



Proyecto PREEV “Prácticas Regulatoras en Envejecimiento y Extensión de Vida”

DT 1

Guía de Criterios Reguladores para la Gestión del Envejecimiento y la Operación a Largo Plazo de Centrales Nucleares



FORO



Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

“El presente trabajo fue realizado bajo el auspicio y financiación del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares, FORO”.



**FORO IBEROAMERICANO
DE ORGANISMOS REGULADORES
RADIOLÓGICOS Y NUCLEARES**

PROYECTO PREEV

“PRÁCTICAS REGULADORAS EN ENVEJECIMIENTO Y EXTENSIÓN DE VIDA”

DT1

**GUIA DE CRITERIOS REGULADORES PARA LA GESTIÓN
DEL ENVEJECIMIENTO Y LA OPERACIÓN A LARGO PLAZO
DE CENTRALES NUCLEARES**

Primera Edición
Mayo de 2011

**GUÍA DE CRITERIOS REGULADORES PARA LA GESTIÓN
DEL ENVEJECIMIENTO Y LA OPERACIÓN A LARGO PLAZO
DE CENTRALES NUCLEARES**

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DEFINICIONES Y SIGLAS.	2
3.	OBJETIVOS.	8
4.	ALCANCE DE LA GUÍA.....	8
5.	ALCANCE DE LA GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO FÍSICO Y LA OBSOLESCENCIA.	8
6.	CRITERIOS PARA LA VIGILANCIA DE LA GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO FÍSICO Y LA OBSOLESCENCIA, INCLUIDA LA GESTIÓN EN EL CASO DE LA OPERACIÓN A LARGO PLAZO.....	9
6.1.	Gestión del envejecimiento físico	9
6.1.1.	Gestión dentro del periodo de la vida de diseño de la central nuclear.....	9
6.1.2.	Gestión para solicitar la operación a largo plazo	9
6.1.3.	Gestión dentro del periodo de operación a largo plazo.....	9
6.2.	Gestión de la obsolescencia	9
6.3.	Requisitos para el PGV, el PIEGE y el PGV-LP	10
6.3.1.	Criterios de selección	10
6.3.2.	Identificación de los mecanismos de envejecimiento	11
6.3.3.	Evaluación de las prácticas de mantenimiento y de los PGE	11
6.3.4.	Análisis con hipótesis de vida de diseño definida.....	11
6.3.5.	Gestión de la obsolescencia	12
7.	DOCUMENTACIÓN.....	12
7.1.	Informes periódicos de gestión del envejecimiento, dentro de la vida de diseño de la central nuclear.....	13
7.2.	Informe de gestión del envejecimiento para solicitar autorización de operación a largo plazo.....	13
7.3.	Informes periódicos de gestión del envejecimiento, dentro del periodo de operación a largo plazo de la central nuclear.....	14
	REFERENCIAS	15
	LISTA DE AUTORES Y REVISORES	17

GUÍA DE CRITERIOS REGULADORES PARA LA GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO Y LA OPERACIÓN A LARGO PLAZO DE CENTRALES NUCLEARES

1. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la misión del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares (FORO) entre los objetivos básicos de esta asociación destaca tanto promover un alto nivel de seguridad en las prácticas que utilicen materiales radiactivos y nucleares, como fomentar el intercambio de información y experiencia en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

Uno de los instrumentos que utiliza el FORO para el cumplimiento de estos objetivos es el desarrollo de proyectos técnicos, mediante la constitución de grupos de trabajo compuestos por expertos de los estados miembros.

En este contexto, el Plenario del FORO aprobó en 2008 el inicio del proyecto PREEV, Prácticas Regulatoras en Envejecimiento y Extensión de Vida, cuyo objetivo fundamental es mejorar la acción reguladora en lo concerniente a los programas de gestión de vida y a la operación a largo plazo en las centrales nucleares de los países de la región.

El proyecto fue desarrollado por un equipo integrado por expertos de Argentina (ARN), Brasil (CNEN), Chile (CCHEN), Cuba (CNSN), España (CSN) y México (CNSNS), asistidos por un oficial del OIEA, que proporcionó información al respecto desde el punto de vista de ese organismo. Asimismo, el equipo fue apoyado por otros expertos de los distintos países, que participaron en determinadas actividades del proyecto.

Las tareas del proyecto PREEV se desarrollaron entre 2009 y 2010, habiéndose plasmado en la elaboración de un paquete documental, compuesto por cuatro guías para reguladores y una memoria técnica del proyecto. El propósito con que fueron concebidas las guías es que puedan ser utilizadas por cada país de la región, íntegramente o de forma parcial, y en la medida en que les fueran aplicables, tanto para el desarrollo de normativa propia como para el ejercicio de sus prácticas regulatoras. En cualquier caso, por su propio carácter de guías, no se pretende que sean documentos vinculantes. Por otra parte, si bien estas guías establecen las bases regulatoras esenciales en lo que respecta a gestión del envejecimiento y operación a largo plazo, se considera que para establecer una regulación completa en la materia es necesario incorporar requisitos de mayor grado de detalle, acordes con los aspectos específicos de cada país.

