Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

Índice

1 IDENTIFICACIÓN 3
1.1 Solicitante 3
1.2 Asunto 3
1.3 Documentos aportados por el solicitante 3
1.4 Documentos oficiales 4
2 DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD 4
2.1 Antecedentes 4
2.2 Motivos de la solicitud 4
2.3 Fundamento de la solicitud 5
2.4 Descripción de la solicitud 5
3 EVALUACIÓN 6
3.1 Informes de evaluación 6
3.2 Normativa y documentación de referencia 6
3.2.1 Normativa 6
3.2.2 Documentación de referencia 6
3.3 Resumen de la evaluación 7
3.4 Deficiencias de evaluación 13
3.5 Incumplimientos de evaluación 13
3.6 Discrepancias frente a lo solicitado 13
4 CONCLUSIONES Y ACCIONES 13
4.1 Aceptación de lo solicitado 13
4.2 Requerimientos del CSN 14
4.3 Otras actuaciones adicionales 14
ANEXO I 15
ANEXO II 18

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE MODIFICACIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA EL ALMACÉN DE COMBUSTIBLE NUEVO Y LA PISCINA DE COMBUSTIBLE GASTADO, Y DE APROBACIÓN DE LA PROPUESTA OCES 0-5713 DE CAMBIO AL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y DE LAS PROPUESTAS PME-1/2-23/03 DE CAMBIO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO MEJORADAS DE LA CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ

1 IDENTIFICACIÓN

1.1 Solicitante

Centrales Nucleares Almaraz-Trillo AIE (CNAT).

1.2 Asunto

Solicitud de autorización de modificación del método de análisis de criticidad para el almacén de combustible nuevo y la piscina de combustible gastado de la central nuclear Almaraz (en adelante CN Almaraz), y la aprobación de las propuestas de cambio asociadas OCES 0-5713, al Estudio de Seguridad, y PME-1/2-23/03, "Actualización de los análisis de criticidad del Almacén de Combustible Nuevo (foso y perchas) y de la Piscina de Combustible Gastado de CN Almaraz", a las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas de CN Almaraz, unidades I y II.

1.3 Documentos aportados por el solicitante

El 11 de enero de 2024, con números de registro de entrada 20366 y 20367, se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), procedente de la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miteco), la carta de referencia CN-ALM/IIS/240109 de petición de informe preceptivo sobre la *Solicitud de autorización de modificación de diseño del método de análisis de criticidad para el Almacén de Combustible Nuevo y la Piscina de Combustible Gastado de la Central Nuclear Almaraz y de aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-23/03 a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento*.

La citada petición de informe preceptivo lleva la siguiente documentación asociada:

- SL-23/031 *CN Almaraz. Informe de licenciamiento sobre la actualización de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo (foso y perchas) y de la piscina de combustible gastado*.
- 1135-F-23-406481-005 Rev. 3 *Análisis de Criticidad del Almacén de Combustible Nuevo y de la Piscina de Combustible Gastado de C.N. Almaraz*.
- ES-A-SL-23/018 *Evaluación de seguridad del documento 1135-F-23-406481-005 Rev. 3*.
- 01-E-Z-01507 *Análisis de Seguridad de la Actualización de los Análisis de Criticidad del Almacén de Combustible Nuevo y de la Piscina de Combustible gastado de C.N. Almaraz*.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

- Orden de cambio al Estudio de Seguridad OCES 0-5713 *Actualización de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado*.
- PME 1-23/03 y PME 2-23/03 *Actualización de los análisis de criticidad del Almacén de Combustible Nuevo (foso y perchas) y de la Piscina de Combustible Gastado de C.N. Almaraz, que afecta a la CLO 3.7.15, al apartado 4.3.1.2, y a las BASES de los capítulos 3.7.14 y 3.7.15*. También se adjuntan sus evaluaciones de seguridad asociadas.

