



PROCESO DE FIABILIDAD DE EQUIPOS EN LA CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS II

El proceso de fiabilidad de equipos constituye la integración y coordinación de un amplio rango de actividades que se desarrollan en los procesos de ANAV y, por consiguiente, en la central nuclear Vandellós II, cuyo objetivo es la determinación de la condición de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) importantes y la mejora continua del mantenimiento preventivo para anticiparse al fallo de los mismos.

Para ello, se identifican funciones y equipos importantes para la planta, se monitoriza su comportamiento y su condición y se realizan ajustes en las frecuencias y tareas de mantenimiento preventivo basadas en la experiencia operativa de los equipos. Adicionalmente, con objeto de la anticipación al envejecimiento de los equipos, se generan planes de acción a largo plazo.

El proceso de fiabilidad de equipos no está englobado en un marco normativo. Las referencias principales de la Industria utilizadas son:

- INPO AP-913 "Equipment Reliability Process Description", revision 4.
- EPRI "Preventive Maintenance Data Base (PMDB)".

ASPECTOS ORGANIZATIVOS DEL PROCESO DE FIABILIDAD DE EQUIPOS

Teniendo en consideración las actividades del proceso y la organización interna de ANAV, se dispone de un Procedimiento General (PG-3.36 *Gestión de la fiabilidad de equipos*) cuyo objetivo principal es establecer las políticas de ANAV en el proceso de fiabilidad de equipos. El proceso de fiabilidad de equipos se compone de los distintos subprocesos:

1. Determinación del alcance e identificación de componentes críticos

Este subproceso, descrito en una guía técnica, tiene como objetivo la definición del alcance del proceso y la clasificación de componentes críticos. La determinación de alcance se realiza analizando la importancia de las funciones de los sistemas de la central en base a los criterios definidos en la documentación de referencia y, para aquellas funciones que cumplan con alguno de los criterios de inclusión, se identifican los componentes activos soporte de la misma.



JOSÉ MARÍA BUENO

Jefe de Ingeniería de Planta.

Ingeniero técnico industrial por la Universidad Laboral de Zamora e ingeniero industrial superior por la Universidad Politécnica de Barcelona. Se incorporó a Vandellós II en 1987 como jefe de Sala de Control. En 1998 pasó a ser jefe de Planificación e Ingeniería y en 2001, ocupó el cargo de jefe de Mantenimiento.



Entre otros, los criterios de importancia incluyen las funciones de identificación de equipos relacionados con la seguridad (integridad de la barrera de presión, parada y mantenimiento en condición segura y prevención y mitigación de accidentes con fugas al exterior) y de equipos esenciales (alcance de regla de mantenimiento, especificaciones técnicas de funcionamiento, protección contra incendios, calificación sísmica y ambiental, respuesta ante choque térmico a presión, ante transitorio anticipado con fallo de disparo del reactor, pérdida total de energía eléctrica -Station Black Out-). Adicionalmente, se da importancia a aspectos de afectación a la producción (Figura 1).

2. Monitorización de prestaciones

El objetivo del subproceso es la determinación de la condición de las distintas funciones importantes y componentes críticos con el fin de anticiparse al fallo de los mismos y ajustar las tareas de mantenimiento preventivo para maximizar la fiabilidad de estos equipos.

Para ello, se identifican para cada función/tipo de componente los distintos mecanismos de degradación y sus correspondientes indicadores de degradación, así como el origen de los datos, la frecuencia de adquisición de datos y de monitorización y el tipo de análisis a realizar.

Adicionalmente, se dispone de un procedimiento para evaluar la salud de los distintos sistemas mediante herramientas de cálculo objetivas y que permiten establecer una escala de importancia de los problemas existentes en los sistemas para su priorización y resolución.

3. Acciones correctivas

Este subproceso es el responsable de realimentación al resto de subprocesos con acciones de mejora en los distintos productos (monitorización de equipos y funciones, mantenimiento preventivo, acciones de gestión a largo plazo...).

Para la gestión del subproceso, ANAV se sirve del Programa de Acciones Correctivas, realimentado con los distintos sucesos para su análisis y la emisión de las acciones correctivas o de mejora derivadas, para la optimización del proceso de fiabilidad de equipos.

Paralelamente, se dispone del Comité de Salud de Sistemas, cuyo objetivo principal es la revisión, categorización, aprobación y realización del seguimiento de los problemas relacionados con las estructuras, sistemas y componentes de la planta.

