



CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR  
REGISTRO GENERAL

**SALIDA 8072**

Fecha: 24-09-2012 11:08

Sra. D<sup>a</sup>. Raquel Montón  
Responsable de la campaña  
nuclear de Greenpeace España  
C/ San Bernardo, nº 107  
28015 MADRID

Madrid, 21 de septiembre de 2012

Estimada Sra. Montón:

En relación con su escrito remitido el pasado 21 de agosto, le informamos de que el CSN publicó el 23 de agosto de 2012 en su página web ([www.csn.es](http://www.csn.es)) toda la información disponible sobre el asunto de las inspecciones realizadas en la vasija del reactor de la central nuclear Doel 3.

Adjunto remito un informe sobre el estado de la situación en este momento, en el que se resume la información técnica disponible y se exponen las actividades realizadas y las previsiones inmediatas.

En relación con las consideraciones que incluyen en su carta sobre las pruebas de resistencia llevadas a cabo en las centrales nucleares europeas, hay que aclarar que esas pruebas han estado dirigidas a revisar la seguridad de las centrales a la luz de lo ocurrido en Fukushima. Su alcance se ha centrado en las cuestiones acordadas por la Unión Europea.

Por otra parte, cuando se complete el análisis de los defectos encontrados en la central belga de Doel 3, se concluirá si es necesario adoptar alguna medida en las centrales nucleares españolas.

Atentamente,

David F. Redolf Marchón  
Director del Gabinete de Presidencia



Seguimiento de las actuaciones realizadas en relación con las  
indicaciones detectadas en la vasija del reactor de Doel 3

**Índice**

1. INTRODUCCION
2. EXPOSICION DEL PROBLEMA
3. ASPECTOS RELATIVOS A FABRICACION
4. ASPECTOS RELACIONADOS CON INSPECCION MEDIANTE ULTRASONIDOS
5. ACTUACIONES EN OTROS PAISES
6. CONCLUSIONES

## 1. INTRODUCCIÓN

El día 3 de agosto de 2012, la Federal Agency for Nuclear Control (FANC) de Bélgica propuso a los organismos reguladores de diversos países la realización de una reunión técnica de trabajo con carácter inmediato, con el objetivo de dar información adicional sobre los resultados de las inspecciones realizadas en la vasija del reactor de Doel 3, así como de las investigaciones y cálculos que se están llevando a cabo por parte del licenciataria de la central. El problema había sido hecho público con carácter preliminar a través del International Incident Report System, mediante el IRS Número 8244 "Flaws Indications in the Reactor Pressure Vessel", de fecha 31/7/2012. En principio, el licenciataria de Doel 3 (Electrabel), considera que se trata de defectos de fabricación, por lo que el IRS pretende alertar del problema a otras centrales con vasijas suministradas por el mismo fabricante, Rotterdam Droogdok Maatschappij, también referido como RDM.

FANC ha clasificado el suceso, de forma preliminar, como nivel 1 dentro de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES), que tiene un nivel máximo de 7.

## 2. EXPOSICION DEL PROBLEMA

Durante la parada para recarga de Doel 3 en junio- julio de 2012, se realizaron ensayos encaminados a la detección de defectos bajo cladding<sup>1</sup> en toda la zona de la beltline<sup>2</sup> de la vasija del reactor (RPV). Este tipo de inspección estaba planificado como resultado de la experiencia en la central francesa de Tricastin.

La inspección se realizó mediante un método de Ultrasonidos (UT) calificado específicamente para la detección de este tipo de defectos bajo cladding. Según los resultados de la inspección, no se han detectado defectos bajo cladding, pero sí indicaciones de defectos de otro tipo.

Para confirmar la naturaleza de las indicaciones detectadas, se realizó una inspección adicional de todo el volumen de la zona cilíndrica de la vasija con el método de UT que se utiliza habitualmente en las inspecciones de las soldaduras de la beltline (Inspección requerida por el código ASME sección XI). Esta inspección confirmó la presencia de miles de indicaciones de defectos en el material base de la RPV.

---

<sup>1</sup> Recubrimiento de acero inoxidable de la pared interior de la vasija.

<sup>2</sup> Parte de la zona cilíndrica de la vasija que rodea al núcleo.