Como consecuencia del proceso de evaluación, el titular ha aportado nuevas revisiones de la documentación de la solicitud, que sustituyen y anulan las revisiones anteriores, tal y como se indica en la carta del Miteco de referencia CN-ALM/IIS/250624, remitida al CSN el 24/06/25, número de registro 31453. La nueva documentación aportada es la siguiente:

- 1135-F-23-406481-005 Rev. 5 *Análisis de Criticidad del Almacén de Combustible Nuevo y de la Piscina de Combustible Gastado de C.N. Almaraz*.
- ES-A-SL-23/018 Rev. 1 *Evaluación de seguridad del documento 1135-F-23-406481-005 Rev. 5.*
- 01-EZ-01507 Ed. 2 *Análisis de Seguridad de la actualización de los Análisis de Criticidad del Almacén de Combustible Nuevo y de la Piscina de Combustible Gastado de C.N. Almaraz*.
- Orden de cambio al Estudio de Seguridad OCES 0-5713 Ed. 2 Actualización de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado.
- Páginas afectadas de las PME 1/2-23/03 (sustitución parcial en los documentos).

1.4 Documentos oficiales

Estudio de Seguridad (ES) y Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas (ETFM).

2 DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD

2.1 Antecedentes

CN Almaraz dispone de análisis de criticidad específicos para el almacén de combustible nuevo (ACN) y la piscina de combustible gastado (PCG), elaborados por ENUSA entre 2001 y 2012, que han constituido hasta ahora la referencia para la demostración de la seguridad frente a criticidad en ambas instalaciones. Estos estudios fueron desarrollados con herramientas de cálculo y metodologías válidas en su momento, pero han quedado desfasadas frente a los estándares actuales y las versiones más recientes de los códigos de análisis neutrónico.

Ante esta situación, el titular ha preparado un nuevo estudio que unifica en un único documento los análisis de criticidad previos, además de actualizarlos.

2.2 Motivos de la solicitud

El titular ha presentado la solicitud de autorización a iniciativa propia, con la siguiente finalidad:

– Incrementar el enriquecimiento máximo admisible para el combustible a almacenar en las perchas del ACN pasando de un 4.9% a un 5.0%.

- Actualizar los análisis de criticidad vigentes de ambos almacenes de combustible (ACN y PCG) utilizando herramientas de cálculo con versiones más recientes, unificándolos en un único documento de análisis de criticidad.
- Utilizar un elemento combustible base de diseño que englobe a los diseños utilizados en CN Almaraz hasta el presente, posibles diseños futuros y elementos con mantos axiales.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

2.3 Fundamento de la solicitud

La modificación conlleva cambios en parámetros operacionales de la PCG (concentraciones mínimas de boro en condiciones normales y accidentales y actualización de la curva de reactividad equivalente, REC), que requieren aprobación conforme al artículo 30 del *Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes*, aprobado por Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, y de acuerdo con la instrucción del Consejo IS-21, *sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares*, en la que se establece que, en caso de que se modifiquen los métodos de evaluación descritos en el Estudio de Seguridad que han sido utilizados para establecer las bases de diseño o realizar los análisis de seguridad, sean autorizados por la Dirección General de Política Energética y Minas previo informe favorable del CSN.

Asimismo, la citada modificación implica cambios al ES y a las ETFM, que requieren autorización de acuerdo con lo establecido en los puntos 3.1 y 3.2 de los límites y condiciones de la autorización de explotación vigente de CN Almaraz.

2.4 Descripción de la solicitud

La finalidad principal de la solicitud es incrementar el enriquecimiento de los elementos de combustible nuevo almacenados en las perchas de los módulos diseñados por ENUSA, pasando del 4,90% al 5% en peso de U-235.

Asimismo, se adapta la metodología de los análisis de criticidad del ACN y la PCG de CN Almaraz a los estándares actuales, en línea con las recomendaciones más recientes de la Nuclear Regulatory Commission (Regulatory Guide 1.240). Para ello se aplican los criterios de la guía NEI 12-16, junto con herramientas de cálculo y versiones actualizadas de códigos y librerías de secciones eficaces que han demostrado su idoneidad en análisis de criticidad.

Un objetivo adicional de la modificación es la definición de un elemento combustible “base de diseño”, representativo de todos los diseños pasados y de los previsibles a futuro. Este enfoque permitirá la evaluación de futuros combustibles, incluyendo aquellos con mantos axiales, los cuales requerirán de su propia autorización específica.

Como consecuencia de la actualización de los análisis de criticidad del ACN y la PCG, además del ES, se modifican las ETFM y sus Bases, si bien la modificación de estas últimas no requiere autorización.

En lo que concierne al ES, la propuesta de cambio al mismo contempla la actualización de múltiples secciones del ES para incorporar las nuevas referencias, metodologías y resultados del análisis de criticidad actualizado.

