

EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO (trienal)

Colaboradores	Alejandro García Wolfrum, Javier Guardia Escassi, Álvaro Victoria López
----------------------	---

Redactor/a	Pedro Martínez Diéguez		
Unidad de Planificación, Evaluación y Calidad	Ana Belén Pérez Pelaz		
Subdirector/a	Santiago Aleza Enciso		
Comité del Sistema de Gestión y Seguridad de la Vº Bº del Pleno			12/05/26
Director/a técnico/a	M.ª Teresa Vázquez Mateos	Nº 1786	01/07/26

1.	OBJETO Y ALCANCE	2
2.	DEFINICIONES	2
3.	NORMATIVA APLICABLE.....	4
4.	RESPONSABILIDADES	4
5.	DESCRIPCIÓN	4
5.1.	BASES DE INSPECCIÓN.....	5
5.2.	REQUISITOS DE LA INSPECCIÓN	5
5.2.1.	Comportamiento de los sistemas y componentes (SC).....	6
5.2.2.	Condición de las estructuras.....	7
5.2.3.	Gestión de la degradación por envejecimiento de componentes	9
5.2.4.	Gestión de la obsolescencia de componentes y de la dedicación de repuestos	9
5.2.5.	Identificación y resolución de problemas.....	10
6.	REGISTROS.....	10
7.	REFERENCIAS.....	10
8.	ANEXOS	12

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente procedimiento es definir la sistemática a seguir por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en la realización de inspecciones sobre la eficacia del mantenimiento, dentro del Plan Base de Inspección del Sistema Integrado de Supervisión de centrales nucleares en operación (SISC).

Los pilares de seguridad asociados a este procedimiento son:

- Sucesos iniciadores (10 %).
- Sistemas de mitigación (80 %).
- Integridad de barreras (10 %).

El objeto de estas inspecciones es verificar que el titular está realizando un mantenimiento eficaz para que las estructuras, sistemas y componentes (ESC) conserven la capacidad de realizar sus funciones cuando sean requeridas.

El alcance de este procedimiento son las inspecciones, sobre la eficacia del mantenimiento, realizadas trienalmente por el personal inspector de la sede del CSN.

No forma parte del alcance de estas inspecciones comprobar que el titular está identificando adecuadamente y contabilizando los fallos funcionales e indisponibilidades, ni la verificación de la posible existencia de malas prácticas de trabajo en el mantenimiento. Estas tareas son realizadas en las inspecciones de la efectividad del mantenimiento realizadas por la inspección residente, las cuales se rigen por el procedimiento PT.IV.209 “Efectividad del mantenimiento (inspección residente)”.

La aplicación de este procedimiento la lidera la Subdirección de Ingeniería.

2. DEFINICIONES

Con carácter general, las que se definen en el PG.IV.03 “Inspección y control de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible”, así como las incluidas en la Guía de Seguridad 1.18 “Medida de la eficacia del mantenimiento en centrales nucleares”, entre las que se encuentran las siguientes:

Comportamiento: Cuando se utiliza en el contexto de establecimiento de criterios y la vigilancia de su cumplimiento incluya la disponibilidad y la fiabilidad y/o la condición, según convenga. Ambos criterios, disponibilidad y fiabilidad deberían ser empleados con la mayor extensión posible, puesto que con ellos se asegura que el comportamiento está siendo vigilado. En las estructuras es más apropiado vigilar la condición que la fiabilidad o la disponibilidad. La vigilancia de componentes individuales (aquellos que tengan un comportamiento inaceptable), cuando se establecen objetivos, puede incluir la vigilancia de la condición. La vigilancia de la condición, en cuanto a componentes, supone la vigilancia y análisis de vibraciones, caudal, temperaturas y otros parámetros similares.

Disponibilidad: Tiempo que una ESC es capaz de realizar su función. Frecuentemente es empleado su complemento numérico: la indisponibilidad. Puede también expresarse como una fracción del tiempo total en el que puede requerirse a la ESC que realice su función. Dentro de

la regla de mantenimiento (RM) normalmente la indisponibilidad se carga desde el momento en que se produce un fallo en demanda, o se descubre la condición degradada o fallada, hasta que se recupera la función.

Envejecimiento: Proceso general por el que las características de un sistema, equipo, o componente van cambiando con el tiempo o con el uso. El envejecimiento se produce debido a procesos físicos, químicos y/o biológicos (mecanismos de degradación), y se manifiesta en la degradación progresiva (de forma continua o discontinua) de los materiales (efectos de envejecimiento) y en la capacidad para desempeñar las funciones de las ESC a lo largo del tiempo.

Fallo funcional: Es el fallo de un sistema o tren de forma que este no es capaz de realizar su función prevista. Un fallo funcional puede ser un fallo al arranque o un fallo en operación. La función se entiende como la función del sistema o tren por la que la ESC fallada está en el alcance de la RM.

Fallo funcional evitable por mantenimiento: Es el fallo de una ESC dentro del alcance de la RM en el cumplimiento de su función por causa atribuible a las actividades relacionadas con el mantenimiento, entendiendo dicho mantenimiento en su más amplio sentido (acciones del personal, procedimientos, consumo de piezas de repuesto y consumibles, etc.). Los errores humanos cometidos por personas que no son personal de mantenimiento o los sucesos relacionados con la calidad del diseño/construcción no se consideran relacionados con el mantenimiento y por tanto, no son fallos evitables por mantenimiento.

