

Gestión de vida útil de activos nucleares

R. A. Fernández

Demostrada la viabilidad técnica y económica de la vida útil de las centrales nucleares al menos hasta los 60 años, el reto que se plantea es cómo gestionar los activos que constituyen las mismas para asegurar la operación segura y fiable a lo largo de toda su vida útil.

El objetivo de maximizar la vida útil de las centrales nucleares españolas supone gestionar sus activos con visión de largo plazo. La adaptación y actualización de los Planes de Gestión de Vida Útil, de acuerdo con las edades de las plantas, la evolución de las exigencias reguladoras y los avances de la tecnología, es condición necesaria para una implantación eficaz de esta visión.

Provided the technical and economical feasibility of nuclear power plant operation for up to at least 60 years, the challenge is how to manage assets to assure safe and reliable plant operation along the useful life.

The goal of maximizing spanish nuclear power plants useful life is more likely to reach if a long term view asset management approach is assumed. Updated Plant Life Management Plans according to plant age, evolving regulatory requirements and changes in technology is a key aspect to effectively implement such a view.



RENÉ A. FERNÁNDEZ es Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid y MBA por ESDEN. Desde 1984 desarrolla su actividad profesional en NUCLENOR y desde 2005 es director del Área de Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

Demostrada la viabilidad técnica y económica de una vida útil para las centrales nucleares de, al menos, hasta los 60 años (ya existen iniciativas de I+D para soportar la operación hasta los 80 [1]), el reto que se plantea es cómo gestionar los activos que constituyen las mismas para asegurar la operación segura y fiable a lo largo de toda su vida útil. Lo que significa vigilancia y mantenimiento de los márgenes de seguridad y alta fiabilidad de componentes y estructuras de las plantas.

La vida útil referida a un sistema, componente o estructura es el período de tiempo desde su puesta en funcionamiento hasta su retirada de servicio, siempre que se mantenga su capacidad para realizar las funciones importantes para la seguridad que tenga asignadas. Esta vida útil puede ser mayor que la vida de diseño, siempre que las condiciones reales de operación hayan sido menos severas que las supuestas en el diseño. Mediante la comparación entre las condiciones de diseño y las condiciones reales de operación puede determinarse el margen de vida remanente que resta a un sistema, equipo o componente [2].

La operación a largo plazo de una instalación es la operación continuada de dicha instalación manteniendo un nivel de seguridad aceptable, más allá del período considerado en el diseño, tras realizar una evaluación de seguridad que demuestre que se mantienen los requisitos de seguridad aplicables a los sistemas, estructuras y componentes de la misma.

Maximizar la vida útil de las centrales nucleares españolas supone gestionar sus activos con visión de largo plazo. La adaptación y actualización de los Planes de Gestión de Vida Útil de acuerdo con las edades de las plantas, la evolución de las exigencias reguladoras y los avances de la tecnología, es la herramienta que permite la efectiva implantación de esta visión.

EL MARCO REGULADOR

Las autorizaciones de explotación de las centrales nucleares españolas (figura 1) se conceden por periodos sucesivos de 10 años, y de acuerdo con lo establecido en la Guía de Seguridad I.Io. del CSN. Como consecuencia de los trabajos asociados a la Tarea 2 sobre la Mejora de la Eficiencia del Proceso Regulador

realizados en 2005 por un grupo de trabajo CSN-UNESA se incorporan a los actuales procesos de renovación nuevos elementos relacionados con la normativa de aplicación condicionada y con la operación a largo plazo [2].

Por una parte y con carácter general el CSN solicita vía instrucción técnica complementaria (ITC), el análisis de la llamada nueva *normativa de aplicación condicionada*. Con este análisis se busca la introducción de mejoras en la seguridad mediante el cumplimiento de normas no incluidas en las actuales bases de licencia de las centrales.