En lo que concierne a las ETFM y sus Bases, la propuesta de cambio a las mismas, común para ambas unidades de la central, contempla lo siguiente:

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

- ETFM 3.7.15. Se actualiza la figura 3.7.15-2 (curva REC de la PCG) conforme a los nuevos análisis de criticidad. Además, se incorporan los valores numéricos correspondientes en formato tabla.
- ETFM 4.3. Se modifica el apartado 4.3.1.2 para reflejar que el enriquecimiento máximo del combustible nuevo almacenado en las perchas de los módulos diseñados por ENUSA es del 5% en peso de U-235.
- Bases de las ETFM 3.7.14 y 3.7.15. Se actualizan las concentraciones mínimas de boro en la PCG necesarias para cumplir con el apartado 7.1.42 del Criterio General de Diseño 71 de la IS-27, tanto en condiciones de operación normal como en condiciones de accidente, de acuerdo con los nuevos análisis de criticidad.

  Asimismo, se sustituye la referencia a la norma ANSI N-16.1-1975 por la norma ANSI/ANS-8.1-2014, que la reemplaza, e incorpora como referencia el nuevo análisis de criticidad (documento 1135-F-23-406481-005 Rev. 3).

3 EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación

- CSN/IEV/ICON/AL0/2504/1392 *Evaluación de la solicitud de autorización de MD del método de análisis de criticidad para el ACN y la PCG de la C.N. Almaraz, así como de aprobación de las PME-1/2-23/03 a las ETFM y de los cambios al Estudio Final de Seguridad.*

3.2 Normativa y documentación de referencia

3.2.1 Normativa

- Instrucción IS-21 del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares, 2009
- Instrucción IS-27 revisión 1, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos generales de diseño de centrales nucleares, 2017
- 10CFR50.68 “Criticality Accident Requirements”, 2006

3.2.2 Documentación de referencia

- Guía de Seguridad 1.11 del CSN “Modificaciones de diseño en centrales nucleares”, 2002
- Regulatory Guide RG 1.240 “Fresh and Spent Fuel Pool Criticality Analyses”, 2021
- NEI 12-16 Rev. 4 “Guidance for Performing Criticality Analyses of Fuel Storage at Light-Water Reactor Power Plants”, 2019
- NUREG/CR-6801 “Recommendations for Addressing Axial Burnup in PWR Burnup Credit Analyses”, 2003
- ANSI/ANS-57.2 “Design Requirements for Light-Water Reactor Spent Fuel Storage Facilities at Nuclear Power Plants”, 1983
- ANSI/ANS-57.3 “Design Requirements for New Fuel Storage Facilities at Light-Water Reactor Plants”, 1987

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

3.3 Resumen de la evaluación

La evaluación ha sido realizada por el área de Ingeniería del Combustible Nuclear (ICON) del CSN.

Durante el proceso de evaluación, se han remitido al titular dos peticiones de información adicional:

- CSN/PIA/CNALM/AL0/2407/64, enviada con fecha 4/07/24 y número de registro 21992, dando respuesta el titular con fecha 1/10/24 y número de registro 36626
- CSN/PIA/CNALM/AL0/2502/66, enviada con fecha 20/02/25 y número de registro 21133, dando respuesta el titular con fecha 21/03/25 y número de registro 25507

El análisis de criticidad presentado por el titular tiene por objeto demostrar que se mantienen las condiciones de subcriticidad con los nuevos parámetros. La evaluación del área ICON se ha centrado en determinar si las hipótesis, metodologías, herramientas y resultados garantizan la seguridad frente a criticidad (SFC) en todos los escenarios de operación y accidente posibles, y si los cambios al Estudio de Seguridad (ES) y las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETFM), son aceptables.

Para esto, ICON ha estructurado su evaluación en los siguientes apartados:

3.3.1. Herramientas de cálculo

El titular ha utilizado los siguientes códigos en el análisis de criticidad:

- KENO-V.a (SCALE 6.1.2): código utilizado para los cálculos de criticidad del ACN y la PCG.
- CASMO-4 (Studsvik CMS): código utilizado para los cálculos de quemado de combustible irradiado a almacenar en la PCG.

