

Aplicación de la IS-22. Implantación de los programas de gestión del envejecimiento en CN Cofrentes

J. de D. Sánchez Zapata y J. Sainero

La instrucción IS-22 en gran medida se soporta en Regla de Renovación de Licencia (10CFR54), pero a diferencia de ésta, la IS-22 establece los requisitos de licencia de la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo como un proceso continuo que va desde el momento actual hasta el cese definitivo de la explotación. Gran parte de la gestión del envejecimiento según la IS-22 recae sobre los programas de gestión del envejecimiento. La implantación de éstos en el actual Plan de Gestión de Vida de CN Cofrentes, da un nuevo enfoque al mantenimiento de la central y proporciona una base sólida para la futura operación a largo plazo.

The Safety Instruction IS-22 is mainly based on the License Renewal Rule (10CFR54), unlike the 10CFR54, the IS-22 is a continued process to be met in the current operation as well as in the long term operation period. Key elements of the aging management according to the IS-22 are the Aging Management Program (AMPs). The AMPs implementation – as part of the current Plan Life Management in Cofrentes NPP – provides a new approach to the plant maintenance and a solid support for the long term operation.

INTRODUCCIÓN

Ya hace más de 30 años que en Estados Unidos la industria nuclear, en colaboración con el EPRI y el DOE, pusieron en marcha un proyecto piloto [1] para analizar la viabilidad de extender la operación de la central nuclear de Monticello (GE BWR 3) más allá de los cuarenta años para los que estaba licenciada inicialmente. Este primer paso que demostró la viabilidad técnica de la operación de una central hasta los 60 años, dio posteriormente lugar al desarrollo de la denominada Regla de Renovación de Licencia (10CFR54) [2] bajo cuyos requisitos, actualmente 43 centrales nucleares americanas [3] disponen de licencias de operación hasta 60 años. En Europa el proceso ha seguido en cierta medida un camino paralelo, existiendo en la actualidad centrales en Suiza, Hungría, Gran Bretaña y España, que han demostrado su viabilidad para operar más allá de la vida de diseño original.

En España los criterios de seguridad para la gestión del envejecimiento, incluida la gestión en el caso de la explotación a largo plazo, se desarro-

llan en la instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear número IS-22 [4], siendo esta instrucción de aplicación a todas las centrales nucleares que contengan uno o más reactores nucleares de potencia de los tipos BWR y PWR.

La instrucción IS-22 se soporta en los requisitos del 10CFR54, pero a diferencia de la norma americana, la IS-22 establece los requisitos de licencia de la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo como un proceso continuo que va desde el momento actual hasta el cese definitivo de la explotación, y para ello define tres fases a las que se adapta la estrategia de explotación de la central:

- Plan de Gestión de Vida (PGV): desde el momento actual hasta los 40 años.
- Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento (PIEGE): previo a los 40 años y condición necesaria para la renovación de licencia para el primer periodo que supere los 40 años
- Plan de Gestión del Envejecimiento a Largo Plazo (PGE-LP): desde los 40 años hasta el cese de la explotación.

Esta peculiaridad de la normativa, hace que las centrales nucleares



JUAN DE DIOS SÁNCHEZ ZAPATA es licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Extremadura, inició su actividad profesional en el proyecto de CN Valdecaballeros. Su carrera profesional ha estado ligada casi permanentemente a la CN Cofrentes. Desde 2006 es responsable del Plan de Gestión de Vida de esta central.



JOAQUÍN SAINERO GARCÍA es ingeniero industrial por la ETSII de Madrid. Actualmente en la Unidad de Generación Nuclear de Iberdrola Ingeniería y Construcción donde es responsable de proyectos de gestión de vida de centrales nucleares.