Por otra parte, y con aplicación a las centrales en las que a lo largo del nuevo periodo de explotación van a *entrar en operación a largo plazo*, es decir superarán los 40 años de vida de diseño, se requiere un Plan de Gestión y Evaluación Integrado del Envejecimiento (PIEGE), así como una Evaluación del Impacto Radiológico. Por último, la solicitud de renovación se completa con los estudios habitualmente contemplados en las Revisiones Periódicas de Seguridad [2].

Este plan de evaluación del envejecimiento se desarrolla de acuerdo

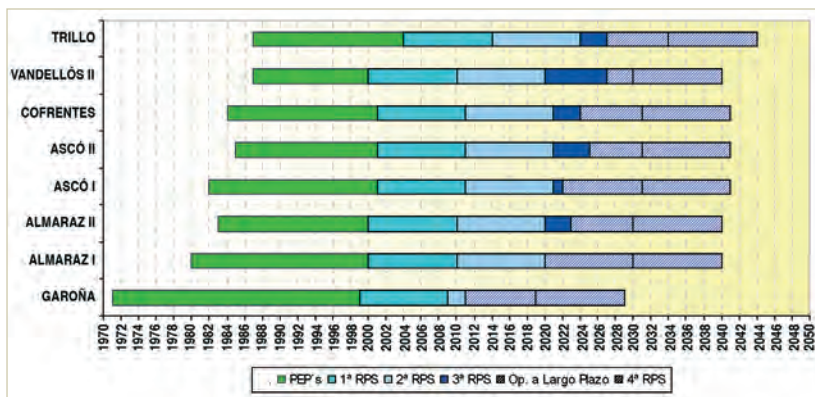


Figura 1. Secuencia de autorizaciones de explotación.



Figura 2. Cronología del proyecto de renovación de licencia de la central nuclear Santa María de Garoña.

con la metodología americana para la renovación de licencia loCFR 54 [3], y busca demostrar que los efectos del envejecimiento sobre estructuras y componentes importantes para la seguridad, están adecuadamente controlados, de manera que se asegure la realización de su función de seguridad, en todo momento. Adicionalmente incluye la revisión de aquellos análisis de seguridad de la planta en los que se utilizaron hipótesis de vida de diseño definida (AEFT), al objeto de justificar que los componentes

afectados pueden continuar realizando sus funciones más allá de esa vida de diseño.

Como se aprecia en la figura 1, que muestra las secuencias de autorizaciones de explotación de las centrales nucleares españolas, el actual proceso de renovación del permiso de explotación de Santa María de Garoña incluye la consideración de operación a largo plazo. Para el resto de centrales no tendrá lugar tal consideración hasta la tercera Revisión Periódica de Seguridad.

RENOVACIÓN DE LICENCIA DE SANTA MARÍA DE GAROÑA

En julio de 2006 Nuclenor presentó al Ministerio de Industria y al CSN la solicitud de renovación del permiso de explotación de Santa María de Garoña para el periodo 2009-2019, de acuerdo con lo establecido en su actual permiso de explotación. Dicha solicitud contenía los estudios realizados y la documentación descrita en el apartado anterior. Adicionalmente, en noviembre de 2007 se envió al CSN la repuesta a la Instrucción Técnica Complementaria en la que se requería el análisis de la normativa de aplicación condicionada (figura 2).

Plan Integrado de Gestión y Evaluación del Envejecimiento (PIEGE)

Como resultado de los estudios de envejecimiento del PIEGE (del orden de 8000 componentes analizados) se ha obtenido un conjunto de programas de gestión del envejecimiento que incluyen actividades de vigilancia de condición, inspección y mantenimiento sobre estructuras y componentes incluidos en el alcance (elementos pasivos relevantes para la seguridad). Estos programas suponen un control efectivo sobre los efectos del envejecimiento identificados, en función de los materiales de constitución, y el ambiente y las condiciones de servicio, de los mencionados componentes y estructuras. tienen un responsable asignado, están sometidos a Garantía de Calidad y una vez implantados formarán parte de las bases de licencia de la central. En la tabla 1 se muestra el conjunto de programas identificados para Santa María de Garoña.

