

ÍNDICE

1.- IDENTIFICACIÓN

- 1.1 Solicitante
- 1.2 Asunto
- 1.3 Entrada en el CSN
- 1.4 Documentos aportados por el Solicitante
- 1.5 Documentos oficiales de Explotación

2 DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

- 2.1 Antecedentes y motivo de la solicitud
- 2.2 Descripción del dispositivo ESPIGA de ENUSA

3 EVALUACIÓN

- 3.1 Informes de Evaluación
- 3.2 Peticiones de Información Adicional (PIAs) y reuniones mantenidas durante el proceso de evaluación
- 3.3 Resumen de la evaluación

4 CONCLUSIONES Y ACCIONES

- 4.1 Aceptación de lo solicitado
- 4.2 Requerimientos del CSN
- 4.3 Compromisos del titular
- 4.4 Recomendaciones

ANEXO I: Propuesta de Dictamen

1. IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante:

ENUSA Industrias Avanzadas, S.A., empresa del grupo SEPI.

Domicilio Social: Santiago Rusiñol 12, 28040 Madrid

Firmante de la solicitud: Roberto González Villegas, Director de Desarrollo de Negocio y Tecnología.

1.2 Asunto:

Solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA para su uso en combustible 17 x 17 PWR, de acuerdo al artículo 82 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR).

1.3 Entrada en el CSN:

Mediante registro de entrada en el CSN nº 7018 del 20/04/2016, ENUSA envió carta fechada a 18/04/16, solicitando la estimación de precio público por la realización de un informe de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA para su uso en combustible 17 x 17 PWR, siguiendo lo establecido en el artículo 82 del RINR.

El CSN respondió mediante carta de fecha 28/07/2016 (registro de salida del CSN nº 5760 del 29/07/2016), adjuntando el presupuesto para la evaluación solicitada.

Este presupuesto fue aceptado por ENUSA, oficializando la solicitud de evaluación del diseño para apreciación favorable (carta de ENUSA al CSN fechada a 30/08/2016, registro de entrada en el CSN nº 14042 del 30/08/2016).

1.4 Documentos aportados por el Solicitante:

A fecha de 23/09/2016, se recibió en el CSN (registro de entrada nº 15090) un escrito de ENUSA fechado ese mismo día, que incluye el documento de ENUSA de referencia ITEC-002012, titulado "Evaluación de Seguridad del uso del dispositivo Espiga en elementos combustibles 17 x 17 PWR", en su revisión 0 de septiembre de 2016. Este documento supone el soporte principal aportado por ENUSA para la evaluación y licenciamiento de este dispositivo.

Además, durante el proceso de evaluación, el solicitante ha facilitado el acceso del CSN a otros documentos de cálculo que cubren aspectos específicos del diseño detallado del dispositivo ESPIGA.

1.5 Documentos oficiales de Explotación:

N/A. El solicitante no ha presentado ningún documento oficial de explotación. Al tratarse de una solicitud de apreciación favorable de diseño, las instalaciones que pretendan emplear el dispositivo objeto de dicha solicitud de apreciación habrán de actualizar los documentos oficiales de explotación, si procediera, con independencia del dictamen técnico al que pudiera conllevar la presente propuesta.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1. Antecedentes y motivo de la solicitud

Durante los años 80 del siglo pasado se presentaron, tanto a nivel internacional como nacional (Prairie Island (1981), Almaraz (1989),...), algunos casos en los que, cuando se intentaba la extracción de elementos de combustible (EC) del bastidor de la piscina de combustible gastado, se producía la rotura de la unión entre el cabezal superior y el resto del elemento. Esta situación se producía especialmente con EC que ya llevaban bastante tiempo de almacenamiento. Se llevó a cabo una investigación que concluyó que el problema afectaba principalmente a conjuntos combustibles del tipo 17 x 17 OFA y STD con unión soldada entre cabezal superior – esqueleto y manguitos de un determinado material (acero austenítico 304/304L). Como causa raíz de la rotura se identificó la corrosión intergranular bajo tensión (IGSCC, *intergranular stress corrosion cracking*) de los mencionados manguitos de acero 304/304L. Véase la figura 1, que representa la unión entre el cabezal superior y el esqueleto del EC (tomada de la Evaluación de Seguridad de Enusa).