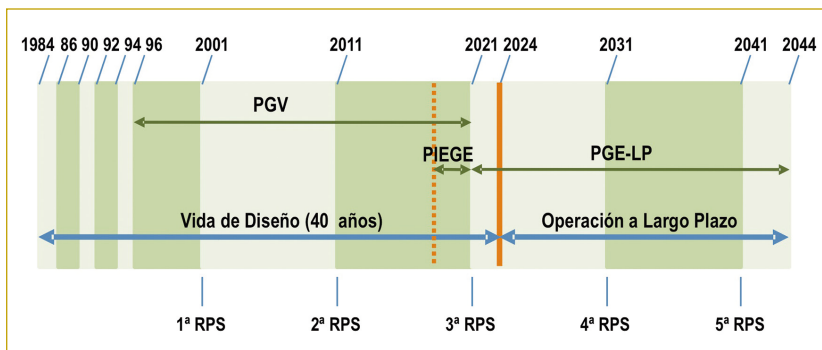


Figura 1. Periodos de aplicación de la Gestión del Envejecimiento en CN Cofrentes.

españolas incorporen en sus actuales Planes de Gestión de Vida actividades de gestión de envejecimiento que son continuadas y completadas en la explotación a largo plazo (Figura 1).

Los planes de gestión de vida en las centrales nucleares españolas comenzaron implantándose en la última década de siglo pasado, en respuesta principalmente al interés de mantener abierta la opción de la operación a largo plazo. Con la publicación de la IS-22 en julio de 2009, estos planes de gestión de vida han confluído en un proceso claro y probado cuyo objetivo final es asegurar que las estructuras, sistemas y componentes (ESC) no vean afectadas sus funciones de seguridad por el envejecimiento, tanto en el periodo actual de explotación como en el caso de la explotación a largo plazo. Este objetivo, tras un proceso de evaluación global de los ESC, se materializa en la implantación de los denominados Programas de Gestión del Envejecimiento (PGE), que agrupan las actividades que realiza la central, principalmente de inspección, pruebas y vigilancia, para controlar y/o mitigar los efectos del envejecimiento en estructuras, sistemas y componentes.

CN Cofrentes, dentro de su actual Plan de Gestión de Vida, ya ha abordado la implantación de los programas de gestión de envejecimiento. En este artículo se intenta dar una visión general del proceso llevado a cabo, de sus principales elementos y ejemplos de éstos, así como de los beneficios que esta implantación temprana aporta a la explotación actual y a la futura operación a largo plazo.

IMPLANTACIÓN DE PROGRAMAS DE GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO (PGE)

La implantación de un plan de gestión de vida, tanto considerando el periodo de explotación actual como la explotación a largo plazo, recae en dos procesos básicos: la determina-

ción de alcance y la revisión de la gestión del envejecimiento (Figura 2).

En la determinación de alcance se identifican las estructuras, sistemas y componentes que por su función son considerados relacionados con la seguridad o relevantes para la seguridad. En el caso de la IS-22 estos criterios son equivalentes a los identificados en el párrafo 10CFR54.4 de la denominada Regla de Renovación de Licencia.

Por otra parte la revisión de la gestión del envejecimiento tiene como finalidad establecer, bien la justificación de que el diseño del componente permite asegurar que determinados mecanismos de envejecimiento no van a ser significativos en el periodo de operación a largo plazo, o bien que la planta dispone de actividades que permiten una adecuada gestión de aquellos efectos/mecanismos de envejecimiento que podrían limitar el cumplimiento de las funciones

identificadas durante el alcance. Este conjunto de actividades es lo que se denominan Programas de Gestión del Envejecimiento (PGE).

De acuerdo con la metodología asociada a la Regla de Renovación de Licencia americana 10CFR54 y admitida por la IS-22, estos PGE son grupos de actividades de planta, de inspección, pruebas y vigilancia, que en su conjunto deben cumplir 10 atributos o características definidas en la Guía NEI 95-10 [5]. Para evaluar estos atributos en cada PGE, estos programas son definidos tomando como referencias los genéricos *Aging Management Program* (AMP) recogidos por la NRC en el capítulo XI del denominado Informe GALL [6]. Ya que la selección de la NRC no puede cubrir toda la casuística, es necesario que cada planta defina sus PGE específicos cuando no se identifica uno de referencia en el informe GALL.

En el caso de CN Cofrentes se han definido 49 PGE de los cuales 36 están referenciados a GALL y 13 son específicos de la central (Figura 3).