Fallo funcional evitable por mantenimiento repetitivo: Es la pérdida de función de una ESC en el periodo de al menos dos ciclos de evaluación de la RM por fallo en el mismo componente o componente similar, atribuible a la misma causa básica de fallo, siendo además evitable por mantenimiento.

Fiabilidad: Es una medida de la expectativa (asumiendo que la ESC está disponible) de que la ESC realizará su función cuando se demande en cualquier momento futuro.

Mantenimiento: Conjunto de funciones requeridas para preservar o restaurar la seguridad, fiabilidad y disponibilidad de las ESC de planta. Incluye no solo las actividades tradicionales asociadas a identificar y corregir condiciones reales o potencialmente degradadas, esto es, reparación, vigilancia, diagnosis y medidas preventivas, sino que se extiende a todas las funciones soporte necesarias para llevar a cabo esas funciones.

Mantenimiento correctivo: Actuaciones que tienen como objetivo restablecer la capacidad funcional de una ESC, que son realizadas ante situaciones emergentes de operación en las que se observan deficiencias o fallos funcionales en la ESC.

Mantenimiento preventivo: Acciones de mantenimiento, planificadas, periódicas y predictivas que son tomadas previamente a que la ESC falle, para mantener a la ESC dentro de las condiciones de operación previstas, controlando la degradación o el fallo.

Medidas de importancia: Incremento de riesgo, disminución de riesgo y contribución a la frecuencia de daño al núcleo, tal y como se definen en el apartado 4 de la Guía de Seguridad 1.18.

Obsolescencia: Es el proceso de envejecimiento no físico por el cual una ESC queda desactualizada debido, bien a la indisponibilidad de piezas, repuestos o del propio elemento, bien a la evolución del conocimiento y la tecnología, o bien a los cambios asociados en requisitos, códigos, normativa o documentación que hacen incompatible el uso de dicho elemento con la regulación vigente.

3. NORMATIVA APLICABLE

La que se describe en el procedimiento PG.IV.03.

Otra normativa aplicable en el ámbito de este procedimiento:

- Reglamento de seguridad nuclear en instalaciones nucleares aprobado mediante el Real Decreto 1400/2018, de 23 de noviembre.
- Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes aprobado mediante el Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre.
- Órdenes ministeriales correspondientes a los permisos y autorizaciones de explotación de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo.
- Instrucción IS-15, revisión 1, de 5 de mayo de 2016, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los requisitos para la vigilancia de la eficacia del mantenimiento en las centrales nucleares.

4. RESPONSABILIDADES

En el procedimiento PG.IV.03 se establecen, con carácter general, las responsabilidades en lo que se refiere a actividades de inspección y control de instalaciones nucleares de las distintas unidades organizativas del CSN y de sus responsables. Además, tienen responsabilidades específicas, en cuanto a la aplicación del presente procedimiento, las siguientes áreas de la Subdirección de Ingeniería:

- Área de Gestión de Vida y Mantenimiento (GEMA): Realizar la inspección con el alcance de sistemas y componentes no estructurales
- Área de Ingeniería Mecánica y Estructural (IMES): Realizar la inspección con el alcance de estructuras

Adicionalmente, las áreas de la Subdirección de Tecnología Nuclear encargadas de los análisis probabilistas de riesgos serán responsables de apoyar en materia de su competencia a los inspectores de GEMA/IMES cuando así se requiera.

5. DESCRIPCIÓN

Frecuencia y tamaño de la muestra

Cada tres años, se revisarán las evaluaciones periódicas y los ajustes o acciones correctivas resultantes realizadas por el titular desde la última inspección sobre el cumplimiento con la

Instrucción del CSN IS-15, rev.1 de mayo de 2016, también conocida como regla de mantenimiento (RM). Como parte de estas inspecciones, se revisarán de 4 a 7 sistemas, componentes y/o funciones dentro del alcance (preferiblemente de alta importancia para el riesgo) cuyo comportamiento o condición se haya degradado, con el fin de determinar la eficacia de las actividades del titular según los apartados 3.1 y 3.3 de la IS-15 (apartado (a)(1) y (a)(3) del 10CFR50.65 de los EE. UU.).

En el caso de las estructuras, las campañas de inspección genéricas se realizan por parte del titular con una periodicidad de cinco años; no obstante, todos los años se llevan a cabo otras inspecciones en ciertas estructuras donde se haya establecido una periodicidad menor, como es el caso de estructuras en contacto con agua, o aquellas objeto de otros programas de vigilancia o en las que se ha realizado algún tipo de reparación que aconseje su seguimiento. En las inspecciones trienales del CSN de efectividad del mantenimiento se revisará la documentación correspondiente a las campañas de inspección realizadas por el titular durante ese periodo.

Cuando el área encargada de las actividades de inspección en el ámbito de este procedimiento lo considere necesario o apropiado, personas expertas en análisis probabilísticos de riesgos del CSN revisarán las actividades del análisis probabilista de seguridad del titular relacionadas con la eficacia del mantenimiento.

Como se indica en el apartado 5.2, este procedimiento se ejecutará en dos inspecciones de manera separada, que se realizarán con carácter trienal cada una.

