

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

---

AUTORES: CARLOS MARIO PÉREZ JARAMILLO  
LAURA CÓRDOBA URIBE

PARTE 5 DE 7  
CONSECUENCIAS DE FALLA

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

En la entrega número 4 de esta serie de artículos, fue presentado el concepto de efecto de falla tal como lo desarrolla la metodología de RCM y su relevancia para empezar a entender cómo impacta cada modo de falla y lo que esto implica para decidir cuál es la tarea o acción más adecuada.

Sin embargo, es común encontrar que esta pregunta es obviada o resumida en algunos procesos por desconocimiento o intentos de “agilizar” la aplicación; esta decisión es equivocada ya que un efecto ausente o incompleto no permite hacer una correcta evaluación de consecuencias, y que responde a la quinta pregunta: *¿importa si falla?*

### PARTE 5 DE 7: CONSECUENCIAS DE FALLA Y DIAGRAMA DE DECISIÓN

Una vez que se han determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de en cada sistema analizado, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y cuánto importa cada falla.

Identificar y clasificar las consecuencias es muy importante al analizar los activos, ya que el objeto principal del RCM no es sólo manejar las fallas o modos de falla en sí, sino las consecuencias que estas fallas pueden ocasionar sobre la organización si ocurrieran.

Bajo un enfoque tradicional, los requerimientos del mantenimiento se evaluaban en términos de sus características técnicas reales o supuestas, sin considerar que en diferentes condiciones se presentan consecuencias diferentes. Esto resultaba en un gran número de planes y tareas que no servían, no por estar “equivocados”, sino porque no conseguían nada en términos de mejora del desempeño o por no ser costo-efectivos.

Es por lo anterior, que RCM además de centrar su atención en cómo funcionan los activos y cómo pueden fallar, permite hacer un uso adecuado de los recursos al proponer estrategias que realmente merezcan la pena; por ejemplo una tubería que transporta agua podría tener un plan de mantenimiento diferente a una que transporta amoníaco porque sus consecuencias de falla son diferentes, aunque constructiva y funcionalmente las tuberías sean similares.

Las categorías de consecuencias que propone esta metodología son:

- No operacionales
- Operacionales
- Seguridad y medio ambiente
- De fallas ocultas

Sobre la evaluación de las consecuencias la norma SAE JA1011 presenta en el numeral 5.5 los siguientes puntos a considerar:

5.5.1	The consequences of every failure mode shall be formally categorized as follows:
5.5.1.1	The consequence categorization process shall separate hidden failure modes from evident failure modes.
5.5.1.2	The consequence categorization process shall clearly distinguish events (failure modes and multiple failures) that have safety and/or environmental consequences from those that only have economic consequences (operational and non-operational consequences).
5.5.2	The assessment of failure consequences shall be carried out as if no specific task is currently being done to anticipate, prevent, or detect the failure.

RCM utiliza un diagrama de decisión que está estructurado según estas categorías de consecuencias, y que proporciona un método sistemático para orientar al grupo de análisis y proporcionar la información necesaria para seleccionar la estrategia de manejo más adecuada. Esta lógica de decisión se aplica a través de una serie de preguntas ordenadas y el análisis de dos criterios que se encuentran descritos en la norma en el punto 5.7.

- Merecer la pena
- Ser técnicamente factibles

En un proceso adecuado de RCM, el diagrama de decisión debe utilizarse para decidir cada estrategia, aplicando las preguntas en el orden en el que la metodología lo establece. En este diagrama, las consecuencias se representan en 4 columnas.

Para ilustrar cómo debe llevarse a cabo este proceso, se continuará con el caso analizado; en este se encontró que los efectos se unificaron con las consecuencias, lo que representa un incumplimiento de la norma SAE respectiva. Aunque no se tiene toda la información requerida para redactar los efectos con todos los datos necesarios, sí se brinda la estructura adecuada y alineada con el diagrama de decisión de RCM.

Modo de falla incorrecto	Evaluación de consecuencias y efectos incorrecto	Modo de falla correcto	Efecto correcto	Evaluación de consecuencias correcta	
				¿Es evidente?	
Rodamientos de la cámara de empuje frenados	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Parada inesperada de la unidad funcional, no hay transmisión de potencia. Acción correctiva: Cambio de cámara de empuje (Revisión en taller externo de la cámara en falla.	Rodamientos de la cámara de empuje gastados	Si alguno de los rodamientos de la cámara de empuje se desgasta, aumenta la temperatura, vibración y el ruido hasta que en algún momento el rodamiento se frena, la corriente del motor de la bomba aumenta hasta que se abre el interruptor termomagnético cortando la alimentación eléctrica deteniendo el motor de la bomba. No se suministra agua tratada a los pozos inyectoros ocasionando paros en la producción y pérdidas por hora de XX \$. Tiempo para diagnosticar, conseguir el repuesto y cambiar la cámara de empuje de la bomba tarda hasta 10 horas.	¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	No
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si