Adicionalmente se revisaron 35 análisis del tipo AEFT con la siguiente distribución: seis asociados a la fragilización neu-

VASIAJA	MECÁNICOS	CIVIL/ESTRUCTURAL	ELÉCTRICOS
PGE05 - "Attachments"	PGE01 - Gestión de fatiga	PGE15 - Grúas y plat. de recarga	PGE02 - ECA
PGE06 - Toberas FDW	PGE03 - ISI barrera presión/ASME XI	PGE18/1- PCI (seco)	PGE29/1- Cables fuerza
PGE07 - Tobera retorno CRD	PGE08 - SCC en BWR	PGE19 - Tanques sobre suelo	PGE29/2- Cables I&C
PGE09 - Penetraciones vasija	PGE11 - Erosión/Corrosión	PGE23 - Tuberías enterradas	PGE39 - Conductos Barras Fase
PGE10 - Internos de vasija	PGE13 - Sistemas refrig. C. abierto	PGE24 - ISI Contención metálica	PGE40 - Bases Portafusibles
PGE21 - Vigilancia vasija	PGE14 - Sistemas refrig. C. cerrado	PGE25 - ISI Soportes	PGE41 - Vigil. Conexiones cables eléc., no calificados. En ambiente severo
PGE36 - Manguitos CRD	PGE18/1 - PCI (seco)	PGE26 - Prueba fugas contención	
PGE42 - Pernos de cierre de la tapa de vasija	PGE18/2 - PCI (agua)	PGE27 - Estructuras	
	PGE20 - Química del gasóleo	PGE28 - Pinturas	GENÉRICOS
	PGE22 - Inspección "on-time"		PGE37 - Programa de seguim. de Sistemas
	PGE28 - Pinturas		PGE38 - Lixiviación selectiva
	PGE31 - Elastómeros en HVAC		PGE04 - Control Químico
	PGE32 - Rociadores DW y Toro		
	PGE33 - Cambiadores de calor		
	PGE34 - Vigilancia grupos diesel		

Tabla 1: Programas de gestión del envejecimiento.

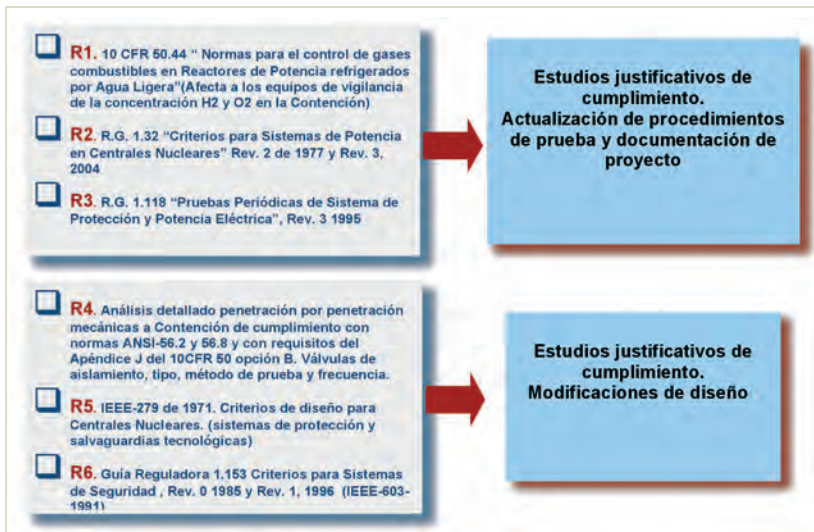


Figura 3. Análisis de Normativa de Aplicación Condicionada (R1 a R6).

