

**ÍNDICE**

**Página**

1.	IDENTIFICACIÓN .....	3
1.1.	Solicitante .....	3
1.2.	Asunto.....	3
1.3.	Documentos aportados por el solicitante .....	3
1.4.	Documentos oficiales .....	3
2.	DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROUESTA.....	4
2.1.	Antecedentes.....	4
2.2.	Motivo de la solicitud .....	5
2.3.	Descripción de la solicitud .....	5
3.	EVALUACIÓN .....	6
3.1.	Referencia y título de los informes de evaluación: .....	6
3.2.	Normativa y documentación de referencia.....	6
3.3.	Resumen de la evaluación .....	7
3.4.	Deficiencias de evaluación: No .....	9
3.5.	Discrepancias frente a lo solicitado: No .....	9
4.	CONCLUSIONES Y ACCIONES.....	9
4.1.	Aceptación de lo solicitado: Si .....	9
4.2.	Requerimientos del CSN: No .....	9
4.3.	Compromisos del titular: No .....	9
4.4.	Recomendaciones: No .....	9

Anexo: Carta al Ministerio de Ref.: CSN/C/P/MITERD/AL0/20/14

## PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

### INFORME FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE CAMBIO PME-1/2-19/003 REV.1 A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CN ALMARAZ, UNIDADES I Y II, RELATIVAS A LA INTEGRIDAD DE LOS VOLANTES DE INERCIA DE LAS BOMBAS DE REFRIGERACIÓN DEL REACTOR

#### 1. IDENTIFICACIÓN

##### 1.1. Solicitante

Centrales nucleares Almaraz-Trillo AIE (CNAT).

##### 1.2. Asunto

Solicitud de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-19/003 rev.1 "Integridad del volante de inercia de las Bombas de refrigeración del Reactor (BRR)" a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la CN Almaraz, unidades I y II.

##### 1.3. Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 17 de octubre de 2019, número de registro 44826, procedente de la Secretaria de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica (Miteco), se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) la petición de informe sobre la propuesta de cambio PME-1/2-19/003 rev.1 "Integridad del volante de inercia de las BRR" a las Especificaciones Técnicas de (ETF) Funcionamiento de la CN Almaraz, unidades I y II.

Con la solicitud se adjuntan los siguientes documentos:

- PME-1/2-19/003 rev.1 "Integridad del volante de inercia de las BRR".
- Evaluación de seguridad de la PME-1/2-19/003 rev.1.
- Informe AL-16-29 rev.1, "Evaluación de integridad de los volantes de inercia de las bombas de refrigeración del reactor conforme a la guía reguladora 1.14. CN Almaraz unidades 1 y 2". Tecnatom, 2019.

##### 1.4. Documentos oficiales

Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de CN Almaraz, unidades I y II.

## 2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROUESTA

### 2.1. Antecedentes

Durante el funcionamiento normal de las bombas de refrigeración del reactor (BRR), los volantes de inercia adquieren una energía cinética tal que, en caso de presentar defectos que afecten a su integridad estructural, se podrían producir misiles de alta energía o vibraciones excesivas en el conjunto de la bomba. Esta posibilidad se ve incrementada durante la ocurrencia de accidentes con pérdida de refrigerante, en los que se produciría una sobre-velocidad de las BRR, con potenciales consecuencias sobre la integridad del sistema de refrigerante del reactor, la contención u otros equipos importantes para la seguridad. Es por ello que, a pesar de no tratarse de componentes clase nuclear, los volantes de inercia de las BRR se someten a un programa de inspección periódica, cuyo alcance y frecuencias quedan definidos en la Exigencia de Vigilancia (EV) 4.4.10.1.

