

## PROPUESTA DE DICTAMEN TECNICO

### INFORME FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE LA MODIFICACIÓN DE DISEÑO “LICENCIAR EL PAQUETE SCALE 6.1 COMO MÉTODO VALIDADO PARA REALIZAR ESTUDIOS DE CRITICIDAD” Y DE APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE REVISIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD ASOCIADA, DE LA FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN

##### 1.1. Solicitante

Enusa Industrias Avanzadas, S.A. como titular de la Fábrica de Combustible de Juzbado.

##### 1.2. Asunto

Solicitud de autorización de la nueva versión del sistema de códigos 6.1 de SCALE como método de cálculo utilizado en los análisis de seguridad que garantizan la subcriticidad de cada uno de los procesos en los que está involucrado material fisiónable.

Esta modificación tiene asociada la revisión del capítulo 7 del Estudio de Seguridad (ES), por lo que se solicita la aprobación de la propuesta MAN-PROP-ADM-ES-CAP-07.00/15, Rev. 1. “Seguridad Nuclear (control de la criticidad)”, que incluye los cambios que se derivan de la modificación.

La solicitud se realiza en base a lo requerido por las condiciones 3.2 y 4.1 de las Autorizaciones de Explotación y de Fabricación de la Fábrica de Juzbado, concedidas por Orden Ministerial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) de 27 de junio de 2016.

##### 1.3. Documentos aportados por el Solicitante

Procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM), con fecha de entrada en el CSN el 23 de noviembre de 2015 (nº de registro de entrada 44306), se recibió en el CSN petición de informe sobre la solicitud de autorización de la Modificación de Diseño (MD): “Licenciar el paquete SCALE 6.1 como método de cálculo para realizar estudios de criticidad”. Como soporte de la solicitud se adjuntan los siguientes documentos:

- AP-14-000016, Rev. 0: Análisis Previo de la modificación de diseño “Licenciar el paquete SCALE 6.1 como método validado de cálculo para realizar estudios de criticidad”.
- ES-14-000004, Rev. 0: Evaluación de Seguridad de la modificación de diseño “Licenciar el paquete SCALE 6.1 como método validado de cálculo para realizar estudios de criticidad”

- INF-EX-012409, Rev. 0 “Análisis de Seguridad de la modificación de diseño “Licenciar el paquete SCALE 6.1 como método validado de cálculo para realizar estudios de criticidad”
- INF-EX-012290, Rev. 0 “Validación de CSAS5 (SCALE 6.1) para cálculos de criticidad”
- INF-EX-012291, Rev. 0 “Validación de CSAS6 (SCALE 6.1) para cálculos de criticidad”

Adicionalmente se adjunta la propuesta MAN-PROP-ADM-ES-CAP-07.00/15, Rev. 1. “Seguridad Nuclear (control de la criticidad”, acompañada del Informe INF-EX-012814, Rev.0 “Documento justificativo de las modificaciones propuestas en el capítulo 7 del Estudio de Seguridad. Propuesta revisión MAN-PROP-ADM-ES-CAP-07.00-01/15 rev. 1” Rev. 0, que recoge los cambios derivados de esta modificación, así como de la modificación que actualiza el análisis del almacenamiento de contenedores y plataformas cargadas.

#### **1.4. Documentos de licencia afectados**

Estudio de Seguridad (ES). Se modifica la Tabla 7.2.8.3 del capítulo 7, relativa las secuencias de SCALE 4.4.a y SCALE 6.1

## **2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA PROPUESTA DE REVISIÓN**

### **Antecedentes y motivación**

El Estudio de Criticidad (EC) de la fábrica de Juzbado recoge cálculos de detalle de la constante de multiplicación efectiva,  $k_{eff}$ , de cada fase del proceso de fabricación realizados con el paquete de códigos SCALE. Para la realización de estos cálculos, se elaboran ficheros de entrada con modelos detallados de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la instalación, con hipótesis de masa, geometría y moderación del material fisionable que cubren conservadoramente todas las condiciones postuladas de operación normal y de accidente, demostrando la subcriticidad en todos los casos.

La estructura y contenido actuales del EC son el resultado de la revisión en profundidad que Enusa realizó entre los años 2001 y 2002, generándose la revisión 4 del mismo en la que se introdujo una nueva metodología de análisis que incorporaba el cálculo específico de los parámetros de control de la criticidad de la instalación, y que fue aceptada formalmente por el CSN en 2003 (CSN-C-DSN-03-242. Aceptación de la revisión 4 del estudio de Criticidad) de 3 de octubre de 2003.