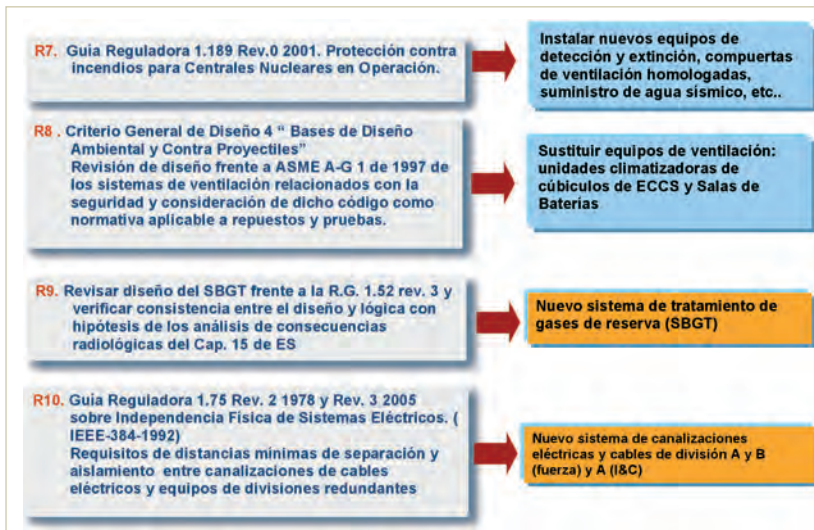


Figura 4. Análisis de Normativa de Aplicación Condicionada (R7 a R10).

trónica de vasija e internos, 25 asociados a fatiga térmica de vasija e internos, tuberías, grandes componentes y contención primaria y cuatro relacionados con componentes sometidos a altas temperatura y radiación. En todos los casos se justificó la capacidad para realizar la función de seguridad del componente afectado más allá de 60 años de operación.

Análisis de la normativa de aplicación condicionada

Con antelación a la emisión por parte del CSN de la ITC sobre análisis de normativa de aplicación condicionada a SMG se realizó una revisión exhaustiva de la aplicabilidad del conjunto de normas elaboradas por la NRC, (10 CFR 50, guías reguladoras, *generic letters* y *bulletins*) normas de la OIEA y estándares de la industria americana. Basado en los resultados de la citada revisión el CSN emitió la correspondiente ITC,

noviembre de 2006, en el que se solicitaba de un análisis detallado de un conjunto de 10 normas, a realizar en el plazo de un año. En algunos casos se trataba de aspectos muy concretos de dichas normas, y en otros de una aplicación reducida a un conjunto de sistemas. La inmensa mayoría eran Guías Reguladoras de la normativa americana, aplicables al diseño, con fechas de edición relativamente recientes, y en algunos casos ni siquiera exigidas por la NRC a las centrales americanas en explotación más modernas. El enfoque del análisis realizado se orientó a la identificación de las discrepancias con las normas, a la propuesta de una solución técnica satisfactoria y un programa de implantación. La propia naturaleza de las normas y las dificultades para incluir su impacto en los modelos de APS hacían inviable cualquier análisis coste-beneficio desde el punto de vista de la seguridad. En las figuras 3 y 4 se muestran las normas ob-

jeto de análisis, así como las soluciones técnicas propuestas.

Cabe destacar por la envergadura de las modificaciones de diseño asociadas a la solución técnica propuesta, las normas relativas al Sistema de Protección Contraincendios, Sistemas de Ventilación y a la independencia física de sistemas eléctricos (Guía Reguladora 1.75). En relación con esta última, la solución técnica adoptada incluye un nuevo sistema de canalizaciones eléctricas para cables de fuerza, divisiones A y B, así como un nuevo subsistema de canalizaciones para cables de control, división A. Para éste último se precisa de un nuevo rutado que aprovecha el falso techo de la Sala de Control, para asegurar la independencia, en los exigentes términos de las norma, de las canalizaciones de cables de control división B, que salen por la parte inferior de la Sala de Control. La implantación de estas mejoras supondrán un incremento cualitativo de la seguridad en términos de cumplimiento con normativa más reciente.

Programa de implantación

Una vez examinado el alcance de las mejoras derivadas del PIEGE y del análisis de la normativa de aplicación condicionada, y con el objetivo realizar el máximo número posible de las mismas antes de la finalización del actual periodo de explotación se estableció el programa de implantación mostrado en la figura 5.

