

Las pruebas de resistencia de las centrales nucleares españolas y la coordinación sectorial

L. Morales, I. Lequerica, R. Almoguera y R. Fernández

Las pruebas de resistencia de las centrales nucleares españolas, realizadas conforme a la especificación establecida por ENSREG para el conjunto de centrales de la Unión Europea, han servido para reevaluar el riesgo y la seguridad de estas instalaciones frente a sucesos extremos no contemplados en las bases de diseño, mediante un proceso que ha implicado a los operadores, a los reguladores nacionales y a diversas instituciones comunitarias.

El "Grupo de Coordinación Sectorial de las Pruebas de Resistencia", constituido en el marco de Unesa, ha facilitado la consistencia de ese proceso mediante su interlocución con el CSN y con la industria nuclear europea, asegurando un enfoque homogéneo para el conjunto del sector, tanto en la realización de las evaluaciones como en la planificación de las consecuentes acciones de mejora.

Stress tests performed by the Spanish Nuclear Power Plants, following the specification established by ENSREG in the framework of the European Union, have served to reassess the risk and safety of these installations against extreme beyond design basis events, through a process in which the operators, the national regulators and various European institutions have been involved.

The "Sector Stress Tests Coordination Group", launched under the umbrella of UNESA, has facilitated the consistency of this process, by means of its dialogue with the CSN and with the European industry, ensuring that all Spanish Nuclear Power Plants have followed the same approach, both in conducting assessments as in planning of the resulting improvement actions.

ANTECEDENTES (Posicionamiento del Consejo Europeo. Especificación de WENRA/ENSREG. Instrucciones del CSN. Proceso de las pruebas de resistencia)

A raíz del accidente de la central de Fukushima Daiichi, la Unión Europea y sus estados miembros se comprometieron a llevar a cabo una evaluación exhaustiva del riesgo y de la seguridad en las centrales nucleares europeas, las llamadas pruebas de resistencia o *stress tests*, mediante un proceso en el que habrían de participar los operadores de las centrales, los reguladores y las autoridades e instituciones de la Unión Europea. Esta iniciativa fue soportada por el Parlamento Europeo y endosada por el Consejo Europeo en su reunión del 24-25 de marzo de 2011.

El Consejo Europeo invitó a la Comisión y a ENSREG (Grupo de Seguridad Nuclear de los Reguladores Europeos) a definir una metodología que sirviera de base para la evaluación. ENSREG se encargaría de elaborar la propuesta técnica de las pruebas de resistencia con el soporte técnico de WENRA (*Western European Nuclear Regulators' Association*). La propuesta preliminar sobre el alcance y método a seguir fue realizada por WENRA en marzo y su versión definitiva sería presentada y aprobada durante la reunión de ENSREG del 12 de mayo, para acabar siendo presentada por la Comisión al Consejo Europeo el 10 de junio.

Todos los estados miembros en los que existen centrales nucleares operativas han tomado parte en el proceso de las pruebas de resistencia. A este



LOLA MORALES

Directora de Seguridad y Calidad de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo A.I.E..



IGNACIO LEQUERICA

Director de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica en la Dirección de Energía Nuclear de Endesa.



RAMÓN ALMOGUERA

Director de Supervisión Nuclear en la Dirección de Generación Nuclear de Iberdrola



RENÉ FERNÁNDEZ

Director Técnico de Nuclenor.

grupo de países hay que añadir Lituania y también dos países fronterizos, Suiza y Ucrania. Además de las centrales, también han sido objeto de evaluación otras instalaciones nucleares tales como las fábricas de combustible o los centros de reproceso, existentes en 10 países, entre los que se encuentran Francia, Eslovaquia, Reino Unido o España.

El proceso ha seguido una planificación establecida en tres fases: la auto-evaluación por parte de los operadores de las instalaciones, que culminó con la edición de los informes finales el 31 de octubre de 2011; la revisión de esos informes por parte de la autoridad reguladora de cada país, que concluyó con la edición de informes nacionales por parte de los organismos reguladores el 31 de diciembre de 2011 y, en tercer lugar, una revisión por pares (*Peer Reviews*) de los informes nacionales, realizada por los organismos reguladores de todos los estados miembros y programada entre los meses de enero y abril de 2012. Se espera que los resultados de esta última fase sean presentados por la Comisión al Consejo Europeo en la reunión del 28-29 de junio. Los informes de cada una de las centrales nucleares, los informes nacionales y los resultados de la revisión por pares se han hecho o se harán públicos.