Los cálculos se realizaron con la entonces nueva versión de SCALE 4.4a, siendo necesaria la validación por el titular de tres secuencias de cálculo CSAS (“Criticality Safety Analysis Sequence”) de este sistema de códigos: CSAS2X, CSAS25 y CSAS26, que se evaluaron en el informe de referencia CSN/IEV/INNU/JUZ/0207/22. Este informe recogía además la evaluación de los primeros cálculos realizados con la nueva herramienta: un estudio de determinación de parámetros envolventes aplicable a los análisis específicos de todos los

procesos, y los estudios de criticidad del área de almacenamiento de polvo y del proceso de preparación de polvo y fabricación de pastillas verdes.

Transcurridos más de 10 años de uso de esta metodología, tanto para la elaboración de los capítulos originales del EC como para la evaluación de seguridad frente a criticidad de las numerosas modificaciones que ha sufrido la instalación en este periodo, el titular ha decidido actualizar el método de cálculo, pasando a la versión 6.1 de SCALE. Esta actualización requiere el licenciamiento de SCALE 6.1 como método de cálculo validado para realizar los análisis de seguridad frente a criticidad de la instalación, lo que se materializa en la validación de las nuevas secuencias que se van a utilizar, en este caso CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1, para su inclusión en el Estudio de Seguridad de la fábrica.

### **3. EVALUACIÓN**

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

CSN/IEV/INNU/JUZ/1609/209: Evaluación de la modificación “Licenciar el paquete SCALE 6.1 como método validado de cálculo para realizar estudios de criticidad” de la fábrica de Juzbado: impacto en el Estudio de Criticidad y modificaciones al capítulo 7 del Estudio de Seguridad.

#### **3.2. Resumen de la evaluación**

##### **3.2.1 Normativa aplicable y criterios de aceptación**

Los criterios de aceptación utilizados en la evaluación de esta modificación, se basan en los principios de seguridad frente a criticidad recogidos en los siguientes documentos:

- Guía de Seguridad del CSN 3.1 sobre modificaciones en instalaciones de fabricación de combustible nuclear.
- ANSI/ANS-8.1-2007 “Nuclear criticality safety in operations with fissionable material outside reactors”.
- ANSI/ANS-8.17-2004(2009 “Criticality safety criteria for the handling, storage and transportation of LWR fuel outside reactors”).

##### **3.2.2 Evaluación de la modificación y documentación presentada**

El titular ha actualizado el método de cálculo a utilizar en los análisis de seguridad que garantizan la subcriticidad de cada uno de los procesos en los que está involucrado material fisionable. Se trata de una nueva versión del sistema de códigos SCALE desarrollado por el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (ORNL), que es uno de los métodos más acreditados actualmente en el mundo nuclear para la realización de análisis de criticidad.

Enusa ha considerado que, de acuerdo con la GS 3.1, la modificación requiere autorización ya que se modifican los métodos de evaluación descritos en el ES para realizar los análisis de seguridad, por lo que Enusa ha presentado los documentos que se requieren, de acuerdo con los requisitos de esta Guía: Análisis previo, Evaluación de seguridad, Análisis de seguridad, propuesta de los nuevos capítulos del EC que soportan la modificación y recogen la validación de las dos nuevas secuencias de cálculo de SCALE 6.1 que se van a utilizar, la validación de CSAS5 (SCALE 6.1) y la validación de CSAS6 (SCALE 6.1) para cálculos de criticidad.

La evaluación del CSN ha revisado dichos documentos considerando aceptable la conclusión del titular de que la modificación requiere autorización

**Nuevos capítulos del EC: Validación de las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1.** Los informes INF-EX-012290 y INF-EX-012291 describen en detalle el proceso de validación que ha seguido Enusa para las dos nuevas secuencias de SCALE 6.1 que se van a utilizar, CSAS5 y CSAS6, con las librerías de secciones eficaces elegidas. Ambas secuencias calculan la  $k_{\text{eff}}$  realizando un procesamiento automatizado de las secciones eficaces específicas del sistema. La secuencia CSAS5 es aplicable a sistemas homogéneos y heterogéneos configurados en malla cuadrada y CSAS6 puede modelar además malla hexagonal. Esta última es necesaria para los análisis de configuraciones con combustible VVER, cuya fabricación se autorizó a Juzbado en el año 2001.

La validación consiste en la comparación de los resultados obtenidos en la simulación de un número suficientemente representativo de casos con resultados experimentales conocidos, para lo que se utilizan los experimentos críticos seleccionados de la literatura. Las diferencias entre los resultados calculados y el valor real de  $k_{\text{eff}}$  de los experimentos se someten a un tratamiento estadístico para deducir el sesgo y las incertidumbres del método de cálculo, que deberán sumarse sistemáticamente a los resultados de los cálculos con las secuencias validadas.

