

## PROPUESTA DE DICTAMEN TECNICO

### PROPUESTA DE INFORME FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL CÓDIGO VIPRE-W PARA VERIFICAR EL DISEÑO TERMOHIDRÁULICO Y DE SEGURIDAD NO-LOCA, ASÍ COMO DE LAS PROPUESTAS DE CAMBIO ASOCIADAS DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD DE CN ASCÓ I Y CN ASCÓ II

#### 1. IDENTIFICACIÓN

##### 1.1 Solicitud

Solicitante: Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II A.I.E. (ANAV)

##### 1.2 Asunto

Solicitudes de autorización SA-A1-14-01/SA-A2-14-01 de la utilización del código VIPRE-W para verificar el diseño termohidráulico y de seguridad NO-LOCA de CN Ascó I y CN Ascó II en sustitución del código THINC, así como las propuestas de cambio PC-305 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) afectadas por el cambio de código, y las propuestas de cambio al Estudio de Seguridad (ES) 1/A130 (Ascó I), 2/A128 (Ascó II) que recogen los cambios a los capítulos 4 y 15.

##### 1.3 Documentos aportados por el Solicitante

Solicitud de aprobación de la modificación de diseño correspondiente a la utilización del código VIPRE-W en sustitución del código THINC para verificar el diseño termohidráulico y de seguridad NO-LOCA de CN Ascó I y CN Ascó II, así como de las propuestas de cambio PC-305 de las ETF, y de las propuestas de cambio al ES 1/A130 (Ascó I), 2/A128 (Ascó II) asociadas al cambio de código, procedentes de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, recibidas en el CSN el día 30 de diciembre de 2014, con nº de registro de entrada CSN 44543, adjuntando los informes técnicos justificativos de las solicitudes DST 2014/209 (Ascó I) / DST 2014/222 (Ascó II) "Solicitud de aprobación para la utilización del código TH VIPRE en CN Ascó I/ Ascó II. Cambios a ETF y ES asociados".

##### 1.4 Documentos de licencia afectados

Secciones de ETF afectadas:

Figura 2.1.1. Límites de Seguridad del Núcleo Tres Lazos en Funcionamiento.  
Base ETF 2.1.1. Núcleo del Reactor.

Capítulos del Estudio de Seguridad afectados:

Capítulo 4 “Reactor” y Capítulo 15 “Análisis de Accidentes”.

Es necesario que el CSN informe el cambio propuesto al Estudio de Seguridad, ya que éste requiere autorización de la DGPEM de acuerdo con la Autorización de Explotación de la central en vigor, al incurrir la modificación de diseño en los supuestos de la Instrucción del CSN IS-21 sobre modificaciones de diseño en centrales nucleares.

## **2. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LAS PROPUESTAS**

### **2.1 Antecedentes**

En CN Ascó se ha venido utilizando para el diseño termohidráulico (TH) y la verificación de los análisis No-LOCA, el código termohidráulico THINC. THINC es un código de diseño TH de subcanal que calcula las condiciones de flujo del refrigerante y el Coeficiente Límite de Ebullición Nucleada (CLEN o DNBR) en los núcleos en condiciones estacionarias y en aquellas condiciones transitorias que pueden analizarse de manera conservadora como pseudo condiciones estacionarias.

La propuesta que realiza el titular es la de cambiar el código THINC por un nuevo código VIPRE-W, que es actualmente el código de diseño termohidráulico estándar utilizado en Westinghouse para la mayoría de las centrales con diseños Westinghouse PWR.

El WCAP-14565-P-A “VIPRE01 Modeling and Qualifiation for Pressurized Water Reactor Non-LOCA Thermal-Hydraulic Safety Analysis” octubre 1999 de Westinghouse, de licencia de VIPRE fue revisado y aprobado por la NRC encontrándose aceptable para las aplicaciones licenciadas y con las limitaciones indicadas en el SER de la NRC “Safety Evaluation Report by The Office of Nuclear reactor Regulatory for WCAP-14565, VIPRE-01 Modelling and Qualification for Pressurized Water Reactor Non- LOCA Thermal/Hydraulic Safety Analysis” NRC. La NRC ha dado su aprobación a diversas plantas para el uso de VIPRE en la evaluación de seguridad de la recarga.

