

ERRORES Y OMISIONES AL APLICAR RCM: UNA VISIÓN CON APEGO METODOLÓGICO

AUTORES: CARLOS MARIO PÉREZ JARAMILLO
LAURA CÓRDOBA URIBE

PARTE 3 DE 7
MODOS DE FALLA

ERRORES Y OMISIONES AL APLICAR RCM: UNA VISIÓN CON APEGO METODOLÓGICO

La parte 2 de esta entrega se centró en la definición de las fallas funcionales y su relación con el proceso general de la metodología de RCM y que puede resumirse así:

- Parte de su insumo son las funciones y cuándo dejan de cumplirse.
- Son la base para establecer los posibles modos de falla: *Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional.*

Es decir, una vez listadas las fallas funcionales, el grupo de análisis debe responder a la tercera pregunta: *¿qué causa que falle?*

Si bien todos los pasos de este proceso son necesarios y se integran entre sí para desarrollar una estrategia exitosa de mantenimiento, la definición de los modos de falla es la etapa más importante para garantizar que los esfuerzos van a direccionarse en tareas y acciones que realmente van a agregar valor y a contribuir en la mejora del desempeño de los activos.

PARTE 3 DE 7: MODOS DE FALLA

Un modo de falla es el suceso o evento que causa un estado de falla. Esto permite comprender exactamente qué es lo que se esté tratando de prevenir, predecir, detectar o mitigar.

La norma SAE JA1011 define los siguientes lineamientos con relación a la definición de modos de falla en un proceso de aplicación de RCM.

5.3 Failure modes

5.3.1 All failure modes reasonably likely to cause each functional failure shall be identified.

5.3.2 The method used to decide what constitutes a “reasonably likely” failure mode shall be acceptable to the owner or user of the asset.

5.3.3 Failure modes shall be identified at a level of causation that makes it possible to identify an appropriate failure management policy.

5.3.4 Lists of failure modes shall include failure modes that have happened before, failure modes that are currently being prevented by existing maintenance programs and failure modes that have not yet happened but that are thought to be reasonably likely (credible) in the operating context.

5.3.5 Lists of failure modes should include any event or process that is likely to cause a functional failure, including deterioration, design defects, and human error whether caused by operators or maintainers (unless human error is being actively addressed by analytical processes apart from RCM).

Al describir los modos de falla es necesario incluir:

UN SUSTANTIVO (ELEMENTO) + ADJETIVO O VERBO EN PARTICIPIO O ESTADO DEL ELEMENTO

En este proceso deben ser consideradas aquellos modos de falla:

- Que han ocurrido
- Que razonablemente pueden ocurrir
- Que de ocurrir tendrían consecuencias graves
- Que actualmente son controladas

Adicionalmente, es necesario revisar e incluir las siguientes categorías según apliquen para garantizar que se está incluyendo todas las situaciones posibles:

- Desgaste
- Suciedad
- Lubricación
- Movimiento
- Medio ambiente
- Proveedor
- Errores humanos
- Sobrecarga
- Procedimientos
- Diseño
- Instalación
- Fabricante

El método para definir lo que “razonablemente puede ocurrir” debe ser aprobado por el usuario o dueño del activo, así mismo es muy importante establecer el nivel adecuado de análisis: la clave es identificar modos de falla sobre los que sea posible definir una política de manejo de fallas que anticipe, prevenga o mitigue las consecuencias de la falla.

Al hablar del nivel de la causa o modo de falla es común encontrar errores como el siguiente: *“el proceso de RCM se ajusta al modo de falla y si el plan de mantenimiento no resulta justamente se puede realizar un RCA para cada modo de falla y buscar su Causa Raíz, es importante entender el objetivo de cada técnica, el RCM NO IDENTIFICA LAS CAUSAS”*. Cita textual.

Este acercamiento e interpretación de lo que permite la metodología de RCM es incorrecto; algunos autores han querido diferenciar los conceptos de causa y modo de falla generando más confusiones que claridades, en la práctica estos términos son sinónimos.

