

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

INFORME SOBRE LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE CRITICIDAD DEL ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE NUEVO Y PISCINA DE COMBUSTIBLE GASTADO, Y DE APROBACIÓN DE LOS CAMBIOS DERIVADOS AL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DE CN TRILLO

1. IDENTIFICACIÓN

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

1.2 Asunto

Propuesta de autorización de la modificación de los análisis de criticidad del Almacén de Combustible Nuevo (ACN) y de la Piscina de Combustible Gastado (PGC), de la metodología empleada para llevarlos a cabo y de aprobación de los cambios en los documentos oficiales de explotación relacionados de CN Trillo.

1.3 Documentos aportados por el solicitante

Con fecha 17 de mayo de 2018 (nº de registro 42325) se recibió en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (Minetad), petición de informe sobre la solicitud de autorización de la modificación de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado y de la metodología empleada para llevarlos a cabo, con el fin de extender las alternativas de almacenamiento de elementos de combustible en el ACN de CN Trillo hasta enriquecimientos del 4,35%. Junto con la solicitud de autorización de la modificación de diseño, el titular presenta la correspondiente solicitud de aprobación de la propuesta PME-4-18/01 de cambio a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF), OCES-8455 de cambio del Estudio de Seguridad (ES), asociadas a la modificación de diseño y PMPRR 4-18-01, rev. 0 de cambio del Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y del Combustible Gastado (PGRRCG).

Con la solicitud se adjunta la documentación siguiente:

- Análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado de CN Trillo”, junto con su evaluación de seguridad ES-T-SL-18/008 (documento de referencia 1CV9V-F-17-003871-013).
- Análisis de seguridad de la actualización de los análisis de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y piscina de combustible gastado de CN Trillo” (documento de referencia 18-E-Z-00085 rev.1).
- Propuesta de modificación del Estudio de Seguridad de referencia OCES 8455.

- Propuesta de modificación de las ETF de referencia PME-4-18/01 “Nuevos análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado”, junto con su evaluación de seguridad de referencia PME-4-18/01 rev.0.
- Propuesta de modificación y análisis previo del PGRRCG (documento de referencia PMPRR 4-18/01).

Adicionalmente, en cumplimiento de la condición c) de la Resolución de la DGPEM de 31 de marzo de 2015 por la que se aprobó la PME-4-14/11 (informada por el Pleno del CSN en su escrito de referencia CSN/C/P/MINETUR/TRI/15/05), CNAT ha remitido con la su solicitud el documento con el análisis del impacto de dicho aumento del enriquecimiento en el ruido neutrónico de referencia “Neutron Flux Noise. Answer to CSN Question Number 2. Areva”.

1.4 Documentos oficiales

- Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.
- Estudio de Seguridad.
- Plan de gestión de residuos radiactivos y del combustible gastado.

2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA

2.1 Antecedentes

Los elementos combustibles nuevos se almacenan inicialmente en los bastidores de combustible existentes en el almacén de combustible nuevo (ACN) y posteriormente en la región I de la piscina de combustible gastado (PCG), donde comparten espacio con otros elementos combustibles parcialmente quemados en ciclos anteriores, para finalmente ser trasladados al reactor e iniciar un nuevo ciclo de quemado en el reactor. Ambos espacios de almacenamiento (almacén de combustible nuevo y piscina de combustible gastado) están ubicados en el edificio del reactor de la central, en el interior de su edificio de contención (ZA).

El ACN de CN Trillo está formado por dos recintos compartidos (foso) cuyas cotas inferiores son 9 y 12.2 metros, respectivamente. El ACN consta de dos hileras de bastidores de almacenamiento en seco, una con 39 posiciones y la segunda con 25 bastidores. Actualmente, CN Trillo contempla dos configuraciones de llenado de los bastidores con Elementos de Combustible (EC) frescos:

- Configuración de “almacén lleno” (todas los bastidores pueden albergar un elemento combustible), con una capacidad total de 64 EC.
- Configuración de “almacén semilleno” (disposición ajedrezada de los EC en bastidores) con una capacidad total en este caso de 33 EC.

Para cada una de estas dos configuraciones, como resultado del análisis de criticidad vigente reflejado en las ETF y el ES de CN Trillo, se establece una limitación del enriquecimiento máximo del combustible fresco a almacenar. Esta limitación, para cada una de las configuraciones posibles de llenado, es la siguiente:

- es 4,20% en la configuración de almacén lleno (64 elementos de combustible) y
- entre 4,20% y 5% en la configuración de almacenamiento semilleno (máximo 33 elementos de combustible).