VIPRE es un código de análisis termohidráulico del núcleo del reactor a nivel de subcanal desarrollado originariamente por Pacific Northwest Laboratories (PNNL) para EPRI, sobre la base de varias versiones del código COBRA (código también de PNNL) y, más en particular la versión COBRA-IIIC. La versión de Westinghouse, VIPRE-W, se basa en la versión de EPRI llamada VIPRE-01 que ha sido licenciada por la NRC para aplicaciones en reactores PWR. Esta aprobación la NRC la ha otorgado en dos ocasiones: en 1986 para la revisión MOD-01 y en 1993 para la revisión MOD-02. Esta segunda revisión de la NRC, además de la aprobación del uso para reactores BWR, se centró en garantizar que los cambios de la versión MOD-02 no alteran las conclusiones de su primera revisión sobre la aplicabilidad a reactores PWR. Westinghouse utiliza VIPRE como base para el desarrollo correlaciones de DNB y mejoras de diseño de combustible.

El WCAP-14565 de licencia de VIPRE fue transmitido al CSN por ENUSA, mediante carta de ref. COM-038473 “WCAP-14565-P-A. “VIPRE01 Modeling and Qualifiation for Pressurized Water Reactor Non-LOCAT hermal-Hydraulic Safety Analysis”. ENUSA. 7 junio 2012.

El código VIPRE-W ha sido aprobado para CN Almaraz, con el mismo objetivo que solicita ahora CN Ascó, sustitución del código THINC-IV en cálculos de diseño de recargas y transitorios de ebullición crítica (DNB), sin emplear la capacidad de cálculo de la transmisión de calor en varilla. La solicitud de Ascó es similar a la realizada por CN Almaraz en 2013, evaluada en el informe CSN/IEV/INNU/ALO/1404/885 "Evaluación del código VIPRE-W", CSN, ABR 2014 y aprobada por la resolución ministerial de 3 de Junio de 2014.

En el citado informe se hace un estudio detallado del contexto de uso del código VIPRE-W dentro de las metodologías de diseño de recargas que Westinghouse tiene aprobadas con sus diferentes tratamientos de incertidumbres a la hora de determinar los parámetros críticos de seguridad para la central (CLEN). Por ello, la evaluación del código VIPRE-W recogida en el informe realizado para CN Almaraz se considera válida y aplicable igualmente a CN Ascó.

Así pues, la versión de Westinghouse que CN Ascó somete a aprobación por parte del CSN, VIPRE-W, está basada en la de EPRI VIPRE-01 y la documentación pertinente a la misma se halla en la referencia WCAP-14565, que a su vez se basa en NP-2511-CCM "VIPRE-01: A Thermal/Hydraulic Code for Reactor Cores" Volumes 1, 2, 3, 4 and 5, Electric Power Research Institute, abril 1987.

## **2.2 Razones de la solicitud**

La planta solicita el cambio a VIPRE-W por la simplificación que se consigue utilizando este código, ya que VIPRE-W realiza todo el cálculo en un solo paso, y porque es también el código que Westinghouse está utilizando para desarrollar sus correlaciones de DNB desde hace un tiempo (por ejemplo, la WRB-2M). No se ha obtenido ganancia en margen al DNBR, como tampoco sucedió en la aplicación a CN Almaraz y no ha sido el motivo del cambio buscarlo. La intención de la planta ha sido mantener los mismos límites de seguridad y ecuaciones de disparo (OTΔT, OTΔP, límites de axial offset...) tras el paso a VIPRE-W.

Además, el código VIPRE-W constituye el estándar termohidráulico actual de Westinghouse y se integra en el paquete de métodos avanzados de análisis 3-D de Westinghouse, lo que constituye otro incentivo para el futuro a favor de este código.

## **2.3 Descripción del cambio propuesto**

El cambio propuesto consiste en la utilización del código VIPRE-W para verificar el diseño termohidráulico y de seguridad NO-LOCA de CN Ascó I y II en sustitución del código THINC.

En el ITEC-1797 Rev. 0 "Evaluación con el código VIPRE del Análisis Termohidráulico y de Seguridad No-LOCA de la CN Ascó Unidades I y II", marzo 2014 de ENUSA, se presenta el código de diseño termohidráulico VIPRE y la evaluación del análisis termohidráulico y de seguridad No-LOCA realizada para su aplicación en CN Ascó I y II.

La aplicación de VIPRE-W para CN. Ascó que se propone, se limita a la capacidad de VIPRE-W de calcular el CLEN, quedando excluida de la aplicación la capacidad de VIPRE-W para el cálculo de temperaturas de combustible.

Tal y como se explica en el WCAP-14565-P-A, THINC y VIPRE obtienen resultados similares, pero no son directamente intercambiables. Por ello el titular ha realizado la evaluación específica para CN Ascó en cuanto a los cálculos de CLEN. Puesto que el valor CLEN límite de análisis de seguridad ha variado desde un 1.65 a un 1.61, se han calculado los nuevos límites de seguridad en el núcleo.