Por supuesto que RCM identifica causas (o modos) de falla, es justamente su razón de ser, si no fuera así, ¿cuál sería el objetivo de un análisis? ¿realizar procesos de prueba y error? Al respecto es útil y necesario recordar que el RCM fue creado en el sector de la aviación comercial, en donde se dieron cuenta que las tareas de los planes de mantenimiento no estaban alineadas con las causas de falla. No es responsable abordar una estrategia que desarrolle primero RCM para luego esperar a tener fallas y realizarles análisis de causa raíz y de esta forma obtener o completar las causas de falla.

El RCM y los análisis de causa raíz (RCA por sus siglas en inglés) pueden ser complementarios pero sus enfoques son diferentes; el primero es proactivo y el segundo es reactivo, y aunque ambos permiten analizar causas de falla, los esfuerzos y experiencias son diferentes y es responsabilidad del personal a cargo del mantenimiento de los activos, entender el objetivo y alcance de estos procesos y utilizarlos cuando es apropiado y con expectativas claras de sus entregables y resultados.

Es decir, expresiones como estas no son correctas: “... lo que hay que saber es justamente como interactúan las dos metodologías.... al auditar los planes de RCM, si los planes no son capaces de evitar la repetitividad, el modo se convertirá en un mal actor el cual deberá ser abordado con un RCA y allí se definirán las hipótesis y se profundiza técnicamente para eliminar la causa, pero el RCM ... no es un método de Análisis de Causas Raíces”

Esta afirmación está llena de imprecisiones, los análisis de RCM no pretenden eliminar la repetitividad, solo pueden controlarse los eventos cíclicos, con tareas periódicas, esto es lógico y sensato; sin embargo y de manera desafortunada han hecho carrera dos lineamientos no ciertos:

- Si se identifica la causa de falla, esta se elimina.
- Existe una única causa raíz para cada falla funcional

Lo que sí permiten y tienen en común el RCM y el RCA es que ambas pretenden identificar modos o causas de falla y encontrar acciones que permitan prevenirlas, predecirlas, detectarlas, mitigar el impacto de que ocurran. Un planteamiento como el anterior en el que se indica que un RCA baja el nivel de un RCM, evidencia un entendimiento inadecuado de ambos procesos y de lo que qué significa analizar fallas;


Además del nivel correcto y al ser un paso tan relevante en la aplicación del RCM, es necesario prestar especial atención a la forma cómo se redactan para que las siguientes etapas permitan llegar a un resultado adecuado. Utilizar una expresión poco precisa al nombrar un modo de falla, puede ocasionar que se confunda su origen, comportamiento en el tiempo y de esta forma asignar una tarea o acción que no corresponda.

Por ejemplo, no es lo mismo que un tornillo se suelte por el movimiento al que está sometido, a que haya quedado mal instalado; ambos modos de falla son válidos, pero tendrán acciones de manejo diferentes.

Para ilustrar la manera en la que debe ser desarrollada la tercera pregunta de la metodología de RCM, se continuará con el caso de análisis introducido en la primera parte de esta entrega. Se incluirán algunos comentarios para identificar los errores y en la siguiente columna se presentará la forma correcta.