La RG 1.14 “Reactor Coolant Pump Flywheel Integrity”, USNRC de 1975 establece los métodos que la NRC considera aceptables para cumplir con el criterio general de diseño número 4, “Bases de diseño ambientales y de efectos dinámicos” en lo relativo a los volantes de inercia de las BRR. Así, la posición reguladora C.2 de la citada guía establece los criterios de integridad estructural que deben satisfacer los volantes de inercia de las BRR, que se resumen en determinar la velocidad crítica mínima a la que se produce el fallo dúctil, fallo no dúctil o una deformación excesiva de los volantes, con el fin de compararla frente a la velocidad normal y velocidad en caso de LOCA.

Por otro lado, en la posición reguladora C.4 de la mencionada guía se desarrolla el alcance y frecuencias del programa de inspección que la NRC considera adecuado para garantizar la integridad de los volantes durante la operación de la planta, programa que fue implementado en un inicio por CN Almaraz en la EV 4.4.10.1 y en los Manuales de Inspección en Servicio (MISI).

A la vista del reducido número de defectos detectados en las inspecciones de los volantes realizadas en diferentes plantas de todo el mundo, el grupo de propietarios de Westinghouse (WOG) llevó a cabo un estudio con el objeto de relajar los métodos, el alcance y las frecuencias de inspección recomendadas en la RG 1.14, que se materializó en el informe WCAP-14535 WCAP-14535, “Topical Report on Reactor Coolant Pump Flywheel Inspection Elimination”. Westinghouse, 1998, que fue evaluado y aceptado por la NRC.

Mediante la carta de la referencia AL-CSN-97/0595-C, “Inspección en servicio del volante de inercia de las bombas de refrigeración del reactor”, de 12 septiembre 1997 el titular de CN Almaraz solicitó al CSN la aplicación de las conclusiones del WCAP-14535 a la central, adjuntando un informe elaborado por Westinghouse en el que se extendía la aplicabilidad del WCAP-14535 a CN Almaraz y otras plantas PWR españolas de diseño Westinghouse. Tras la revisión realizada, el CSN consideró aceptable la modificación de los programas de inspección de los volantes de inercia de las BRR, cuyo contenido se reflejó en la redacción vigente de la EV 4.4.10.1, tras el correspondiente proceso de licenciamiento.

En el ámbito del desarrollo del Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento (PIEGE), CN Almaraz identificó el análisis a fatiga de los volantes de inercia como uno de los Análisis de Envejecimiento en Función del Tiempo (AEFT) aplicables, dado que éste mantiene hipótesis de vida de diseño limitada, en particular en lo referente al número de ciclos de arranque/parada considerado en las BRR para evaluar la velocidad de crecimiento de grieta por fatiga en los volantes de inercia. La comprobación de la velocidad de crecimiento de grieta es uno de los requisitos contenidos en la RG 1.14 dentro de los análisis del fallo no dúctil.

A la hora de revisar el citado análisis de fatiga, el titular comprobó que en el informe de aplicabilidad del WCAP-14535 adjunto a la carta AL-CSN-97/0595-C existía un error, dado que la velocidad síncrona de la BRR considerada por Westinghouse, 1.200 rpm, difiere de la velocidad síncrona correspondiente a las BRR de las plantas españolas, 1.485 rpm. El titular revisó el análisis de crecimiento de grieta elaborado en el informe de aplicabilidad de Westinghouse, comprobando que el tamaño de grieta resultante para un periodo de operación de 60 años seguía siendo despreciable, lo que fue considerado aceptable en el informe de evaluación realizado por el área IMES en el marco de la renovación de la autorización (CSN/IEV/IMES/AL0/1902/1133).

El resto de análisis (fallo dúctil, no dúctil y deformación excesiva) que dan cumplimiento a los requisitos de integridad estructural de la posición reguladora C.2 de la RG 1.14 no contemplan hipótesis de vida de diseño limitada y quedan por tanto fuera del alcance del PIEGE.

Es por esto que, en el informe de referencia AL-16-29 rev.1, el titular verifica el resto de análisis que dan cumplimiento a dichos requisitos de integridad estructural tras subsanar el error de la velocidad síncrona de las BRR considerado en los análisis originales, y justifica que las conclusiones del WCAP-14545 que soportan los programas de inspección de los volantes de inercia siguen siendo aplicables al caso de CN Almaraz. La PME-1/2-19/003, rev.1 propone modificar el contenido de la EV 4.4.10.1 actualizando la referencia al informe que soporta las bases del programa de inspección de los volantes de inercia y trasladando dicha información a las bases de las ETF.