En el ITEC-1797, se detalla el análisis realizado con VIPRE-W de los transitorios y accidentes No-LOCA. Los accidentes analizados son aquellos en el que el criterio de seguridad considerado es el CLEN.

Como consecuencia de la sustitución del código termohidráulico THINC por el código VIPRE-W, se ven afectadas las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (propuestas de cambio PC-305 a ETF ) y el Estudio de Seguridad (propuestas de cambio PC-1/A130 al ES de Ascó I y PC-2/A128 de Ascó II).

De acuerdo con la IS-02 del CSN sobre actividades de recarga en centrales nucleares de septiembre de 2004, en las recargas que se haga uso de nuevas metodologías de análisis que requieran autorización, como es el caso que nos ocupa, el Informe de Seguridad de la Recarga (ISR) debe presentarse, como mínimo, tres meses antes de la fecha prevista para alcanzar Modo 3 en el arranque del nuevo ciclo. Además, con dos meses de antelación a la fecha de presentación del ISR, se debe comunicar al CSN la intención de introducir cualquier cambio o modificación sobre la metodología utilizada en la recarga anterior y la relación de las ETF afectadas, en su caso.

Dado que el titular tiene previsto aplicar el código VIPRE-W para el inicio del próximo Ciclo 25 de CN Ascó I, previsto a primeros de diciembre de 2015 (parada recarga 24) y para el inicio del Ciclo 24 de CN Ascó II, previsto a primeros de junio de 2016 (parada recarga 23), solicita aprobación de la metodología y el uso de código VIPRE-W antes de la realización del informe de Seguridad de la Recarga (ISR) del próximo ciclo. En concreto, en julio de 2015 para CN Ascó I (ciclo 25) y primeros de enero de 2016 para CN Ascó II (ciclo 24).

Así mismo, el titular solicita la aprobación de las propuestas de cambio a las ETF y al ES para el inicio de los próximos Ciclos citados, para su efecto y aplicación.

La propuesta de cambio a ETF incluye los cambios siguientes:

Figura 2.1.1. “Límites de Seguridad del Núcleo Tres Lazos en Funcionamiento”

El cambio responde a la actualización de la figura consecuencia de los nuevos límites calculados con VIPRE con un CLEN Límite de Análisis de Seguridad de 1.61 frente a la figura actual calculada con 1.65.

BASE ETF 2.1.1. “Núcleo del Reactor”

Se modifica la BASE de la ETF para indicar que los nuevos límites reflejados en la figura aplican al tipo de combustible MAEF+IFM utilizando la correlación WRB-2ME. Eliminándose

las referencias a otros tipo de combustible y correlaciones que ya no se utilizan para el cálculo de los límites de seguridad del núcleo.

Adicionalmente, se propone modificar la BASE 2.1.1 para adecuar su redacción de manera consistente a la práctica habitual que se viene realizando para el cálculo de las ecuaciones de protección y la verificación de los límites de seguridad del núcleo.

La propuesta de cambio al Estudio de Seguridad incluye los cambios siguientes:

Los cambios presentados modifican el capítulo 4 “Reactor” y responden a la sustitución del código THIN-IV por VIPRE-W recogiendo la descripción de modelos y código. Se eliminan los párrafos y figuras específicas de THINC, manteniendo solo las menciones de THINC donde continúan siendo necesarias.

También se modifica el capítulo 15 “Análisis de Accidentes” debido al nuevo análisis realizado con VIPRE-W. Se actualizan aquellos accidentes impactados por la consideración del nuevo valor de CLEN Límite de Análisis de Seguridad de 1.65 frente al anterior de 1.61, siendo la evolución de los transitorios realizados idéntica a la presentada en los análisis vigentes.

### **3. EVALUACIÓN**

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

- CSN/IEV/INNU/ALO/1404/885 “Evaluación del código VIPRE-W”
- CSN/IEV/INNU/AS0/1506/796: “Evaluación de la solicitud de CN. Ascó I y II para la utilización del código VIPRE-W para el diseño termohidráulico y la verificación No-LOCA”

#### **3.2 Resumen de la evaluación**

La evaluación de los cambios propuestos por el titular se ha realizado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

- Instrucción IS-02 del CSN, sobre documentación de actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera (BOE de 15/09/2004).
- Instrucción IS-21 del CSN, sobre requisitos aplicables a las modificaciones en las Centrales Nucleares (BOE de 19/02/2009).
- GS-1.5 Rev1 “Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera”, CSN, JUL 2004.
- GS-1.11 “Modificaciones de diseño en centrales nucleares”, CSN, JUL 2002.
- NUREG-0800 “Standard Review Plan – Chapter 15.0.2 Review of Transient and Accident Analysis Methods”, USNRC, DIC 2007.