Durante el proceso de definición de los PGE en CN Cofrentes, se identificó la necesidad de implantar una serie de mejoras en las actividades de la central para adecuar éstas a los atributos de un PGE. Estas mejoras han supuesto principalmente la revisión de procedimientos y gamas para incorporar acciones de registro de resultados y seguimiento, pero también han dado lugar a nuevas inspecciones, principalmente dirigidas a carac-

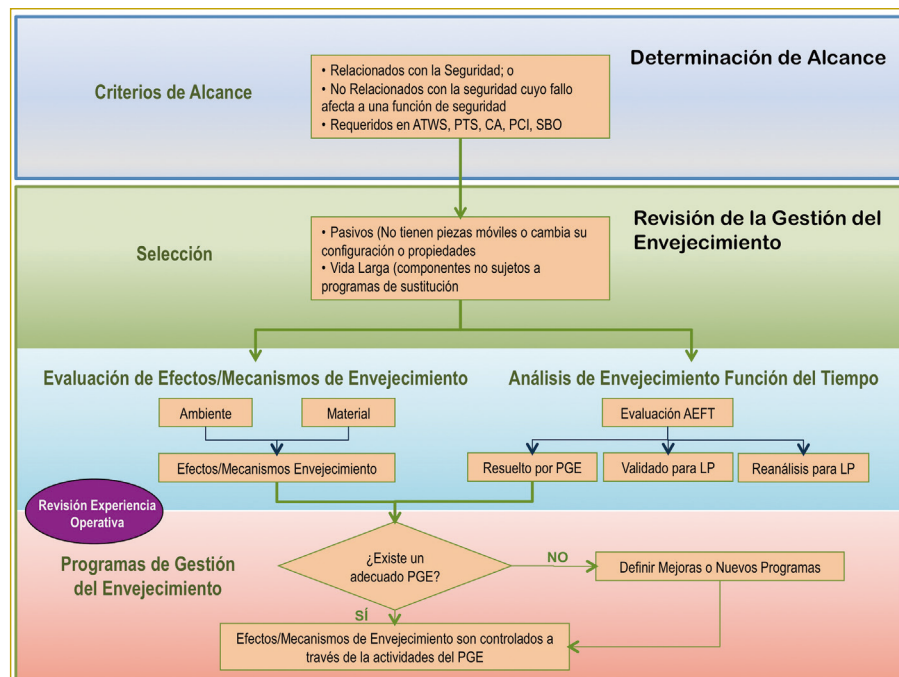


Figura 2. Proceso de implantación de un Plan de Gestión de Vida a Largo Plazo.