Estimación de recursos

Se estima que este procedimiento de inspección requiere entre 40 y 60 horas-persona, por cada una de las dos inspecciones trienales incluidas dentro de este procedimiento, independientemente del número de unidades del emplazamiento, en lo que se refiere a las actividades de inspección directa con el titular sin incluir el tiempo necesario para la preparación y documentación de la misma.

5.1. BASES DE INSPECCIÓN

La inspección de la efectividad del mantenimiento dentro del Programa Base de Inspección (PBI) sustenta la supervisión realizada por el CSN de los pilares de seguridad de “Sucesos Iniciadores”, “Sistemas de Mitigación” e “Integridad de Barreras”. La fiabilidad y la disponibilidad de las ESC, tal como se vigila o demuestra a través de la RM, afectan directamente a dichos pilares de la seguridad y dependen de la eficacia del mantenimiento (incluidas las prácticas de trabajo y los problemas de causa común). Esta inspección del PBI complementa a los indicadores de funcionamiento de paradas de emergencia no programadas, cambios de potencia no programados, indisponibilidad de sistemas de seguridad y fallos funcionales de sistemas de seguridad del SISC.

5.2. REQUISITOS DE LA INSPECCIÓN

Se verificarán trienalmente las evaluaciones periódicas del titular y de los ajustes resultantes realizados según el punto 3.3 de la IS-15 (párrafo (a)(3) del 10CFR50.65), desde la última inspección, así como los análisis de determinación de causa realizados por el titular y las acciones correctivas identificadas según el punto 3.1 de la IS-15 (párrafo (a)(1) del 10CFR50.65).

Además de la normativa aplicable, indicada en el apartado 3 de este procedimiento, deben tenerse en cuenta las directrices de la guía GS-1.18 y los acuerdos alcanzados entre el sector y el CSN en materia de interpretación de la normativa y guía sobre la RM recogidos en las correspondientes actas de reunión técnica.

Este procedimiento se ejecutará en dos inspecciones de manera separada, que se realizarán con carácter trienal cada una, que abarcan las siguientes partes:

- Vigilancia del comportamiento y otros aspectos aplicables a sistemas y componentes, a realizar por el Área GEMA (apartados 5.2.1, 5.2.3, 5.2.4 y 5.2.5 de este procedimiento).
- Vigilancia de la condición y otros aspectos aplicables a las estructuras, a realizar por el Área IMES (apartados 5.2.2 y 5.2.5 de este procedimiento).

5.2.1. Comportamiento de los sistemas y componentes (SC)

Además de una revisión general de la evaluación periódica para el balance, ajuste y uso de la experiencia operativa de la industria, se revisará la gestión realizada, siguiendo la RM, de tres a cinco ejemplos específicos de los SC/funciones que muestran un comportamiento o condición degradada (preferiblemente significativos para el riesgo), indicativos de la eficacia del proceso de evaluación periódica del titular. Con el diagrama de flujo del anexo 1 como guía, se evaluará la eficacia de las actividades de evaluación periódica del titular incluyendo, según resulte apropiado, las siguientes:

1. Uso del histórico de comportamiento de los SC/funciones (es decir, datos de fiabilidad y disponibilidad) para el ajuste de:
 - El mantenimiento preventivo.
 - Los objetivos de (a)(1)¹.
 - Los criterios de comportamiento de (a)(2).
2. Balance entre el objetivo de mantener o mejorar la fiabilidad frente al objetivo de mantener o mejorar la disponibilidad.
3. Uso de la experiencia operativa de la industria, incluyendo las recomendaciones del fabricante, para el ajuste de:
 - El mantenimiento preventivo.
 - Los objetivos del apartado (a)(1).
 - Los criterios de comportamiento del apartado (a)(2).
4. Revisión y ajuste de:
 - El alcance de la RM.

¹ Los apartados (a)(1), (a)(2), (a)(3) y (a)(4) del 10CFR50.65 corresponden con los puntos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 de la IS-15, respectivamente.

- Las definiciones de fallos funcionales (FF) de la RM y fallos funcionales evitables por mantenimiento (FFEM).
- Las definiciones de las horas de disponibilidad/indisponibilidad y de las horas requeridas.
- Los parámetros de vigilancia de la condición y de los niveles de acción.

NOTA: Téngase en cuenta que lo anterior debe hacerse donde proceda, es decir, no todos los puntos en todos los casos.

Al ser la RM una aplicación informada por el riesgo, cuando el área responsable de la inspección considere necesario o apropiado, las personas expertas en APS del CSN revisarán las actividades de vigilancia de la eficacia del mantenimiento relacionadas con dichos análisis o con los de seguridad de la central, si los hubiera, junto con la inspección del comportamiento de SC, incluyendo:

1. Uso de análisis o criterios de riesgo para:

- La categorización de alta significación para la seguridad.
- El establecimiento/ajuste de los objetivos de (a)(1).
- El establecimiento/ajuste de los criterios de comportamiento de (a)(2).
- El establecimiento/ajuste del mantenimiento preventivo.

2. Actualización de los análisis probabilistas de seguridad y de riesgo con:

- Los datos reales de fiabilidad y disponibilidad.
- La experiencia operativa de la industria.
- Las modificaciones más importantes de la central o de los procedimientos.
- Los cambios más importantes del mantenimiento rutinario.

3. Mantenimiento de las herramientas de evaluación de riesgos acorde a los análisis probabilistas de riesgo actualizados.

