

Optimización de soluciones de gestión de la obsolescencia en base al riesgo

*Isabel Martón / Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Grupo MEDASEGI.
Universitat Politècnica de València*

*Sebastián Martorell / Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Grupo
MEDASEGI. Universitat Politècnica de València*

*Ana Sánchez / Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Grupo MEDASEGI.
Universitat Politècnica de València*

*Sofía Carlos / Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Grupo MEDASEGI.
Universitat Politècnica de València*

Resumen – Este trabajo se centra en revisar el efecto de la obsolescencia técnica en los modelos actuales de RAMS, en un intento de explorar la viabilidad del uso de dichos modelos como parte de un conjunto de herramientas para analizar el impacto de la gestión de la obsolescencia en el contexto de toma de decisiones informada en el riesgo en las centrales nucleares. Se presenta un caso de aplicación para un componente de seguridad.

1. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años, debido a la extensión de la vida de las centrales nucleares (CCNN) la gestión del envejecimiento y la obsolescencia es uno de los problemas a los que se enfrenta la industria nuclear. De acuerdo con la información disponible, en la industria nuclear cerca del 30% de los equipos instalados en las plantas son obsoletos.

Por esta razón existen una gran cantidad de programas enfocados para ello. En este sentido las guías de seguridad del Organismo Nacional de la Energía Atómica (OIEA) establece que la obsolescencia tecnológica de las Estructuras, Sistemas y Componentes (ESCs) debe gestionarse de forma proactiva y dentro de un programa para la gestión de la obsolescencia. De acuerdo con estos requisitos y sus respectivas regulaciones nacionales, varios licenciarios han implementado un programa de gestión de obsolescencia como parte de su programa de gestión del envejecimiento (IAEA, 2017); (IAEA, 2014). Sin embargo, muchos programas se encuentran en sus etapas iniciales o de desarrollo, siendo difícil determinar cómo los problemas de obsolescencia pueden haber afectado la seguridad de la planta o cómo los planes de acción propuestos para el envejecimiento y la gestión de la obsolescencia influirán positivamente en el largo plazo.

Además, deben de ser comprendidas y tenidas en cuenta las sinergias entre ambos programas con otros programas implementados actualmente en las centrales nucleares, siendo compartidos e integrados con el programa de mantenimiento basado en la fiabilidad, con el programa de gestión de vida, la regla de mantenimiento, etc.

Estos programas tienen un doble objetivo: el de alcanzar y mantener la fiabilidad de los equipos y el de reducir, tanto como sea posible, el tiempo de indisponibilidad de los ESCs surgido por la realización de pruebas y mantenimiento del equipo para la prueba y el mantenimiento. Tanto la fiabilidad como el tiempo de indisponibilidad se ven afectados por el envejecimiento y la obsolescencia. En consecuencia, el establecimiento de una política efectiva de pruebas y mantenimiento en la central que tenga en cuenta de forma integrada, todos los programas anteriormente citados, incluyendo el envejecimiento de los equipos, la obsolescencia tecnológica, los recursos humanos, la planificación y programación de mantenimiento, etc. Además, esta política debe cumplir con los criterios de fiabilidad y seguridad establecidos por los requisitos reglamentarios o a través de los programas en curso

citados anteriormente. Este trabajo se centra en la revisión del efecto de la obsolescencia en los modelos de Fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) actuales. Es un intento de explorar la viabilidad del uso de dichos modelos como parte de una filosofía proactiva para analizar el impacto de la gestión de la obsolescencia en un contexto de toma de decisiones basado en el riesgo. Se presenta un caso de aplicación que se centra en un componente de seguridad crítico.

2. MODELOS RAMS

Los modelos utilizados en este trabajo son los desarrollados en la referencia (Martorell, Martorell, Martón , & Sánchez , 2017). Además, estos modelos se han utilizado en el marco de toma de decisiones informada en el riesgo siguiendo los principios de la guía reguladora RG 1.174 (USNRC, 2011) y de la regla de mantenimiento 10 CFR 50.65 (a) (1) (USNRC, 1999).

3. CASO DE APLICACIÓN

Uno de los aspectos requerido en revisión periódica de seguridad, es la evaluación de las consecuencias de los efectos del envejecimiento y la obsolescencia en la seguridad de los ESCs de la planta. Este caso de aplicación se centra en mostrar el efecto de la obsolescencia en la indisponibilidad y el riesgo de los componentes, en particular en una válvula motorizada (MOV) de una CCNN. Además, de mostrar los resultados se comparan con los requisitos de seguridad requeridos por la normativa.