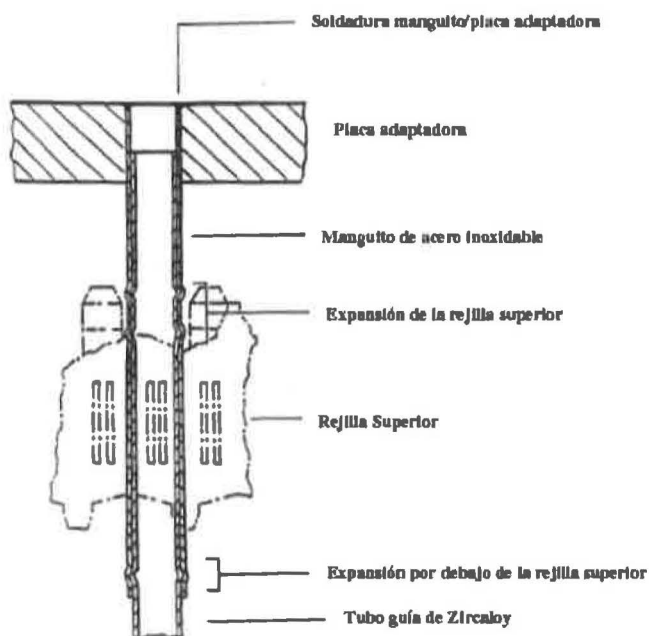


FIGURA 1: unión cabezal superior - esqueleto

Durante los procesos de manipulación normales de los EC se utilizan una serie de herramientas que agarran el EC en la zona del cabezal superior. Como consecuencia del fallo descrito anteriormente, los EC afectados no pueden manipularse normalmente, debido a que el cabezal superior podría separarse del resto del EC durante la manipulación. Para poder efectuar la manipulación de los EC afectados o susceptibles de estar afectados por el problema de IGSCC de

sus manguitos, ENUSA ha diseñado el dispositivo ESPIGA, que refuerza la conexión del cabezal superior con el resto del elemento, y que es objeto de la presente propuesta de dictamen. Dicho dispositivo ESPIGA consiste en un sistema de barras que se introducen en el tubo de instrumentación del EC y que lo sujetan a través de toda su longitud.

La solución técnica presentada por ENUSA es conceptualmente muy similar al "*Instrument Tube Tie Rod*" (ITTR), dispositivo desarrollado por Westinghouse, que está licenciado en Estados Unidos. El ITTR, en vez de consistir en un sistema de barras como el dispositivo presentado por ENUSA, presenta un tubo de acero inoxidable, también insertado en el tubo de instrumentación del EC, que aumenta la resistencia de la conexión del cabezal superior con el resto del elemento, con el mismo objetivo de poder manipular los elementos afectados con las herramientas habituales. El dispositivo ESPIGA materializa el mismo concepto que el ITTR, pero con nuevos materiales y con un mecanismo de funcionamiento diferente:

El dispositivo ESPIGA de ENUSA consta de dos barras de diferente diámetro y de longitud mayor que la distancia existente entre las placas de los cabezales inferior y superior, que son introducidas a través del tubo de instrumentación del elemento combustible, de tal manera que se consigue sujetar el elemento aunque la unión soldada entre el cabezal superior y el esqueleto haya fallado.

En las piscinas de las centrales nucleares españolas de diseño Westinghouse existe un número considerable de elementos de combustible gastado potencialmente afectados por el problema de IGSCC de sus manguitos de acero inoxidable. Esto ha motivado que ENUSA solicitara la apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA. Los clientes de ENUSA pretenden instalar el dispositivo tanto en elementos con los manguitos rotos como, de manera preventiva, en elementos sospechosos de poder romperse durante la manipulación. La presente propuesta de dictamen se refiere exclusivamente al diseño del propio dispositivo ESPIGA, de manera que los titulares que pretendan utilizar el dispositivo habrán de cursar la solicitud de autorización de uso correspondiente, si esta correspondiera en virtud de las instrucciones del CSN aplicables (IS 21 sobre modificaciones de diseño en centrales nucleares, IS 20 sobre contenedores de almacenamiento de combustible gastado, IS 35 sobre contenedores de transporte e IS 29 para instalaciones de almacenamiento temporal centralizado). Por tanto, una vez que se conceda la apreciación favorable del diseño, pudieran quedar pendientes las evaluaciones específicas a las que den lugar las potenciales solicitudes de modificación o de autorización de uso correspondientes (CCNN, contenedores de almacenamiento o de transporte, ATI, ATC, etc...).