En cuanto al campo de aplicación específico del proyecto PREEV, debe destacarse, en primer lugar, que los organismos reguladores de la mayoría de los países del FORO habían ido requiriendo a los explotadores de las centrales nucleares la implantación de un proceso de gestión del envejecimiento, incluida la gestión en el caso de la extensión de su vida más allá de la vida de diseño, en los documentos sobre límites y condiciones de las licencias de operación.

En este contexto, la concepción del proyecto PREEV obedece a la conveniencia de establecer, con carácter general, los criterios a aplicar por los organismos reguladores para requerir la implantación de un sistema de gestión del envejecimiento de las estructuras, sistemas y componen-

tes (ESC), incluyendo el caso de la operación a largo plazo, dotado de unas características que aseguren que dicho sistema cumple los objetivos esperados, desde el punto de vista de la seguridad. Asimismo, se trató de establecer directrices generales para el desarrollo y ejecución de las prácticas reguladoras asociadas al licenciamiento, supervisión y control de los programas y actividades asociados.

Los documentos producto del proyecto PREEV están basados en los estándares del OIEA y en la normativa de los países más avanzados en tecnología nuclear. Están de acuerdo con los niveles de referencia establecidos por la Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental (WENRA). Son consistentes con el marco normativo de cada estado miembro representado en el proyecto. Por otra parte, pretenden reflejar la experiencia obtenida de la práctica reguladora en cada uno de los países integrantes del equipo de proyecto.

En este contexto, el objeto del presente documento (“DT1”) es proporcionar una guía de criterios reguladores para la Gestión del Envejecimiento y la Operación a Largo Plazo de las Centrales Nucleares.

El resto de los documentos producto del proyecto son:

DT2: Guía de Evaluación de Gestión de Envejecimiento y de Operación a Largo Plazo de las Centrales Nucleares

DT3: Guía de Inspección de Gestión de Envejecimiento y de Operación a Largo Plazo de las Centrales Nucleares

DT4: Guía para la Revisión Periódica de la Seguridad de las Centrales Nucleares aplicada a los aspectos de Gestión del Envejecimiento y Operación a Largo Plazo

DT5: Memoria Técnica del Proyecto

2. DEFINICIONES Y SIGLAS.

Para los efectos de la presente guía, son de aplicación las definiciones siguientes:

- a) **Análisis de envejecimiento en función del tiempo (AEFT):** Análisis y cálculos realizados por el titular de la central nuclear y que cumplen las condiciones siguientes:
- i) están relacionados con las ESC consideradas dentro del alcance de la gestión del envejecimiento
 - ii) tienen en cuenta los efectos del tiempo y de la operación a largo plazo
 - iii) mantienen hipótesis de vida de diseño limitada
 - iv) demuestran la existencia o carencia de capacidad de las ESC para seguir funcionando, de acuerdo con sus funciones definidas, tras haber sobrepasado las hipótesis de vida de diseño limitada

- v) el cálculo o análisis fue considerado relevante en alguna evaluación de seguridad
- vi) el cálculo o análisis forma parte de las condiciones de licencia actuales de la central
- b) **Componentes activos:** Componente cuyo funcionamiento depende de un factor externo, tal como un accionamiento, un movimiento mecánico o el suministro de energía y que responde con un movimiento relativo de partes o un cambio de configuración.
- c) **Componentes de larga vida:** Son aquellos componentes y estructuras que no están sujetos a reemplazo basado en una vida calificada o un período de tiempo especificado.
- d) **Componentes pasivos:** Componente cuyo funcionamiento no depende de un factor externo, tal como un accionamiento, un movimiento mecánico o el suministro de energía y carece de partes con movimiento o susceptibles de cambiar de configuración.
- e) **Condiciones de licencia:** Son el conjunto de requisitos de licenciamiento, requerimientos regulatorios y exenciones, derivados tanto de la normativa vigente en el momento de ser emitida la licencia de operación inicial como de la normativa incorporada con posterioridad.

Las condiciones de licencia están recogidas en los documentos oficiales de operación de la central nuclear, en las condiciones asociadas a la aprobación de los mismos y a la licencia de operación, así como en los compromisos del titular de la licencia de operación para asegurar el cumplimiento de las bases de diseño de los sistemas de seguridad (incluyendo las modificaciones realizadas). Las condiciones de licencia deben ser actualizadas cada vez que se produzca alguna modificación del marco normativo que las afecte.

- f) **Envejecimiento:** Conjunto de procesos (o mecanismos) por los que las características de una ESC se degradan progresivamente con el tiempo o con el uso. Se puede manifestar tanto en *envejecimiento físico* como en *obsolescencia*.
- g) **Envejecimiento físico:** El ocasionado por procesos físicos, químicos o biológicos (mecanismos de envejecimiento). Ejemplos de mecanismos de envejecimiento son el desgaste, la fragilización térmica o por radiación, la corrosión y el ensuciamiento microbiológico.
- h) **Especificaciones Técnicas:** Documento obligatorio que contiene los requisitos bajo los cuales se llevará a cabo la operación de la central nuclear, estableciendo los límites, condiciones y vigilancias para operarla en una forma segura.
- i) **Estructuras, sistemas y componentes (ESC):** Término genérico que abarca todos los elementos de una central nuclear:
 - i) Las *estructuras* son los elementos pasivos que sustentan, dan apoyo o alojan a otros elementos: edificios, obras civiles, blindajes, etc.
 - ii) Un *sistema* comprende varios componentes o estructuras montados de tal manera que desempeñan una función específica.