Los parámetros que se van a estudiar son la edad del componente, a partir del factor de envejecimiento lineal (α), el efecto de las actividades de mantenimiento en la edad adoptándose un modelo de mantenimiento imperfecto considerando que la efectividad del mantenimiento, ϵ , varía en el intervalo $[0, 1]$ y por último, el tiempo de indisponibilidad debida a la realización del mantenimiento, el cual depende, entre otros factores, de la demora asociada con la disponibilidad de piezas de repuesto y recursos humanos (tiempo logístico) y la duración de las acciones correctivas / preventivas realizadas en el componente (duración de la tarea), representado por el parámetro único, d , que representa el tiempo de indisponibilidad del mantenimiento correctivo, incluyendo la demora logística y la duración de las actividades (Martorell, Villamizar , Carlos, & Sánchez, 2010).

Uno de los principales problemas de la gestión de la obsolescencia tecnológica reside en decidir el tipo de estrategia seleccionada para cada componente obsoleto, es decir, decidir si continuar la operación con la situación actual o introducir una medida compensatoria sobre el componente, parcial o totalmente. En este caso, las estrategias de gestión de obsolescencia consideradas son solo aquellas basadas en la reparación o reconstrucción de partes del componente. La Tabla 1 muestra los valores adoptados para ellos en función de la estrategia que se aleja de la estrategia I-IS como caso base y se basa en el juicio de expertos. Además, otros valores de parámetros necesarios para cuantificar los atributos RAMS asociados a este MOV se toman de (Martorell, Martorell, Martón , & Sánchez , 2017)

Tabla 1. Datos utilizados según cada estrategia

Estrategia			α (horas ⁻²)	ϵ	d (horas)
Componentes idénticos	En stock	I-IS	3,42E-10	0,6	2,6
	Canibalización	I-CN	5,14E-10	0,4	6
	Ingeniería inversa	I-RE	3,42E-10	0,5	4
	Intervambio entre centrales	I-TP	3,42E-10	0,6	26,6
	Fabricante original	I-OM	3,42E-10	0,6	38,6
	Excedente de mercado	I-SM	3,42E-10	0,6	50,6
Componentes equivalentes	En stock	E-IS	3,42E-10	0,4	5,2
	Intercambio entre centrales	E-TP	3,42E-10	0,3	36
	Fabricante original	E-OM	3,42E-10	0,3	48
	Excedente de mercado	E-SM	3,42E-10	0,3	60

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las contribuciones de indisponibilidad y riesgo para esta MOV en un horizonte de tiempo determinado de 10 años se han obtenido utilizando los modelos de RAMS y los datos propuestos en la Tabla 1. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en función de la estrategia adoptada, mostrándose los valores de la indisponibilidad debida a la falta de fiabilidad (u_R), la indisponibilidad debida a los tiempos fuera de servicio debido a mantenimiento (u_{MT}) y la indisponibilidad total (u) para cada estrategia. Además, se muestran los resultados de las medidas de riesgo según la estrategia adoptada.

Tabla 2. Resultados RAMS obtenidos para cada estrategia

Estrategia	u_R	u_{MT}	u	R_N (año ⁻¹)	ΔR_x (año ⁻¹)	r_x (-)	$R_{1,x}$ (año ⁻¹)
I-IS	2,00E-02	5,60E-04	2,06E-02	1,05E-05	7,02E-08	1,47E-09	1,40E-06
I-CN	3,30E-02	5,84E-04	3,36E-02	1,18E-05	1,35E-07	3,40E-09	1,40E-06
I-RE	2,00E-02	5,62E-04	2,06E-02	1,05E-05	7,02E-08	2,26E-09	1,40E-06
I-TP	2,00E-02	5,72E-04	2,06E-02	1,05E-05	7,03E-08	1,51E-08	1,40E-06
I-OM	2,00E-02	5,77E-04	2,06E-02	1,05E-05	7,03E-08	2,19E-08	1,40E-06
I-SM	2,00E-02	5,83E-04	2,06E-02	1,05E-05	7,03E-08	2,87E-08	1,40E-06
E-IS	2,51E-02	5,70E-04	2,56E-02	1,07E-05	9,54E-08	2,94E-09	1,40E-06
E-TP	2,89E-02	5,97E-04	2,95E-02	1,09E-05	1,15E-07	2,04E-08	1,40E-06
E-OM	2,89E-02	6,06E-04	2,95E-02	1,09E-05	1,15E-07	2,72E-08	1,40E-06
E-SM	2,89E-02	6,13E-04	2,95E-02	1,09E-05	1,15E-07	3,40E-08	1,40E-06