Para el caso de los Programas de Gestión del Envejecimiento del PIEGE el objetivo es completar su implantación antes del inicio del nuevo periodo de explotación.

En relación con la normativa de aplicación condicionada, excepto la instalación del nuevo Sistema de Tratamiento de Gases de Reserva (SBGT) cuya finalización está prevista para antes de julio de 2011 y la implantación completa de las mejoras asociadas a la Guía Reguladora 1.75, cuya finalización está prevista para julio de 2013, el resto de mejoras se prevé resolver las antes de la finalización del actual permiso de explotación.

GESTIÓN DE VIDA ÚTIL

Es reconocido que la implantación formal de un programa de gestión de vida útil resulta ser un factor determinante para mejorar el funcionamiento, longevidad, y rentabilidad de las plantas a largo plazo. Quizás la principal ventaja de la gestión de vida útil es que proporciona herramientas e información para la toma de decisiones de manera oportuna sistemática y planificada, reduciendo así al mínimo el número de fallos imprevistos de componentes y sistemas.

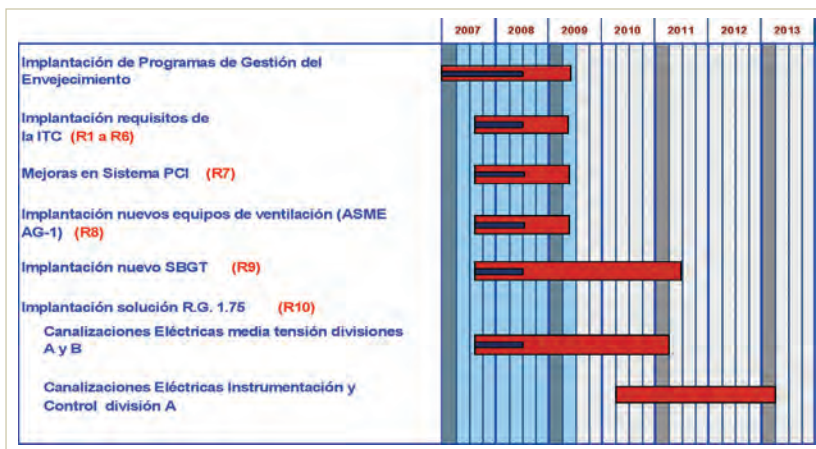


Figura 5. Programa global de implantación.

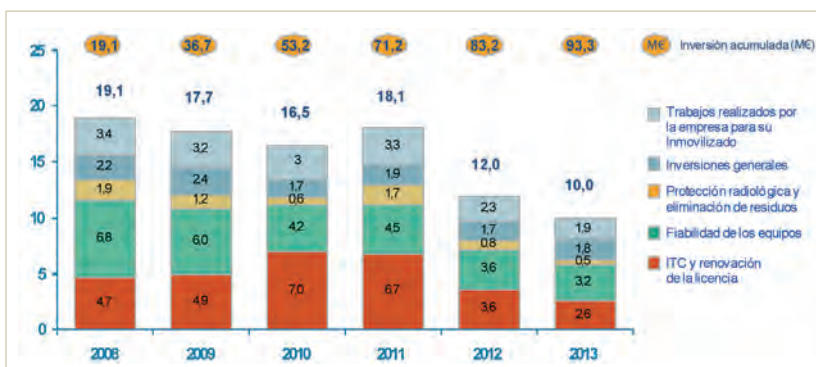


Figura 6. Inversión anual proyectada en Santa María de Garoña para la operación a largo plazo.

Una definición formal de gestión de vida útil (*Life Cycle Management*) es la coordinación de las actividades de ingeniería, mantenimiento, operación, licenciamiento, y de planificación económica que (1) gestionan el envejecimiento de estructuras, componentes y sistema para optimizar la vida operativa, (2) maximizan el retorno de la inversión a largo plazo, garantizando la seguridad" [4].