CN Trillo tiene previsto almacenar en el ACN lotes de recarga de más de 33 elementos combustibles con enriquecimientos hasta el 4.35%, que supera lo permitido actualmente en el Estudio de Seguridad, y para ello requiere de nuevos análisis de criticidad que soporten las modificaciones necesarias al ES y a las ETF.

2.2 Motivo de la solicitud

En los nuevos análisis de criticidad objeto de esta propuesta de dictamen técnico, CN Trillo utiliza un elemento de combustible base de diseño que engloba tanto los elementos de los suministradores que ya han sido utilizados en CN Trillo, como posibles elementos futuros, con el fin de extender las alternativas de almacenamiento de elementos de combustible en el ACN hasta un enriquecimiento mayor del permitido actualmente para determinadas configuraciones de llenado del almacén.

La actualización de la metodología y herramientas de cálculo, las nuevas configuraciones y otros parámetros límites resultantes de los nuevos análisis de criticidad que el titular pretende licenciar, suponen una modificación de las condiciones de explotación de C.N. Trillo, por lo que requieren de autorización de modificación, según lo previsto en el artículo 25 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre y de la Instrucción IS-21, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las centrales nucleares.

Asimismo, los cambios correspondientes a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y a Estudio de Seguridad requieren de aprobación, de acuerdo con las condiciones 3.1 y 3.2, respectivamente, de la Autorización de Explotación vigente (Orden IET/2101/2014 de 3 de noviembre).

Por otro lado, de acuerdo con la condición 3.6 de la autorización de explotación vigente y la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) asociada a dicha condición, los cambios al Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y del Combustible Gastado (PGRRCG), derivados de esta modificación de diseño, deben ser apreciados favorablemente por el CSN antes de su entrada en vigor.

2.3 Descripción de la solicitud

Como ya se ha indicado, la solicitud incluye la revisión de los análisis de criticidad del ACN y de la PCG. La revisión del cálculo de criticidad en el ACN se requiere para poder albergar un enriquecimiento mayor del actualmente permitido en el Estudio de Seguridad.

Por otra parte, se incluye también dentro de la solicitud la revisión de los cálculos de criticidad asociados a la PCG con el fin de armonizar ambos análisis (ACN y PCG) al mismo enriquecimiento máximo, subsanado una discrepancia entre ambos actualmente existente.

La realización de los nuevos análisis de criticidad requiere de una actualización de la metodología y herramientas de cálculo.

Y todo ello requiere de modificaciones en el ES, las ETF y el PGRRCG, que igualmente forman parte de la solicitud.

En concreto:

El titular ha realizado nuevos cálculos de criticidad para diferentes configuraciones de almacenamiento de combustible en el ACN, con diferentes enriquecimientos, verificando que se cumplen los criterios de aceptación de la constante de multiplicación efectiva que figuran en la normativa.

Asimismo, ha realizado análisis de criticidad en las dos regiones (I y II) de la PCG y la interfase de la misma y ha determinado una curva de reactividad equivalente (curva REC) en la que se da crédito al quemado, al boro soluble y no al tiempo de enfriamiento. Dicha curva determina, en función del enriquecimiento nominal inicial, el valor mínimo del quemado medio que debe tener un elemento combustible para que pueda ser almacenado en la región-II. Si no se cumple dicho criterio, el elemento combustible solo podrá ser almacenado en la región-I de la PCG.

El análisis ha cubierto tanto las condiciones de operación normal de la piscina como distintas condiciones accidentales, determinándose la mínima concentración de boro que debe haber en la piscina para garantizar que existe un margen de subcriticidad adecuado en ambas condiciones. Los accidentes considerados son el accidente de dilución de boro y la dilución inadvertida de boro.

Los cambios propuestos a los documentos oficiales de explotación son los siguientes:

Cambios al Estudio de Seguridad (documento referencia OCES 8455 rev.0)

- Actualización de los resultados de los nuevos análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y modificación de las nuevas configuraciones de llenado seguras analizadas en función del enriquecimiento inicial del combustible.
- Actualización de las hipótesis, métodos, resultados y conclusiones de los nuevos análisis de criticidad de la piscina de combustible gastado, que determinan las configuraciones de llenado seguras para la misma. Entre otras cuestiones se trata lo siguiente:
 - La información sobre el elemento de combustible envolvente de referencia utilizado (la masa máxima de uranio por elemento combustible y su densidad).