	Programa de Gestión del Envejecimiento
PGE001	Inspección en Servicio de componentes retenedores de Presión Clase 1, 2 y 3 (ASME XI)
PGE002	Control químico del agua
PGE003	Inspección en Servicio, pernos clase 1 de la tapa de la vasija del reactor
PGE004	Inspección y evaluación de soldaduras de componentes a la pared interna de la vasija
PGE005	ISI de las toberas de Agua de Alimentación
PGE006	ISI de la tobera de la línea de retorno de los CRD
PGE007	Control y mitigación de la corrosión bajo tensión (NUREG 0313 / BWRVIP-75)
PGE008	ISI de penetraciones de vasija (BWRVIP)
PGE009	Internos de vasija (BWRVIP)
PGE014	Programa de erosión-corrosión
PGE015	Integridad de pernos
PGE016	Pérdida de espesor y ensuciamiento en sistemas abiertos de agua de refrigeración
PGE019	Vigilancia del sistema de aire comprimido
PGE021	Vigilancia del PCI seco
PGE022	Vigilancia del PCI húmedo
PGE024	Tanques sobre suelo
PGE025	Control químico del gasoil
PGE026	Vigilancia de la vasija del reactor
PGE027	Inspección Única
PGE030	Inspección Única en tubería de pequeño diámetro Clase 1
PGE031	Vigilancia de superficies externas
PGE032	Inspección de superficies internas de conductos y tuberías misceláneas
PGE033	Control químico de aceite de lubricación de equipos clase 1, 2 y 3
PGE034	ISI Contención metálica
PGE035	ISI Contención de hormigón
PGE036	ISI, soportes tuberías Clase 1, 2, 3
PGE037	Pruebas de fugas de la contención s/10CFR50, Apéndice J
PGE039	Programa de vigilancia de estructuras
PGE041	Programa de pinturas estructuras metálicas del edificio de Contención del Reactor
PGE043	Inspección de Cables de I&C no sujetos a CA instalados en ambientes localizados severos
PGE044	Inspección de Cables de Media tensión no sujetos a CA instalados en zonas inaccesibles
PGE045	Inspección de Barras de fases aisladas y fases agrupadas en conductos
PGE047	Inspección de Conexiones no sujetas a requisitos de CA incluidos en el alcance del PGV
PGE048	Programa de vigilancia de cables en condiciones locales adversas
PGE050	Seguimiento de Transitorios en Componentes Clase 1 (Monitorización de fatiga)
PGE051	Inspección de las líneas de descarga de las HCU
PGE052	Revisión de análisis de fatiga en componentes Clase 2, 3 y no nuclear
PGE061	Programa de mantenimiento de cambiadores de calor
PGE062	Programa de mantenimiento de depósitos
PGE063	Programa de mantenimiento de bombas
PGE064	Programa de mantenimiento de turbinas
PGE068	Programa de mantenimiento de unidades de ventilación
PGE069	Programa de inspección de grúas
PGE070	Programa de inspección de haces tubulares de cambiadores de calor
PGE071	Inspección de superficies exteriores de tuberías del C11 en el Pozo Seco
PGE080	Programa de Vigilancia de ETFM (Motores Diésel Div.I, II, III y Motor Diésel - bomba PCI)
PGE082	Programa de mantenimiento de los sistemas auxiliares de los Motores Diésel Div.I, II, III y del Motor Diésel - bomba PCI
PGE083	Programa de mantenimiento de las unidades enfriadoras de agua esencial
PGE084	Programa de mantenimiento de los paneles de muestreo

Figura 3 Lista de Programas de Gestión del Envejecimiento de CN Cofrentes.

terizar la condición actual de determinadas estructuras y componentes o a la vigilancia sistemática de algunos fenómenos de degradación no cubiertos por los planes de mantenimiento.

Un aspecto especialmente importante en la implantación de los PGE es su imbricación dentro del mantenimiento normal de la central, pues los PGE no son en esencia nuevas ac-

tividades en la central, sino un nuevo enfoque del mantenimiento hacia la operación a largo plazo, de forma que se implanta a través de ellos el control del envejecimiento en estructuras y componentes pasivos.

La puesta en práctica de los PGE se fundamenta en la responsabilidad de la ejecución de las acciones que lo forman y el seguimiento y evaluación de los resultados de éstas; por ello se han definido dos nuevas responsabilidades en la central asociadas a la organización y seguimiento de PGE; estas son la Unidad Propietaria de PGE y la Unidad Colaboradora de PGE:

La Unidad Organizativa (UO) propietaria de un PGE es la unidad de la central responsable de velar por que se ejecuten las actividades previstas en el mismo, de la recopilación de los resultados, del análisis de éstos y de la elaboración de los informes de seguimiento. La UO propietaria del PGE puede ser responsable de la ejecución de parte o de la totalidad de las actividades incluidas en el PGE.

La UO colaboradora de un determinado PGE, es responsable de la ejecución de una o varias actividades incluidas en el PGE y apoya a la unidad propietaria del PGE en la evaluación de los resultados de las actividades del PGE y en la consecuente elaboración de los informes periódicos de seguimiento.

Adicionalmente, la UO responsable de Plan de Gestión de Vida en la central proporciona el soporte metodológico que puedan requerir las unidades propietaria y colaboradoras del PGE.

Esta organización asegura el cumplimiento de los objetivos propios de los programas de gestión del envejecimiento y del propio Plan de Gestión de Vida de la central.