Modos de falla incorrectos	Comentarios	Modos de falla corregidos: Algunas opciones	
Rodamientos de la cámara de empuje frenados.	Es un síntoma y no una causa.	<ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos de la cámara de empuje gastados • Rodamientos de la cámara de empuje fatigados • Rodamientos de la cámara de empuje mal instalados • Rodamientos de la cámara de empuje no lubricados • Rodamientos de la cámara de empuje excesivamente lubricados • Grasa de los rodamientos de la cámara de empuje pierde propiedades. • Grasa de los rodamientos de la cámara de empuje pierde agotada 	
Rodamientos motor eléctrico del sistema de refrigeración frenados	Aplica el mismo proceso de análisis de la línea anterior. Un elemento frenado es un síntoma y no una causa.		
Rodamientos del motor eléctrico principal frenados.	Aplica el mismo proceso de análisis de la línea anterior. Un elemento frenado es un síntoma y no una causa.		
Rodamientos Motor Eléctrico principal con alta temperatura	Aplica el mismo proceso de análisis de la línea anterior. El incremento de temperatura es un síntoma, así no se identifica la causa.		
Bujes de acople entre secciones de la bomba con desgaste y/o fisurados.	No pueden mezclarse dos estados del elemento. El desgaste sí puede ser una causa, pero las fisuras son síntomas.	<ul style="list-style-type: none"> • Bujes de acople entre secciones de la bomba gastados. • Bujes de acople entre secciones de la bomba fatigados • Bujes de acople entre secciones de la bomba de material inadecuado 	
Elementos internos de la bomba desgastados	Es una expresión muy genérica que puede representar decenas de situaciones y que no son útiles para identificar sobre qué elemento deben tomarse acciones.	Elemento	Estado
		<ul style="list-style-type: none"> • Anillo de desgaste + • Voluta + • Eje + • Impulsor + 	<ul style="list-style-type: none"> • Gastado • Mal instalado • Fatigado

Modos de falla incorrectos	Comentarios	Modos de falla corregidos: Algunas opciones
Laminas del acople fracturadas	Es un síntoma y no una causa.	<ul style="list-style-type: none"> • Laminas del acople gastadas • Laminas del acople fatigadas • Laminas del acople mal instaladas
Cámara de empuje y bomba con alta vibración	No pueden incluirse dos elementos o componentes en un mismo modo de falla, además el nivel de detalle no es adecuado. El estado representado es un síntoma y no una causa.	<ul style="list-style-type: none"> • Cojinete de cámara de empuje gastado • Cojinete de cámara de empuje fatigado • Cojinete de cámara de empuje mal instalado
Aceite de la cámara de empuje degradado.	Es un síntoma y no una causa.	<ul style="list-style-type: none"> • Aceite de la cámara de empuje equivocado • Aceite de la cámara de empuje pierde propiedades • Aceite de la cámara de empuje mal manipulado
Sello mecánico deteriorado / Desalineamiento de ejes	No pueden mezclarse dos elementos y dos estados en un solo modo de falla.	<ul style="list-style-type: none"> • Sello mecánico gastado • Sello mecánico mal instalado • Sello mecánico mal seleccionado
Motor Eléctrico del sistema de refrigeración quemado.	Es un síntoma y no una causa.	El motor de este sistema requiere un análisis de modos de falla propio.
Radiador fisurado o con incrustaciones internas	Las fisuras y las incrustaciones son situaciones diferentes y adicionalmente son síntomas y no causas. El nivel del análisis no es adecuado.	<ul style="list-style-type: none"> • Soldadura fatigada • Soldadura mal aplicada • Tubería corroída • Sarro acumulado en tubería • Tubería obstruida con cuerpo extraño.
Aislamiento deteriorado / Quemado	Ambas situaciones son síntomas y no causas.	

Modos de falla incorrectos	Comentarios	Modos de falla corregidos: Algunas opciones
Conexionado suelto y/o deteriorado.	Son situaciones diferentes que no pueden integrarse en un solo modo de falla, además corresponden a síntomas y no causas.	
Motor Eléctrico Principal con alta vibración generada por desbalance en rotor (Desbalance generado por taponamiento con polución de los ductos de refrigeración del rotor.	La redacción no corresponde con la estructura requerida y en este caso la alta vibración es un síntoma.	<ul style="list-style-type: none"> • Polvo acumulado en rotor del motor principal.
Puntos de devanado con alta temperatura / Vibración de tipo electromagnético	En este caso la alta temperatura y vibración son síntomas y no causas.	
Daño en componentes internos (condensadores / IGBT, etc.)	Es una expresión general muy imprecisa. La palabra daño no indica la causa a manejar. Tampoco deben unirse varios elementos o componentes en un solo modo de falla, a no ser que se decida no prevenir ni predecir la falla.	
Habitáculo y componentes internos del variador con alta temperatura	Es un síntoma y no una causa.	El variador requiere un análisis de modos de falla propio.
Aceite dieléctrico degradado		
Bobinado del transformador deteriorado y/o quemado	Son situaciones diferentes que no pueden integrarse en un solo modo de falla, además corresponden a síntomas y no causas.	
Válvula de seguridad con pase interno.	Se requiere más información, pero puede ser una falla funcional o un síntoma, pero no una causa de falla.	