- La información sobre los códigos de criticidad y quemado utilizados en los análisis.
- La nueva curva de reactividad equivalente (REC) de la región II de la piscina y las concentraciones de boro mínimas para mantener la criticidad bajo condiciones normales y accidentales previstas.

Propuesta de modificación de las ETF PME-4-18/01 rev.0

Con la solicitud del titular se modifican las especificaciones 4.4.4 “Subsistema de refrigeración de la piscina de combustible” para actualizar referencias, la 4.10.8 “Almacenamiento de combustible gastado” para actualizar la curva REC de enriquecimiento-quemado en la región II de la PCG, la 4.10.11 “Almacenamiento de combustible nuevo” en la que se modifican la masa inicial máxima de uranio en los nuevos análisis de criticidad, pasando de 482.66 kg a 487.4 kg, la 7.2. “Características de diseño y almacenamiento de combustible”, en la que se modifica la masa inicial máxima de uranio y se actualizan varias referencias.

Propuesta de modificación del PGRRCG (PMPRR-4-18/01)

Se modifica la página 28 para cambiar el enriquecimiento de U-235 máximo permitido de la piscina de combustible gastado desde el 4,25% al 4,5% y sustituir la curva REC de enriquecimiento-quemado admisible para la región II.

3. EVALUACIÓN

3.1 Informes de evaluación:

- CSN/IEV/INNU/TRI/1810/896 “Evaluación de los análisis de criticidad del almacén de combustible nuevo y de la piscina de combustible gastado de CN Trillo”.
- CSN/NET/ARAA/TRI/1810/373 “Evaluación de la modificación realizada en el Plan de gestión de residuos radiactivos y combustible gastado de CN Trillo como consecuencia del aumento del enriquecimiento del combustible del 4.20% al 4.35%, en lo concerniente al Área de Residuos de Alta Actividad (ARAA)”.

3.2 Normativa y documentación de referencia

- IS-27, sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares.
- IS 21, sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño en las centrales nucleares.
- ITC 5 asociada la condición 3.6 del anexo de límites y condiciones (escrito de referencia CNTRI-TRI-SG-14-06 de 19 de noviembre de 2014).

3.3 Resumen de la evaluación

A continuación se resume la evaluación realizada por las siguientes áreas evaluadoras del CSN: Área de Residuos de Alta Actividad (ARAA) y Área de Ingeniería del Núcleo (INNU).

3.3.1 Evaluación del área de residuos radiactivos y del combustible gastado (ARAA)

El alcance de la evaluación de ARAA se ha centrado en la revisión del plan de gestión de residuos radiactivos y combustible gastado, de referencia PMPRR 4-18/01, rev.0. En concreto la evaluación ha verificado que los cambios propuestos por CN Trillo suponen una modificación de las curvas REC de enriquecimiento-quemado para almacenar elementos combustibles en la región II de la piscina de combustible gastado y los valores de enriquecimiento admisibles en la región I. Esta curva REC es más restrictiva que la actualmente en vigor, ya que requiere mayores valores de quemado mínimo para los elementos combustibles con quemados superiores a 3,2% y por lo tanto, entran en los supuestos de la condición 3 de la Autorización de Explotación vigente y de la ITC asociada y requiere apreciación favorable del CSN.

La evaluación del área ARAA considera aceptable la propuesta de CN Trillo, siempre y cuando, desde el punto de vista de la criticidad, los nuevos valores de la curva REC de enriquecimiento-quemado sean aceptables, aspecto éste que ha sido evaluado por el área INNU según se resume en el siguiente apartado.

Asimismo, la evaluación indica que CN Trillo debe comprobar y verificar que no hay ningún Elemento de Combustible (EC) almacenado actualmente en la región II que pudiera quedar en zona no admisible según la nueva curva enriquecimiento-quemado propuesta en el nuevo análisis de criticidad. Este punto ha sido confirmado por CNAT mediante el escrito de fecha 28 de noviembre de 2018 (nº de registro 45030), por lo que en relación con esta evaluación no hay ningún aspecto pendiente, considerándose los cambios propuestos aceptables.