La documentación relacionada con cualquier revisión independiente de los análisis probabilistas de riesgo o seguridad que puedan haberse realizado deberían considerarse para el reconocimiento de la calidad y fidelidad de los análisis referidos en el punto 1 anterior.

Si se determina que estos análisis no están adecuadamente actualizados o aplicados, el impacto en las actividades relacionadas con la seguridad del titular tendrá que evaluarse como no menor en la valoración de los hallazgos de inspección. Si se sospechara que existe un impacto en las herramientas de evaluación o en las propias evaluaciones de riesgo de (a)(4), consúltase el procedimiento de inspección PT.IV.211 "Evaluaciones de riesgo de actividades de mantenimiento y control de trabajo emergente".

5.2.2. Condición de las estructuras

En el caso de estructuras, tal como se indica en la Guía de Seguridad 1.18, el establecimiento de criterios de vigilancia de la condición de la estructura es un método aceptable alternativo a los criterios de fiabilidad y disponibilidad.

Se considera adecuado realizar la vigilancia de estructuras mediante un programa de mantenimiento preventivo capaz de garantizar el cumplimiento de sus funciones requeridas por diseño. El objeto de la inspección debe ser verificar que la RM llevada a cabo por el titular cumpla el objetivo de identificar los síntomas iniciales de posibles degradaciones, y la realización de las actividades de mantenimiento necesarias para eliminar o minimizar dichas degradaciones debidas a condiciones ambientales o a fenómenos de envejecimiento.

También debe considerarse en la inspección que los requisitos de la vigilancia requerida por la RM de ciertas estructuras que estén sujetas a otros programas mediante inspección o pruebas, tales como la contención primaria, pueden cumplirse a través de las pruebas y vigilancias establecidas en dichos programas, si sus correspondientes criterios de aceptación son coincidentes o envolventes.

La inspección del CSN para evaluar la eficacia del mantenimiento de las estructuras realizada por el titular debe contemplar los siguientes aspectos:

1. Resumen de actuaciones realizadas por el titular desde la inspección previa.
2. Identificación de modificaciones en la definición del alcance o criterios de selección de elementos estructurales. Se comprobará la justificación de los motivos de las modificaciones de acuerdo con los criterios establecidos en los procedimientos relativos a la implantación de la RM, así como la definición de las funciones de los nuevos elementos con el fin de confirmar la adecuación del programa de vigilancia aplicable.
3. Revisiones vigentes de los procedimientos generales del titular aplicables a la vigilancia, inspección y evaluación de estructuras de la RM. Se identificarán los cambios y su justificación respecto a las revisiones previas.
4. Comprobación del grado de cumplimiento del programa de inspección de estructuras civiles frente al programa previsto.
5. Revisión y comentarios sobre los informes de las campañas de inspección realizadas desde la inspección previa.
6. Seguimiento del programa de acciones correctoras derivadas de la RM de estructuras, especialmente de las más significativas y de las que tengan fecha prevista de realización en el ciclo previo a la inspección. Se comprobará que no existan desfases excesivos, no justificados, en el cierre de las acciones.
7. Comprobación del seguimiento de la organización de RM del titular sobre otros programas de vigilancia o pruebas relacionados con la RM, tales como el programa de inspección de la contención basado en los requisitos de la sección XI del código de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME por su siglas en inglés, *American Society of Mechanical Engineers*) recogido en el Manual de inspección en servicio (MISI por sus siglas en inglés, *In Service Inspection*), control de envejecimiento o gestión de vida, control de sumideros, impermeabilización de cubiertas, etc.

8. Recorridos por planta, “walk-down”, para verificar mediante muestreo algunos de los valores que se recogen en los resultados de las inspecciones de estructuras que realiza el titular (informes de inspección).

5.2.3. Gestión de la degradación por envejecimiento de componentes

El objetivo será verificar la eficacia del mantenimiento para abordar y corregir la degradación por envejecimiento de los componentes de la planta.

Se seleccionará una muestra de 1 o 2 componentes, activos o pasivos, con histórico de fallos o indisponibilidades potencialmente debidos a efectos de envejecimiento.

En la selección de la muestra se dará prioridad a componentes con funciones significativas para el riesgo.

Para cada componente de la muestra se procederá a:

- Identificar las actividades de mantenimiento (procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, inspección, pruebas y vigilancia de la condición) con las que se cuenta para gestionar la degradación por envejecimiento.
- Verificar que las actividades identificadas se realizan siguiendo estándares y procedimientos, con una frecuencia y criterios de aceptación adecuados de acuerdo al estándar aplicable en cada caso.
- Verificar que los resultados no satisfactorios de dichas actividades son tratados de manera apropiada.
- Verificar si se realizan evaluaciones periódicas de la efectividad del mantenimiento y revisiones continuas de la experiencia operativa, cuando aplique.

5.2.4. Gestión de la obsolescencia de componentes y de la dedicación de repuestos

Se deberá verificar que el titular gestiona adecuadamente los problemas de comportamiento o condición mediante:

- La resolución adecuada de las obsolescencias, y
- la compra de repuestos de grado comercial, pero dedicados antes de su instalación en ubicaciones significativas para la seguridad.

NOTA: no es objeto de esta inspección verificar la garantía de calidad de la gestión de repuestos, materiales y servicios, ni los controles de calidad especificados en el Programa de Garantía de Calidad.