2.2. Descripción de dispositivo ESPIGA de ENUSA

Como ya se ha mencionado, el dispositivo ESPIGA está constituido por dos barras de diferente diámetro y de longitud mayor que la distancia existente entre las placas de los cabezales inferior y superior, introducidas a través del tubo de instrumentación del EC, de tal manera que se consigue sujetar el elemento aunque la unión soldada entre el cabezal superior y el esqueleto haya fallado.

De las dos barras constituyentes del dispositivo, una se aloja en el interior de la otra; la barra interior, de menor diámetro, presenta sección cilíndrica, mientras que la barra exterior tiene sección transversal en forma de semiluna.

Durante la introducción del dispositivo en el tubo de instrumentación, las dos barras presentan un giro relativo tal que los extremos inferiores de las dos barras, que presentan una forma ensanchada en la mitad de su circunferencia, se encuentran alineados (partes ensanchadas de ambas barras giradas hacia el mismo lado). Una vez que el extremo del dispositivo sobresale por debajo de la placa del cabezal inferior, se gira una barra respecto de otra, un ángulo de 180 grados. Es decir, el diseño del dispositivo ESPIGA permite que la sección de su extremo inferior sea aumentada hasta un valor mayor que el diámetro de alojamiento del tubo de instrumentación en el cabezal inferior, impidiendo de esta manera que pueda volver a atravesar la placa de dicho cabezal.

En definitiva, el funcionamiento del dispositivo ESPIGA se basa en que, como los extremos inferiores de ambas barras presentan una zona ensanchada de mayor diámetro que el resto de la barra, la sección transversal conjunta en el extremo inferior de las barras se puede hacer menor o mayor que el diámetro del taladro del cabezal inferior donde se aloja el tubo de instrumentación, según cuál sea la posición de giro de la barra interior respecto de la barra exterior.

De esta forma se permite primero la introducción del dispositivo a través del tubo de instrumentación, y, una vez girada la barra interior respecto a la exterior, el anclaje del dispositivo en el cabezal inferior.

Dado que la longitud de cada EC es ligeramente variable, ya sea por las tolerancias de fabricación o por el diferente crecimiento por irradiación experimentado por cada EC, el extremo superior de ambas barras del dispositivo dispone de sendas zonas roscadas, donde unas tuercas permiten ajustar la distancia insertada de las barras dentro del elemento a la longitud real del mismo.

Todo lo anterior se puede observar en la figura 2 del informe de evaluación del área IMES.

Las barras interior y exterior y las tuercas de ajuste se fabrican de material XM-19 laminado en caliente. Además de estas piezas, se utilizan dos tuercas para limitar el desplazamiento relativo entre las dos barras y una arandela antibloqueo, componentes que se fabrican de acero inoxidable 304L.

NOTA: El XM-19 (también conocido como Nitronic 50) es un acero inoxidable austenítico que presenta una resistencia a la corrosión muy elevada así como unas propiedades mecánicas superiores a otros aceros similares.

La fabricación del dispositivo ESPIGA se lleva a cabo en "Industrias MAXI", fabricante ubicado en Valladolid, que suministra los componentes en material XM-19 (barras interior y exterior y tuercas de ajuste M6 y M14). De acuerdo con lo indicado por ENUSA, Industrias MAXI cumple todos los requisitos de certificación de fabricante y de material exigibles. Las pequeñas tuercas y la arandela antibloqueo (de acero 304L) son elementos comerciales.

Para poder realizar el montaje del dispositivo ESPIGA en un EC es necesario eliminar previamente la parte de la placa adaptadora del cabezal que cubre parcialmente el tubo de instrumentación. Para ello se utiliza un equipo de electroerosión, que realiza un taladro sobre la placa adaptadora del cabezal superior en la posición correspondiente al tubo de instrumentación, permitiendo la introducción del dispositivo. Véase la figura 2 siguiente (tomada de la Evaluación de Seguridad de Enusa):