Con los informes periódicos de seguimiento de PGE no sólo se busca reflejar el control de los efectos y mecanismo de envejecimiento en la ESC dentro de su alcance, sino también identificar de forma oportuna posibles mejoras en la gestión del envejecimiento de éstos. Así, el seguimiento del PGE incluye, además de una evaluación de los resultados de sus actividades, un análisis de la experiencia operativa propia y de la industria que pudiera estar relacionada con los componentes o actividades del PGE.

Ejemplos de programas de gestión del envejecimiento

Si bien la definición de un PGE, en cuanto debe verificar los 10 atributos de NEI 95-10, es homogénea, por sus actividades y desarrollo presenta di-

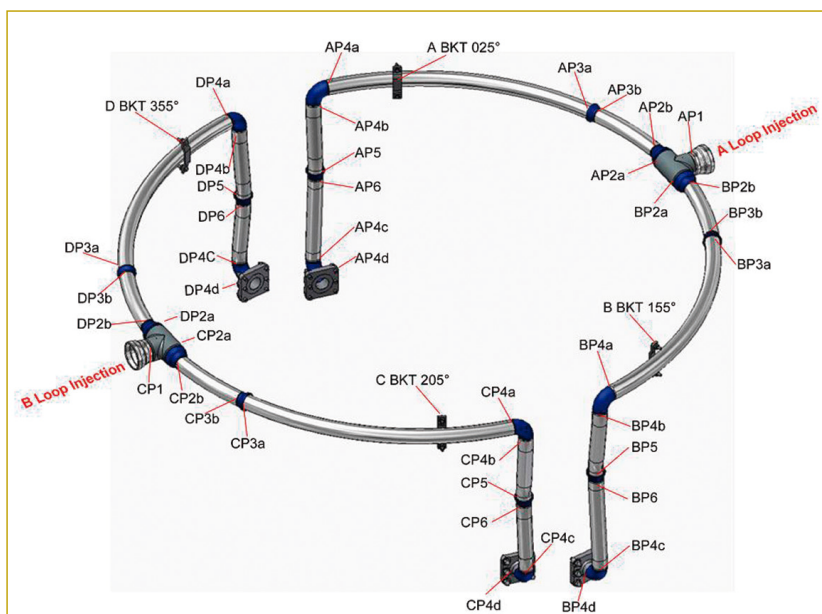


Figura 4. Esquema de las Tuberías Internas a la Vasija de los Sistema de Aspersión del Núcleo (Core Spray Piping), mostrando los Puntos de Inspección según BWRVIP-18-R1, utilizado en el PGE de Inspección de Internos de Vasija.

ferentes casuísticas. En algunos casos la definición del PGE es la traslación casi directa de otro programa de inspección ya en uso en la central, por ejemplo la “Inspección de Internos del Reactor”, o un conjunto de prácticas claramente asociadas a una única UO, como ocurre con el “Control Químico de Agua”. Pero en otros, la definición del PGE ha sido más compleja y ha supuesto la integración tanto de actividades diversas como de diferentes organizaciones de la central, este es el caso del “Control de pérdida de espesor y ensuciamiento en el sistema de agua servicio esencial”. A continuación comentamos brevemente dos de los PGE mencionados.

Inspección de Internos del Reactor. El objetivo de este programa es la monitorización del estado de los

internos de la vasija del reactor, de acuerdo a las directrices del BWRVIP (*BWR Vessel and Internals Program de EPRI*) y los requisitos de ASME XI. El programa incluye la inspección y evaluación de defectos de los componentes internos de la vasija, así como la monitorización y el control de la química del refrigerante del reactor y las técnicas de mitigación aplicadas.

Este PGE gestiona los efectos de iniciación y crecimiento de grietas debido a la corrosión bajo tensión (SCC), corrosión intergranular bajo tensión (IGSCC), corrosión asistida por la irradiación (IASCC) y fatiga y el desgaste de componentes por vibraciones asistidas por el flujo.