Para hacer las comprobaciones se elegirá uno o dos componentes de las muestras previamente seleccionadas.

En relación a la obsolescencia se comprobará lo siguiente:

- Si el titular, en el momento de producirse el mal comportamiento del componente:
 - Había identificado o no la obsolescencia con anterioridad.
 - Tenía resuelta la obsolescencia o estaba en proceso de resolución, y de qué forma.
- En el caso de que el método de resolución fuera un análisis o evaluación de repuesto alternativo, se verificará la fecha de edición, el estado en el que se encuentra y se revisará que su contenido es adecuado y conforme a sus procedimientos.
- Si el titular ha valorado la obsolescencia como factor causal de los FF o indisponibilidades.

En relación con la dedicación de repuestos se verificará que el titular:

- En la correspondiente evaluación técnica:
 - Ha identificado, y son coherentes, las funciones de seguridad del componente y las características críticas (CC) que aseguran dichas funciones en la ubicación destino del repuesto.
 - Ha determinado el método de aceptación apropiado para cada CC y el criterio de aceptación (CA) asociado.
- Ha elaborado un plan de dedicación para cada compra de repuestos, y que la entidad de dedicación ha demostrado que las CC cumplen con los CA.
- Realizó una adecuada inspección en la recepción para aceptar los repuestos dedicados por el suministrador.

5.2.5. Identificación y resolución de problemas

Las actividades de identificación y resolución de problemas son elementos integrales y esenciales para asegurar la eficacia del mantenimiento. Por lo tanto, el presente procedimiento de inspección incluye la realización de comprobaciones relativas al programa para la identificación y resolución de problemas del titular en el área de la eficacia del mantenimiento.

Las directrices para la realización de las inspecciones de dicho programa se encuentran recogidas en el procedimiento de inspección PA.IV.201. “Programa de identificación y resolución de problemas (PI-RP)”. Se debe comprobar si las deficiencias encontradas, relacionadas con la eficacia del mantenimiento, están siendo tratadas a través del Programa de Acciones Correctoras (PAC) del titular. Adicionalmente, se seleccionará una muestra de deficiencias para verificar que han sido clasificadas adecuadamente y que se han tomado las acciones correctoras apropiadas en los plazos adecuados. Lo anterior incluye el seguimiento de los hallazgos de inspecciones anteriores.

6. REGISTROS

Los registros indicados en el PG.IV.03 y en el marco de la función inspectora del CSN, y principalmente:

- Agendas de inspección (AGI).
- Actas de inspección (AIN) y sus diligencias (DAIN).
- Informes de valoración de hallazgos de inspección (IVH).
- Otros registros o documentos elaborados en aplicación del procedimiento que, por algún motivo, no formen parte del acta de inspección, de su diligencia, ni del informe de valoración de hallazgos.

7. REFERENCIAS

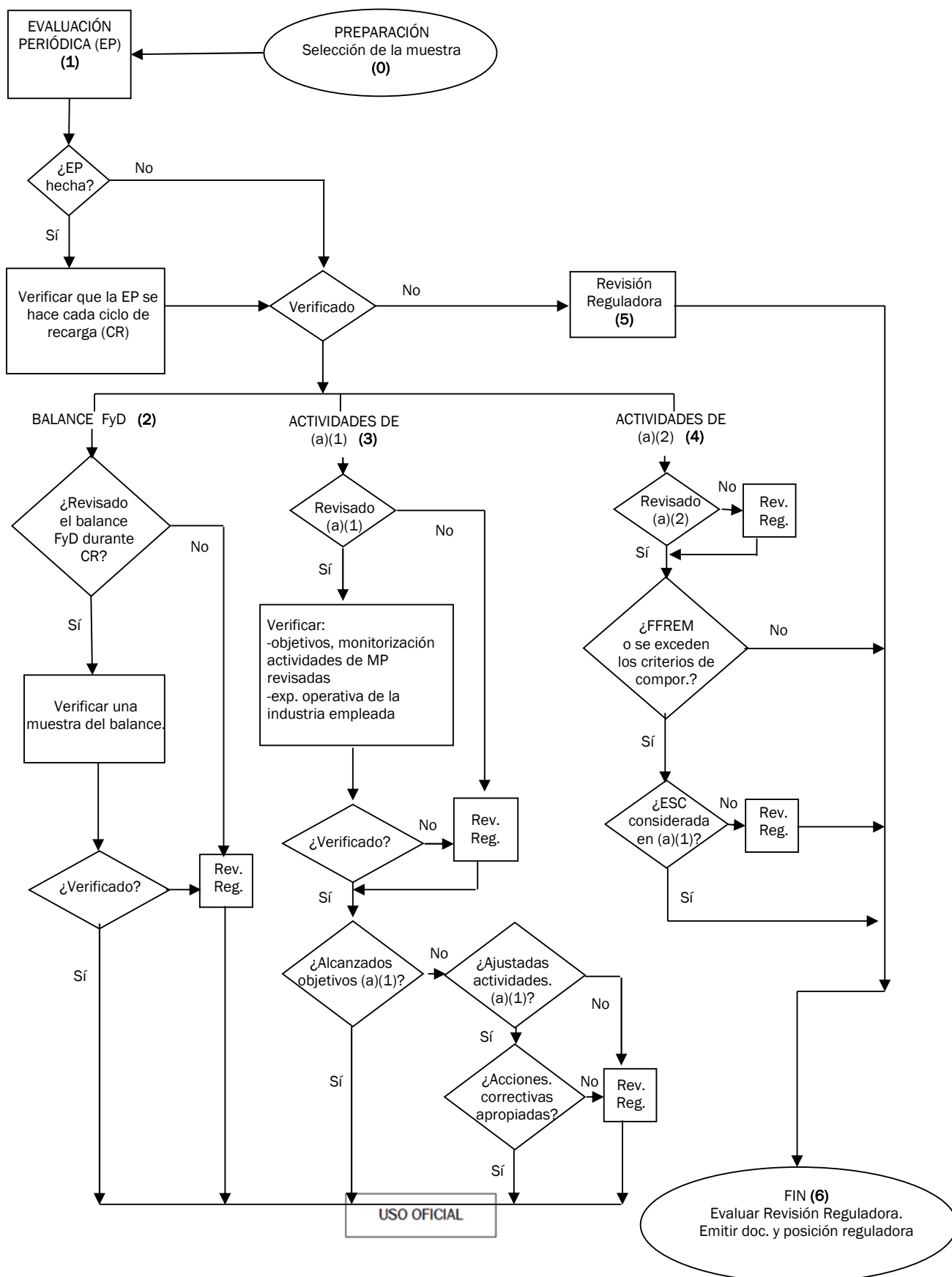
- Guía de Seguridad del CSN GS-01.18, “Medida de la eficacia del mantenimiento en centrales nucleares”, rev.1 de junio de 2016.
- Marco de la función inspectora del CSN rev. 4, julio 2025.