La Agencia Reguladora Belga (FANC) ha enviado una nota el martes 28 de agosto, donde confirman la información presentada previamente en la mencionada reunión del día 16 de agosto:

- Los resultados preliminares confirman, la presencia de una gran cantidad de indicaciones en dos de los anillos que constituyen el cuerpo cilíndrico de la RPV enfrentados a la zona del núcleo.
- En el anillo inferior han aparecido 7776 indicaciones y en el superior 931.
- Las indicaciones son de tipo "laminar" y están presentes en el material base de la vasija del reactor, tienen una forma casi circular (con un diámetro medio de entre 10 y 14 mm aunque algunas alcanzan hasta 25mm) y son similares en ambos anillos. Están distribuidas desde unos 30 mm desde la pared interior, hasta más de la mitad del espesor de la pared de la RPV.

A partir de los datos disponibles de las inspecciones realizadas y de la experiencia de posibles problemas asociados al proceso de fabricación de forja, la hipótesis más plausible en este momento sobre la naturaleza de los defectos es que se trata de defectos debidos a la presencia de hidrógeno (hidrogen flakes), que se originan en el proceso de fabricación. Aunque actualmente se continúa trabajando en la verificación de esta hipótesis.

Durante el proceso de colada del lingote se generan zonas donde la concentración de aleantes es mayor, denominadas zonas de segregación. Si la concentración de hidrógeno en el lingote está por encima de ciertos umbrales, durante el enfriamiento se forman acumulaciones de hidrógeno en las zonas de segregación que pueden implicar el desarrollo de defectos tipo "hidrogen flakes".

Para evitar que la forja presente este tipo de defectos, se recomiendan durante el proceso de forjado una serie de acciones que permiten reducir o eliminar la presencia de este tipo de defectos:

- Control del hidrógeno durante el proceso de colada del lingote. Según la experiencia de otro suministrador, un valor de  $H_2$  menor de 1.5 partes por millón (ppm) es adecuado.
- Tratamiento de recocido para reducir la presencia de hidrógeno en el material, calentando hasta 650°C y manteniéndolo a esa temperatura un tiempo que depende del contenido de  $H_2$ . El tratamiento debe ser suficiente para reducir el contenido de  $H_2$  por debajo de 0.8ppm en el centro del componente.
- Perforación del lingote (piercing). En esta operación se elimina la parte central del material del lingote que puede presentar segregaciones importantes.

### **3. ASPECTOS RELATIVOS A FABRICACION**

El diseño y fabricación de la RPV de Doel 3, al igual que las de las centrales españolas (salvo Trillo, que utilizó normativa alemana) se realizó de acuerdo a la regulación de EE.UU. y los requisitos del Código ASME.

#### **Vasija del reactor de Doel 3**

La zona cilíndrica de la vasija del reactor consta de tres anillos forjados por RDM, entre agosto de 1974 y noviembre de 1975, a partir de lingotes colados en vacío por KRUPPS (Bochum-Germany), de un tipo de acero denominado SA 508 Cl.3. El proceso de cladding y de ensamblaje final fue realizado por Framatome (France) para la parte superior de la vasija del reactor, que incluye el anillo superior donde se alojan las penetraciones (Nozzle Shell, NS) y su soldadura a la parte inferior de la vasija del reactor, cuyo proceso de cladding y ensamblaje fue realizado por Cockerill (Bélgica). Esta zona incluye el anillo intermedio (Upper Core Shell, UCS) y el anillo inferior (Lower Core Shell, LCS), que cubren toda la zona de la beltline.

Existen datos relacionados con la información recopilada del dossier de fabricación de la vasija del reactor de Doel 3 que apoyan la hipótesis de que los defectos detectados son del tipo "hydrogen flakes". A continuación se señalan estos datos, puestos de manifiesto tanto por Electrabel como por FANC:

- No se conoce el contenido de hidrógeno del lingote correspondiente a la forja del LCS, para los otros dos anillo el contenido en hidrógeno del lingote era de 1.4 ppm UCS y 1.0ppm NS
- En los archivos de fabricación de RDM no hay constancia de que se hiciera un tratamiento de de-hidrogenación
- El acero utilizado tiene un contenido alto en carbono
- La localización de las indicaciones se encuentra en zonas de segregación positiva, lo que es consistente con la mayor afinidad por el hidrógeno de estas zonas
- El piercing practicado en el lingote (diámetro de 475mm) es menor que la práctica habitual de otros fabricantes (AREVA elimina un diámetro de alrededor de 820mm), por lo que se ha eliminado menos material afectado por la segregación durante la colada del lingote
- La forma y cantidad de las indicaciones encontradas coincide con lo típico para este tipo de defectos (tamaño de 4 a 14mm y aparecen en gran número)