A continuación se resumen los resultados de la evaluación de los cambios propuestos por el titular y su justificación.

### Cualificación del código. Evaluaciones previas de la NRC

La NRC concluyó que VIPRE-01 es aceptable para aplicaciones de licencia en reactores PWR con algunas condiciones y limitaciones de uso. En 1997, Westinghouse revisó la situación del código VIPRE-01 y solicitó a la NRC la evaluación de la referencia WCAP-14565-P-A para el uso de VIPRE-01 en análisis de seguridad termohidráulicos no-LOCA en PWR, con la intención de que sustituya las funciones que dentro de su batería de códigos de diseño de recargas venían haciendo THINC-IV y FACTRAN. En dicha solicitud, Westinghouse abordó la cualificación de sus nuevas correlaciones de DNB (WRB-1, WRB-2, WRB-2M) y algunas de las limitaciones de uso derivadas de NP-2511-CCM. Esta versión del código es la que se viene denominando VIPRE-W.

Es en este marco dentro del cual se sitúa la solicitud de CN Ascó, si bien más restringida, pues no pretende utilizar VIPRE-W en las capacidades de cálculo de transmisión de calor en la varilla, tipo FACTRAN, sino solo como sustituto de THINC-IV.

Las limitaciones que la evaluación de la NRC del WCAP-14565-P-A ha establecido y que, por tanto, la evaluación del CSN considera de aplicación para CN Ascó son las siguientes:

1. En cada aplicación a una planta específica se deberá justificar la correlación de DNB, el límite de DNBR, factores de ingeniería de canal caliente y otros parámetros dependientes del combustible.

De las metodologías licenciadas por Westinghouse comprueban el cumplimiento del criterio de diseño de DNB mediante la construcción de límites de tolerancia, CN Ascó utiliza dos metodologías, la RTDP y la STDP. La primera es la estándar actual y la segunda se utiliza solamente para algunos transitorios cuyas condiciones especiales no permiten que se use la RTDP, como los que se calculan a potencia cero.

STDP trata por separado la incertidumbre de las correlaciones de DNB y la de los parámetros de planta, para lo cual construyen el llamado CLEN-LC (límite de la correlación). A partir del límite de correlación, y utilizando las incertidumbres de parámetros de planta, se construye el llamado CLEN-LD (límite de diseño)

2. Se deberá justificar el conservadurismo de las condiciones de contorno del reactor obtenidas a partir de otros códigos y que se utilizan como entradas a VIPRE-W. Estas entradas incluyen el caudal de refrigerante y la entalpía de entrada al núcleo, la potencia media del núcleo, la distribución de la potencia y los factores nucleares de pico.
3. Se debe cumplir el requisito establecido en el Informe de Evaluación de Seguridad (SER) genérico de VIPRE-01 (1986, NP-2511-CCM) acerca de que la correlación y su límite de DNBR deben haber sido aprobadas para su uso y que la aplicación esté dentro del rango de parámetros aprobados para su uso. El límite de la correlación se debe haber derivado o verificado a partir de las condiciones del fluido predichas por VIPRE-W.
4. Se mantiene la limitación del SER genérico de VIPRE (1986, NP-2511-CCM) en el sentido de no utilizar VIPRE-W para análisis en que intervengan regímenes de transmisión de calor más allá del flujo crítico de calor (post-CHF), para lo cual se requerirá evaluación aparte.

Los usos para los que VIPRE-W está aprobado por la NRC son los siguientes:

- Análisis de DNB para transitorios del Capítulo XV del ES incluyendo: rotura de línea de vapor, extracción de barra de control desde subcrítico o a potencia, pérdida de caudal forzado de refrigerante, rotor agarrotado, caída de barra o banco, arranque inadvertido de una bomba de refrigerante y malfunción del agua de alimentación.
- Cálculo de los límites térmicos del núcleo y análisis de puntos de tarado por motivos de DNBR para la protección por sobrettemperatura (OTΔT).