- PG.IV.03.- Inspección y control de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible.
- PA.IV.201.- Programa de identificación y resolución de problemas (PI-RP).
- PT.IV.209.- Efectividad del mantenimiento (inspección residente).
- PT.IV.211.- Evaluaciones de riesgo de actividades de mantenimiento y control de trabajo emergente.
- PT.IV.307. “Proceso de determinación de la significación para los hallazgos relacionados con mantenimiento y control de trabajos emergentes”.
- 10CFR50.65, “Requirements for monitoring the effectiveness of maintenance at nuclear power plants” de los EE. UU. Agosto 2007.
- US-NRC. Regulatory Guide (RG) 1.160. “Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants”. Rev.4, septiembre 2018.
- NEI, Nuclear Energy Institute (antes NUMARC, Nuclear Management and Resources Council). NUMARC 93-01, “Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants”. Rev. 4F, abril 2018.
- US-NRC. Inspection Procedure IP 711111 Attachment 12, “Maintenance Effectiveness”. Marzo 2021.
- US-NRC. Inspection Procedure IP 62706, “Maintenance Rule”. Diciembre 2000.
- US-NRC. Inspection Manual, Chapter 0609, “Reactor Safety Significance Determination Process”. Diciembre 2024.
- US-NRC. NUREG-1648, “Lessons Learned From Maintenance Rule Baseline Inspections”. Octubre 1999.
- US-NRC. Inspection Procedure IP 71111 Attachment 21N.03, “Commercial Grade Dedication”. Febrero 2023.
- US-NRC. Inspection Procedure IP 71111 Attachment 21N.04, “Age-Related Degradation”. Abril 2025.
- US-NRC. Regulatory Guide (RG) 1.164. “Dedication of commercial-grade items for use in Nuclear Power Plants”. Rev.1, abril 2024.
- UNE 73104 “Guía para la dedicación de componentes grado comercial en centrales nucleares”. Abril 1994.

8. ANEXOS

- Anexo I.- Diagrama de flujo.
- Anexo II.- Siglas y acrónimos.
- Anexo III.- Motivos de la revisión y cambios introducidos.

ANEXO I
DIAGRAMA DE FLUJO



Bloque 0 – Preparación. Selección de la muestra

Con antelación suficiente a la inspección:

- Comprobar los periodos cubiertos por los informes de ciclo recibidos en el CSN (en España se presenta un informe de ciclo por unidad al CSN en un plazo de 6 meses con posterioridad a la recarga).
- Solicitar al titular, a través la jefatura de proyecto de la SCN (JP):
 - Los informes trimestrales para los periodos no cubiertos por los informes de ciclo. Alternativamente, puede usarse la información sobre el comportamiento de ESC recibida en los Informes Mensuales de Explotación.
 - Listado de fallos e indisponibilidades potencialmente debidos a envejecimiento desde la última inspección RM.
- Analizar los informes de ciclo y la información recibida para realizar una preselección de SC candidatos a estar en la muestra a inspeccionar.

La muestra debe estar constituida por:

- Entre 3 y 5 sistemas y componentes (SC) con criterios de comportamiento superado, con posibles fallos funcionales repetitivos (FFR) o con fallos funcionales (FF)/indisponibilidades (I) durante el periodo de inspección, preferiblemente significativas para el riesgo. Se procurará seleccionar la muestra de forma que en la degradación de al menos 1 SC esté involucrado algún componente obsoleto o con obsolescencia previamente resuelta, y que, en la degradación de la misma u otra SC de la muestra, haya estado involucrado un proceso de dedicación de repuestos.
- Entre 1 y 2 SC con FF/I durante el periodo de inspección y potencialmente debidos a degradaciones por envejecimiento.
- Solicitar, a través del jefe de proyecto, los informes de análisis de determinación de causa (ADC) e información sobre los FF e I de los SC preseleccionados.
- Analizar los ADC y otra información recibida del titular para seleccionar la muestra a incluir en la agenda de Inspección.