#### **Vasija del reactor de centrales españolas fabricadas por RDM**

Una vez conocido el problema de Doel 3, el CSN inició las acciones pertinentes para determinar hasta qué punto las centrales españolas pudieran verse afectadas. En principio se revisó la información disponible sobre la fabricación de las vasijas de CN Garoña y CN Cofrentes, provenientes del mismo

fabricante que Doel 3, y sobre las inspecciones realizadas durante la fabricación. Tras la reunión del día 16 de agosto en Bruselas, los esfuerzos se han focalizado en los puntos relacionados con la hipótesis más plausible en este momento sobre el origen de los defectos, es decir, defectos debidos al hidrógeno. A continuación, se expone la información relevante sobre la fabricación de la vasija del reactor de ambas centrales.

#### Central Nuclear Cofrentes

La zona cilíndrica de la vasija del reactor está constituida por cuatro anillos, fabricados mediante dos chapas soldadas longitudinalmente, de acero SA-533 Grado B Clase 1. RDM recibió los anillos con las chapas ya conformadas y soldadas longitudinalmente de Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd (IHI), limitándose su actividad a la soldadura circunferencial de los anillos y la aplicación del cladding. Los suministradores de las chapas a IHI fueron Japan Steel Works Ltd. y Nippon Steel Corporation. La fabricación se realizó entre 1973 – 74.

Dado que se trata de una fabricación a partir de chapas conformadas, no se considera susceptible al problema de defectos debidos al hidrógeno típico de la fabricación de forja.

#### Central Nuclear Santa María de Garoña

La zona cilíndrica de la vasija del reactor consta de ocho anillos forjados por RDM a partir de lingotes colados en vacío por Krupp/Bochumer Verrein (Germany), de acero ASTM A-336 modificado según el caso de código 1332. La soldadura de los anillos y la aplicación del cladding fueron realizadas por RDM. La fabricación de la vasija del reactor se realizó durante los años 1966 a 1968.

A solicitud del CSN, CN Garoña está revisando el dossier de fabricación de la vasija del reactor en busca de la información específica sobre los factores que pueden influir en la aparición de defectos debidos a hidrógeno. Por el momento se tiene constancia de que el piercing practicado en el lingote del anillo número 5 fue de 780mm de diámetro, de acuerdo con lo que se considera una buena práctica.

Aunque el proceso de fabricación utilizado en la vasija del reactor de CN Garoña es similar al de Doel 3, existen diferencias entre las características del acero empleado en cada caso, el espesor de la pared de la vasija del reactor, las dimensiones de las piezas utilizadas e incluso la fecha de fabricación, que hacen que la experiencia de Doel 3 no sea directamente aplicable a CN Garoña.

El CSN realizará una inspección en la central al dossier de fabricación de la vasija del reactor para ampliar la información y verificar documentalmente la que se dispone.

#### **4. ASPECTOS RELACIONADOS CON INSPECCION MEDIANTE ULTRASONIDOS**

Durante la fabricación de la vasija del reactor de Doel 3 se aplicaron los requisitos de ASME III NB-2540, que prescribe la realización de ensayos mediante ultrasonidos (UT) para el examen volumétrico. Los ensayos por UT se hacían manualmente y se realizaron en diversos estados del proceso de fabricación. Los componentes fueron aceptados por la Agencia de Inspección Independiente.

Electrabel señaló algunos registros relevantes de las inspecciones de fabricación en las que se recoge la existencia de 12 indicaciones aceptables en el anillo superior. En las inspecciones de fabricación del anillo inferior no se registraron indicaciones.

Las razones técnicas que esgrimió Electrabel para justificar la no detección de estos defectos durante los exámenes por UT llevados a cabo durante la fabricación, dado que considera que no hay evidencia de falta de calidad en la ejecución de las inspecciones, pueden resumirse de forma muy simplificada en las siguientes:

- Diferencias en la forma de realizar la inspección en fabricación (se realizó desde la superficie exterior de la vasija) y la de la pasada recarga (desde la superficie interior).
- Mejora en la sensibilidad de las técnicas de UT que se utilizan en la actualidad y diferencias en los criterios de aceptación por efecto de esa mejora en las técnicas.

En el momento actual las CCNN de Garoña y Cofrentes han suministrado información sobre los ensayos no destructivos realizados durante la fabricación de la vasija del reactor, indicando que están en disposición de demostrar documentalmente que dichos ensayos fueron realizados con resultados aceptables. En el caso de la central de Garoña, que es la que, con la información disponible, podría tener alguna posibilidad de estar afectada por el problema, este aspecto será verificado dentro de la inspección al dossier de fabricación de la vasija del reactor que se va a llevar a cabo.