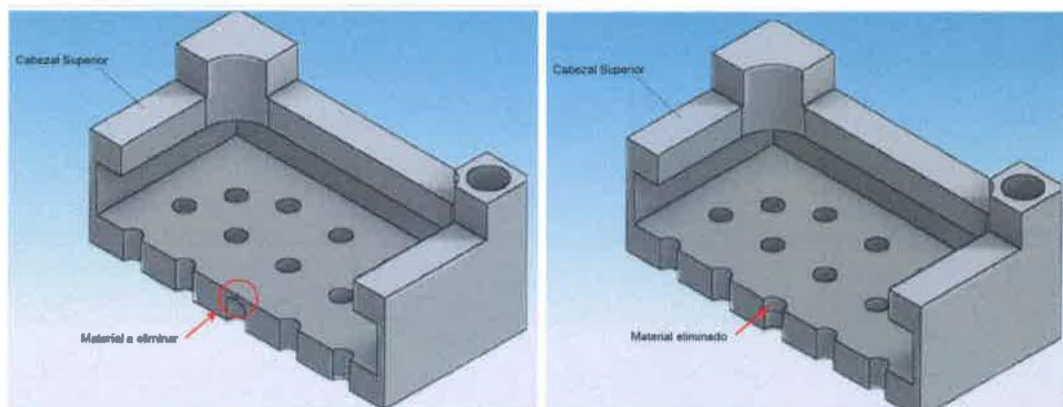


FIGURA 2: Eliminación de material del cabezal superior, mediante electroerosión

La instalación de los dispositivos ESPIGA en los EC correspondientes se lleva a cabo bajo agua en la propia piscina de combustible de la central, sin que haya que mover los EC de sus posiciones del bastidor. El montaje (y, si fuera necesario, desmontaje) se lleva a cabo mediante unas herramientas específicas diseñadas y fabricadas expresamente para ello. A partir de ese momento, los dispositivos ESPIGA pasan a formar parte del propio EC, acompañándolo en el resto de su proceso de gestión del combustible gastado (carga en contenedores para almacenamiento o transporte, descarga en el ATC y almacenamiento en las cápsulas del ATC).

3. EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación

La evaluación de la solicitud de apreciación favorable de diseño del dispositivo ESPIGA ha sido llevada a cabo por las áreas especialistas de la DSN. En concreto, han intervenido en la misma dos áreas de la Subdirección de Ingeniería (SIN):

- Área de Ingeniería del Núcleo (INNU)
- Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES)

Cada una de estas dos áreas ha generado un informe de evaluación (IEV), con alcance correspondiente a los aspectos competencia de cada una de las áreas. En concreto, el alcance de la evaluación del área INNU abarca los aspectos relacionados con la **criticidad**, mientras que la evaluación del área IMES abarca todos los aspectos **mecánico – estructurales** asociados al dispositivo ESPIGA.

Los informes finales generados son los siguientes:

1. Área INNU: Informe de evaluación de referencia CSN/IEV/INNU/ESPIGA/1703/02_1, titulado *“Evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA para su uso en combustible 17x17 PWR desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad.”*
2. Área IMES: Informe de evaluación de referencia CSN/IEV/IMES/ESPIGA/1701/01, titulado *“Informe de evaluación de la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA para su uso en combustible 17 x 17 PWR, de ENUSA: aspectos mecánico – estructurales”*

3.2 Peticiones de Información Adicional (PIAs) y reuniones mantenidas durante el proceso de evaluación

Durante el proceso de evaluación no se ha emitido ninguna petición de información adicional (PIA).

Sin embargo, en relación con la evaluación de los aspectos mecánico – estructurales, el área IMES mantuvo dos reuniones con ENUSA, donde se obtuvo información de detalle asociada a algunos aspectos del dispositivo ESPIGA. En la primera IMES revisó cálculos técnicos efectuados por ENUSA, y en la segunda presencié pruebas del dispositivo en la piscina de combustible gastado de CN Almaraz. Estas dos actuaciones han quedado recogidas en sendas actas de reunión técnicas, que se relacionan a continuación:

- Acta de reunión técnica CSN/ART/IMES/ESPIGA/1701/01, de asunto “Reunión CSN - ENUSA en relación con los cálculos mecánico – estructurales del dispositivo ESPIGA, de ENUSA”, mantenida el 13/12/2016.
- Acta de reunión técnica CSN/ART/IMES/ESPIGA/1703/02, de asunto “Asistencia del CSN a las pruebas del dispositivo ESPIGA en CN Almaraz”, mantenida el 03/03/2017.