Ambos códigos son ampliamente utilizados en análisis de criticidad y de quemado de combustible gastado, habiendo sido previamente ya evaluados y aprobados por el CSN en otras evaluaciones. El área ICON considera aceptables las herramientas de cálculo utilizadas en el análisis de criticidad.

3.3.2. Definición de combustible base de diseño

En el análisis de criticidad se define un elemento combustible base de diseño, representativo tanto de los diseños empleados hasta la fecha en CN Almaraz como de los posibles diseños futuros. Este elemento base de diseño se utiliza como referencia en los cálculos de criticidad, tanto para el almacén de combustible nuevo como para la piscina de combustible gastado.

ICON revisó los parámetros empleados (densidades, dimensiones de vainas y tubos guía, paso entre barras, longitud activa y geometría axial) y comprobó su coherencia con los valores reales y con los márgenes aplicados. En concreto:

- La densidad de pastilla se fija en 10,67 g/cm³ (97,35 % de la densidad teórica), ligeramente superior a la utilizada en el combustible real, con el fin de cubrir la posible variación durante la fabricación. Este valor es algo menor que el 100% de la densidad teórica, que se usaba en análisis anteriores más conservadores.
- También se modifica el valor del diámetro exterior del tubo guía respecto a diseños previos. El utilizado es mayor y, por tanto, menos reactivo que el del combustible Advanced European Fuel (AEF) de CN Almaraz. Para compensar este efecto, se aplica un ajuste adicional que tiene en cuenta la posible reducción del diámetro y su impacto en la reactividad.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

El estudio también calcula sesgos adicionales para considerar las incertidumbres en el enriquecimiento del combustible, el espaciamiento entre barras y las dimensiones de las vainas.

Asimismo, el estudio de criticidad incluye diseños de combustible con mantos axiales en los extremos de las barras, donde el UO_2 está enriquecido al 2.8% en U-235. La longitud y el enriquecimiento varían según la presencia de venenos de Gd_2O_3, con configuraciones específicas que combinan zonas de diferente enriquecimiento y contenido de gadolinio.

El área ICON considera aceptable el combustible base de diseño definido para los cálculos del análisis de criticidad y el cálculo de sesgos adicionales que tengan en cuenta las tolerancias e incertidumbres de fabricación. Los diseños de combustible futuro con mantos axiales de características diferentes a las analizadas requerirán una evaluación adicional.

3.3.3. Metodología de cálculo y resultados para el almacén de combustible nuevo

El ACN de CN Almaraz permite el almacenamiento de combustible fresco y está formado por dos áreas de almacenamiento que utilizan estructuras diferentes: el foso con bastidores y el almacenamiento en perchas.

a. Foso con bastidores (combustible fresco)

   El foso de combustible fresco tiene capacidad para 56 elementos, distribuidos en dos bastidores de 28 posiciones cada uno.

   En los cálculos de criticidad se usa un modelo de combustible detallado que incluye componentes estructurales que reducen la reactividad, como el acero inoxidable, y se aplican sesgos para reflejar tolerancias de fabricación y ligeras variaciones en enriquecimiento o dimensiones. Los elementos almacenados pueden llevar una funda de polietileno, representada de forma conservadora como una capa de agua en el modelo.

   El modelo geométrico del foso replica el usado en análisis previos, incorporando paredes y suelo de hormigón de 50 cm de espesor. Los resultados de los cálculos demuestran que, en todas las condiciones analizadas (normales, de inundación, moderación óptima y accidente de manejo), los valores de criticidad (Keff total, incluyendo sesgos e incertidumbres) se mantienen por debajo de los límites de seguridad establecidos (≤ 0,95 o 0,98), confirmando que el diseño del foso es seguro frente a posibles escenarios operativos y accidentales.

   El área ICON considera aceptables los modelos utilizados para modelar el foso y el combustible en el foso, los cálculos de criticidad realizados y los resultados obtenidos de los mismos.

b. Sistema de perchas

   El sistema de perchas del ACN cuenta con ocho estructuras que almacenan hasta 32 elementos de combustible fresco en total. Para los cálculos de criticidad se usa un modelo de combustible similar al del foso, que incluye el efecto de los componentes estructurales y posibles fundas plásticas de protección. En comparación con estudios anteriores, se ha actualizado el enriquecimiento del U-235 del 4.9% al 5% y se ha incorporado un mayor detalle en la representación del elemento, junto con sesgos que reflejan las tolerancias e incertidumbres de fabricación.

