017
10	VA-1-MS-110	+6.00	RJ011
11	VA-1-MS-111	+6.00	RJ010
12	VA-1-MS-112	+6.00	RJ009
13	VA-1-MS-113	+14.60	RM016
14	VA-1-MS-114	+14.60	RM015
15	VA-1-MS-115	+14.60	RM009
16	VA-1-MS-116	+14.60	Interfase RM009/RM014
17	VA-1-MS-117	+14.60	RM017
18	VA-1-MS-118	+32.00	Grúa polar
19	VA-1-MS-119	+32.00	Grúa polar
20	VA-1-MS-120	+32.00	Grúa polar
21	VA-1-MS-121	+32.00	Grúa polar
22	VA-1-MS-122	+14.60	Interfase RM011/RM016

#### Descripción de los PAR

Los PAR están constituidos por una estructura de acero inoxidable que dispone en su interior de placas catalíticas para realizar la recombinación del hidrógeno.

La estructura es abierta, no presurizada, y está diseñada para promover la convección natural con una entrada de gas por la parte inferior y una salida lateral por la parte superior.

En la tabla siguiente se resumen los datos generales de diseño de un PAR.

Material principal de la estructura	Acero inoxidable
Material base de las placas catalíticas	Acero inoxidable resistente a altas temperaturas
Catalizadores	Platino / Paladio
Medio	Aire, mezcla gas-vapor, H <sub>2</sub> , CO, aerosoles, gases nobles
Tipo	FR1-1500T

Tasa de eliminación de hidrógeno (a 1,5 bar (abs.), 4% H <sub>2</sub> en volumen)	5,36 kg/h
Número de placas catalíticas	150
Dimensiones de las placas	140 x 290 mm
Dimensiones de la estructura	1550 x 1400 x 326 mm
Peso total	130 kg

En la figura se representa el principio de funcionamiento.



Los PAR constituyen un sistema completamente pasivo. Su única función es la eliminación de gases combustibles liberados a la contención en caso de un accidente severo. Por tanto, su instalación no tiene ningún efecto en la operación normal de la central.

En caso de accidente, el proceso catalítico se pone en marcha automáticamente cuando la concentración de hidrógeno alcanza el 2% y la temperatura alcanza 50°C.

### 3. EVALUACIÓN

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

En el proceso de evaluación por el CSN de la solicitud se ha elaborado el informe "Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la Modificación de Diseño de la Instalación de Recombinadores Pasivos Autocatalíticos", CSN/IEV/INSI/AL0/1512/956.

### 3.2. Normativa y criterios aplicables

#### Normativa aplicable:

- Instrucción del CSN IS-21, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares, de 28 de enero de 2009
- Instrucción del CSN IS-36, sobre procedimientos de operación de emergencia (POE) y gestión de accidentes severos (GAS) en centrales nucleares, de 21 de enero de 2015
- CSN/ITC/SG/AL0/12/01, Instrucción Técnica Complementaria a CN Almaraz 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/AL0/14/01, Instrucción Técnica Complementaria en relación con la adaptación de las ITC post-Fukushima de CN Almaraz, de 9 de abril de 2014 (ITC-adaptada).
- CSN/C/DSN/AL0/14/51 que requiere AF para la MD de los PAR.

#### Criterios de aceptación:

- Anexo 3 de los "Criterios de Evaluación a Considerar en las Modificaciones de Diseños post-Fukushima" aprobado por el Pleno del CSN el 18 de diciembre de 2013. La evaluación contenida en el informe de evaluación mencionado en el apartado anterior se basa fundamentalmente en el cumplimiento con dichos criterios de evaluación.

El criterio 6.2 de dicho anexo 3, aplicable a los PAR:

"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."

Adicionalmente se ha utilizado la siguiente documentación como referencia técnica:

- IAEA-TECDOC-1661 "Mitigation of Hydrogen Hazards in Severe Accidents in Nuclear Power Plants" de julio de 2011.

### 3.3. Resumen de evaluación

La evaluación realizada por las áreas INSI y AAPS considera razonable que la solicitud del titular pueda ser apreciada favorablemente, aunque la evaluación técnica de detalle no se ha completado ya que el titular no ha decidido aún la ubicación definitiva de los PAR para la unidad II y no ha editado la documentación de la Modificación de Diseño 2-MDP-02969-00. La evaluación por el CSN de la MD de los PAR para la unidad II se completará cuando CNA remita al CSN la información pendiente.

La evaluación ha comprendido las siguientes partes:

### **3.3.1. Cumplimiento con los criterios para la evaluación del diseño de los PAR**

Se ha evaluado el cumplimiento con los criterios contenidos en el informe aprobado por el Pleno en diciembre de 2013 sobre criterios de evaluación a considerar en las modificaciones de diseños post-Fukushima en los aspectos relacionados con el diseño funcional y con la calificación

La evaluación del CSN considera que, en base a la información aportada, los PAR propuestos cumplen con lo requerido a este respecto, con las consideraciones que se identifican en el apartado de conclusiones.