## **2.2. Motivo de la solicitud**

La propuesta PME-1/2-19/003 rev.1, de cambio de las ETF de la unidad I y II de CN Almaraz, "Integridad del volante de inercia de las BRR " tiene como objetivo adaptar el contenido de la EV 4.4.10.1 (basado en el análisis realizado en EE.UU. para frecuencia de red 60 Hz, WCAP-14535) al análisis específico realizado para el caso de CN Almaraz, correspondiente a una frecuencia de red de 50 Hz (AL-16-29 rev.1).

Esta solicitud se presenta de acuerdo con lo establecido en la condición 3.1 del anexo a la Orden Ministerial de fecha 7 de junio de 2010, por la que se concede al titular de la central la autorización de explotación en vigor.

## **2.3. Descripción de la solicitud**

La propuesta PME-1/2-19/002 rev.1, idéntica para ambas unidades, consiste básicamente en eliminar la referencia al documento WCAP-14535 en la EV 4.4.10.1, y en añadir a la base

de la ETF 3/4.4.10 la información relativa al análisis específico para CN Almaraz (AL-16-29 rev.1). En concreto incluye los siguientes cambios:

- En las EV 4.4.10.1, se elimina del último párrafo que hace referencia al SER (Safety Evaluation Report de la NRC) del WCAP-14535:

*“Las anteriores provisiones están recogidas en el SER de la Nuclear Regulatory Commission: Acceptance for referencing of Topical Report WCAP-14535, “Topical Report on Reactor Coolant Pump Flywheel Inspection Elimination””.*

- En las Bases de las ETF 3/4.4.10 se añade un párrafo aclaratorio de que los análisis aplicables a la integridad del volante de inercia de las BRR de CN Almaraz, de acuerdo a la RG 1.14, se encuentran en el informe AL-16-29, Rev. 1, de julio de 2019:

*“En adición a lo anterior y aún sin ser componente de clase nuclear, los volantes de inercia de las bombas de refrigeración del reactor se inspeccionarán con arreglo a los términos recogidos en el SER de la Nuclear Regulatory Commission “Acceptance for referencing of Topical Report WCAP-14535, Topical Report on Reactor Coolant Pump Flywheel Inspection Elimination”.*

*La reevaluación de los análisis originales realizados por Westinghouse (fallo dúctil, fallo no dúctil, crecimiento de la grieta por fatiga, deformación excesiva y LOCA) se ha recogido en el informe AL-16-29, Rev. 1. “Evaluación de integridad de los volantes de inercia de las bombas de refrigeración del reactor conforme a la guía reguladora 1.14 C.N. Almaraz Unidades 1 y 2”. Julio 2019”.*

### 3. EVALUACIÓN

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

- CSN/IEV/IMES/ALO/2006/1234: “CN Almaraz. Evaluación PME-1/2-19/003 rev.1 relativa a la integridad de los volantes de inercia de las bombas de refrigerante del reactor”.

#### 3.2. Normativa y documentación de referencia

En la evaluación del CSN se ha considerado la normativa y documentos de referencia siguientes, de la que se derivan los criterios de aceptación aplicables:

- Instrucción del Consejo IS-32, de 16 de noviembre de 2011, sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento en centrales nucleares
- Instrucción del Consejo IS-27 rev.1, de 14 de julio de 2017, sobre criterios generales de diseño en centrales nucleares
- Posición reguladora C.2 de la Regulatory guide 1.14 rev.1, “Reactor Coolant Pump Flywheel Integrity”. USNRC. 1975
- NUREG-0452 rev.4, “Standard Technical Specifications for Westinghouse Pressurized Water Reactors”. USNRC, 1981.