- iii) Un *componente* es una combinación de piezas o partes que forman una unidad funcional simple, distinguible, que cumple una función específica en un sistema. Son ejemplos los cables, transistores, circuitos integrados, motores, relés, solenoides, tuberías, bombas, vasijas, intercambiadores de calor, depósitos y válvulas.
- j) **Estudios de gestión del envejecimiento:** Análisis demostrativos de que los efectos del tiempo son considerados adecuadamente, para las ESC consideradas dentro del alcance de la gestión del envejecimiento, de modo que se mantengan las funciones definidas en sus condiciones de licencia, durante su vida útil (o de servicio).
- k) **Gestión del envejecimiento:** Medidas técnicas, de operación o de mantenimiento destinadas a controlar dentro de límites aceptables la degradación por envejecimiento de estructuras, sistemas o componentes.

Ejemplos de medidas técnicas son el diseño, la calificación y el análisis de fallos. Ejemplos de medidas de operación son la vigilancia, la realización de procedimientos operacionales y la realización de mediciones ambientales.

- l) **Grupos de componentes o “Commodities”:** Consisten en agrupaciones de componentes o estructuras con características similares que hacen posible la realización de un análisis único de gestión del envejecimiento, válido para todos ellos.

Los criterios de agrupación pueden fundamentarse en la existencia de diseños similares, materiales comunes, mismo tipo de componentes, la aplicación de prácticas similares de gestión del envejecimiento, o el hecho de estar sometidos a un mismo ambiente interno o externo.

- m) **Informe de Seguridad (IS):** Documento oficial de la instalación que presenta la información necesaria y suficiente para que el Organismo Regulador pueda llevar a cabo la revisión independiente de una central nuclear desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica, así como un análisis y evaluación de riesgos derivados del funcionamiento de la instalación, tanto en régimen normal como en condiciones de accidente. Contiene también descripciones detalladas de las funciones de seguridad de todos los sistemas de seguridad y de las ESC relacionadas con la seguridad, de sus bases de diseño y de su funcionamiento en todos los estados operativos, incluyendo la parada y las condiciones de accidente. Asimismo identifica los reglamentos, códigos y normas aplicables a la central nuclear. También suele denominarse mediante las siglas en inglés FSAR o SAR, (*Final*) *Safety Analysis Report*.
- n) **Mecanismo significativo de envejecimiento:** Es aquél que, en consideración de su potencial desarrollo, hace necesario el requerimiento de una actividad de control o de mitigación para garantizar el cumplimiento de las funciones asignadas a las ESC afectadas, durante la vida útil (o de servicio).
- o) **Obsolescencia:** Es el proceso de convertirse algo en anticuado debido a la evolución de los conocimientos o de la tecnología o a los cambios en la reglamentación o normativa. Son ejemplos del efecto de la obsolescencia (o envejecimiento no físico): la ausencia de elementos de seguridad eficaces o de criterios de diseño de seguridad (tales como: diversidad, separación o redundancia), la no disponibilidad de repuestos, la incompatibilidad

entre equipos nuevos y viejos o la existencia de documentación anticuada o que no satisface la normativa vigente.

- p) **Operación a largo plazo:** Operación continuada de la central nuclear manteniendo un nivel de seguridad aceptable, más allá de su vida de diseño, tras realizar una evaluación de seguridad que asegure que se mantienen los requisitos de seguridad aplicables a las ESC de la misma, implementando las mejoras necesarias. También se conoce por las expresiones *extensión de vida* o *alargamiento de vida*.

La evaluación de seguridad que fundamente la operación a largo plazo de la central nuclear ha de incluir, junto con la revisión de la gestión del envejecimiento para el nuevo periodo, la revisión de los análisis de seguridad considerando una vida útil superior a la vida de diseño de la central nuclear, en la que se evalúe si las conclusiones de estos análisis son válidas teniendo en cuenta el mayor periodo de operación.

- q) **Plan de Gestión de Vida (PGV):** Programa de acciones que tiene como objetivo alcanzar la vida de diseño original, sin deterioro de la seguridad, y mantener abierta la posibilidad de renovar la licencia de operación de la central nuclear, para su operación a largo plazo. En los últimos tiempos esta denominación se aplica para reactores de tecnología CANDU; anteriormente se utilizaba la denominación Programa de Manejo / Gestión del Envejecimiento (PME/PGE), cuya metodología era parecida.

Un Plan de Gestión de Vida debe integrar y, si es necesario, complementar, todas las actividades relacionadas con la evaluación y control de los mecanismos de envejecimiento que afecten a las ESC, pasivos y de larga vida, importantes para la seguridad.

- r) **Plan de Gestión de Vida a Largo Plazo (PGV-LP):** Conjunto de Programas de Gestión del Envejecimiento vigentes durante la operación a largo plazo, encaminados a la vigilancia, control y mitigación de los mecanismos de envejecimiento y degradación que afectan a las ESC comprendidas en el alcance del proceso de gestión del envejecimiento.