   El modelo geométrico de las perchas mantiene las mismas características del análisis previo, con paredes y suelo de hormigón de 50 cm de espesor. Los resultados confirman que, tanto

en condiciones normales como en accidente (inundación, moderación óptima y manejo de combustible), los valores de criticidad se mantienen por debajo de los límites establecidos.

El área ICON considera aceptables los modelos utilizados para modelar las perchas y el combustible en las perchas, los cálculos de criticidad realizados y los resultados obtenidos de los mismos.

3.3.4. Metodología de cálculo y resultados para la piscina de combustible gastado

La PCG se divide en las siguientes dos regiones:

a. Región I – Combustible fresco

La región I de la PCG es el área destinada al almacenamiento de combustible fresco, formada por dos bastidores metálicos de acero austenítico borado, con un total de 176 posiciones para elementos de combustible. En los cálculos de seguridad se utiliza un modelo de combustible con enriquecimiento del 5% en U-235, aplicando márgenes conservadores para considerar tolerancias de fabricación y efectos estructurales. El modelo reproduce una celda representativa del bastidor con condiciones reflectivas, y adopta valores geométricos que maximizan la reactividad (mayor ancho de celda, menor espesor de pared y menor contenido de boro), garantizando así un enfoque conservador.

Los resultados del análisis muestran que en condiciones normales el sistema se mantiene subcrítico sin dar crédito al boro (Keff total de 0,98447), y que se requiere una concentración mínima de 363 ppm de boro para mantener la criticidad por debajo del límite de seguridad (Keff < 0.95). En condiciones accidentales, el escenario más desfavorable es la deformación del bastidor, que exige una concentración de 1251 ppm de boro, inferior a los valores mínimos exigidos en las ETFM (1500 ppm). Otros posibles accidentes, como la caída de un elemento sobre los bastidores, o entre éstos y la pared, no representan riesgo adicional significativo por las distancias o limitaciones geométricas del sistema.

El área ICON considera aceptables los modelos utilizados para el combustible y la celda de los bastidores de la región I de la PCG, los cálculos de criticidad realizados y los resultados obtenidos para los mismos.

b. Región II – Combustible irradiado (quemado)

La región II de la PCG es la zona destinada al almacenamiento de combustible irradiado, con una capacidad total de 1.628 elementos distribuidos en bastidores metálicos que alternan celdas con y sin acero borado, formando una estructura ajedrezada. En esta región se da crédito al quemado del combustible, es decir, se considera la reducción de reactividad producida tras su uso en el reactor. A partir de los cálculos se obtiene la curva de reactividad equivalente (REC), que define el grado mínimo de quemado requerido para cada nivel de enriquecimiento inicial, garantizando que el combustible pueda almacenarse sin superar los límites de seguridad sin dar crédito al boro.

El modelo empleado incluye márgenes conservadores sobre las dimensiones de las celdas, el espesor de las paredes y el contenido de boro en el acero. Además, se tienen en cuenta factores operativos que afectan a la reactividad, como el enfriamiento tras la parada del reactor o el uso de barras de control. Los resultados confirman que en condiciones normales basta con una concentración de 529 ppm de boro para mantener la criticidad dentro de los límites (Keff < 0,95). En accidente, el escenario más desfavorable es la introducción accidental de un elemento fresco en lugar de uno gastado, que requeriría 1.138 ppm de boro.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

El área ICON considera aceptables los modelos utilizados para el combustible y la celda de los bastidores de la región II de la PCG, los cálculos de quemado y criticidad realizados y los resultados obtenidos para los mismos.

Como ya ocurría en el análisis de criticidad vigente, algunos elementos del inventario de CN Almaraz tampoco cumplen con la nueva curva REC, más exigente al requerir un mayor grado de quemado para ciertos enriquecimientos, por lo que se requiere un análisis adicional para determinar si es posible su almacenamiento en la región II. En total, 40 elementos quedan fuera de los criterios estándar y han sido evaluados individualmente mediante un procedimiento que analiza su historia real de irradiación, el uso de venenos consumibles, su enriquecimiento y densidad reales, y el perfil axial de quemado. Tras aplicar este análisis más ajustado a las condiciones reales, el titular concluye que solo un elemento (D-39) no cumple los requisitos y deberá mantenerse en la región I de la PCG.