Modo de falla incorrecto	Evaluación de consecuencias y efectos incorrecto	Modo de falla correcto	Efecto correcto	Evaluación de consecuencias correcto	
Sello mecánico deteriorado / Desalineamiento de ejes	Evidente/No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Parada de la unidad funcional por parte de operaciones debido a una excesiva fuga de fluido de proceso. Acción correctiva: Cambio de sello mecánico / Verificación de alineamiento entre ejes del conjunto.	Sello mecánico de la bomba gastado	Si el sello mecánico de la bomba se desgasta, se producen fugas de agua entre el eje y la carcasa de la bomba, disminuye la presión de suministro de agua tratada hasta que se activa la protección por baja presión y se detiene el motor de la bomba. No se suministra agua tratada a los pozos inyectores ocasionando paros en la producción y pérdidas por hora de XX \$. Tiempo para diagnosticar, conseguir el repuesto y cambiar el sello mecánico de la bomba tarda hasta 6 horas.	¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	No
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si
				¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	No
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si
				¿Es evidente?	Si
		¿Afecta la seguridad?	No		
		¿Afecta el medio ambiente?	No		
		¿Afecta la capacidad operacional?	Si		
		Ejes mal alineados	Después de una intervención de mantenimiento, es posible que los ejes queden mal alineados acelerando el desgaste del sello mecánico, se ocasionan fugas de agua, disminuye la presión de suministro de agua tratada hasta que se activa la protección por baja presión y se detiene el motor la bomba. No se suministra agua tratada a los pozos inyectores ocasionando paros en la producción y pérdidas por hora de XX \$. Tiempo para diagnosticar, conseguir el repuesto, cambiar el sello mecánico de la bomba y alinear los ejes tarda hasta 6 horas.	¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	No
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si

Modo de falla incorrecto	Evaluación de consecuencias y efectos incorrecto	Modo de falla correcto	Efecto correcto	Evaluación de consecuencias correcto	
Radiador fisurado o con incrustaciones internas	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Fugas de aceite / Baja eficiencia del sistema / Alta temperatura de aceite / Alta temperatura de aceite de la cámara de empuje / Parada inesperada de la bomba por disparo de protección. Acción correctiva: Cambio de radiador.	Radiador obstruido con incrustaciones internas	Si el radiador se obstruye con incrustaciones internas, disminuye la eficiencia de enfriamiento, aumenta la temperatura del aceite de la cámara de empuje y cuando alcanza XX°C se activa la protección por alta temperatura de aceite y se detiene el motor de la bomba. No se suministra agua tratada a los pozos inyectores ocasionando paros en la producción y perdidas por hora de XX \$. Tiempo para diagnosticar y lavar el radiador tarda hasta 4 horas.	¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	No
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si
Radiador fatigado	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Fugas de aceite / Baja eficiencia del sistema / Alta temperatura de aceite / Alta temperatura de aceite de la cámara de empuje / Parada inesperada de la bomba por disparo de protección. Acción correctiva: Cambio de radiador.	Radiador fatigado	Si el radiador se fatiga hasta que se agrieta o fisura, se producen fugas de aceite que caen al piso ocasionando serios impactos al medio ambiente, disminuye la presión de aceite hacia la cámara de empuje, aumenta la temperatura, vibración y el ruido y cuando alcanza XX mm/s se activa la protección por alta vibración en la cámara de empuje y se detiene el motor de la bomba. No se suministra agua tratada a los pozos inyectores ocasionando paros en la producción y perdidas por hora de XX \$. Tiempo para diagnosticar y cambiar el radiador tarda hasta 3 horas.	¿Es evidente?	Si
				¿Afecta la seguridad?	No
				¿Afecta el medio ambiente?	Si
				¿Afecta la capacidad operacional?	Si

Como puede observarse, cada uno de los elementos de la estructura de los efectos de falla, son el insumo para dar respuesta a las preguntas de la evaluación de consecuencias. Un efecto bien descrito debe permitir identificar las posibles afectaciones en términos de seguridad, medio ambiente y operación e identificar si la falla es oculta o evidente.

Lo anterior también explica por qué el efecto y la consecuencia deben ser siempre pasos independientes del proceso de aplicación de RCM; en resumen, el efecto *describe qué pasa* y la consecuencia *cómo nos afecta*.

Los efectos y las consecuencias evidencian especialmente la importancia de conocer (y documentar) el contexto operacional para entender cómo las fallas pueden impactar a una organización y demuestran porqué las estrategias o análisis genéricos no son válidos (al menos no sin adaptarlos correctamente).

## 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/](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/](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 registración, sin el permiso escrito expreso de Soporte y Compañía S.A.S. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.*

**SI DESEA CONOCER MÁS INFORMACIÓN SOBRE CÓMO  
APLICAR CORRECTAMENTE ESTA METODOLOGÍA Y OBTENER  
BUENOS RESULTADOS, LO INVITAMOS A VISITAR NUESTRA  
PÁGINA WEB:**