

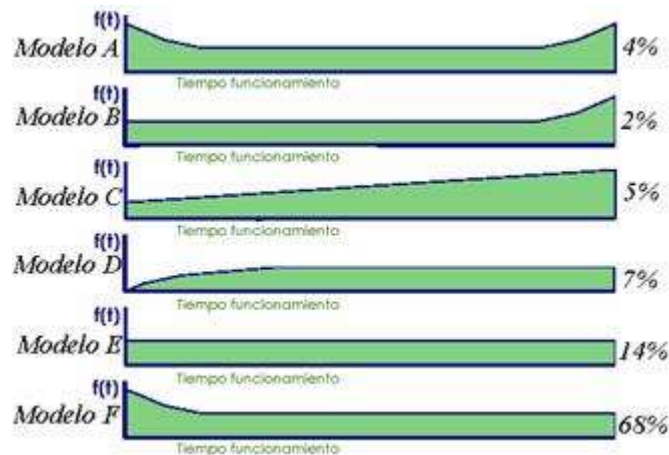
## Plan Especial de Cuidado de Activos ®

**Autor: Luis Daniel Khalil, Ingeniero Especialista de Confiabilidad, CMRP**

[ldkhalilbittar@gmail.com](mailto:ldkhalilbittar@gmail.com)

El monitoreo de condición puede ayudar a prevenir fallas y anticiparse a ellas, sin embargo, no siempre funciona para ello, en el mejor de los casos podríamos ser capaces de identificar las etapas tempranas de fallas o el inicio de mecanismos de falla, pero si lo utilizamos de forma incorrecta será reactivo.

Más del 80% de los modos de falla presentan un patrón aleatorio (random). Aunque la condición de funcionamiento, vibraciones, temperatura o aceite lubricante sean monitoreados todavía muchas de las fallas no son directamente predichas sólo por estas condiciones. Es bueno resaltar que modos de falla y mecanismos de degradación durante la fase de desgaste, son muy predecibles e identificables “a tiempo” o en etapa muy temprana, con el objetivo de aislar la falla para monitorearla y hacerle seguimiento mediante herramientas de inspección para tal fin y contando con personal calificado.



Por ejemplo en la corrosión de las paletas o alabes de las turbinas a gas es muy factible identificar caídas en el rendimiento de la misma, durante el monitoreo de la condición también se mostraran patrones de vibración como síntomas, luego de identificar este mecanismo de falla se podría combinar con inspección boroscópica cuando sea técnicamente factible, como para turbinas a gas tipo Aero-derivativas, finalmente este modo de falla, con un patrón de desgaste o durante la etapa de desgaste, podría ser monitoreado, aislado, predicho y el reacondicionamiento planeado en manera eficiente y optima desde el punto de vista de costos e impactos evitados (pérdidas de producción, impacto de seguridad y los costos de intervención)



Asimismo, el Análisis Roto-dinámico es importante para solucionar problemas de un turbo-maquinaria, por ejemplo, en identificación y solución de problemas en casos de patrones de vibraciones como látigo de aceite (casos de velocidad crítica), todo esto apoyados en analistas calificados podremos obtener recomendaciones técnicas para resolver problemas de inestabilidad en maquinarias.

Sin embargo, para mejorar la disponibilidad de planta y confiabilidad de equipos, así como eliminar impactos en seguridad y medio ambiente, es necesario abordar estos modos de falla aleatorios, aquellos que son poco factibles de predecir con la condición de valores de vibración, temperatura y presión; es muy útil conocer las causas raíces más comunes de estos fenómenos de falla con patrones aleatorios. Tenemos que actuar a tiempo, incluso antes de que se desarrolle la causa que origine estos modos de falla. En este sentido, Análisis de Causa Raíz (ACR), bien hecho, puede identificar las razones principales de estas condiciones. Por ejemplo, cambios en las operaciones, bajones y subidas de presión, velocidades, flujo en las operaciones, cambios súbitos en el proceso, como por mencionar algunos: cambio en el peso molecular de gas, cambios en condiciones atmosféricas, líquidos / sales / químico entrando en los equipos, elevada concentración de CO2 en el agua, bajo nivel tanques de succión, problemas de preservación de aceite lubricante, incremento no esperado de la velocidad de rotación, disminución en presión / flujo de succión, incremento de la temperatura de aspiración, falla en servicios industriales como el aire de instrumentos, combustibles, agua de tratamiento y muchos más.