Los efectos de envejecimiento, mecanismos de degradación, y programas de gestión asociados dentro del alcance de este Plan serán, tanto los identificados en el PIEGE, como otros que puedan surgir como consecuencia de la experiencia operativa propia o ajena, modificaciones de diseño, resultados de proyectos de investigación, etc., durante el periodo de operación a largo plazo.

El PGV-LP debe contemplar un procedimiento formal de identificación e implantación de propuestas de mejora y análisis de modificaciones de diseño.

- s) **Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento (PIEGE):** Conjunto de análisis de gestión del envejecimiento que cubren las tres etapas clásicas de: alcance y selección de ESC, identificación de efectos de envejecimiento y mecanismos de degradación, y definición de programas de gestión del envejecimiento. Incluye también los análisis de envejecimiento en función del tiempo (AEFT) que sean necesarios para la revisión de los análisis realizados con hipótesis de vida de diseño definida.
- t) **Programas de Gestión del Envejecimiento (PGE):** Conjunto estructurado de actividades encaminadas a la vigilancia, control y mitigación de los efectos del envejecimiento

que afectan a las ESC comprendidas en el alcance del proceso de gestión del envejecimiento. Los programas de gestión se basan en prácticas diversas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, programas de calificación ambiental, pruebas periódicas y vigilancias de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF), programas de inspección en servicio, programas de erosión-corrosión, etc., así como cualquier otra actividad de tipo específico con el mismo fin que pudiera realizarse en la central nuclear.

- u) **Propuesta de Mejora (PM):** Son necesidades concretas de mejora asociadas a un determinado programa de gestión del envejecimiento, y que han sido evidenciadas al comparar el mismo con un programa estándar de referencia (por ejemplo, los del informe GALL - NUREG-1801 - de la USNRC), o bien al realizar su evaluación de forma genérica mediante el análisis de sus atributos. En algunas ocasiones, las mejoras pueden estar relacionadas sólo con el alcance del programa (“*mejoras de alcance*”), las cuales suelen surgir al realizar los distintos estudios de gestión del envejecimiento o al ser necesaria la aplicación de un determinado programa de gestión del envejecimiento a un nuevo grupo de componentes o estructuras, lo que supone la ampliación del alcance del mismo.
- v) **Revisión Periódica de la Seguridad (RPS):** Reevaluación sistemática de la seguridad de una central nuclear llevada a cabo a intervalos regulares (usualmente, cada 10 años), para determinar el impacto en la instalación de los efectos acumulativos del envejecimiento, las modificaciones, la experiencia operacional, los desarrollos técnicos y los aspectos del emplazamiento, y que tiene por objeto garantizar un alto nivel de seguridad a lo largo de la vida operacional de la instalación.
- w) **Vida de diseño:** Intervalo de tiempo durante el que se espera que una central nuclear o un componente se comporte conforme a la especificación técnica de acuerdo con la cual se construyó o fabricó.

En la mayoría de las centrales nucleares de diseño occidental, parte de los análisis que dan soporte a la evaluación de seguridad de la planta se han realizado con la hipótesis de una vida de diseño de 30 o 40 años, por ejemplo, aquellos componentes que no pueden ser reemplazados, como la vasija del reactor y el edificio de contención, por lo que habitualmente se consideran 30 o 40 años como vida de diseño de la central nuclear.

- x) **Vida remanente:** Período de tiempo comprendido entre el instante en consideración y el final de la vida útil (o vida de servicio).
- y) **Vida útil:** Intervalo de tiempo que transcurre desde que una estructura, sistema o componente empieza a funcionar hasta que se retira definitivamente del servicio. También se denomina vida de servicio.

La 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 le queda a una ESC.

En la presente guía se utilizan las siglas siguientes:

- A) AECL: Atomic Energy of Canada Limited.

- B) AEFT: Análisis de Envejecimiento en Función del Tiempo
- C) APS: Análisis Probabilista de Seguridad
- D) ARN: Autoridad Regulatoria Nuclear, de Argentina
- E) BWR: Boiling Water Reactor
- F) CANDU: Canadian Deuterium Uranium Reactor
- G) CCHEN: Comisión Chilena de Energía Nuclear
- H) CFR: Code of Federal Regulations (de Estados Unidos de América)
- I) CNEN: Comissao Nacional de Energía Nuclear, de Brasil
- J) CNSC: Canadian Nuclear Safety Commission (organismo regulador de Canadá)
- K) CNSN: Centro Nacional de Seguridad Nuclear, de Cuba
- L) CNSNS: Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, de México
- M) CSN: Consejo de Seguridad Nuclear, de España
- N) CSNI: Comité de Seguridad de las Instalaciones Nucleares (de la OECD/NEA)
- O) DT: Documento Técnico (del proyecto PREEV)
- P) ESC: Estructuras, sistemas y componentes
- Q) FMEA: Failure Modes and Effects Analysis
- R) FORO: Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares
- S) GALL: Generic Ageing Lessons Learned (de la USNRC)
- T) HAZOP: Hazard and Operability Analysis
- U) IS: Informe de Seguridad
- V) LO: Licencia de Operación
- W) LRR: Licensing Renewal Rule (de la USNRC)
- X) NEI: Nuclear Energy Institute (de Estados Unidos de América)
- Y) NUREG: Nuclear Regulatory Document (de la USNRC)
- Z) OECDE/NEA: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico / Agencia de Energía Nuclear
- AA) OIEA: Organismo Internacional de la Energía Atómica
- BB) OR: Organismo Regulador
- CC) PGE: Programas de Gestión del Envejecimiento
- DD) PGV: Plan de Gestión de Vida
- EE) PGV-LP: Plan de Gestión de Vida a Largo Plazo
- FF) PHWR: Pressurized Heavy Water Reactor
- GG) PIEGE: Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento
- HH) PM: Propuesta de Mejora
- II) PREEV: Prácticas Regulatoras en Envejecimiento y Extensión de Vida