3.3 Resumen de la evaluación

La evaluación afecta exclusivamente al dispositivo ESPIGA, de ENUSA, que es el solicitante que ha presentado la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo. Los titulares que pretendan utilizar el dispositivo en sus EC deberán, con independencia del dictamen técnico al que pudiera conllevar la presente propuesta, analizar el efecto de la inclusión del dispositivo, y, siempre y cuando ello se requiera en virtud de las de las instrucciones del CSN aplicables, presentar al CSN la correspondiente solicitud de autorización de uso, o solicitud de modificación de diseño que incluya el empleo del dispositivo. En función de cuál es el tipo de autorización del titular, es aplicable una u otra de las instrucciones del CSN:

- Para centrales nucleares: la IS-21
- Para contenedores de almacenamiento: la IS-20
- Para contenedores de transporte: la IS-35
- Para ATIs o para el ATC: la IS-29

La evaluación del diseño del dispositivo ESPIGA se encuentra limitada en su alcance al propio dispositivo introducido dentro de un EC. Sin embargo, dado que el propio EC con el dispositivo ESPIGA incorporado está pensado en un entorno concreto (p. ej.: piscina de combustible gastado, contenedor, canisters del ATC, etc), la documentación presentada como soporte por ENUSA incorpora una serie de aspectos generales en los que se analiza el funcionamiento del dispositivo ESPIGA en elementos combustibles en estos entornos. Las conclusiones al respecto de las evaluaciones realizadas tienen carácter preliminar, y están supeditadas a los análisis posteriores mencionados, que efectuarán los titulares que vayan a emplear el dispositivo.

A continuación se resumen las dos evaluaciones llevadas a cabo:

3.3.1 Evaluación de criticidad (informe de referencia CSN/IEV/INNU/ESPIGA/1703/02_1)

En la Evaluación de Seguridad del uso del dispositivo Espiga que sirve como soporte a la evaluación, ENUSA realiza una valoración cualitativa del impacto en criticidad, si bien la evaluación de seguridad de las modificaciones para el uso del dispositivo en una determinada instalación o contenedor de almacenamiento o transporte deberá incluir un análisis específico del impacto en seguridad frente a criticidad.

El área INNU ha realizado una evaluación genérica y cualitativa del posible impacto en criticidad para su uso en las diferentes instalaciones y contenedores licenciados, basada en los análisis vigentes y en la documentación presentada, y teniendo en cuenta la normativa específica aplicable.

Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

- i. El impacto en seguridad frente a criticidad de la presencia de elementos con Espiga se limita a la sustitución del correspondiente volumen del material alojado en el interior del tubo de instrumentación (aire, agua pura, agua borada) por el acero de la Espiga, que es un absorbente neutrónico débil.
- ii. Se ha analizado el posible impacto para combustible en condiciones de:
 - a. Almacenamiento en los bastidores de las piscinas de combustible gastado bajo agua (con y sin boro).
 - b. Almacenamiento en seco, incluyendo las maniobras de carga de contenedores en la piscina.
 - c. Transporte en seco.
 - d. ATC: almacenamiento en el Almacén de Espera de Contenedores, Celda de Descarga y Cápsula de Almacenamiento.
- iii. De acuerdo con los análisis de criticidad actualmente licenciados para combustible PWR 17x17 en estas fases, únicamente podría producirse algún impacto de aumento de reactividad, en los casos con crédito al boro, lo que requerirá análisis específico como soporte a la evaluación de seguridad de las modificaciones para el uso del dispositivo de los titulares:
 - a. almacenamiento bajo agua con crédito al boro.
 - b. maniobras de carga del contenedor en la piscina con crédito al boro, si bien en los contenedores licenciados en España la subcriticidad quedaría garantizada por los análisis disponibles de inundación con agua pura.
- iv. De acuerdo con las conclusiones más detalladas obtenidas a lo largo de la evaluación, en el resto de casos analizados (maniobras de carga, almacenamiento en seco, transporte y ATC) la presencia de la Espiga no va a suponer un aumento de reactividad que pueda poner en duda la validez de los análisis vigentes.

Desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad se considera por tanto aceptable el diseño del dispositivo Espiga para su uso en combustible PWR 17x17.

La evaluación de seguridad de las modificaciones para el uso del dispositivo Espiga en una determinada instalación o contenedor que realice su titular, deberá incluir el análisis del impacto en seguridad frente a criticidad, sin bien únicamente en los casos soportados por análisis de criticidad con crédito al boro disuelto en la piscina de almacenamiento podría producirse un impacto positivo en reactividad, en función de cuya magnitud puede ser necesario revisar los análisis de criticidad vigentes.

3.3.2 Evaluación mecánico - estructural (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ESPIGA/1701/01)

El área IMES ha evaluado la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA atendiendo a los aspectos mecánico – estructurales. La evaluación se ha limitado al propio diseño del dispositivo, y no incluye elementos auxiliares o herramientas que se utilizan durante su montaje o manipulación.