El área ICON considera aceptable el método de análisis aplicado por el titular para los elementos que no cumplen con la nueva curva REC con el fin de determinar si pueden ser almacenados en la región II, así como los resultados del mismo.

3.3.5. Interfaz entre regiones de la piscina de combustible gastado

La PCG presenta dos zonas donde la evaluación de criticidad debe realizarse por separado: la interfaz entre la región I (combustible fresco) y la región II (combustible gastado), y la unión entre bastidores de distinto tamaño (13x10 y 13x12) dentro de la región II. En ambos casos se modelan varias filas de cada configuración para representar fielmente la geometría real y se emplea combustible con las características ya definidas: fresco al 5% en la región I y con distintos grados de quemado en la región II (48 y 24 GWd/TmU).

Los resultados muestran que la reactividad en la interfaz entre ambas regiones es intermedia, limitada por la de la región I, mientras que en la separación entre bastidores de la región II los valores obtenidos son menos reactivos que los de los análisis individuales. En conjunto, estos resultados confirman que la configuración de la PCG no presenta condiciones más reactivas que las evaluadas en cada región por separado, manteniéndose dentro de los márgenes de seguridad establecidos.

El área ICON considera aceptable el análisis realizado para la interfaz entre regiones y los resultados del mismo.

3.3.6. Almacenamiento de elementos reparados y proceso de reparación

En la región I de la PCG se permite la reparación de elementos de combustible, por lo que el titular debe analizar cómo varía la reactividad en dicha región al introducir un elemento reparado; para ello, analiza como varía la reactividad al retirar barras de combustible del interior de un elemento, dejando esos espacios como huecos, ocupados por agua sin boro. Aunque en la práctica cada barra retirada se reemplaza por otra, el modelo de cálculo considera solo la extracción, lo que constituye un enfoque conservador.

Los resultados muestran que la reactividad aumenta hasta alcanzar un máximo cuando se retiran 52 barras, disminuyendo a partir de ahí. El valor de Keff al introducir en la región I un elemento reparado al que le faltan 52 barras es 0.98521, ligeramente superior al caso sin elementos reparados (0.98447), por lo que el boro presente en la piscina es suficiente para mantener la seguridad durante la reparación o el almacenamiento de elementos reparados. Este proceso solo se realiza en la región I, ya que no está permitido en la región II.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

El área ICON considera aceptable el análisis realizado para la presencia de elementos reparados o en reparación en la región I.

3.3.7. Cestas de varillas

En la PCG de CN Almaraz se utilizan dos tipos de cestas de varillas (tipo 1 y tipo 2) para almacenar barras de combustible. El modelo utilizado para ambos tipos de cestas considera que todas las barras se tratan como combustible fresco con enriquecimiento del 5%, sin incluir las estructuras de la cesta. El modelo utilizado considera la cesta llena al tratarse del enfoque más reactivo posible, ya que al sustituir algunas de esas barras por agua, la reactividad se vería reducida.

Asimismo, el titular ha demostrado que una cesta aislada rodeada de agua pura sigue siendo subcrítica con margen suficiente.

Al colocar una cesta en los bastidores de la región I (combustible fresco) o de la región II (combustible gastado), los valores de criticidad obtenidos son incluso menores que los de las regiones sin cestas, confirmando que su almacenamiento es seguro. El caso más desfavorable (una cesta tipo 1 en la región I) resulta en una reactividad ligeramente inferior (–166 pcm) respecto al caso sin cestas.

El área ICON considera aceptable el análisis realizado para el almacenamiento de cestas de varillas, tipo 1 o tipo 2, con barras de combustible fresco al 5% dentro de los bastidores de la región I o la región II.

3.3.8. Propuestas de cambio a las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas

Las propuestas PME 1/2-23/03 adaptan las ETFM al nuevo análisis de criticidad del ACN y la PCG, de la siguiente manera:

- Se actualiza la CLO 3.7.15 referente al almacenamiento de combustible gastado en la piscina, modificando la figura 3.7.15-2, que incluye la curva REC y su tabla de valores. Esta curva establece, según el enriquecimiento nominal del combustible, el grado mínimo de quemado necesario para permitir su almacenamiento en la región II de la PCG. Los valores de la nueva curva REC difieren de los actualmente existentes, ya que se han revisado conforme a los resultados del nuevo estudio de criticidad.
- En la ETFM 4.3, se modifica el apartado 4.3.1.2.a para especificar que el enriquecimiento máximo del combustible nuevo almacenado en las perchas del ACN es del 5% en peso de U-235, manteniendo así el mismo límite que el establecido para el foso del ACN.
- *En las BASES de las ETFM 3.7.14 y 3.7.15*, se actualizan las concentraciones mínimas de boro requeridas en la PCG para cumplir con el criterio general de diseño 71 de la IS-27, garantizando la subcriticidad tanto en condiciones normales como accidentales. Se establece que el agua de la PCG debe contener suficiente boro soluble para mantener un amplio margen de seguridad: ≥ 363 ppm en la región I y ≥ 529 ppm en la región II en condiciones normales.

  En los escenarios más severos de accidente, las concentraciones necesarias son 1251 ppm para la región I (deformación o desplazamiento de elementos) y 1138 ppm para la región II (introducción errónea de un elemento nuevo). Además, se actualiza la norma de referencia a la ANSI/ANS-8.1-2014, sustituyendo la versión de 1975, e incorporando el principio de doble contingencia, que permite considerar el efecto del boro en accidentes sin asumir la

coincidencia de dos fallos simultáneos. También se incluye como referencia el nuevo análisis de criticidad de Iberdrola (1135-F-23-406481-005 Rev. 3).

El área ICON considera que la propuesta de modificación de las ETFM derivada del nuevo análisis de criticidad del ACN y de la PCG de CN Almaraz, PME-1/2-23/03 para las unidades I y II respectivamente y común para ambas, es aceptable desde el punto de vista de la seguridad frente a criticidad.

3.3.9. Cambios en el Estudio de Seguridad

Como resultado de la actualización de los análisis de criticidad del ACN y la PCG, CN Almaraz ha emitido la Orden de Cambio al Estudio de Seguridad (OCES 0-5713). Esta propuesta de cambio actualiza múltiples secciones del ES para incorporar las nuevas referencias, metodologías y resultados del análisis de criticidad. En general, todas las menciones a los análisis de criticidad se actualizan para referirse al nuevo documento.

Entre las principales modificaciones destacan:

- Sección 1.6.1: se eliminan referencias a los códigos WCAP-11596-P-A y WCAP-11597-A, dado que el nuevo estudio utiliza el programa CASMO-4 en lugar de PHOENIX.
- Sección 9.1.1: se actualizan títulos, tablas y figuras para reflejar el enriquecimiento del 5% de U-235 tanto en el foso como en las perchas, documentando el cambio respecto al valor previo del 4.9%.
- Sección 9.1.2: se corrigen referencias, se actualiza la tabla 9.1.2-2 y se elimina la figura de resultados sin boro, no incluida en el nuevo estudio. También se sustituye la curva REC (figura 9.1.2-8) por la obtenida en el nuevo análisis, representativa de los combustibles actuales y futuros.
- Sección 9.1.4: se documenta el aumento del enriquecimiento máximo del combustible almacenado en perchas ENUSA al 5%.
- Sección 9.1.7: se actualizan las referencias contempladas en este apartado.
- Tablas A-3 y A-4: se actualizan con los resultados del análisis de criticidad.

El área ICON considera los cambios al ES propuestos aceptables desde el punto de vista de la seguridad frente a criticidad, si bien en la sección 9.1.7 se ha incluido una fecha errónea para la revisión 5 del "Análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado de C.N. Almaraz", 1135-F-23-406481-005 Rev. 5, ya que se indica septiembre de 2023, cuando la fecha de esta revisión es mayo de 2025, por lo cual esta errata habrá de corregirse.

Como conclusión final de la evaluación realizada, el área ICON considera aceptables, desde un punto de vista de la seguridad frente a criticidad, el nuevo análisis de criticidad y las propuestas asociadas de cambio a las ETFM y al ES de CN Almaraz, con las siguientes consideraciones:

1. Incorporar a la Base de Licencia de CN Almaraz (tabla 3.12.1-1 del ES) las siguientes normas, referenciadas en el Estudio de Criticidad objeto de la presente evaluación:
   - ANSI/ANS-57.2 “Design Requirements for Light-Water Reactor Spent Fuel Storage Facilities at Nuclear Power Plants”, 1983.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

- ANSI/ANS-57.3 “Design Requirements for New Fuel Storage Facilities at Light-Water Reactor Plants”, 1987.