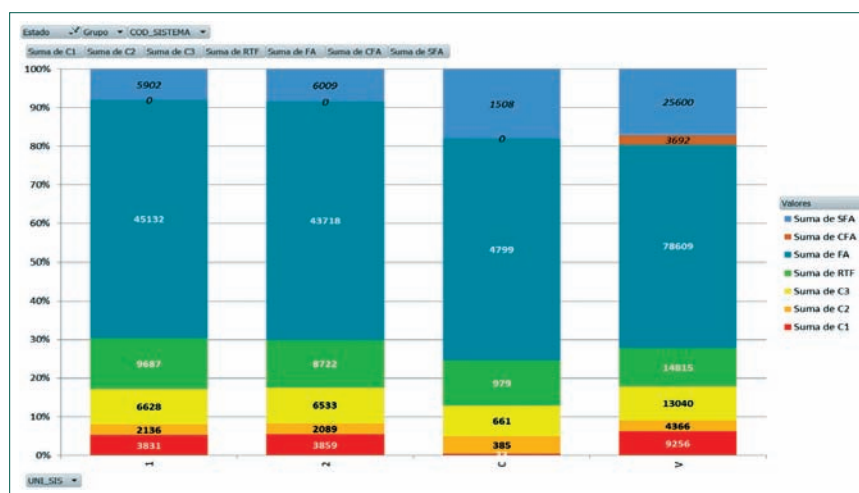


Figura 1. Datos estadísticos de criticidad por grupo.

Su función es el establecimiento de planes de acción para aquellos problemas de salud de sistemas que no están siendo resueltos adecuadamente por los procesos existentes y asegurar su resolución satisfactoria.

4. Mejora continua de la fiabilidad de equipos

Este subproceso tiene como objetivo la definición de tareas de mantenimiento predictivo para anticiparse al fallo de los equipos. Su aplicación está basada en los resultados de la monitorización de indicadores de degradación. Cuando no existan estas tareas, el subproceso define las tareas de mantenimiento preventivo que prevengan del fallo de funciones importantes y componentes críticos.

Para la definición del mantenimiento predictivo y preventivo ANAV ha utilizado como documentación de referencia la base de datos de mantenimiento preventivo de EPRI adecuando las tareas y frecuencias a la experiencia operativa propia. Cuando esta base de datos no disponía de información para un tipo de componentes, la plantilla de mantenimiento se generaba a partir de los manuales de fabricante y la experiencia operativa propia.

5. Planificación a largo plazo y gestión del envejecimiento

Para la planificación a largo plazo y la gestión del envejecimiento de los componentes activos se dispone de una guía de gestión cuyo objeto es la definición de los requisitos para el desarrollo, actualización, revisión y aprobación de las estrategias de la gestión de activos para operación a largo plazo.

Se limita el alcance de los equipos que requieren estrategia según crite-

rios de tiempo de parada para reparación o sustitución en equipos con fallo o degradación previsible, los equipos de alto coste o con dificultad para ser sustituidos y los componentes contemplados en los análisis de extensión de vida de las centrales estadounidenses de referencia.

Las distintas estrategias conforman un informe de análisis de inversiones requeridas para la operación a largo plazo que se presenta al Comité de Dirección como *input* a tener en cuenta para el desarrollo de los planes de inversión futuros y el Plan Estratégico de ANAV.

6. Implantación del mantenimiento preventivo

Este subproceso tiene por objeto describir los requisitos para la implantación de las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo. Adicionalmente se consideran en este subproceso la valoración y aprobación de los cambios habidos en los planes de mantenimiento preventivo que impliquen cambios de alcance o frecuencia de las tareas de componentes clasificados como críticos.

El subproceso define las pautas a seguir para el desarrollo de pruebas posmantenimiento dirigidas a tipos de componentes genéricos, actualización del mantenimiento preventivo de componentes críticos, así como la realimentación al resto de procesos de evaluación de la no ejecución en plazo de los trabajos de mantenimiento preventivo programados. También se incluye en este apartado la información de la condición *as found* tras la ejecución de las tareas de MP de los componentes críticos C1, C2 y no críticos C3.

Este subproceso es la vía principal de entrada y salida de información procedente y hacia el proceso de gestión de trabajos.