De acuerdo con los criterios de aceptación establecidos, la evaluación del CSN ha verificado para los nuevos métodos de cálculo que:

- Sus resultados se comparan con experimentos críticos, obteniéndose una estimación de sesgos e incertidumbres que permite normalizar el método dentro de su rango de aplicabilidad de manera que sea capaz de predecir conservadoramente condiciones de criticidad dentro de los límites de las incertidumbres asociadas tanto al sesgo como al cálculo de la  $k_{\text{eff}}$  de cada caso particular.
- Se determina el Límite Superior de Subcriticidad (LSS) a partir del sesgo y las incertidumbres asociadas al método de cálculo utilizado. En concreto se verifica para cada caso calculado que:

$$k_p + |\Delta k_p| \leq k_c - |\Delta k_c| - |\Delta k_m| = \text{LSS}$$

Dada la relevancia del efecto usuario, hay que señalar que la validación ha sido realizada por técnicos de la organización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias de la fábrica de Juzbado con dilatada experiencia en los análisis de criticidad de la fábrica. Estos mismos técnicos realizaron la validación anterior de SCALE 4.4A así como todos los cálculos del Estudio de Criticidad de la revisión 4 original y las modificaciones realizadas desde entonces.

La evaluación del CSN considera que, de acuerdo con la detallada descripción realizada en los informes presentados por Enusa, los procesos de validación de los nuevos métodos de cálculo para Juzbado cumplen con los criterios de aceptación establecidos en la normativa aplicable para garantizar la correcta predicción de las condiciones de criticidad, ya que:

- Realizan una comparación con resultados de experimentos críticos suficientemente amplia.
- Realizan un adecuado tratamiento estadístico de los resultados obtenidos para establecer el sesgo y las incertidumbres del método.
- Calculan a partir de estos valores el Límite Superior de Subcriticidad de acuerdo con los requisitos establecidos en la normativa y la información específica de la instalación.

Por consiguiente, la evaluación del CSN considera que los procesos de validación aplicados a las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1 cumplen con los criterios de aceptación establecidos, lo que las cualifica como métodos de cálculo aceptables para la realización de los análisis de criticidad que soportan el Estudio de Seguridad de la instalación.

### **3.2.3. Modificaciones al capítulo 7 del estudio de Seguridad**

La propuesta de modificación del capítulo 7 del Estudio de Seguridad incluye las nuevas secuencias CSAS5 y CSAS6 validadas en la Tabla 7.2.8.3 como métodos de que dispone la fábrica de Juzbado para realizar los análisis de criticidad.

La evaluación del CSN considera que las modificaciones al Estudio de Seguridad propuestas son correctas incluyéndose las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1 como métodos aceptables para la realización de los análisis de seguridad, junto con las secuencias CSAS25, CSAS2X y CSAS26 de SCALE 4.4a también validadas y utilizadas hasta ahora.

**3.3. Deficiencias de evaluación: No.**

**3.4. Discrepancias respecto de lo solicitado: No.**

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

De la evaluación de esta solicitud de modificación se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. Los documentos requeridos por la Guía de Seguridad 3.1 del CSN, Análisis Previo y Evaluación de Seguridad para determinar si la modificación requiere autorización, se consideran aceptables, siguen las recomendaciones de la Guía y su conclusión es correcta en cuanto a la necesidad de autorización.
2. El Análisis de seguridad demuestra que, tras la implementación de la modificación, la instalación sigue cumpliendo los criterios, normas y condiciones de seguridad aplicables, en este caso de seguridad frente a criticidad, lo que se sustenta en los nuevos capítulos del Estudio de Criticidad que incluyen los informes de validación de las secuencias.
3. Los procesos de validación aplicados a las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1 cumplen con los criterios de aceptación recogidos en el apartado 3.2 de este informe, estableciendo adecuadamente los valores de sesgo e incertidumbres asociadas al método así como el correspondiente Límite Superior de Subcriticidad, lo que las cualifica como métodos de cálculo aceptables para la realización de los análisis de criticidad de la instalación.
4. Los análisis de criticidad de Juzbado que se realicen con las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1 aplicarán los valores de sesgo e incertidumbre de acuerdo con lo establecido en el ES y en la documentación soporte presentada.
5. Las modificaciones propuestas realizadas en el Estudio de Seguridad, son correctas, incluyéndose las secuencias CSAS5 y CSAS6 de SCALE 6.1 como métodos aceptables para la realización de los análisis de seguridad, junto con las secuencias CSAS25, CSAS2X y CSAS26 de SCALE 4.4a también validadas y utilizadas hasta ahora.

En consecuencia, se considera aceptable la solicitud presentada por Enusa de autorización de las secuencias CSAS5 y CSAS6 del paquete de códigos SCALE 6.1 como método validado para realizar estudios de criticidad de los procesos de la instalación.

**4.3 Compromisos del titular:** No.

**4.4 Recomendaciones:** No