2. Actualizar las referencias de las evaluaciones de seguridad de las dos PME para tener en cuenta las últimas revisiones del análisis de criticidad, de la evaluación de seguridad de la modificación, del análisis de seguridad de la modificación y de las ETFM de CN Almaraz.
3. Actualizar correctamente la referencia a la versión definitiva del Análisis de Criticidad en las referencias del ES de Almaraz (página 9.1.7-1). La versión definitiva es la revisión 5 de mayo de 2025.

Adicionalmente, durante la evaluación se ha identificado una deficiencia de evaluación relacionada con la calidad, que se indica en el apartado 3.4 de esta propuesta de dictamen.

3.4 Deficiencias de evaluación

Sí. El nuevo análisis de criticidad propuesto contenía información que, en algunos casos, resultaba incompleta o incorrecta, lo que hizo necesario recabar datos adicionales para completar su evaluación. Dicha información incorrecta no se había incorporado a los cálculos de criticidad y, por tanto, no ha tenido impacto en sus resultados. No obstante, sí fue preciso revisar el estudio de criticidad remitido inicialmente con la solicitud.

Esta deficiencia ha sido cargada en la base de datos de deficiencias de evaluación con ID-378.

3.5 Incumplimientos de evaluación

No.

3.6 Discrepancias frente a lo solicitado

No.

4 CONCLUSIONES Y ACCIONES

Se propone informar favorablemente la solicitud del titular de la central nuclear Almaraz de autorización de la modificación del método de análisis de criticidad para el almacén de combustible nuevo y la piscina de combustible gastado, y la aprobación de las propuestas de cambio PME-1/2-23/03, “Actualización de los análisis de criticidad del Almacén de Combustible Nuevo (foso y perchas) y de la Piscina de Combustible Gastado de CN Almaraz”, a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la Central Nuclear Almaraz, unidades I y II, con las condiciones que se detallan en el apartado 4.2.

Asimismo, se considera aceptable la propuesta de cambio del Estudio de Seguridad, Orden de cambio OCES 0-5713 Ed. 2 “Actualización de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado”, derivada de la citada modificación.

Como consecuencia de la evaluación realizada se han identificado una serie de actuaciones adicionales a llevar a cabo por el titular, que se recogen en el apartado 4.3, que serán transmitidas al titular mediante carta de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear.

4.1 Aceptación de lo solicitado

Sí.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

4.2 Requerimientos del CSN

Sí. El titular, en el plazo de tres meses tras la autorización de la modificación, incorporará a la Base de Licencia de CN Almaraz (tabla 3.12.1-1 del ES) las siguientes normas, referenciadas en el Estudio de Criticidad:

- ANSI/ANS-57.2 “Design Requirements for Light-Water Reactor Spent Fuel Storage Facilities at Nuclear Power Plants”, 1983.
- ANSI/ANS-57.3 “Design Requirements for New Fuel Storage Facilities at Light-Water Reactor Plants”, 1987.

4.3 Otras actuaciones adicionales

Sí. El titular, en el plazo de tres meses tras la autorización de la modificación, actualizará la siguiente documentación en los términos que se indican:

1. Actualizar las referencias de las evaluaciones de seguridad de las propuestas de modificación de especificaciones PME 1/2-23/03 para tener en cuenta las últimas revisiones del análisis de criticidad, de la evaluación de seguridad de la modificación, del análisis de Seguridad de la modificación y de las especificaciones técnicas de funcionamiento mejoradas de Almaraz.
2. Corregir la errata del apartado 9.1.7 REFERENCIAS del Estudio de Seguridad relativa a la fecha de la revisión 5 del "Análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado de C.N. Almaraz", 1135-F-23-406481-005 Rev. 5, donde se indica septiembre de 2023, cuando la fecha de esta revisión es mayo de 2025.

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

ANEXO I

Escrito de resolución: CSN/C/P/MITECO/AL0/25/04

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416

ANEXO II

Escrito al titular: CSN/C/DSN/AL0/25/49

Copia Documento Electrónico del CSN Ref: CSN/PDT/CNALM/AL0/2510/370
Original disponible en https://www.csn.es/Sede20/verificarcsv/formulario?csv=26454-33633-61561-A6416