Si bien el titular ha incluido en una única solicitud los cambios a todos los DOE afectados, los cambios al PGRRCG no requieren de autorización ministerial, según lo previsto en la condición 3.6 de la autorización vigente y la ITC 5 que la desarrolla. Por este motivo, se incluye como anexo a la presente PDT un escrito de comunicación de apreciación favorable de los cambios al PGRRCG dirigido al titular y, por otra parte, se incluye una reseña en la propuesta de dictamen al Ministerio, informándole de dicha acción.

3.3.4 Evaluación del área de ingeniería del núcleo (INNU)

El área INNU ha evaluado los cambios en la metodología para realizar los nuevos análisis de criticidad y las modificaciones al Estudio de Seguridad y a las ETF.

La normativa de referencia considerada en la evaluación es la Instrucción del Consejo IS-27, de 28 de enero de 2009, Sobre criterios generales de diseño de centrales nucleares”, y en particular el criterio 71 “Prevención de la criticidad durante el almacenamiento y manejo del combustible.

Los criterios de aceptación aplicables se recogen detalladamente en dicho criterio 71 de la IS 27.

El alcance de la evaluación realizada por el área INNU ha sido el siguiente:

a) Herramientas de cálculo utilizadas en el análisis de criticidad y validación

La herramienta de cálculo utilizada en los análisis de criticidad presentados por CN Trillo para el almacén de combustible fresco y para la piscina de combustible gastado es el código KENO-V.a perteneciente al sistema SCALE (Standardized Computer Analysis for Licensing Evaluation), versión 6.1.2, junto con la librería de secciones eficaces ENDF/B-VII de 238 grupos (v7-238), ampliamente utilizada en tareas de licenciamiento en el CSN.

Así mismo, el titular ha realizado una validación del código basándose en el NUREG/CR-6698 "Guide for Validation of Nuclear Criticality Safety Calculational Methodology", mediante 131 experimentos críticos representativos de los parámetros del combustible y las condiciones de contorno tanto del ACN como de la PCG de CN Trillo.

Para los cálculos de quemado del combustible almacenado en la piscina de combustible gastado el titular ha utilizado el código Casmo-4, versión 2.05.14, que no requiere de una validación específica.

La evaluación considera que los códigos de cálculo y la validación realizada en el estudio de criticidad presentado por CN Trillo son aceptables.

b) Definición del combustible base de diseño

El combustible de CN Trillo es de tipo 16x16-20, es decir cada elemento contiene una malla de 16x16 varillas de las cuales 236 barras son de combustible con vaina de Zircaloy-4 y 20 son tubos guía.

El área INNU ha revisado los análisis presentados por CNAT para determinar el elemento combustible base de diseño que se utiliza en el análisis de criticidad. En estos cálculos se ha tenido en cuenta el tipo de pastilla, las tolerancias en el enriquecimiento, del paso entre barras y del diámetro de la barra. También se ha considerado una masa del elemento combustible de referencia de 487.4 kg, calculada teniendo en cuenta la densidad del combustible gastado, tolerancia, diseño de la pastilla, etc.

La evaluación considera que los valores de las características de diseño del elemento combustible base de diseño utilizado en los análisis de criticidad son representativas y envolventes, desde el punto de vista de la criticidad, de todos los diseños de elemento utilizados hasta ahora y de los posibles diseños futuros, y considera, por tanto, que los análisis realizados son aceptables.

c) Metodología de cálculo para el ACN y resultados

La evaluación ha revisado los análisis de criticidad para el ACN en condiciones de moderación óptima, presentados por CNAT. Estos análisis se han realizado para las dos configuraciones del

ACN contempladas: llena, con hasta 64 Elementos de combustible (EC) y semillena, con hasta 33 EC.

El resultado de estos análisis de criticidad demuestra que se cumple el criterio de aceptación de la constante de multiplicación efectiva del criterio 71 de la IS 27 para las dos configuraciones de llenado consideradas, así como una intermedia conocida como “2 de 3 extendida” en la que solamente se colocan tres elementos en posiciones adyacentes en los extremos de alguna fila, con una capacidad total de hasta 45 EC.

La evaluación considera que los resultados del análisis efectuado por el titular son aceptables.

d) Metodología de cálculo para la PCG y resultados

La PCG tiene las dos regiones de almacenamiento:

- Región I. Diseñada para almacenar 272 elementos combustibles frescos o elementos que no cumplen la curva REC (“Reactivity Equivalent Curve”) que permite almacenar combustible gastado en la región II.
- Región II. Diseñada para almacenar 533 elementos combustibles gastados que cumplen la curva REC, es decir que hayan alcanzado el quemado mínimo requerido según su enriquecimiento inicial.