Definitivamente uno debe buscar las causas más probables de estos críticos 80% del total de los modos de falla. Basado en experiencia en refinerías y plantas de producción / transporte de crudo / gas las principales causas de estas fallas aleatorias provienen de trastornos en el proceso operativo, cambios en las condiciones de funcionamiento. ¿Cómo sucede esto? Algo está pasando en los procesos productivos y de fabricación, las variables cambian en el tiempo, aumentan y disminuyen, van hacia arriba y hacia abajo, nada es perfecto ni 100% estable, cuando las variables de procesos y condiciones de funcionamiento van fuera de ciertos rangos (límites superiores o inferiores) los activos sienten el cambio, tal vez no de inmediato, sin embargo después de determinadas cantidades de veces de superar los valores límites, los activos pueden demostrar ciertos cambios en sus condiciones como, vibración, temperatura, incluso la velocidad de corrosión en equipos estáticos aumentaría más allá de la normal o de lo esperado.

Todos estos cambios operacionales y de procesos serán identificados, categorizados, priorizados e incluso monitoreados para activar un plan de monitoreo de condición / inspección especial o frecuencia modificada para el equipo, circuito o "loop" en cuestión.



Esta inspección especial se sale del plan inicial a frecuencia fija, por lo tanto, la frecuencia pasa a ser dinámica y se ajusta según la condición del proceso, de este modo el estado incipiente del modo de falla sería identificado. Después que se identifique esta condición incipiente, uno debe actuar en el proceso o las operaciones para reestablecer las condiciones al estado estable o normal tan pronto como sea posible y factible, además en paralelo se debe actuar inmediatamente aumentando la supervisión o la frecuencia de inspección hasta el momento de

decidir una intervención de forma segura, planificada y eficiente, “levantar” la bandera para detener y corregir antes que la condición se convierta en “inaceptable” (basado en el diseño de equipos normas y gestión de riesgos)

La ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), combinado con personal calificado en solución de problemas y el uso del ACR Inductivo, ayudará a identificar los planes de cuidado de activos para maquinaria y equipos rotativos críticos. Del mismo modo, mediante las normas API 571, API 581, las buenas prácticas y casos NACE con un Comité operativo altamente calificado (ingenieros de corrosión, ingenieros de proceso, operadores, equipo de integridad de activos) ayudaría a preparar planes especiales de inspección para lazos de corrosión en base a esto para equipos estáticos, tubería y ductos.

El proceso de jerarquización de activos para identificar los críticos, altamente críticos y no críticos se debe realizar mediante matrices de riesgo según el caso, por ejemplo, para equipos estáticos la base del análisis de riesgo es la norma API 580/581, para equipos rotativos existente diversos modelos de riesgo con base en el producto de los factores, probabilidad de falla vs consecuencia de falla. Este tema lo trataremos con detalle en una próxima entrega.



#### Referencias:

1. Reliability Centered Maintenance, RCM II, John Moubray, Second Edition, Pages 12-14.
2. Gas Turbine Handbook, Third Edition, Anthony Giampaolo. Chapter 12 – Detectable Problems and Chapter 13 – Boroscope Inspection
3. Experiencia Practica en Equipos Dinámicos en Refinerías y Generadores Eléctricos por Turbinas a Gas en Plantas de Servicios Industriales para Refinerías y Plantas de Proceso.
4. <https://maintenancebasics.wordpress.com/tag/john-moubray/>