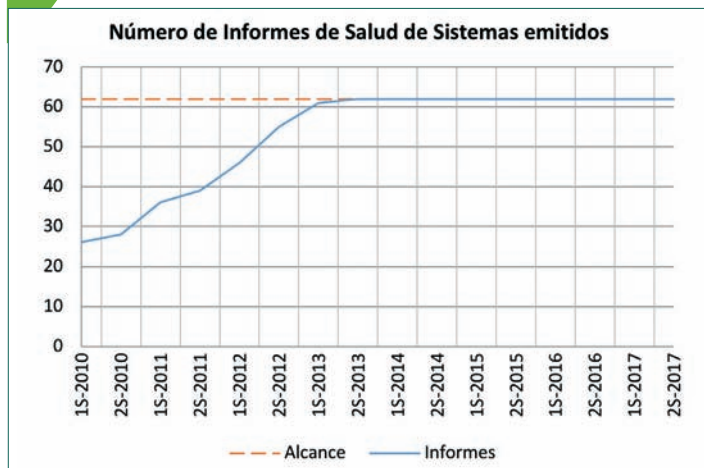


Figura 2. Evolución emisión de Informes de Salud de Sistemas.

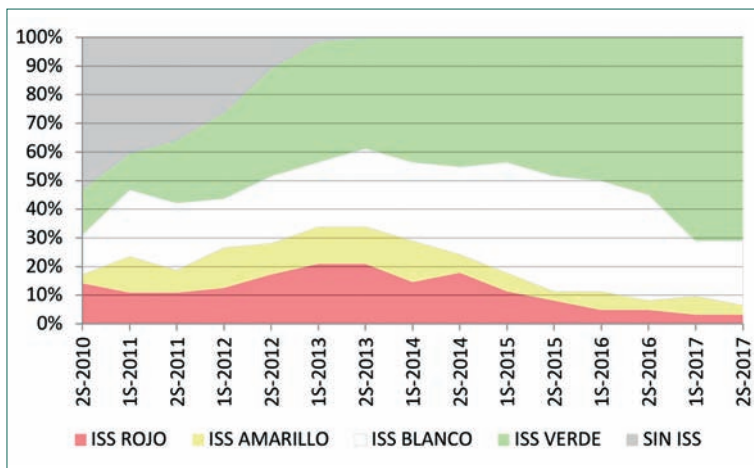


Figura 3. Evolución de la salud de sistemas.

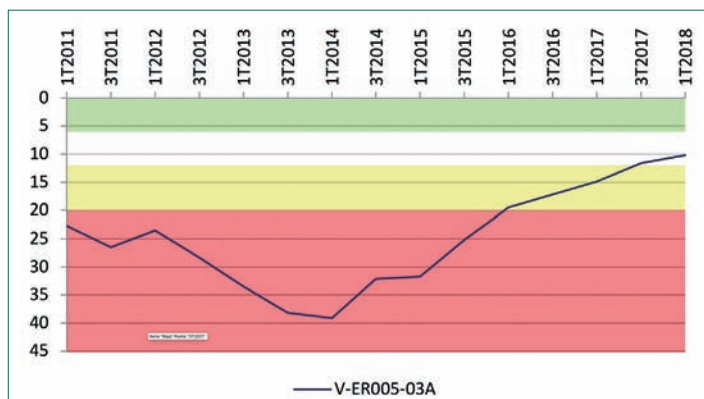


Figura 4. Evolución indicador V-IND-ER005-03A.

EVOLUCIÓN Y VALORACIÓN DEL PROCESO

El proceso de fiabilidad de equipos ha estado en fase de desarrollo e implantación durante el período 2011-2018. En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la implantación del seguimiento de sistemas creciente entre los años 2010 y 2013 llegándose en el segundo semestre de 2013 al análisis de la salud de la totalidad de sistemas definidos en el alcance, que son 62 sistemas. Dicho alcance se ha consolidado durante los semestres posteriores (Figura 2).

Los sistemas importantes para la seguridad son el subconjunto principal de los sistemas vigilados. En la Figura 3 se presenta la evolución de la salud de los distintos sistemas pudiéndose observar la efectividad de los planes de acción establecidos consiguiendo reducir el número de sistemas en estado muy mejorable (rojo) y mejorable (amarillo). Igualmente se puede observar una tendencia creciente de sistemas en estado excelente (verde).

Con la emisión de los distintos informes de salud de sistemas se calcula un indicador de resultados que repre-

senta la salud de la planta basado en la puntuación obtenida en los distintos sistemas (V-IND-ER005-03A). Este indicador se ve penalizado por los sistemas en estado muy mejorable (rojo), mejorable (amarillo) o aceptable (blanco) (Figura 4).