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

La evaluación ha revisado los siguientes aspectos:

Selección de secuencias e identificación y caracterización de los escenarios de accidente así como realización de un análisis de sensibilidad y de incertidumbres.

Selección de los escenarios “baseline” que constituyen el punto de partida para los cálculos de distribución de hidrogeno en la contención.

Cálculos realizados por el titular, mediante el código MAAP, para estimar los gases combustibles generados y GOTHIC para obtener su distribución en la contención y confirmar el número y ubicación de los PAR

### **3.3.3 Cálculos independientes realizados por el CIEMAT**

Como complemento a la evaluación, el CSN solicitó la colaboración del CIEMAT para la realización de cálculos de generación y distribución de hidrógeno independientes con el código MELCOR para las secuencias más limitantes identificadas por el titular. Dicha colaboración se enmarca en el Acuerdo de Accidentes Severos CSN-CIEMAT.

CIEMAT está llevando a cabo estos cálculos utilizando MELCOR 2.1 y el modelo de CN Ascó. Si bien las conclusiones de los cálculos independientes de CIEMAT corresponden a CN Ascó, podrían identificarse aspectos aplicables a CN Almaraz.

### **3.3.4 Conclusiones de la evaluación**

La evaluación concluye que considera adecuado apreciar favorablemente la modificación de diseño propuesta por el titular para la instalación de PAR en CN

Almaraz I y II ya que implica una mejora sustancial para hacer frente a un accidente severo y supone una mejora notable respecto a la configuración actual que es conveniente no retrasar.

No obstante, la evaluación indica que han identificado aspectos que requieren aclaraciones y análisis adicionales por parte del titular. En el apartado 4 Conclusiones de esta PDT se identifican las acciones adicionales que la CN Almaraz debe llevar a cabo para complementar los análisis y cálculos realizados.

Como consecuencia de la realización de estos análisis y cálculos complementarios es posible que se pudiera concluir la necesidad de instalar PAR adicionales. Sin embargo, y gracias al carácter modular de este tipo de sistemas, este hecho no debería afectar de modo relevante a la validez de las mejoras implantadas con las modificaciones de diseño para implementación de los PAR.

### **3.3.5 Modificación del Estudio Final de Seguridad**

Los cambios propuestos por CNA al EFS son coherentes con la MD 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 desarrollándose a nivel nacional la forma en que se van a documentar los cambios post-Fukushima en los Estudios de Seguridad de las centrales, los capítulos concretos del EFS que se deben modificar podrían ser objeto de ajuste posteriormente.

### **3.3.6. Evaluación de Seguridad de las Modificaciones de Diseño**

En la evaluación de seguridad de las MD presentadas por el titular se responde negativamente a todas las preguntas previstas en la IS-21. Se trata de MD que suponen una mejora para la seguridad y que no interaccionan con ninguno de los sistemas existentes. Según esto, se considera que la evaluación de seguridad presentada por CNAT es aceptable.

Si bien las MD correspondientes a la instalación de PAR no requieren de la apreciación favorable del CSN por ser la respuesta negativa a las preguntas incluidas en el cuestionario de la evaluación de seguridad, el titular la ha solicitado por haber sido requerido por el CSN mediante carta (CSN/C/DSN/ALO/14/51).

- **Deficiencias de evaluación: NO**
- **Discrepancias respecto de lo solicitado: NO**

## **4. CONCLUSIONES**

Como resultado de la evaluación realizada, se propone apreciar favorablemente la solicitud de CNAT de instalación de los recombinaidores pasivos autocatalíticos (PAR) de hidrógeno en la contención de la CN Almaraz 1 durante la parada de recarga 24 de enero 2016 (modificación de diseño 1-MDP-02969-00 ) y en la unidad 2 durante la parada de recarga 23, de noviembre 2016 (2-MDP-02969-00 pendiente de finalizar), ya que implica una mejora sustancial para hacer frente a un accidente severo y supone una mejora notable respecto a la configuración actual que es conveniente no retrasar. Así mismo, se consideran aceptables los cambios incluidos en las propuestas de cambio de los Estudios de Seguridad

No obstante, considerando 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 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

CNAT deberá realizar los siguientes análisis adicionales de detalle, y remitir la información que se indica a continuación. La solicitud de los mismos le será transmitida al titular mediante carta de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear.

a) En lo que respecta a las secuencias analizadas con MAAP, el titular deberá:

Incluir entre la selección de secuencias los siguientes escenarios y llevar a cabo para estas secuencias el mismo análisis que el realizado para el resto:

- LBLOCA con y sin rociado de la contención incluyendo la fase ex-vessel.
- Secuencia más limitante de SBLOCA considerando el funcionamiento del spray hasta el momento en que resulte más perjudicial para la problemática de generación de gases combustibles, y que el sistema de agua de alimentación auxiliar está disponible.
- SBO que considere la recuperación tardía, y en el momento más desfavorable, del rociado de contención.

b) Respecto a los análisis de sensibilidad realizados por el titular para la generación de hidrógeno por MCCI en caso de SBO:

- Se deberá utilizar el caso denominado SEN\_12, en el estudio para la distribución de hidrógeno en la contención realizado con GOTHIC por tratarse de un caso más limitante que el caso base seleccionado.
- Se deberá realizar un análisis de sensibilidad para la generación de hidrógeno por MCCI en caso de SBLOCA similar al que ha hecho para el caso de SBO.
- Se deberá justificar los resultados obtenidos de generación de hidrógeno por MCCI para el caso SEN\_15 (rociado disponible hasta que se agota el RWST) teniendo en cuenta que la refrigeración del corium gracias al rociado podría ser muy poco significativa.

- c) Justificar que la composición del hormigón genérica utilizada es representativa para CN Almaraz. Una alternativa válida a la justificación anterior sería realizar un análisis de sensibilidad utilizando la composición específica de su central u otra composición más limitante en lo que respecta a la generación de gases combustibles.
- d) Aclarar el valor de la masa de zirconio utilizada en los cálculos y si dicho valor es específico de la planta o genérico. Como resultado de este punto el titular debe justificar que las conclusiones de su análisis no se verían afectadas.
- e) En relación con el código de análisis utilizado para estimar la distribución de hidrógeno en la contención (GOTHIC), el titular deberá:
  - i. Rehacer los cálculos en caso de que, fruto de los análisis incluidos en el punto a) de estas conclusiones, las secuencias más limitantes sean diferentes a las utilizadas en la solicitud.
  - ii. Justificar que las conclusiones obtenidas por el titular no se verían modificadas por nodalizaciones con GOTHIC de mayor detalle en cuanto al número de nodos utilizado, la selección de los volúmenes de control y la conexión entre ellos por medio de uniones tipo 3D o “flowpath”.
  - iii. Aclarar si los siguientes aspectos en relación con la conexión entre los volúmenes en que se divide la contención (tipo “flowpath” o tipo 3D) son erratas o estrategias deliberadas de nodalización:
    - Para las conexiones de tipo 3D, se ha identificado que no se observa una simetría clara desde el nivel en contención de +14,600 hacia abajo.
    - Se ha identificado que en la tabla D-1 “Communication between rooms in CNA containment building” del informe correspondiente a los cálculos de GOTHIC (apéndice D del informe 092-295-F-M-00001), algunas conexiones aparecen identificadas tanto como flowpath y también como 3D.

En caso de tratarse de estrategias de nodalización deliberadas, el titular deberá justificar los motivos para esta elección, así como su impacto en la distribución de hidrógeno.

- iv. Justificar razonadamente los puntos de descarga de hidrógeno asumidos en los análisis, considerando en esta justificación la posibilidad de que el punto de liberación desde el RCS pueda estar situado en la parte más alta de la contención que sea creíble, en concreto la descarga de las líneas de alivio y seguridad del presionador.

Además, en aquellos casos en los que se hayan considerado varios puntos de liberación para una misma secuencia, el titular deberá justificar la validez de esta aproximación y su impacto sobre el número y ubicación de PAR.

- v. De acuerdo con los resultados que se obtengan de las conclusiones i a iv, el titular deberá analizar las posibles situaciones en las que se pudieran

producir concentraciones locales de gases inflamables que puedan poner en peligro la integridad de la contención; en este caso CNA debería valorar si estas concentraciones se pudiesen reducir mediante la instalación, localmente, de PAR adicionales u otro tipo de medidas.

- vi. En relación con las tasas de recombinación del modelo de PAR seleccionado, el titular debe enviar al CSN la evolución temporal de la tasa de recombinación y la masa recombinada (considerando todos los PAR globalmente) tanto del hidrógeno y el CO por separado en el caso del SBLOCA analizado.
- f) El titular deberá justificar que no se van a alcanzar dentro de los PAR condiciones de temperatura tales que puedan conducir a 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.
- g) En lo que respecta a la calificación sísmica y ambiental, se considera necesario que el titular disponga de un informe de calificación para los PAR, elaborado por el fabricante, que tenga en cuenta las condiciones particulares de la contención de CN Almaraz.

**4.1. Aceptación de lo solicitado: SI**

**4.2. Requerimientos del CSN: NO**

**4.3. Recomendaciones del CSN: NO**

**4.4. Compromisos del Titular: NO**