El informe de evaluación en cuestión indica que los titulares de autorizaciones de piscinas de combustible gastado (las CCNN), de contenedores de almacenamiento, de contenedores de transporte, y del ATC, que vayan a emplear elementos de combustible gastado con dispositivos ESPIGA instalados, habrán de solicitar, si corresponde en virtud de las instrucciones del CSN aplicables, las autorizaciones de uso correspondientes (o modificaciones de diseño).

Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

- i. En relación con los análisis mecánico – estructurales llevados a cabo por ENUSA, el área IMES considera que los cálculos realizados por ENUSA, unos manuales y otros con apoyo del código de cálculo ANSYS, son suficientes para caracterizar adecuadamente el comportamiento del dispositivo ESPIGA en las condiciones postuladas. Los resultados de estos cálculos son satisfactorios en la mayoría de los casos. ENUSA ha identificado que existe una zona en la que las tensiones calculadas exceden los valores admisibles, pero ha comprobado mediante ensayos reales de tracción que el dispositivo se comporta adecuadamente.
Teniendo en cuenta los resultados de los cálculos y de los ensayos realizados se concluye que el dispositivo ESPIGA está correctamente diseñado desde el punto de vista mecánico – estructural, para hacer frente a las cargas postuladas conservadoramente (2 g aplicado sobre el peso máximo del elemento).
- ii. En cuanto a la revisión desde el punto de vista mecánico – estructural de la Evaluación de Seguridad presentada por ENUSA, el área IMES considera que, aunque probablemente la influencia de la presencia del dispositivo ESPIGA sea pequeña o despreciable, es preciso llevar a cabo el estudio del efecto sobre los análisis existentes, ya sea de la piscina de combustible, del contenedor de almacenamiento o de transporte (en seco), o del ATC.
Se concluye por tanto que es necesario que los titulares de estas autorizaciones, si desean emplear elementos de combustible con dispositivos ESPIGA, lleven a cabo los estudios mencionados, presentando además, si fuera aplicable en virtud de las correspondientes instrucciones del CSN, la solicitud de las modificaciones o autorizaciones de uso necesarias. Estas solicitudes serían independientes del dictamen técnico de apreciación favorable de diseño al que pudiera dar lugar la presente propuesta.
- iii. En cuanto a la resolución por ENUSA de una interferencia geométrica detectada en las pruebas realizadas en CN Almaraz, presenciadas por el área IMES, ésta considera que la

misma es aceptable (la evaluación de IMES concluye que dicha resolución, consistente en la aplicación de un pequeño par de apriete en la ESPIGA para garantizar el correcto alineamiento del dispositivo, no causa una situación menos conservadora que las ya analizadas durante el diseño).

Como **conclusión final** de la evaluación mecánico – estructural, para la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA de ENUSA, el área IMES considera que este diseño es apropiado, dado que se considera correctamente diseñado desde el punto de vista mecánico – estructural, para hacer frente a las cargas postuladas. Sin embargo como ya se ha indicado, es necesario que los titulares de las autorizaciones de instalaciones o contenedores que vayan a emplear elementos de combustible con el dispositivo analicen el potencial impacto producido por el mismo, cursando, si fuera aplicable, la solicitud de uso correspondiente (como modificación de diseño que podría requerir autorización de la Administración).

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

A la vista de las conclusiones de las evaluaciones realizadas por las dos áreas especialistas del CSN (ver el apartado anterior de esta PDT, "3. Evaluación"), basadas en la información presentada por ENUSA en relación con la solicitud de apreciación favorable del diseño del dispositivo ESPIGA, que consideran aceptable este diseño, se concluye lo siguiente:

Se propone apreciar favorablemente el diseño del dispositivo ESPIGA de ENUSA para su uso en combustible 17 x 17 PWR.

Pese a que no se propone la imposición de límites o condiciones a dicha apreciación favorable, como consecuencia de las evaluaciones efectuadas se considera conveniente indicar lo siguiente a los titulares que pretendan emplear el dispositivo:

Los titulares de las autorizaciones de instalaciones o contenedores que vayan a emplear elementos de combustible con el dispositivo ESPIGA deben analizar el potencial impacto producido por el mismo, a través de las evaluaciones de seguridad de las modificaciones correspondientes. Dichas modificaciones habrán de ser presentadas al CSN, si ello fuera necesario en virtud de la normativa aplicable.

4.1 Aceptación de lo solicitado:

SI

4.2 Requerimientos del CSN:

NO

4.3 Compromisos del titular:

NO

4.4 Recomendaciones:

NO