- JJ) PWR: Pressurized Water Reactor
- KK) RD: Documento Regulador (de la CNSC)
- LL) RG: Guía Reguladora (de la USNRC)
- MM) RPS: Revisión Periódica de Seguridad
- NN) SRP: Standard Review Plan (de la USNRC)
- OO) USNRC: United States Nuclear Regulatory Commission
- PP) WENRA: Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental

3. OBJETIVOS.

Esta guía tiene por objeto establecer los criterios reguladores para la gestión del envejecimiento de los componentes de las centrales nucleares, incluida la gestión en el caso de la operación a largo plazo.

4. ALCANCE DE LA GUÍA.

Este documento resulta de aplicación a todas las centrales nucleares que contengan reactores nucleares de potencia de los tipos PWR, BWR, CANDU y PHWR. Los requisitos establecidos en la guía son aplicables a todas las condiciones de operación de las centrales nucleares.

5. ALCANCE DE LA GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO FÍSICO Y LA OBSOLESCENCIA.

El alcance del programa de gestión del envejecimiento y la obsolescencia, especificado en el capítulo 6, debe establecerse a partir de los criterios siguientes:

- a) Incluir aquellos elementos que deben seguir funcionando, durante y después de cualquier accidente base de diseño que pudiera producirse, para garantizar las siguientes funciones:
 - i) la integridad de la barrera de presión del refrigerante del reactor,
 - ii) la capacidad de parar el reactor y mantenerlo en una condición de parada segura; o
 - iii) la capacidad de prevenir o mitigar las consecuencias de los accidentes, de modo que las exposiciones radiactivas fuera del emplazamiento se mantengan por debajo de los límites establecidos.
- b) Incluir aquellos elementos cuyo fallo podría impedir el cumplimiento satisfactorio de cualquiera de las funciones identificadas en el apartado 5.a anterior.
- c) Incluir aquellos elementos con los que se cuenta en los análisis de seguridad de la central nuclear y que están relacionados con los requisitos de protección contra-incendios, calificación medioambiental, choque térmico a presión, transitorios sin parada automática del reactor y pérdida total de alimentación eléctrica.

6. CRITERIOS PARA LA VIGILANCIA DE LA GESTIÓN DEL ENVEJECIMIENTO FÍSICO Y LA OBSOLESCENCIA, INCLUIDA LA GESTIÓN EN EL CASO DE LA OPERACIÓN A LARGO PLAZO.

6.1. Gestión del envejecimiento físico

6.1.1. Gestión dentro del periodo de la vida de diseño de la central nuclear

Durante el periodo de la vida de diseño de la central nuclear, el titular de la Licencia de Operación (LO) o explotador debe realizar las actividades necesarias de gestión del envejecimiento de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de la central nuclear, de modo que incluyan medidas de vigilancia, control y mitigación de los mecanismos de envejecimiento físico de las ESC que forman parte del alcance definido en el capítulo 5, teniendo en cuenta el estado de los mismos, y que identifiquen las propuestas de mejora, PM (nuevas actividades de inspección, pruebas, vigilancia, mantenimiento, etc.) incorporadas para detectar dichos mecanismos y controlar sus efectos, incluyendo las conclusiones de estas actividades en un Plan de Gestión de Vida (PGV).

6.1.2. Gestión para solicitar la operación a largo plazo

La solicitud de renovación de la LO de las centrales nucleares para la operación más allá de la vida de diseño prevista inicialmente, debe incluir, entre otros documentos, un Plan Integrado de Evaluación de la Gestión del Envejecimiento (PIEGE), constituido por los estudios de gestión del envejecimiento que permitan razonablemente garantizar la funcionalidad de las ESC que forman parte del alcance definido en el capítulo 5, considerando el nuevo periodo de operación.