En la Figura 5, se muestra otro de los indicadores que es el número de sistemas en estado RM (a)(1) que como se puede observar tiene una evolución positiva a partir del 1T2015, esta tendencia se debe por un lado al establecimiento de objetivos más restrictivos y por otro al establecimiento de planes de acción para mejorar la salud de los sistemas.

Con el objeto de evaluar la capacidad de resolución de los problemas de fiabilidad se define el indicador de "Permanencia de sistemas en rojo y amarillo" (V-IND-ER005-04A) que contabiliza el número de sistemas que permanecen durante más de 18 meses en estado muy mejorable (rojo) o mejorable (amarillo) con pesos de 2 y 1, respectivamente. (Figura 6).

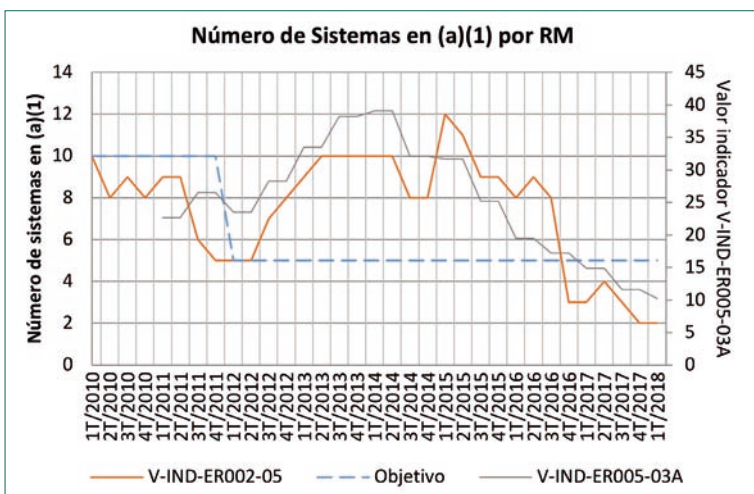


Figura 5. Evolución indicador V-IND-ER002-05.

De la observación de la evolución del indicador se puede deducir que la atención a los sistemas críticos y el establecimiento de planes de acción encaminados a mejorar la salud de los sistemas han permitido reducir el número de sistemas con problemas históricos, mejorando su fiabilidad y disponibilidad. Si bien el indicador penaliza por todos aquellos sistemas que presentan un estado mejorable durante más de 18 meses, cabe destacar que parte de los sistemas arrastraban un estado mejorable durante varios ciclos de operación. El establecimiento de planes de actuación adecuados y la priorización de su implementación ha permitido reducir los comportamientos de estos sistemas estando en la actualidad los valores del indicador por encima del valor objetivo.

La Tabla 1 muestra la evolución progresiva de las valoraciones de salud de los sistemas que han obtenido en algún periodo un resultado mejorable o muy mejorable (amarillo o rojo).

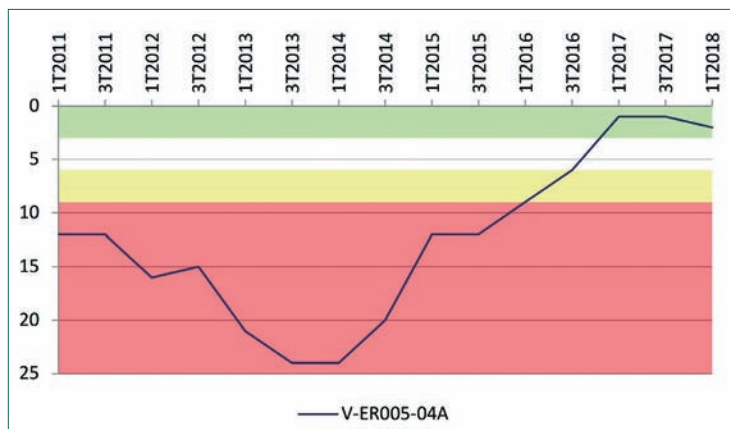


Figura 6. Evolución indicador V-IND-ER005-04A.