Este programa cubre tanto la inspección como la evaluación, mitigación y reparación; y en su alcance se incluyen:

- Rociadores de agua de alimentación.
- Tuberías internas y rociadores del Core Spray.
- Envoltente del núcleo (Shroud).
- Soporte de la envoltura del núcleo.
- Placa soporte del núcleo (Core Plate).
- Guía superior del núcleo (Top Guide).
- Orificios soporte de combustible.
- Tirantes del Shroud (Tie rods).
- Bombas de chorro (Jet pumps).
- Secador y separador de vapor.
- Lower Plenum: Incore Housing, alojamientos de CRD y Stub tubes.
- Soportes interiores de vasija (Vessel Attachments).

Los principales documentos para el desarrollo de este programa son las guías BWRVIP, que en el caso de CN Cofrentes se consideran aplicables las siguientes: BWRVIP-02, 03, 04-A, 06, 15, 16, 18-A, 19, 20, 25, 26, 27, 28-A, 31, 34, 38, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 76, 80, 88, 91, 94, 95-A, 100, 106, 124, 126, 138, 139.

Destaca también como técnica de mitigación de la IGSCC en muchos de estos componentes, la aplicación de la Química de Metales Nobles en Línea (OLNC), que se aplica siguiendo las indicaciones de General Electric, empresa que desarrolló esta tecnología, y también de las *BWR Chemistry Guidelines*, BWRVIP-190.

La unidad organizativa propietaria de este PGE es Inspección en Servicio en cuanto responsable de la programación y ejecución de la inspección; las unidades colaboradoras son Química y Diseños Especiales que participan principalmente en la evaluación y seguimiento de los resultados de inspecciones y del programa de mitigación.

Control de pérdida de espesor y ensuciamiento en el sistema de agua servicio esencial. EL AMP XI.M20 de GALL se define sobre las recomendaciones de la GL 89-13 [7][8]. El consecuente análisis de aplicabilidad de dicha GL realizado por CN Cofrentes establece como alcance de este PGE, al Sistema de Agua de Servicios Esenciales (ESW) y la bomba de servicios esenciales del Sistema de Aspersión de Núcleo a Alta Presión (HPCS).

El programa gestiona el envejecimiento en las tuberías del sistema y elementos pasivos de las bombas, de forma que asegura que sus características operacionales se mantienen dentro de los márgenes de diseño y no se ven reducidas por el efecto de depósitos, corrosión o deterioro. El programa también asegura que las funciones de refrigeración del mismo se cumplen. En concreto, actúa sobre

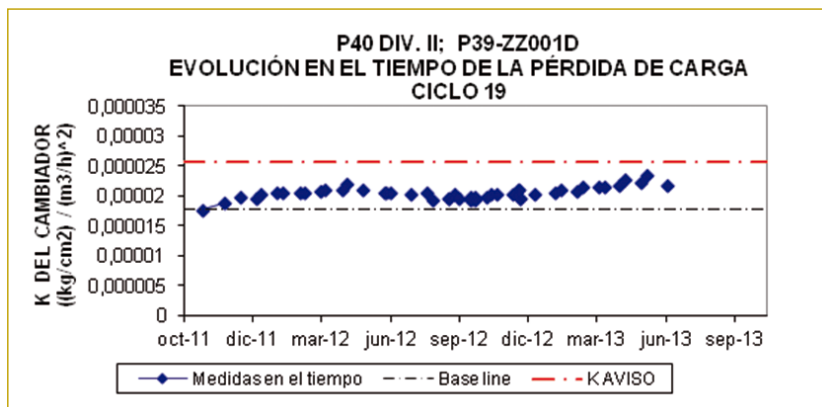


Figura 5. Seguimiento del ensuciamiento en un cambiador de calor refrigerado por el sistema ESW de CN Cofrentes.

los cambiadores de calor del sistema y el mantenimiento de su capacidad de transmisión de calor dentro de los márgenes de diseño.

Este PGE de CN Cofrentes, siguiendo las directrices de la GL 89-13, incluye:

- a) Vigilancia y control del ensuciamiento biológico mediante el control periódico del agua del sistema y tratamiento de acuerdo con lo establecido en sus procedimientos.
- b) Vigilancia y control de los fenómenos de corrosión general, corrosión por picaduras, tuberculaciones, corrosión galvánica, etc.
- c) Verificación periódica de la capacidad de transferencia de calor de los cambiadores de refrigerados por el sistema a través de comprobaciones de grado de ensuciamiento del haz tubular.
- d) Mantenimiento y revisiones periódicas de válvulas, bombas y cambiadores del sistema de acuerdo con las gamas que se indican en el programa.