## **5. ACTUACIONES EN OTROS PAISES**

### **Bélgica**

Las vasijas de Doel 3 y Tihange 2 fueron suministradas por RDM. Doel 3 permanece parada y continuará así hasta que se confirme la naturaleza del problema y se determine su impacto en la seguridad. El organismo regulador deberá aprobar el arranque de la misma.

Tihange 2, cuya vasija del reactor fue fabricada por RDM en el mismo periodo que Doel 3, procedió a realizar su parada de recarga tal como estaba prevista el 17 de agosto. Su vasija se va a inspeccionar de forma similar a las inspecciones realizadas en Doel 3, y las actuaciones siguientes dependerán de los resultados de estas inspecciones.

En Tihange 1, está previsto realizar una inspección similar durante la parada de recarga en 2013. Con la información actual no se ha considerado necesario anticipar la parada para realizar la inspección.

Otros reactores: las inspecciones que se planifiquen estarán en función de los resultados de la inspección de Tihange 2.

### **Suiza**

Según información de la agencia federal Suiza (ENSI) la vasija de Leibstadt, se fabricó a partir de chapa (similar a CN Cofrentes) y RDM sólo fabricó y suministró las toberas de la vasija, por lo que ENSI no considera que esté afectada por este problema. En este momento no se tiene conocimiento de que esté planificada ninguna inspección específica en esta central.

La vasija del reactor de Mühleberg fue fabricada por RDM mediante anillos forjados. Esta central se encuentra en parada de recarga, habiéndose realizado un examen por ultrasonidos suplementario con el objetivo de identificar de forma fiable la posible presencia de defectos de forja. El resultado de la inspección no ha revelado la presencia de ninguna indicación de defectos de fabricación, por lo que el organismo regulador suizo ENSI (Inspectorado Federal de Seguridad Nuclear) considera verificada la calidad del material de base, atestiguada en los procesos de validación de la vasija del reactor.

### **Otros países**

Según informaciones recientes, en la central Sueca de Ringhals 2, cuya vasija del reactor también fue suministrada por RDM, se realizará una inspección de la vasija del reactor mediante técnicas de ultrasonidos en la parada para recarga, prevista para finales del verano.

Del mismo modo, en la central holandesa de Borssele también se realizará una inspección de la vasija del reactor en la parada para recarga que está programada para la primavera del año próximo.

## 6. CONCLUSIONES

La hipótesis más verosímil en este momento sobre el origen de los defectos detectados en la vasija del reactor de Doel 3, es que estos defectos se originaron en el proceso de fabricación debidos a la presencia de hidrógeno, aunque se continúa trabajando para la verificación de dicha hipótesis.

Hasta este momento y a la vista de la información disponible, no se ha considerado necesario adelantar la parada de ninguna central ni en Bélgica ni en ningún otro país, para realizar inspecciones en la vasija por este tema.

En la inspección realizada durante la actual recarga en la central suiza de Mühleberg, no se han detectado defectos de fabricación, habiéndose comprobado la calidad del material base y de los procesos de verificación realizados durante la fabricación. Cabe señalar que la vasija del reactor de Mühleberg fue fabricada en la misma época que la de Garoña y es similar a ésta al tratarse de un reactor del tipo de agua en ebullición (Doel 3 es agua a presión), de la misma generación y diseño (GE BWR-3) que Garoña.

Con los datos disponibles en este momento, el CSN considera que la central nuclear de Cofrentes no estaría afectada por los defectos de fabricación detectados en Doel 3 y que es bastante improbable que lo esté la central de Garoña, a la vista de los resultados obtenidos en la inspección de la central de Mühleberg. En cualquier caso, el CSN tiene previsto verificar la información facilitada por el titular mediante una inspección al dossier de fabricación.

El CSN está en contacto con otros organismos reguladores y especialmente con el Organismo Regulador Belga, para el seguimiento de las acciones que se están llevando a cabo, la verificación de las hipótesis del origen de los defectos y la comparación de las capacidades de los métodos de ensayos no destructivos, así como de los resultados de la inspección planificada en Tihange 2.

En función de los resultados que se obtengan en Tihange 2 y de los ensayos en curso en Bélgica, así como de las revisiones y verificaciones que se están realizando en España y en otros países, se irá concretando la necesidad de llevar a cabo acciones adicionales.