En España se han dado pasos similares a los de otros países europeos. El 25 de mayo el CSN emitió una Instrucción Técnica Complementaria (ITC) genérica endosando la especificación de WENRA/ENSREG. El 15 de agosto se presentaron los informes preliminares o de progreso, conteniendo el resultado de las evaluaciones y una primera versión de los planes de acción definidos en consecuencia. Su revisión por el CSN finalizó el 15 de septiembre con un informe preliminar en el que se reconocían los márgenes de seguridad disponibles y se indicaban una serie de análisis adicionales que debían incluirse en el informe final. Los informes preliminares de todos los reguladores fueron remitidos a la Comisión Europea y a partir de su contenido, esta comisión presentó su "Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo" el 24 de noviembre, con una primera valoración de los resultados y esbozado algunas sugerencias para reforzar el marco de la UE sobre seguridad nuclear y mejorar los instrumentos de coordinación existentes.

Siguiendo los hitos de la planificación establecida, el 31 de octubre los operadores españoles emitieron sus informes finales, confirmando la robustez de los diseños actuales, la existencia de márgenes adicionales por

encima de dichos diseños, e identificando de forma proactiva posibles mejoras que abordan aspectos de gestión y organización, inversiones en modificaciones y nuevos equipamientos, así como la creación de un Centro de Apoyo a la Emergencia (CAE) que dará servicio a todas las centrales españolas. Los plazos de las acciones propuestas se establecieron según el convenio de considerar corto plazo hasta 2012, medio plazo hasta 2014 y largo plazo hasta 2016.

Tras la revisión de los informes citados, el 31 de diciembre el CSN emitió su informe final, concluyendo que no había deficiencias relevantes en la seguridad de las instalaciones que pudieran requerir de actuaciones urgentes, también que se cumplían las bases de diseño y de licencia establecidas para cada instalación y que los márgenes existentes permitían a las centrales afrontar situaciones más allá de las bases de diseño.

Debemos hacer notar que la Comisión Europea había auspiciado de hecho dos líneas de evaluación. La primera de ellas, ya introducida, corresponde al análisis de la capacidad de las centrales para soportar sucesos más allá de las bases de diseño. La segunda línea proponía como objeto de análisis las amenazas debidas a actos intencionados.

Respecto de esta segunda cuestión el CSN estableció el 30 de junio una nueva ITC genérica que demandaba el desarrollo de medidas de mitigación para responder a sucesos que implicaran la pérdida potencial de grandes áreas de los emplazamientos..

Finalmente, en marzo de 2012 el CSN ha establecido instrucciones técnicas complementarias a las autorizaciones de explotación de cada una de las centrales, en las que se endosan las acciones comprometidas por los operadores en sus informes de 31 de octubre de 2011, además de una serie de análisis complementarios resultantes de la evaluación del CSN.

COORDINACIÓN SECTORIAL PARA ARMONIZAR LA RESPUESTA DE LAS CENTRALES ESPAÑOLAS

En el ámbito del Comité de Energía Nuclear de Unesa se decidió constituir desde el principio un "Grupo de Coordinación Sectorial de las Pruebas de Resistencia" (GCSPR), formado por representantes de todas las organizaciones operadoras (ANAV, Almaraz-Trillo, Iberdrola y Nuclenor) que tendría por misión articular la respuesta del conjunto de centrales españolas y canalizar la interlocución con el CSN en relación con los criterios aplicables

a la realización de las pruebas y en relación con las acciones subsiguientes y su calendario de implantación.

Así, por ejemplo, previo a la edición de la ITC de 15 de mayo, tanto el método como el alcance de las evaluaciones fueron objeto de discusión entre el CSN y el mencionado grupo de coordinación, con el apoyo de grupos de expertos sectoriales en cada área temática. En las discusiones se trató de precisar qué análisis serían realizables según los supuestos de la especificación de ENSREG y establecer una expectativa común sobre el contenido de los informes. También se revisaron, en este caso con la participación del operador de la red (REE), las actuaciones y protocolos relativos a la fiabilidad de la red y a la capacidad de recuperación del suministro eléctrico frente a los escenarios previstos en las pruebas de resistencia.

Por otro lado, el GCSPR ha estado representado en el grupo STORE (*Safety Terms Of Reference*) creado por ENISS (*European Nuclear Installations Safety Standards*) en el marco de Foratom, como instrumento para que los expertos de la industria y operadores de centrales europeas intervinieran en el proceso de definición de la especificación de las pruebas de resistencia. De hecho uno de sus primeros cometidos fue llevar a cabo una revisión exhaustiva de la propuesta preliminar de especificación de WENRA, analizando el alcance, la metodología y el calendario de las evaluaciones, habiendo llegado a desarrollar un documento alternativo para dicha especificación. Actualmente, el grupo Store sirve de foro para el intercambio informativo sobre el desarrollo de las actuaciones en los diferentes países representados. Así, las acciones más significativas que van a implantarse en cada país han sido objeto de intercambio en el ámbito del grupo Store de ENISS, así como un listado preliminar de los equipos portátiles que cada organización va a adquirir.