Bloque 1 - Realización de la evaluación periódica

Verificar que las evaluaciones periódicas se han completado dentro de los límites de tiempo de la RM (es decir, una vez cada ciclo de recarga de combustible, pero sin exceder los 24 meses entre evaluaciones) y sus resultados han sido recogidos en el correspondiente informe de ciclo. Mediante comprobaciones en los informes de ciclo y preguntas al coordinador de la RM, verificar que la planta ha revisado:

- Los objetivos de (a)(1).
- El comportamiento de SC en (a)(2) frente a los criterios establecidos.
- La vigilancia y las actividades de mantenimiento preventivo.
- La experiencia operativa de la industria en los casos factibles.
- Los ajustes apropiados como resultado de las evaluaciones periódicas, incluyendo alcance, significación para el riesgo y criterios de prestaciones.
- Los criterios de prestaciones cada 5 años en base al histórico actualizado de comportamiento de las SC.
- El balance Fiabilidad/Disponibilidad, para lo que los inspectores e inspectoras seguirán el camino 2 del diagrama de flujo, que se detalla a continuación.

Camino 2 – Balance

Verificar que el titular ha realizado un balance entre fiabilidad/disponibilidad (FyD) basándose en los resultados de cada evaluación periódica realizada desde la última inspección de las evaluaciones periódicas. Examinar la revisión y el ajuste del titular de los objetivos de (a)(1).

En general, si el comportamiento de una función dentro del alcance de la RM cumple los criterios de comportamiento definidos por el titular, y estos están debidamente ajustados y su valor técnicamente soportado, se considera que se garantiza la optimización del balance fiabilidad/disponibilidad. De acuerdo con lo anterior el balance fiabilidad/disponibilidad debe asegurarse para aquellas SC que exceden los criterios de comportamiento establecidos.

La mayoría de los titulares reevalúan el balance entre FyD de una SC si se exceden los criterios de prestaciones de la SC (CP), también llamados criterios de comportamiento. La evaluación del balance realizada por el titular debe determinar:

- a) Si debería reducirse el mantenimiento preventivo al excederse los criterios de comportamiento de indisponibilidad con unos pocos FF.
- b) Si debería incrementarse el mantenimiento preventivo al excederse los criterios de actuación de fiabilidad con una baja indisponibilidad.

La evaluación periódica y los ajustes resultantes deben cumplir el requisito de la RM de que el objetivo de prevención de fallos de las SC mediante el mantenimiento esté adecuadamente equilibrado con el objetivo de minimizar la indisponibilidad de las SC causada por vigilancia o mantenimiento preventivo.

Para el caso del epígrafe a) anterior, la experiencia indica que cuando se sobrepasa un CP de indisponibilidad, sin sobrepasarse el CP de fallos, es por muchas causas, en general, indisponibilidades por correctivo que no originan fallos, más el preventivo asignado al equipo, que generalmente está basado en recomendaciones de los fabricantes y experiencia propia de la central. Los requerimientos deberían ir orientados a modificar el preventivo de manera que no se originen indisponibilidades correctivas, en algunos casos repetitivas, que hagan sobrepasar el criterio, pero requerir o esperar una reducción del mantenimiento preventivo como herramienta para disminuir la indisponibilidad por ciclo no parece adecuado en general, salvo casos puntuales.

En lo relativo al epígrafe b) anterior, en la mayoría de los casos resulta obvio, ya que las centrales, una vez sobrepasado el CP de fallos, establecen algún tipo de preventivo con el objetivo de que los fallos disminuyan por debajo de criterio, salvo que los fallos sean debidos a factores ajenos al preventivo en sí, por ejemplo, procedimientos mal redactados, mala ejecución de los mismos, etc., en cuyo caso se procedería a la acción correctora correspondiente.

Camino 3 - Actividades de (a)(1)

Para cada SC/función de la muestra que está en categoría (a)(1), o que haya estado en (a)(1) y haya pasado a (a)(2) desde la última inspección de la evaluación periódica, hay que verificar que el titular:

- Ha realizado o revisado un ADC en el plazo de tres meses, si bien ese plazo podría ser superior en función de la significación para la seguridad de la SC y la complejidad del problema a abordar.
- Ha revisado el mantenimiento aplicable, y la fecha y resultados de sus últimas ejecuciones.
- Ha identificado las causas básicas de los sucesos y su carácter de evitable por mantenimiento (EM) o no.
- Ha realizado un análisis de extensión de causa.
- Ha identificado las acciones correctoras y correctivas.
- Ha establecido unos objetivos de vigilancia y ha comprobado que se cumplen antes de categorizar la SC/función en (a)(2) o, si no, ha llevado a cabo las acciones correctivas oportunas y adecuadas, y reajustado los objetivos relacionados en lo necesario.
- Ha tenido en cuenta, para la realización de los puntos anteriores, la experiencia operativa de la industria y del fabricante, cuando ha sido oportuno.

NOTA: los resultados de las anteriores actividades del titular deberían estar recogidas en el informe ADC.