Este PGE incluye actuaciones de índole muy diversa, desde inspecciones de componentes o gamas de mantenimiento, a verificaciones del grado de ensuciamiento de cambiadores de calor realizadas en operación, o el control químico del agua.

Si bien la UO de Química es la asignada como propietaria de este PGE, en él se involucran como unidades colaboradoras: Mantenimiento Mecánico, Inspección en Servicio, Operación e Ingeniería. Este programa es posiblemente uno de los mejores ejemplos de evaluación sistemática e integrada que ha supuesto la implantación de los PGE en CN Cofrentes. La UO de Química responsable del control de calidad del agua y de su efecto a través de los corrosímetros situados en el sistema, coordina la información proveniente de: operación, que realiza el seguimiento del grado de ensuciamiento de los cambiadores

refrigerados por el sistema (Figura 4); Mantenimiento Mecánico e Inspección en Servicio, que vigilan periódicamente el estado de los equipos del sistema; e Ingeniería, que evalúa su comportamiento frente a los requisitos de diseño de éste. El conjunto de toda esta información es evaluada periódicamente en el correspondiente informe de seguimiento del PGE.

CONCLUSIONES

De la experiencia de la implantación de los PGE dentro del actual Plan de Gestión de Vida se pueden extraer diferentes conclusiones que podrían resumirse en lo siguiente:

Los PGE no son una revolución en las prácticas de mantenimiento, pero sí un enfoque nuevo que completa el mantenimiento actual. Como se ha indicado anteriormente, durante la definición y evaluación de PGE se han identificado mejoras en el mantenimiento, principalmente dirigidas al registro y seguimiento de los resultados y a nuevas inspecciones para caracterizar la condición de estructuras y componentes. Por otra parte, la incorporación de las responsabilidades de UO Propietaria de PGE y UO Colaboradora de PGE, permite integrar diferentes actividades de mantenimiento y focalizarlas en la gestión del envejecimiento de la ESC.

PGE significa mantenimiento a largo plazo. Los PGE incorporan de forma sistemática en las actividades que conforman, el análisis de resultados y su seguimiento; esto debe dar lugar a una identificación oportuna de nuevas mejoras en el mantenimiento, de forma que se eviten situaciones que podrían ser costosas en la explotación a largo plazo.

Los PGE constituyen una base sólida para cumplir con los requisitos regulatorios. Los PGE como parte de la aplicación de la IS-22, proporcionan directamente la información sobre

vigilancia, control y mitigación del envejecimiento solicitada anualmente por el regulador; pero también la implantación de los PGE antes de que la central cumpla su vida de diseño (40 años), produce el registro de evaluación de Experiencia Operativa que va a ser requerida para el desarrollo de Plan Integrado de Evaluación de la Gestión del Envejecimiento (PIEGE), cuando la central solicite el permiso de explotación a largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] EPRI NP-5181M, "BWR Pilot Plant Life Extension Study at the Monticello Plant: Phase 1," May 1987.
- [2] 10 CFR Part 54 Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants. May 1995
- [3] <http://www.nrc.gov/reactors/operating/licensing/renewal/applications.html#plant>
- [4] Instrucción IS-22, de 1 de julio de 2009, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre requisitos de seguridad para la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo de centrales nucleares.
- [5] Nuclear Energy Institute Industry Guideline For Implementing - The Requirements of 10 CFR Part 54- The License Renewal Rule. NEI 95-10 rev 6 June 2005.
- [6] NUREG 1801. Rev. 2, Generic Aging Lessons Learned Report
- [7] NRC Generic Letter 89-13, Service Water System Problems Affecting Safety Related Components, July 18, 1989.
- [8] NRC Generic Letter 89-13 Supplement 1, Service Water System Problems Affecting Safety Related Components, April 4, 1990. ■