A finales de los noventa el sector nuclear fue sensible a estos temas e inició el desarrollo de la conocida como metodología UNESA para la gestión de vida útil, que fue implantada por las centrales nucleares españolas. El desarrollo del PIEGE, dentro del proceso de renovación de Santa María de Garoña, con una metodología muy contrastada [5], y de una muy amplia aplicación en todas las centrales que han obtenido la renovación de sus licencias hasta los 60 años, así como los trabajos realizados por el resto de las centrales españolas como consecuencia del suceso de Vandellós [6], incluyendo la implantación del proceso de Fiabilidad de Equipos de INPO, AP-913, están impulsando la actualización y revisión de sus programas de gestión de vida útil.

Con la perspectiva de visión de largo plazo la revisión de estos planes debería considerar los siguientes aspectos:

- La implantación eficaz de programas de gestión del envejecimiento, aparte de un cierto nivel organizativo con dedicación continuada, requiere la adopción por parte de la organización de cierta cultura de largo plazo o de envejecimiento, que preste mayor atención a la inspección y vigilancia de la condición de estructuras y componentes, que en los programas de mantenimiento habituales, basados principalmente en las recomendaciones del fabricante, no se contemplan.
- El seguimiento de la experiencia operativa de otros, el uso eficaz de las mejores prácticas de la industria, y la asimilación de los desarrollos tecnológicos de la industria americana (EPRI) son elementos imprescindibles en la actualización de los planes de gestión de vida.
- Las potenciales modificaciones de diseño derivadas de los análisis de normativa de aplicación condicionada deben integrarse en la planificación a largo plazo, dado que en algún caso podrán requerir importantes inversiones y asignaciones de recursos, así como instalaciones que pueden interferir significativamente a la operación de las centrales.
- Es preciso incorporar a los planes de gestión del envejecimiento estrategias

de actuación en relación con ciertos componentes críticos cuyo adecuado funcionamiento es vital para mantener los niveles de disponibilidad esperados a largo plazo. Algunos ejemplos de estos componentes son los siguientes: vasija e internos, turbina, generador principal, transformadores, etc..

Un plan de gestión de vida útil actualizado con el enfoque anteriormente descrito, permitiría planificar y priorizar las actividades y proyectos a desarrollar, así como las inversiones asociadas (figura 6).

CONCLUSIONES

Maximizar la vida útil de los activos nucleares exige por una parte el mantenimiento y vigilancia de los márgenes de seguridad de los componentes y estructuras, y por otra conseguir un alto nivel de disponibilidad de las plantas, a lo largo de toda su vida útil. Una vez establecido y consolidado el proceso de renovación de los permisos de explotación para la operación a largo plazo, los planes de gestión de vida útil de las plantas constituyen la herramienta para conseguir el mencionado objetivo. Estos planes deberán ser revisados y adaptados de acuerdo con la edad de la planta, la evolución de los requisitos reguladores y los avances tecnológicos.

La adopción de una cultura de largo plazo o de envejecimiento en la gestión es condición necesaria para la eficaz implantación de los planes de gestión de vida útil.

REFERENCIAS

- [1] NRC-DOE Workshop on US Nuclear Power Plant Life Extension Research and Development. Bethesda, Maryland. Feb. 2008
- [2] Condiciones para la Operación a largo Plazo de las Centrales Nucleares. CSN. Abril 2005
- [3] Code of Federal Regulations, License Renewal Rule - 10 CFR Part 54. Versión 1995
- [4] Nuclear Plant Life Cycle Management Guide, EPRI, Palo Alto, CA:1998. TR-106109
- [5] Nuclear Energy Institute, NEI 95-10, "Industry Guidelines for Implementing the Requirements of 10 CFR Part 54 - The License Renewal Rule," Revision 6, dated June 2005
- [6] Instrucciones Técnicas Complementarias sobre Análisis de Aplicabilidad del suceso de degradación del sistema de servicios esenciales de CN Vandellós II. CSN. Sep. 2005. ■