A continuación, se van a comparar los resultados obtenidos para cada estrategia según la normativa aplicable. En lo que respecta a la indisponibilidad, la Regla de mantenimiento, en 10 CFR 50.65 (a) (1), establece objetivos de indisponibilidad (u_{MT}) con el fin de garantizar de una manera suficiente como para proporcionar una seguridad razonable. El valor objetivo no está determinado por el regulador, pero generalmente se obtiene de la experiencia operacional actual en las CCNN,

considerando en este caso un objetivo igual al 1%. La Figura 1A muestra la comparación de cada estrategia propuesta en términos de u_{MT} y u_R .

En cuanto al riesgo, la Figura 1B muestra los resultados de riesgo presentados en la Tabla 4 para cada estrategia de mantenimiento en comparación con este criterio de aceptación en RG 1.174. Esta guía reguladora establece que para evaluar el impacto en el riesgo se utiliza la pareja de valores $\{R_N, \Delta R\}$.

Como se muestra en la Figura 1, los resultados de cada estrategia permanecen en la región apropiada de acuerdo con ambos criterios y, por lo tanto, cualquiera de las estrategias de gestión de obsolescencia podría justificarse desde este punto de vista del riesgo.

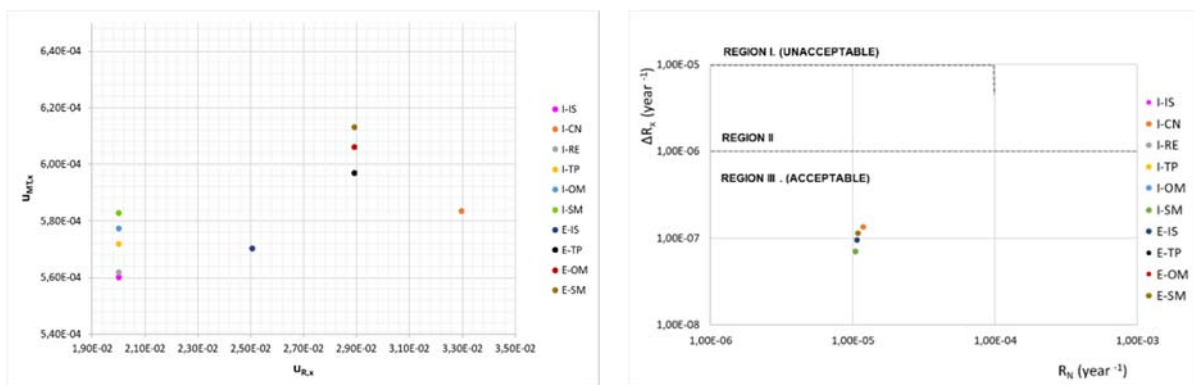


Figura 1. (A). u_{MT} vs u_R (B) Análisis del impacto según RG 1174

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado forma parte de un Proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad (ENE2016-80401-R) y de la tesis doctoral (BES-2014-067602). Además, este estudio ha recibido soporte de los Fondos FEDER.

REFERENCIAS

IAEA. (2014). Approaches to ageing management for Nuclear Power Plants. International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL). Viena: IAEA TECDOC.

IAEA. (2017). Ageing Management and Development of a Program for Long Term Operation of Nuclear Power Plants. Viena: Draft Safety Guide DS 485.

Martorell, P., Martorell, S., Martón, I., & Sánchez, A. (2017). Unavailability model for demand-caused failures of safety components addressing degradation by demand-induced stress, maintenance effectiveness and test efficiency. Reliability Engineering and System Safety, 18-27.

Martorell, S., Martón, I., Martorell, P., Sánchez, A., Carlos, S., & Mullor, R. (s.f.). An Overview of optimization criteria in the context of advanced surveillance requirements. Book of proceeding of the 27th International European Safety and Reliability Conference (ESREL 2017). Portoroz, Slovenia.



Martorell, S., Villamizar, M., Carlos, S., & Sánchez, A. (2010). Maintenance Modelling and optimization integrating human and material resources. *Reliability Engineering and System Safety*, 1293-1299.

USNRC. (1999). Requirements for monitoring the effectiveness of maintenance at nuclear power plants. 10 CFR 5065.

USNRC. (2011). An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities. RG 1.174. Revision 2. Washington DC, 2011.