El grupo de coordinación sectorial participó en el *Fukushima Forum*, que se desarrolló en Atlanta entre los días 14 al 16 de noviembre, organizado conjuntamente por el Instituto de Operaciones Nucleares (INPO) y el Centro de WANO en Atlanta, y que reunió a expertos nucleares de diferentes países y organizaciones con el fin de compartir y comparar los diferentes enfoques adoptados por la industria nuclear internacional en respuesta al accidente de la central japonesa. Entre los diversos representantes de cada centro regional de WANO, la representación española realizó una presentación sobre las

conclusiones de las pruebas de resistencia en nuestro país.

Actualmente, el GCSPPR está participando en la edición del borrador de propuesta que el organismo regulador presentará para la revisión de la Convención de Seguridad Nuclear del OIEA. Recordemos que, dentro del objetivo de reforzar la eficacia del marco regulador internacional, una de las resoluciones adoptadas en la Conferencia General de este organismo, celebrada en septiembre de 2011, sugería la modificación de la Convención sobre Seguridad Nuclear y de la Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares.

Las iniciativas promovidas por los organismos internacionales de la industria nuclear determinan una nueva dimensión en la que será preciso mantener la colaboración sectorial. Si el OIEA decidió en su Conferencia General potenciar sus actividades para fortalecer la seguridad nuclear y la preparación de emergencias, también la Asamblea General de WANO, en la reunión celebrada en Shenzhen, China, en octubre de 2011, asumió las recomendaciones elaboradas por una comisión de alto nivel en el sentido de que era necesario mejorar la credibilidad y visibilidad de esta organización, con medidas tales como reforzar el alcance y profundidad de sus *Peer Reviews* o desarrollar una estrategia de respuesta internacional integrada frente a accidentes significativos.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN DEL GCSPPR Y DE LAS DIFERENTES COMISIONES DE UNESA

El mencionado grupo de coordinación sectorial de las pruebas de resistencia, las comisiones de tecnología, protección radiológica y operaciones dependientes del Comité de Energía Nuclear de Unesa, y diversos grupos de expertos que dependen de esas comisiones, están trabajando en el plan de actuación sectorial articulado en torno a los planes de acción incluidos en los informes de cada central.

Sin la pretensión de describir con detalle todo los trabajos en curso, destacaremos algunos de las materias cuyo análisis y desarrollo está en el ámbito de esa coordinación sectorial:

- Configuración básica del CAE y especificación de los equipos portátiles que van a ser almacenados de forma centralizada: bombas y generadores diesel que podrán ser transportados en menos de 24 horas a cualquier emplazamiento para su conexión y operación.
- Definición de criterios aplicables al refuerzo de las organizaciones de

respuesta a la emergencia, teniendo presente que han de coordinarse con los recursos humanos asignados al equipo de intervención del CAE.

- Definición de la especificación para la instalación de sistemas de venteo filtrado de la contención.
- Estimación de la secuencia temporal de acciones locales de intervención realizables según las diferentes estrategias a las que se ha dado crédito en los informes de evaluación de las centrales, para evaluar la dotación necesaria en la organización de emergencia y estimar las dosis asociadas.
- Valoración de las acciones locales desde el punto de vista radiológico, lo que informará la selección de códigos utilizables para el cálculo de dosis, adaptables a las condiciones de cada planta y a los nuevos escenarios considerados.
- Determinación de las necesidades de equipamiento personal en relación con las dotaciones necesarias de las organizaciones de emergencia y con la dimensión del equipo de intervención del CAE.
- Establecimiento de los criterios de diseño básicos que debería satisfacer el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) ubicado en cada emplazamiento, cuyo esquema conceptual habrá de incluir su dimensión y dotación de medios en razón de la funcionalidad que se le asigne.
- Evaluación de las posibles opciones de gestión de los residuos líquidos, si bien se asume como caso típico el de su almacenamiento.
- Análisis de viabilidad de algunas medidas identificadas para gestionar riesgos radiológicos, como pueda ser la utilización de aspersores para el rociado de emisiones.

PROPUESTA DE ACCIONES DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

Mediante las pruebas de resistencia se ha tratado de comprobar cómo responderían las centrales nucleares ante fenómenos naturales extremos, más allá de los previstos en las bases de diseño conforme a las que fueron construidas, reevaluando los sistemas de seguridad existentes con el fin de evidenciar los márgenes disponibles e identificando posibles mejoras para hacer frente a los nuevos escenarios postulados.