6.1.3. Gestión dentro del periodo de operación a largo plazo

Durante el periodo de operación a largo plazo el titular de la LO o explotador debe programar y realizar las actividades de gestión del envejecimiento de las ESC incluidas en el alcance definido en el capítulo 5, mediante los Programas de Gestión del Envejecimiento (PGE) identificados durante el proceso de revisión de la gestión del envejecimiento, de modo que se asegure la vigilancia, el control y la mitigación de los mecanismos de envejecimiento y degradación de dichas ESC, considerando tanto los mecanismos identificados en el PIEGE como los nuevos que puedan surgir. Se deberá poner en marcha un procedimiento formal de identificación e implantación de PM (nuevas actividades de inspección, pruebas, vigilancia y mantenimiento) incorporadas para controlar los efectos de los nuevos mecanismos identificados o para optimizar la gestión de los ya existentes, incorporando las conclusiones de estas actividades a un Plan de Gestión de Vida para la operación a largo plazo (PGV-LP).

6.2. Gestión de la obsolescencia

El programa de gestión de la obsolescencia a ser aplicado en las tres fases identificadas en el apartado 6.1 (subapartados 6.1.1 a 6.1.3), se ha de establecer siguiendo los criterios siguientes:

- a) la responsabilidad de la implantación del programa debe estar claramente asignada dentro de la organización del explotador.

- b) las tareas del programa deben ser llevadas a cabo por personal profesional, específicamente dedicado, que cuente con suficiente experiencia en ingeniería, mantenimiento y operación de la central nuclear.
- c) las actividades del programa deberán ser implantadas mediante una organización multidisciplinaria, con participación del personal de la central nuclear en temas de ingeniería, soporte técnico, mantenimiento y aprovisionamiento.
- d) las actividades del programa se deberán realizar mediante procedimientos orientados a evaluar sistemáticamente la obsolescencia y a mantener un proceso de mejora continua para remediarla cuando se detecte.

6.3. Requisitos para el PGV, el PIEGE y el PGV-LP

6.3.1. Criterios de selección

El PGV, el PIEGE y el PGV-LP aplican a aquellas ESC que forman parte del alcance definido en el capítulo 5 y que cumplan, además, lo siguiente:

- a) Son componentes pasivos. Estas ESC:
 - i) incluyen, entre otros: los canales combustibles, los alimentadores, la calandria, la vasija del reactor, la barrera de presión del refrigerante del reactor, generadores de vapor, presionador, tuberías, carcasas de bombas, cuerpos de válvulas, barrilete del núcleo, soportes de componentes, barreras de retención de presión, cambiadores de calor, carcasas de ventiladores, conductos de ventilación, la contención, revestimiento metálico de la contención, penetraciones eléctricas y mecánicas, esclusas de equipos, estructuras sísmicas de Categoría 1, cables y conexiones eléctricos, bandejas de cables y cajas eléctricas.
 - ii) excluyen, entre otros: bombas (excepto la carcasa), válvulas (excepto el cuerpo), motores, generadores diesel, compresores de aire, amortiguadores, accionamientos de las barras de control, compuertas de ventilación, transmisores de presión, indicadores de presión, indicadores de nivel, conmutadores, ventiladores (excepto la envolvente), baterías, interruptores, relés, inversores de potencia, tarjetas electrónicas, cargadores de batería y fuentes de alimentación eléctrica.

Los componentes activos podrían ser excluidos o no en función del uso de métodos fundamentados en el riesgo, tales como los análisis de riesgos predictivos (ej.: FMEA, HAZOP) o los análisis probabilistas de seguridad (APS), para priorizar la gestión del envejecimiento de esos componentes.

- b) No están incluidos en ningún programa de sustitución basado en el mantenimiento de la vida calificada o en cualquier otro programa de sustitución.

6.3.2. Identificación de los mecanismos de envejecimiento

Para cada componente incluido dentro del alcance definido en el subapartado 6.3.a), se han de analizar sus potenciales mecanismos de envejecimiento, así como sus posibles causas y consecuencias.

Una vez identificados las estructuras y componentes con funciones pasivas y de larga vida, según lo indicado en el apartado anterior, se podrán analizar de forma individual o a través de grupos de componentes (*“commodities”*), considerando la similitud en su diseño o en sus funciones.

En particular, la gestión del envejecimiento de la vasija de presión del reactor y sus soldaduras tendrá en cuenta todos los factores relevantes, incluyendo la fragilización, el envejecimiento térmico y la fatiga, para comparar su comportamiento frente a las predicciones de los análisis a lo largo de la vida del componente.

Como consecuencia de los análisis anteriores, se determinarán aquellos efectos y mecanismos de envejecimiento que requieran la implantación de una actividad de vigilancia, control o mitigación, para asegurar que la funcionalidad de la ESC no será adversamente afectada durante su vida de servicio.

6.3.3. Evaluación de las prácticas de mantenimiento y de los PGE

El objetivo de esta actividad será evaluar si las causas y las consecuencias del envejecimiento (mecanismos significativos de envejecimiento y sus efectos) están adecuadamente vigiladas, controladas y mitigadas por las prácticas de mantenimiento o por los PGE, considerando que no sólo incluyen las actividades propias del mantenimiento predictivo y preventivo, sino también las actividades de inspección, pruebas, verificaciones, control de parámetros operacionales, etc.

Las prácticas de mantenimiento o los PGE consistentes en inspecciones y pruebas exigidas en las condiciones de licencia vigentes serán válidos para la gestión del envejecimiento de las ESC consideradas, respecto a los mecanismos de envejecimiento y efectos que les afectan.