#### Evaluación del código VIPRE-W y de las incertidumbres aplicables a CN Ascó

- La evaluación de los modelos del código VIPRE-W, las opciones seleccionadas en los mismos y sus diferencias con el THINC-IV, así como las correlaciones que entran en cada situación se recoge en detalle en el informe CSN/IEV/INNU/ALO/1404/885. La evaluación del CSN considera aceptable el código VIPRE-W con los modelos y opciones recogidos en el ITEC-1797 para los usos propuestos.
- La evaluación del CSN también considera aceptable el tratamiento de incertidumbres y penalizaciones previsto para CN Ascó con VIPRE-W.
- Así mismo, considera aceptable el cambio de Especificaciones Técnicas de Funcionamiento propuesto en la PC-305 que contiene las nuevas Líneas Límite del Núcleo correspondientes a los valores de CLEN-AS determinados con VIPRE-W.
- Los cambios al Estudio de Seguridad introducidos en las propuestas 1/A130 (Ascó I), 2/A128 (Ascó II) se consideran aceptables, a excepción del párrafo sobre aplicabilidad a VIPRE-W de experimentos simulados con THINC-IV en el apartado 4.4.4.2 Operación Inicial a Potencia de la Central, que deberá eliminarse o sustituirse por una referencia adecuada a la base de datos experimental de VIPRE-W, dado que se trata de experimentos muy antiguos cuya simulación no se ha repetido ni probablemente pueda repetirse con VIPRE. Así mismo, se deberán sustituir las referencias a VIPRE por VIPRE-W, ya que esta es la denominación inequívoca de la referencia utilizada por CN Ascó y la que contiene las correlaciones de DNB necesarias.

#### **3.3 Deficiencias de evaluación: NO**

#### **3.4 Discrepancias respecto de lo solicitado: En el Anexo se incluyen las condiciones respecto a lo solicitado**

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

1. La solicitud de autorización SA-A1-14-01/SA-A2-14-01 de la utilización del código VIPRE-W se considera aceptable para su uso en aplicaciones de licencia en los términos solicitados por CN Ascó I y CN Ascó II con las siguientes limitaciones, asumidas ya en la solicitud de CN Ascó (ITEC-1797 Evaluación con el código VIPRE del Análisis Termohidráulico y de Seguridad No-LOCA de la CN. Ascó Unidades I y II, ENUSA, marzo 2014):

- CN Ascó deberá justificar, a partir de la primera aplicación del código VIPRE-W, la correlación de DNB, los límites de DNBR (CLEN-LD: límite de diseño y CLEN-LC: límite de correlación), factores de ingeniería de canal caliente y otros parámetros dependientes del combustible, así como las penalizaciones al DNB que apliquen en cada caso.
  - CN Ascó deberá justificar, a partir de la primera aplicación del código, el conservadurismo de las condiciones de contorno del reactor obtenidas a partir de otros códigos y que se utilizan como entradas a VIPRE-W. Estas entradas incluyen el caudal de refrigerante y la entalpía de entrada al núcleo, la potencia media del núcleo, la distribución de la potencia y los factores nucleares de pico.
  - CN Ascó debe cumplir el requisito de que la correlación de flujo calorífico crítico y su límite de DNBR deben haber sido aprobadas para su uso y que la aplicación esté dentro del rango de parámetros aprobados para su uso. El límite de la correlación se debe haber derivado o verificado a partir de las condiciones del fluido predichas por VIPRE-W.
  - El código VIPRE-W no puede ser utilizado en cálculos en los que se produzcan regímenes de transferencia de calor más allá del flujo crítico de calor. En caso de que CN Ascó necesite hacer uso de la opción del código VIPRE-W en sus capacidades termomecánicas de transmisión de calor en la varilla de combustible deberá solicitar aprobación previa al CSN como cambio de metodología.
2. Se consideran aceptables los valores de CLEN Límite de Análisis de Seguridad (CLEN-AS) determinados para su uso con VIPRE-W y recogidos en el ITEC-1797.
  3. Se considera aceptable el cambio de Especificaciones Técnicas de Funcionamiento PC-305 propuesto, el cual contiene las nuevas Líneas Límite del Núcleo correspondientes a los valores de CLEN-AS determinados con VIPRE-W.
  4. En relación con los cambios propuestos al Estudio de Seguridad: 1/A130 (Ascó I), 2/A128 (Ascó II), se consideran aceptables a excepción del párrafo sobre aplicabilidad a VIPRE-W de experimentos simulados con THINC-IV en el apartado 4.4.4.2 Operación Inicial a Potencia de la Central, que deberá eliminarse o sustituirse por una referencia adecuada a la base de datos experimental de VIPRE-W . Así mismo, se deberá sustituir las referencias a VIPRE por VIPRE-W, ya que esta es la denominación inequívoca de la referencia utilizada por CN Ascó y la que contiene las correlaciones de DNB necesarias.

**Aceptación de lo solicitado: SI**

**Requerimientos del CSN: SI (En el Anexo se incluyen las condiciones respecto a lo solicitado)**

**Compromisos del titular: NO**

**Recomendaciones: NO**