Las mejoras tienden en consecuencia a incrementar la robustez de los sistemas de seguridad y la capacidad de respuesta de las organizaciones frente a eventos extremos, basándose en el concepto de defensa en profun-

dididad y diversidad. El enfoque reflejado por las centrales españolas en sus planes de acción presenta similitudes con las iniciativas que van a ponerse en práctica en otros países europeos, siempre con el necesario matiz de que algunas cuestiones tienen carácter local y soluciones específicas.

La especificación elaborada por ENSREG y, consecuentemente, el contenido de los *stress tests* comprendía tres áreas fundamentales: **sucesos naturales extremos**, entre los que destacan inundaciones y terremotos, **pérdida de las funciones de seguridad**, es decir, pérdida de los suministros eléctricos y del sumidero final de calor y, finalmente, **gestión de accidentes severos**. Atendiendo a esas áreas temáticas, trataremos de sintetizar las conclusiones y las mejoras más significativas que las centrales españolas han incluido en sus planes de acción:

Sucesos naturales extremos

El terremoto de referencia utilizado para la evaluación de márgenes sísmicos disponibles en las centrales españolas se sitúa entre 1,5 y 3 veces por encima del terremoto base de diseño. La evaluación de márgenes sísmicos se ha extendido a los equipos necesarios para el *Station Black Out* o para la gestión de accidentes severos, así como a la piscina de combustible gastado. Se han ampliado los análisis respecto de las interacciones sísmicas. También se han evaluado los efectos de incendios o inundaciones internas causadas por sismo, aspecto que apenas ha sido tratado en otros países. Como consecuencia de estas evaluaciones, es previsible que se implanten algunos refuerzos adicionales.

Repasando las propuestas de otros países, las centrales belgas han realizado una evaluación simplificada de márgenes sísmicos considerando un terremoto de referencia 1,7 veces superior al terremoto base de diseño. En el caso de Suecia, donde el sismo base de diseño está entre 0,12 y 0,13 g, se ha analizado el margen del confinamiento, que incluye la piscina de combustible, hasta 0,4 y 0,5 g. En Francia, se había realizado la evaluación de márgenes sísmicos utilizando como terremoto de referencia 1,5 veces el de diseño.

En cuanto a inundaciones, en España solo existe un emplazamiento en la costa, con un importante margen frente al máximo *tsunami* que pueda postularse, ya que el sumidero final de calor, una balsa de agua dulce con refrigeradores aéreos, se ubica a más de 20 metros sobre el nivel del mar. En otros emplazamientos, se ha analizado la posible afectación de presas

aguas arriba y aguas abajo, habiéndose utilizado hipótesis conservadoras y resultando que, frente a esos escenarios, los márgenes disponibles son aceptables. En todo caso, se van a realizar mejoras en los drenajes, se incrementará la resistencia hidrostática de las penetraciones de galerías mecánicas y eléctricas y se va a reforzar la estanquidad de algunos edificios y cubículos, en particular los que albergan equipos de seguridad, para prevenir los posibles efectos de precipitaciones fuertes.

En otros países, podemos destacar el caso de Tihange (Bélgica) donde un muro construido en el pasado se elevará como resultado de las pruebas de resistencia. En Alemania se han analizado inundaciones con periodo de retorno de 10.000 años. En Reino Unido, el margen varía desde 0,1 hasta tres metros frente a la máxima inundación y se han identificado algunos refuerzos para incrementar ese margen. En Suecia, se indica que el margen es de 2,5 metros y que no se prevén medidas de refuerzo. En Francia se evaluarán, por ejemplo, los posibles fallos de tanques no sísmicos, con el fin de identificar protecciones adicionales y se mejorará la protección de los equipos necesarios para mitigar la pérdida de suministro eléctrico frente a inundaciones más allá de la base de diseño.

Pérdida de las funciones de seguridad

Podemos concluir que las fuentes de suministro eléctrico existentes, por número, diversidad, y fiabilidad de la red eléctrica nacional, así como los procedimientos de recuperación del suministro, constituyen una fortaleza del conjunto de centrales españolas. La actualización del proyecto ESCENRED sobre la fiabilidad de la red, realizada recientemente por el sector y REE con participación del CSN, ha verificado el comportamiento de las alimentaciones auxiliares a las centrales y la idoneidad de los ajustes para las transferencias entre las mismas, frente a incidentes que afecten a la red exterior.