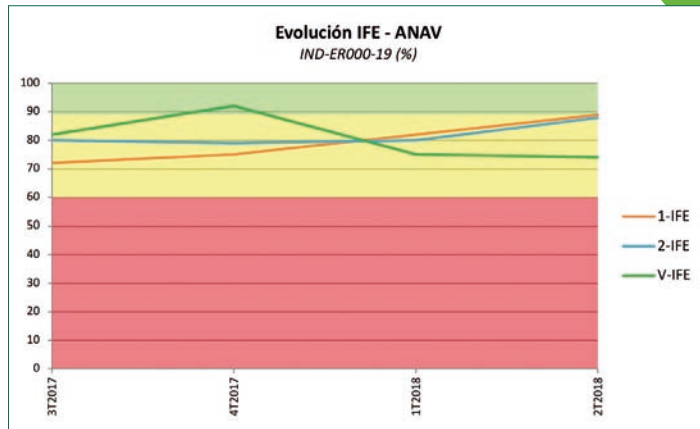


Figura 7. Evolución IFE-ANAV.

Adicionalmente el proceso dispone de un indicador global de fiabilidad (IFE) cuya tendencia en los últimos 12 meses se muestra en la Figura 7 para cada uno de los grupos de ANAV.

A la vista de los resultados, la valoración de la salud de los sistemas y su evolución en el tiempo por parte de ingeniería, es una herramienta potente para visualización del estado y tendencias de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad que ayudan a la identifica-

ción de problemas y el establecimiento de planes de acción específicos que han conseguido mayormente, mejorar la salud de los sistemas habiendo conseguido en la actualidad una mejora en los indicadores de fiabilidad de planta.

CONCLUSIONES

El proceso de fiabilidad de equipos se basa en la definición de unas bases técnicas tanto para el establecimiento de equipos importantes, como para el

mantenimiento a aplicar, que permiten una mejora continua a través de la revisión de las propias bases mediante la aplicación tanto de la experiencia operativa propia y ajena, como de tendencias comunes en el comportamiento de los equipos.

La categorización y la identificación de componentes críticos, diferenciándolos de los componentes menos importantes, conlleva que el proceso de toma de decisión permite centrar esfuerzos en la mejora de la disponibilidad de los equipos de seguridad (entre otros importantes) y por tanto la mejora de su comportamiento.

La existencia de herramientas de valoración de la salud/fiabilidad de un sistema ha permitido a la organización la identificación de la necesidad de realización de análisis exhaustivos del comportamiento de sistemas y equipos, requerir el establecimiento de planes de acción encargados a mejorar su comportamiento, conducirlos a un estado aceptable y priorizar dichas acciones.

La valoración y monitorización de la salud de los sistemas por parte de Ingeniería es una herramienta eficaz para la identificación de problemas y el establecimiento de planes de acción específicos que, a la vista de los resultados y tendencias, han conseguido mayormente mejorar la salud de los sistemas corrigiendo a tiempo las deficiencias y manteniendo una baja tasa de problemas crónicos.

Del análisis conjunto de los distintos indicadores se puede concluir que el proceso de fiabilidad de equipos vigila y monitoriza un conjunto de sistemas con mayor alcance que los sistemas importantes para la seguridad. Del mismo modo, del análisis de la evolución de los indicadores, se observa una mejora progresiva en la fiabilidad de los sistemas de la central nuclear Vandellós II. ■

INFORMES SALUD DE SISTEMAS	252009	152010	252010	152011	252011	152012	252012	152013	252013	152014	252014	152015	252015	152016	252016	152017	252017
Sistema																	
PN/PQ - 120 Vca Clase 1E																	
SH - Vigilancia Post-Accidente																	
PK - 125 Vcc 1E																	
GJ - Agua Enfriada Esencial																	
BB - Refrigeración del Reactor																	
SP - Vigilancia Radiación																	
AB - Vapor Principal																	
KJ - Generador Dices Emergencia																	
GL - CVAA Edificio Auxiliar																	
DA - Agua circulación																	
AC - Sistema de Turbina Principal																	
GK - CVAA Ed. Control																	
EJ - Agua Salvaguardias Tecnológicas																	
AE -Agua Alimentación Principal																	
GG - CVAA Ed. Combustible																	
SD - Vigilancia Radiación																	
KZ - Generador Diesel Esencial																	
MA - Alternador / BFA / T. Principal																	
BG - Control Químico y de Volumen																	
NN - 120 Vca. No1E																	
GN - CVAA Contención																	
GB - Agua Enfriada																	
MD - Red exterior																	
SAB - Prot. React. Salv.																	
EF - Agua de Refr. Servicios Esenciales																	
EG - Agua Refrig. Componentes																	
KE - Manejo combustible																	
AL - Agua Alimentación Auxiliar																	
LF - Colector de desechos por gravedad no radiactivo																	
PB - 6,25 KV 1E																	
KC - Protección contra incendios																	

Tabla 1. Evolución valoraciones salud de sistemas.