La evaluación de las prácticas de mantenimiento o de los PGE consistirá en una comparación entre: a) las actividades de vigilancia y mitigación aplicables a cada mecanismo de envejecimiento y efecto significativos para cada ESC, y b) el contenido real de las prácticas de mantenimiento o de los PGE que se llevan a cabo sobre dicha ESC. El resultado de la evaluación incluirá las mejoras de las prácticas de mantenimiento o de los PGE necesarias para establecer una adecuada gestión del envejecimiento y, en los casos que se requiera, la implementación de otras nuevas.

6.3.4. Análisis con hipótesis de vida de diseño definida

En el caso de la gestión del envejecimiento para el periodo de operación a largo plazo, se deberá identificar todos los análisis y cálculos realizados por el explotador que cumplan con la definición de análisis de envejecimiento en función del tiempo, AEFT, y evaluar los mismos para aquellas ESC a las que apliquen los criterios siguientes:

- a) Los resultados de los análisis afectan a las bases de diseño que garantizan la función de seguridad de alguna ESC que forme parte del alcance del PIEGE y que estén afectados por mecanismos de envejecimiento significativos.
- b) La hipótesis de vida definida en el análisis original es inferior a la vida que le correspondería con la nueva licencia de operación solicitada.

La evaluación de dichos AEFT se realizará mediante alguno de los métodos siguientes:

- i) Verificar que los análisis existentes siguen siendo válidos para el nuevo período de operación propuesto y, por tanto, no es preciso llevar a cabo un nuevo análisis. Para ello se demostrará que las hipótesis y condiciones del análisis ya consideran la gestión de los efectos del envejecimiento dentro del período de operación a largo plazo y que los criterios de aceptación proporcionan un margen razonable para asegurar el cumplimiento de la función durante dicho período.
- ii) Reevaluar o rehacer el análisis para el nuevo período de vida solicitado y verificar que se cumplen los criterios de aceptación establecidos.
- iii) Demostrar que los efectos del envejecimiento pueden ser gestionados de forma adecuada durante el nuevo período de operación solicitado.

6.3.5. Gestión de la obsolescencia

El explotador definirá y pondrá en práctica un programa de gestión de la obsolescencia que contemple:

- a) Una evaluación sistemática de la obsolescencia.
- b) La estrategia a seguir una vez que el problema de obsolescencia ha sido detectado para un componente tipo.
- c) Las revisiones periódicas del mismo, para su mejora continua.
- d) La efectividad de los programas implantados, en tanto que proporcionan:
 - i) Antecedentes suficientes para sustentar la definición de las acciones de mantenimiento necesarias (adquisición de reposiciones; análisis, aprobación y ejecución de sustituciones; etc.).
 - ii) El soporte técnico necesario, mediante personal interno o externo debidamente cualificado.

7. DOCUMENTACIÓN.

Los titulares de la LO o explotadores de las centrales nucleares deberán preparar informes que recojan las actividades efectuadas en cumplimiento de los capítulos 5 y 6. Dichos informes debe-

rán ser remitidos al organismo regulador (OR) con el contenido y en los plazos que se indican a continuación:

7.1. Informes periódicos de gestión del envejecimiento, dentro de la vida de diseño de la central nuclear

El explotador remitirá al OR, con la frecuencia requerida por éste, un informe que contenga las actividades del PGV de la central, en el cual se incluya la vigilancia, el control y la mitigación de los mecanismos de envejecimiento así como de la degradación de las ESC incluidas en el alcance de la gestión de vida, tal como se definen en el capítulo 5, los aspectos relativos a la obsolescencia, y en el que se identifiquen las PM incorporadas para detectar dichos mecanismos y controlar sus efectos (nuevas actividades de inspección, pruebas, vigilancia y mantenimiento).

Asimismo, dentro del alcance, contenido y plazos de presentación de la documentación relativa a la Revisión Periódica de la Seguridad (RPS) de las centrales nucleares, se incluirá una revisión del PGV para confirmar que, en el periodo considerado por dicha RPS:

- a) se han tenido en cuenta los mecanismos de envejecimiento y degradación de las ESC incluidas en el alcance de gestión de vida tal como se define en el capítulo 5,
- b) se han considerado los mecanismos y efectos de envejecimiento no esperados, así como los efectos de la obsolescencia,
- c) se ha incorporado al PGV la nueva información relevante que se haya producido y otros aspectos que surjan,
- d) se han utilizado los métodos y herramientas más adecuados para la gestión del envejecimiento y de la obsolescencia que estén disponibles, y
- e) se ha valorado la efectividad de la gestión del mantenimiento, de acuerdo con los resultados de las prácticas realizadas en la central nuclear.

7.2. Informe de gestión del envejecimiento para solicitar autorización de operación a largo plazo

El explotador remitirá al OR un PIEGE conteniendo los análisis de gestión del envejecimiento (alcance, selección, identificación de los mecanismos de envejecimiento, evaluación de las prácticas de mantenimiento o de los PGE y las PM) y los AEFT que sean necesarios para la evaluación de los análisis realizados con hipótesis de vida de diseño definida, que permitan garantizar, razonablemente, la funcionalidad de las ESC que formen parte de su alcance.