### 3.3. Resumen de la evaluación

El área IMES ha evaluado la propuesta de cambio PME-1/2-19/003 rev.1, a las ETF de la CN Almaraz, unidades I y II, para ello, en primer lugar, se han revisado los análisis realizados y presentados por el titular en el informe AL-16-29 rev.1, que dan cumplimiento a los criterios de integridad estructural de los volantes de inercia (análisis de fallo dúctil, no dúctil y deformación excesiva), y por último se revisan los cambios propuestos por CN Almaraz en la EV 4.4.10.1 y en la base de la ETF 3/4.4.10.

A continuación se resume la evaluación del área IMES y sus resultados:

#### a) Análisis del fallo dúctil

El criterio C.2.c de la RG 1.14 requiere la obtención de la velocidad crítica de la bomba que conduce a la fractura dúctil del volante de inercia. Con ello se pretende demostrar que dicha velocidad sea:

- al menos el doble de la velocidad normal de operación de la BRR (criterio C.2.f)
- superior a la sobre-velocidad de la BRR obtenida en caso de LOCA (criterio C.2.g)

El análisis original del fallo dúctil de los volantes de inercia se desarrolla en el apartado 4.2 del informe de aplicabilidad de Westinghouse, adjunto a la carta de la referencia AL-CSN-97/0595-C, "Inspección en servicio del volante de inercia de las bombas de refrigeración del reactor" de 12 septiembre 1997. Partiendo de las mismas hipótesis, excepto en lo relativo a la velocidad síncrona de las BRR y empleando la misma metodología que en el análisis original, el titular ha recalculado la velocidad crítica de las BRR para la que se produce el fallo dúctil de los volantes de inercia en el informe AL-16-29 rev.1.

Tras corregir la velocidad de giro de 1.200 rpm a un valor de 1.485 rpm, se obtiene que:

- las velocidades críticas mínimas obtenidas (3948.07 rpm suponiendo que no existen grietas previas y 3375.09 rpm suponiendo la existencia de grietas previas de hasta 10 pulgadas) son superiores al doble de la velocidad normal de operación de la BRR ( $2 \times 1.485 \text{ rpm} = 2.970 \text{ rpm}$ ).
- en cuanto al criterio para el caso de LOCA, el titular considera una sobre-velocidad correspondiente al 125% de la velocidad nominal (1.856 rpm), consistente con las hipótesis de partida empleadas por Westinghouse en el WCAP-14535. En tal situación, las velocidades críticas mínimas referidas en el párrafo anterior siguen siendo superiores a la sobre-velocidad alcanzada en las BRR.

Por ello, se considera aceptable el cumplimiento de los requisitos C.2.f y C.2.g de la RG 1.14, en lo relativo al fallo dúctil de los volantes de inercia.

#### b) Análisis del fallo no dúctil

En lo relativo al fallo no dúctil, el requisito C.2.d de la RG 1.14 requiere determinar la velocidad crítica mínima de las BRR que conduce al fallo no dúctil del volante de inercia y con ello,

demostrar que se siguen cumpliendo los requisitos C.2.f y C.2.g referidos en el apartado anterior de este informe.

El titular ha procedido, de la misma forma que en los análisis originales realizados por Westinghouse, a la obtención del tamaño de defecto crítico y de la velocidad de crecimiento de grieta que corresponden a una condición de sobre-velocidad en caso de LOCA. Con ello CN Almaraz pretende demostrar que:

- Los tamaños de defecto crítico son excesivamente grandes y por tanto, dichos defectos podrán ser fácilmente detectados mediante los ensayos no destructivos (END) del programa de inspección en servicio de los volantes de inercia, antes de alcanzar el tamaño de defecto crítico.
- La velocidad de crecimiento conduce a un tamaño de defecto despreciable para un periodo de operación de 60 años.

De acuerdo con la evaluación de IMES, los análisis presentados por el titular (informe AL-16-29 rev.1) verifican el cumplimiento con el criterio C.2.d de la RG 1.14, y se consideran aceptables.