Tal y como se ha indicado anteriormente, la curva REC representa los pares de valores “quemado mínimo del combustible” frente a “enriquecimiento inicial del combustible” que dan lugar a un valor de reactividad igual a 1 y, por tanto, solo aquellas combinaciones quemado/enriquecimiento que queden por debajo de la curva REC se podrán almacenar en la región II de la piscina de combustible gastado.

La única diferencia entre el análisis de criticidad de la piscina de combustible gastado de CN Trillo presentado con la solicitud respecto al estudio vigente es la utilización de versiones actualizadas del código de criticidad KENO-V.a versión 6.1.2 y el código de quemado del combustible Casmo-4 versión 2.05.14.

La evaluación considera que los resultados de los análisis de criticidad en las regiones I y II de la de la piscina, en condiciones normales y de accidente, se consideran aceptables y demuestran la subcriticidad del almacenamiento de combustible gastado siempre y cuando los elementos que se almacenen en la región II de la piscina cumplan con la curva REC de reactividad equivalente y, por supuesto, la concentración de boro en la piscina se mantenga en los valores establecidos en las ETF.

e) Evaluación de la propuesta de modificación de las ETF de referencia PME-4-18/01

La evaluación ha revisado la propuesta de modificación de las ETF PME-4-18/01 como consecuencia de los nuevos análisis de criticidad del ACN y la PCG de CN Trillo y considera que es coherente con las hipótesis y los resultados de los análisis de criticidad presentados por el titular y, por lo tanto, es aceptable.

- f) Evaluación de la propuesta de modificación del Estudio de Seguridad de referencia OCES-8455

La evaluación ha revisado los cambios incluidos en la propuesta OCES-8455 y considera que los cambios propuestos en el Estudio de Seguridad son aceptables y refleja correctamente las hipótesis, metodología y resultados de los análisis de criticidad realizados.

- g) Aumento del ruido neutrónico debido al aumento de enriquecimiento

La evaluación ha revisado el análisis del impacto del aumento de enriquecimiento previsto por CN Trillo en el lote de elementos de combustible de recarga (una vez autorizada la solicitud de modificación objeto de la presente propuesta de dictamen) en la amplitud del ruido neutrónico, considerando que el análisis es correcto, esperándose un aumento de la amplitud del ruido neutrónico que, aunque dentro del valor autorizado de la banda muerta del filtro, producirá un aumento de las actuaciones del sistema de limitación. La evaluación considera que sigue vigente la condición b) de la resolución de la DGPEM de 31 de marzo de 2015 por la que se aprobó la PME-4-14/11, informada favorablemente por el Pleno del CSN en su escrito de referencia CSN/C/P/MINETUR/TRI/15/05. Esta condición dice lo siguiente:

“El titular deberá ajustar la potencia del reactor para minimizar la frecuencia de actuaciones del sistema de limitación debidas al ruido neutrónico, dado que no es aceptable la situación de operación con actuaciones frecuentes de dicho sistema.”

3.4. Deficiencias de evaluación: No.

3.5. Discrepancias respecto de lo solicitado: No.

4. CONCLUSIONES Y ACCIONES

Como resultado de las evaluaciones realizadas, se concluye que la solicitud de autorización de la modificación de los análisis de criticidad del Almacén de Combustible Nuevo (ACN) y de la Piscina de Combustible Gastado (PGC), de la metodología empleada para llevarlos a cabo y de aprobación de los cambios derivados al Estudio de Seguridad (OCES-8455), a las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (PME-4-18/01) y al Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y del Combustible Gastado (PMPRR 4-18-01) de CN Trillo, son aceptables.

Si bien el titular ha incluido en una única solicitud los cambios a todos los DOE afectados, los cambios al PGRRCG no requieren de autorización ministerial, según lo previsto en la condición 3.6 de la autorización vigente y la ITC 5 que la desarrolla. Por este motivo, se incluye como anexo a la presente PDT un escrito de comunicación de apreciación favorable de los cambios al PGRRCG dirigido al titular y, por otra parte, se incluye una reseña en la propuesta de dictamen al Ministerio, informándole de dicha acción.

4.1. Aceptación de lo solicitado: Sí

4.2. Requerimientos del CSN: No.

4.3. Compromisos del Titular: No.

4.4. Recomendaciones del CSN: No.