Modos de falla incorrectos	Comentarios	Modos de falla corregidos: Algunas opciones
Válvula de seguridad disparada y no vuelve a su condición normal. Daño general de componentes internos.	El disparo es un síntoma y no una causa. La palabra daño no indica la causa a manejar y no está sujeto a tareas; tampoco deben unirse varios elementos o componentes en un solo modo de falla.	
Conexión del PLC con sobrecalentamiento / conexiones sueltas o conductores degradados.	Son situaciones diferentes que no pueden integrarse en un solo modo de falla, además corresponden a síntomas y no causas.	<ul style="list-style-type: none"> • Cable suelto • Cable no conectado • Cable cristalizado • Cable flameado • Cable inadecuado • Cable fallado
PLC con daño catastrófico.	No existen daños catastróficos, existen efectos y consecuencias catastróficas. La información que aporta este modo de falla es totalmente inadecuada para tomar cualquier acción de manejo, es necesario establecer los modos de falla específicos del PLC.	
Daño catastrófico del Breaker principal.	No existen daños catastróficos, existen efectos y consecuencias catastróficas. La información que aporta este modo de falla es totalmente inadecuada para tomar cualquier acción de manejo, es necesario establecer los modos de falla específicos del breaker.	

Como puede observarse, es una situación repetitiva el confundir síntomas con causas o modos de falla. Desafortunadamente esto es más común de lo que se quisiera, no solo al realizar análisis de RCM, sino en la manera cómo se abordan los eventos del día a día de las áreas de mantenimiento.

Es importante recordar que las intervenciones de mantenimiento deben corregir las causas que originan una falla funcional, no los síntomas. Los síntomas se resuelven al atender la causa.

Un modo de falla “en combo”, sin una identificación clara del elemento que falla, o que simplemente no es una falla sino un síntoma, hace imposible establecer una tarea o acción.

Una tarea adecuada es aquella que está dirigida a un modo de falla específico y que es apropiada para prevenirlo, predecirlo o mitigar sus consecuencias; de lo contrario se desperdician recursos o se introducen más fallas, y si el análisis parte de síntomas y no de causas, el resultado no serán tareas adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

JA1011_199908: Evaluation criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) processes - SAE international. (s/f). Sae.org, de https://www.sae.org/standards/content/ja1011_199908/

JA1012_201108: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard - SAE international. (s/f). Sae.org, de https://www.sae.org/standards/content/ja1012_201108/

Moubray, J. (2004). Reliability Centered Maintenance (2a ed.). Aladon.

Pérez J, Carlos. (2020). Recomendaciones para la aplicación de RCM2. Soporte y Compañía S.A.S.

Todos los derechos de autor reservados corresponden a Soporte y Compañía S.A.S. Ninguna parte de este artículo se puede reproducir, traducir, transmitir, distribuir, exhibir, divulgar, almacenar o explorar en un sistema de recuperación para cualquier propósito, en cualquier forma, o por ningún medio, electrónico o mecánico, incluyendo la fotocopia y la registraci3n, sin el permiso escrito expreso de Soporte y Compañía S.A.S. La infracci3n de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

**SI DESEA CONOCER MÁS INFORMACIÓN SOBRE LA
CORRECTA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE RCM, LO
INVITAMOS A VISITAR NUESTRA PÁGINA WEB:**

WWW.SOPORTEYCIA.COM