#### **c) Análisis de deformación excesiva**

Según la RG 1.14 se entiende por deformación excesiva cualquier deformación, como un alargamiento del radio interior, que podría causar un desequilibrio del volante provocando su fallo estructural, o una separación del volante respecto al eje. A este respecto, el criterio C.2.e de la citada guía requiere determinar la velocidad crítica mínima de las BRR que conduce al fallo del volante por deformación excesiva, y con ello demostrar que se siguen cumpliendo los requisitos C.2.f y C.2.g referidos en el apartado a) de esta propuesta de dictamen.

Para verificar el criterio C.2.e el titular ha procedido de la misma forma que en el análisis original de Westinghouse, que consiste en demostrar que para la sobre-velocidad alcanzada en el volante en caso de LOCA (1.856 rpm) el incremento de los radios interno y externo del volante es insignificante, lo que imposibilita el fallo estructural del mismo.

El titular ha obtenido que el incremento de la deformación del radio interno y del radio externo son despreciables, dado que las diferentes partes del volante fueron ajustadas por contracción al eje mediante un proceso *shrink fit*, lo que impide una separación del volante respecto del eje.

De acuerdo con los análisis presentados por el titular la evaluación del área IMES considera aceptable el cumplimiento con el criterio C.2.e de la RG 1.14.

#### **d) Cambios propuestos a la exigencia de vigilancia EV 4.4.10.1 y en la base de la ETF 3/4.4.10.**

En la redacción vigente de la EV 4.4.10.1 se desarrolla el alcance, métodos END y frecuencias del programa de inspección de los volantes de inercia de las BRR, incluyendo una referencia bibliográfica al Safety Evaluation Report emitido por la NRC respecto del contenido del informe WCAP-14535.

Según se ha expuesto anteriormente, dicha referencia es incompleta de cara a demostrar el cumplimiento de los criterios de diseño estructural de la RG 1.14, por ello, en la PME-1/2-19/003 rev.1 "Integridad del volante de inercia de las BRR" el titular propone complementar el párrafo añadiendo una referencia al informe AL-16-29 rev.1, en el que el titular reevalúa dichos criterios de diseño para la velocidad correcta de los volantes de inercia de CN Almaraz.

Así mismo, el titular propone trasladar el citado párrafo, con las referencias bibliográficas, a las bases de la especificación 3/4.4.4.10, eliminándolo de la EV 4.4.10.1, lo que se considera aceptable por el área IMES.

Como consecuencia de la evaluación realizada por el área IMES de la propuesta de modificación PME-1/2-19/003 rev.1 de las ETF de ambas unidades de CN Almaraz, se concluye que:

1. CN Almaraz ha reevaluado los criterios de diseño estructural de los volantes de inercia de las BRR que se desarrollan en la RG 1.14, considerando la velocidad síncrona correcta de las bombas (1.485 rpm). Los resultados obtenidos por CN Almaraz en el informe AL-16-29 rev.1, que complementan a los referidos en el informe de WCAP-14535 de Westinghouse, constituyen una base aceptable para soportar el programa de inspección en servicio que se desarrolla en la EV 4.4.10.1 de las ETF.
2. Se considera aceptable la propuesta de eliminar de la EV 4.4.10.1 las referencias bibliográficas a los informes indicadas en la conclusión anterior y trasladarlas a las bases de la ETF 3/4.4.4.10.

**3.4. Deficiencias de evaluación: No**

**3.5. Discrepancias frente a lo solicitado: No**

#### **4. CONCLUSIONES Y ACCIONES**

De acuerdo con la evaluación realizada, se propone informar favorablemente la solicitud de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-19/003 revisión 1, a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la CN Almaraz, Unidades I y II

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

**4.2. Requerimientos del CSN: No**

**4.3. Compromisos del titular: No**

**4.4. Recomendaciones: No**

**ANEXO**

**Escrito del CSN al MITERD de ref. CSN/C/P/MITERD/AL0/20/14**