Al PIEGE se le adjuntará un suplemento del Informe de Seguridad, (IS) en el que se incluyan los estudios y análisis que justifiquen la gestión del envejecimiento de las ESC de la central nuclear en el período de operación a largo plazo, y una revisión de las Especificaciones Técnicas, en la que se incluyan los cambios necesarios para mantener las condiciones seguras de operación en el mismo período.

La antelación mínima con que se debe presentar la documentación relativa al PIEGE será de 2 años antes de la fecha en la que se deba proceder a renovar la LO. Adicionalmente, se deberá

presentar una actualización de dichos documentos, que incluya las modificaciones introducidas en la central nuclear, un año antes de la fecha de renovación de la LO.

7.3. Informes periódicos de gestión del envejecimiento, dentro del periodo de operación a largo plazo de la central nuclear.

El explotador remitirá al OR, con la frecuencia requerida por éste, un informe que contenga las actividades del PGV-LP de la central nuclear, en el cual se incluya la vigilancia, control y mitigación de los mecanismos de envejecimiento y degradación de las ESC, tanto las identificadas en el PIEGE como las nuevas que puedan surgir, y en el que se identifiquen las PM (nuevas actividades de inspección, pruebas, vigilancia, mantenimiento, etc.) incorporadas para controlar los efectos de dichos mecanismos.

REFERENCIAS

- [1] OIEA. “Ageing Management for Nuclear Power Plants”. Safety Guide N° NS-G-2.12, OIEA, Viena (2009).
- [2] OIEA. ”Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants”. Safety Guide N° NS-G-2.10, OIEA, Viena (2003).
- [3] OIEA. “Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants”. Safety Reports Series N° 57, OIEA, Viena (2008).
- [4] OIEA. “Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors”. EBP-SALTO, OIEA, Viena (2007).
- [5] OIEA. “Plant Life Management for Long Term Operation of Light Water Reactors. Principles and guidelines”. Technical Report Series N° 448, OIEA, Viena (2006).
- [6] OIEA. “Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme”. Safety Reports Series N° 15, OIEA, Viena (1999).
- [7] OIEA. “Methodology for Ageing Management of NPP Components Important to Safety”. Technical Report Series N° 338, OIEA, Viena (1992).
- [8] OIEA. “Data Collection and Record Keeping for Management of NPP Ageing”. 50-P-3, OIEA, Viena (1991).
- [9] OIEA. “Safety Aspects of NPP Ageing”. TECDOC-540, OIEA, Viena (1990).
- [10] OIEA. “Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA. Terminología empleada en Seguridad Tecnológica Nuclear y Protección Radiológica”, OIEA, Viena (2007).
- [11] European Commission. “Safe Management of NPP Ageing in the European Union”. EE/S-00/0430. Rev. C. (2000).
- [12] OCDE-NEA-CSNI. “Technical Aspects of Ageing for Long Term Operation”, (2003).
- [13] ARN, “Licenciamiento de Instalaciones Clase I”, AR-0.0.1 Rev.2, Buenos Aires (2002).
- [14] ARN, “Cronograma de la documentación a presentar antes de la operación comercial de un reactor nuclear de potencia”, AR-3.7.1 Rev.1., Buenos Aires (2002).
- [15] ARN. “Alcances y Aspectos Regulatorios”, CNE Life Extension (PLEX), (2008).
- [16] CSN, “Requisitos de seguridad para la gestión del envejecimiento y la operación a largo plazo de centrales nucleares”, Instrucción IS-22. BOE N° 166, Madrid (2009).
- [17] CSN, “Revisiones Periódicas de la Seguridad”, Guía GS-1.10. Rev.1, Madrid (2008).

- [18] CNSC, “Life Extension on Nuclear Power Plants”, Regulatory Document RD-360, (2008).
- [19] USNRC, “Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants” (LRR), 10 CFR 54, (1995).
- [20] USNRC, “Continuation of Licenses”, 10 CFR 50.51, (1996).
- [21] USNRC, “Standard Format and Content for Applications to Renew NPP Operating Licenses”, RG 1.188. Rev. 1, (2005).
- [22] USNRC, “Technical Bases for Revision to the License Renewal Guidance Documents”, NUREG-1833, (2005).
- [23] USNRC, “Standard Review Plan for Review of License Renewal”, NUREG-1800, Rev. 1, (2005).
- [24] USNRC, “Generic Ageing Lessons Learned” (GALL), NUREG-1801 Rev. 1, (2005).
- [25] NEI, “Industry Guideline for Implementing Requirements of 10 CFR 54 – The License Renewal Rule”, NEI-95-10. Rev. 6, (2005).

LISTA DE AUTORES Y REVISORES

Conrado Alfonso Pallarés, CNSN (Cuba)

Diego Encinas Cerezo, CSN (España)

José María Figueras Clavijo, CSN (España)

Alexandre Gromann Araujo de Góes, CNEN (Brasil)

Ricardo Pérez Pérez, CNSNS (México)

Jaime Riesle Wetherby, CCHEN (Chile)

Reinaldo Valle Cepero, ARN (Argentina)