Nótese que, para ciertas SC, el titular puede vigilar y determinar la tendencia de la condición de la SC además, o en vez, del comportamiento de la SC (fiabilidad y disponibilidad). Los parámetros de vigilancia de la condición pueden incluir vibración, temperatura, presión, caudal, análisis de lubricantes, corrosión y erosión, tiempo de respuesta, y características operativas eléctricas.

La inspección verificará el estado de ejecución de las acciones correctivas identificadas en el ADC.

Además, para cada SC, la inspección debe comprobar si existen fallos/indisponibilidades posteriores a las indicadas en el ADC, solicitando al titular la ventana rodante actualizada correspondiente al criterio sobrepasado o a los criterios afectados por FFR.

Asimismo, es necesario verificar que el titular ha abierto una condición anómala por fiabilidad reducida si, estando una SC/función en vigilancia (a)(1) con las acciones correctivas implantadas, ocurriese un nuevo FF/I.

Si la ejecución de alguna acción correctiva se retrasa en exceso y ocurrieron nuevos FF/I que no hubieran sucedido si se hubiera ejecutado dicha acción, la inspección deberá valorar la existencia de un posible hallazgo en función de si el titular pudo haber evitado dicho retraso.

Camino 4 - Actividades de (a)(2)

Para cada SC/función de la muestra en categoría (a)(2), que no ha estado en vigilancia (a)(1) en el periodo a inspeccionar, verificar que el titular ha establecido criterios de comportamiento en (a)(2).

En caso de haberse superado un criterio de prestaciones o haber ocurrido un posible FFR, verificar:

- Que el titular ha realizado un ADC en el plazo adecuado, incluyendo en el ADC las mismas actividades por parte del titular que las indicadas en el camino 3.
- Que las causas básicas determinadas para los sucesos son todas no evitables por mantenimiento, o bien, las acciones correctivas han sido ejecutadas y el titular ha realizado una evaluación para asegurar que las causas son conocidas y están corregidas.
- El estado de ejecución de las acciones correctivas identificadas en el ADC.

- Si existen fallos/indisponibilidades posteriores a las indicadas en el ADC, en cuyo caso es necesario solicitar al titular la ventana rodante actualizada correspondiente al criterio sobrepasado o a los criterios afectados por FFR.

Bloque 5 - Revisión reguladora

El bloque de revisión reguladora recurre a puntos críticos del proceso para proporcionar al personal inspector ayuda con la que aclarar y clasificar un hallazgo. A través de este proceso de revisión reguladora, el inspector realizará evaluaciones reguladoras y tomará las decisiones pertinentes. Consúltase el procedimiento PT.IV.307.

Bloque 6 - FIN

Terminar el proceso con una evaluación final, establecer una postura reguladora y documentar los resultados de la inspección. Para esta tarea es conveniente consultar el procedimiento PT.IV.307, “Proceso de determinación de la significación para los hallazgos relacionados con mantenimiento y control de trabajos emergentes”.

ANEXO II
SIGLAS Y ACRÓNIMOS

En este procedimiento se usan las siguientes siglas y acrónimos:

ADC: análisis de determinación de causa

APS: análisis probabilista de seguridad

ASME: American Society of Mechanical Engineers

CP: criterio de prestaciones o de comportamiento

CR: ciclo de recarga

EM: evitable por mantenimiento

EP: evaluación periódica

ESC: estructura, sistema o componente

FF: fallo funcional

FFEM: fallo funcional evitable por mantenimiento

FFR: fallo funcional repetitivo

FFREM: fallo funcional repetitivo evitable por mantenimiento

FyD: fiabilidad y disponibilidad

I: indisponibilidad

JP: jefe de proyecto

MISI: manual de inspección en servicio

MP: mantenimiento preventivo

PBI: plan básico de inspección

RM: regla de mantenimiento

SC: sistema o componente (sin incluir a las estructuras)

SCN: subdirección de centrales nucleares

SISC: sistema integrado de supervisión de centrales

ANEXO III

MOTIVO DE LA REVISIÓN Y CAMBIOS INTRODUCIDOS

La revisión del presente procedimiento se encuadra dentro de las tareas asociadas al plan de acción tras la autoevaluación del SISC, y se lleva a cabo con el objeto de incluir en el PBI aspectos relacionados con la obsolescencia, dedicación de repuestos y envejecimiento, así como, adicionalmente, para incluir mejoras en el procedimiento derivadas de la experiencia en el uso de la revisión anterior.

Los principales cambios incorporados con respecto a la revisión anterior son los siguientes:

- Se han introducido dos nuevos apartados (5.2.3 y 5.2.4) para verificar la gestión por parte del titular de la degradación por envejecimiento, así como, de la obsolescencia y dedicación de repuestos.
- Se han detallado las partes que aplican a cada una de las dos inspecciones previstas en este procedimiento y las áreas responsables de cada una de ellas.
- Se ha explicitado el alcance de este procedimiento frente al PT.IV.209, que realiza la inspección residente.
- Se han llevado al anexo I las notas e instrucciones asociadas al diagrama de flujo y se han modificado para hacerlas corresponder con la experiencia de las tareas realmente llevadas a cabo durante la inspección.
- Se han introducidos algunos cambios en la redacción para hacer más entendible el contenido.
- Tras el proceso de Autoevaluación y Análisis posterior de procedimientos se modifica la frecuencia del procedimiento, que pasa a ser trienal.