Al margen de ese hecho, todas las plantas prevén medidas para hacer frente a la pérdida prolongada de corriente alterna y continua, reforzando los equipos existentes en el emplazamiento, hasta lograr una autonomía de 24 horas, y estableciendo provisiones para hacer llegar equipo móvil al emplazamiento, tanto para alimentación eléctrica como para inyección de agua, de forma que se extienda dicha autonomía.

Para el almacenamiento exterior de equipos móviles de respaldo a los disponibles en cada central, se ha definido una Centro de Apoyo en Emergencias (CAE) común para todas las centrales españolas. Las medidas programadas en otros países son de un corte similar en lo referido a la compra de equipos portátiles adicionales, si bien la idea del almacenamiento centralizado de equipos de respaldo ha sido desarrollada solo por algunos de ellos, como Francia, Suiza o Bélgica.

Gestión de accidentes severos y respuesta a la emergencia

En este área, se van a revisar las dotaciones actuales de la organización de emergencia por parte de todas las centrales españolas, con el objeto de identificar su idoneidad o la necesidad de posibles refuerzos que contemplen los nuevos escenarios considerados en las pruebas de resistencia, teniendo en cuenta la posibilidad de un accidente múltiple en los emplazamientos con más de un reactor.

Por otro lado, en cuanto a la gestión de los riesgos asociados a la concentración de hidrógeno y su efecto en la integridad de la contención, van a analizarse las alternativas tecnológicas existentes para instalar recombinadores catalíticos pasivos de hidrógeno así como sistemas de venteo filtrado de la contención. Por indicación del CSN van a analizarse adicionalmente los riesgos de la concentración de hidrógeno en edificios anexos a la contención.

Con el objetivo de facilitar la dirección de la emergencia en condiciones extremas, se está desarrollando la especificación de un posible centro de gestión de emergencias alternativo ubicado en el emplazamiento, siguiendo el ejemplo del centro existente en la central siniestrada. En Francia también se está proponiendo un concepto similar.

Ya se ha mencionado la creación del Centro de Apoyo en Emergencias (CAE), que consistirá en un almacén centralizado de equipos, esencialmente bombas y generadores portátiles, más una dotación de personal cualificado y entrenado según estándares exigentes, dimensionados para responder a la emergencia de un emplazamiento con dos unidades y que serán capaces de intervenir en cualquier de las centrales que sufra una situación extrema en menos de 24 horas.

En esa misma línea y salvando las distancias, una de las medidas comprometidas por EDF tras sus pruebas de resistencia ha sido la implantación, a nivel nacional, de una "Fuerza de Acción Rápida Nuclear" (FARN).

Su misión será intervenir y restaurar las funciones de seguridad en las primeras 24 horas desde el inicio de la emergencia. Es previsible que su estructura consista en un cuartel general central más una serie de instalaciones para el almacenamiento de equipos portátiles, próximas a algunos de los emplazamientos, a lo que deben añadirse las unidades de acción rápida propiamente dichas, entre 4 y 5 en todo el país, distribuidas regionalmente en aras de la eficacia y la rapidez de su intervención y con capacidad para proporcionar apoyo a cualquier central accidentada. EDF tiene previsto poner en marcha la primera unidad en 2012.

CONCLUSIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA COORDINACIÓN SECTORIAL EN EL REFUERZO DE LA SEGURIDAD

Las centrales nucleares españolas han puesto en práctica un enfoque conjunto y coordinado durante todo el proceso de especificación y realización de las pruebas de resistencia, de forma que ha existido una interlocución fluida con el CSN, con la industria europea y con otras instituciones internacionales.

El CAE, que dará servicio al conjunto de centrales, muestra que esa actuación sectorial coordinada va a permitir, entre otros beneficios, una utilización sinérgica de los recursos, en este caso para garantizar un servicio de apoyo exterior frente a situaciones extremas en cualquiera de los emplazamientos.

No existen diferencias significativas entre los planes de acción de las centrales españolas y del resto de centrales europeas, ya que éstas también incluyen entre sus actuaciones refuerzos locales para incrementar los márgenes frente a sucesos naturales que excedan las bases de diseño, equipos portátiles para extender la autonomía frente a escenarios de pérdida del suministro eléctrico y/o del sumidero final de calor y recursos adicionales para la gestión de emergencias.

Cabe concluir que las acciones de mejora comprometidas por los operadores de las centrales españolas, bien sean modificaciones de diseño, nuevas instalaciones, adquisición de equipos adicionales o refuerzos de la organización, van a incrementar aún más la robustez y el nivel de seguridad de sus instalaciones. En este sentido, es previsible que la unidad de acción siga siendo una herramienta útil para la implantación eficaz y eficiente de mejoras en el futuro. ■