



## **Haciendo que el RCM Trabaje para su empresa**

**Resumen:** *En la implantación del RCM grandes montos de dinero son invertidos y los resultados son muchas veces decepcionantes o inexistentes. Entonces, ¿qué debemos hacer para mejorar el mantenimiento de nuestra empresa? Se discutirá un poco sobre como una nueva forma de trabajar basada en riesgo puede cambiar la forma de ver el mejoramiento continuo en una empresa, se tratarán casos reales, costos y beneficios. Una nueva forma del RCM, llamada RCM (+) que resulta de la experiencia de implantación en varios países y durante años ha permitido salvar muchas barreras de las típicas implementaciones, debido su enfoque al negocio único.*

### **El Autor:**

José Bernardo es consultor Senior Internacional, Ingeniero con Maestría en Ing. de Mantenimiento, labora para The Woodhouse Partnership Ltd (Firma de Consultoría Basada en Inglaterra), se ha desempeñado en algunas de las empresas petroleras y mineras más importantes del mundo, donde a lo largo de 10 países ha ayudado a ahorrar decenas de millones de dólares por disminución de costo/riesgo de sus operaciones. El está trabajando en implantación y adiestramiento en las áreas de Gerencia de Activos, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Gerencia de Riesgo Industrial, Optimización de Mantenimiento, Inspección Basada en Riesgo y Confiabilidad Operacional. Apreciado por las empresas, según ellas por aportar soluciones practicas y escuchar sus necesidades, no solo sugiere cosas, él las convierte en realidad, siempre pensando en el negocio.

### **Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad (RCM)**

#### **Historia del RCM:**

El RCM fue desarrollado a fines de los sesenta por la industria aeronáutica, la cual se vio en necesidad de “ver mejor” el mantenimiento según se estaba desarrollando entonces (mantenimiento preventivo, mayormente desarrollado por recomendaciones hechas por fabricantes de partes). Esta forma de mantenimiento imposibilitarí a una eficaz operación del Boeing 747, obligándole a estar mucho tiempo en tierra para mantenimiento preventivo. Los resultados fueron sorprendentes y en muy poco tiempo era herramienta estándar de las fuerzas militares norteamericanas y de la industria nuclear. Los otros sectores industriales



fueron tentados en los ochenta (petróleo, energía y minería), con resultados muy buenos en unos casos y decepcionantes en otros.

En USA el RCM permanece con ligeras modificaciones. En Inglaterra en los 90 surgen dos grandes corrientes del RCM, de las cuales el RCM (+) está más dedicada a la mejora del proceso productivo en general. Se dedica a los sistemas más críticos del negocio, incorpora otras herramientas como la optimización de frecuencias de mantenimiento e inspección, RCM en Reversa® y Análisis Causa Raíz (ACR) donde sea requerido.

### **Definiciones:**

Según Bunny Snellock<sup>1</sup> el RCM es “El Mantenimiento que debes hacer para que las instalaciones hagan lo que la Empresa desea que hagan”, en otras palabras es la alineación del mantenimiento con la misión de la empresa.

Toda aproximación del RCM se basa en responder de una manera sistemática y estructurada las siguientes preguntas:

1. ¿Cuales son las funciones y sus estándares de operación en cada sistema, tomando en cuenta el contexto operacional?
- 2.- ¿Respecto a sus funciones como falla cada equipo?
- 3.- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- 4.- ¿Que pasa cuando ocurre cada falla?
- 5.- ¿Cual es el impacto real de cada falla?
- 6.- ¿Como se puede prevenir cada falla?
- 7.- ¿Que debe hacerse si no es posible prevenir una falla funcional?

Una vez respondidas dichas preguntas tendremos plenamente establecida unas estrategias de mantenimiento que permitirán tener un mayor enfoque en cumplir las funciones de la empresa, son absolutamente genéricas y permiten ser usadas en cualquier tipo de empresa o proceso.

El trabajo es realizado por equipos de trabajo multifuncionales con participación de operadores, técnicos, ingeniería, seguridad y ambiente, así como especialistas cuando sean requeridos (proceso, instrumentos, HSE, etc.), el grupo está entre 5 y



7 personas máximo, dirigidos por un facilitador quien en realidad es experto en RCM.

Si observamos las preguntas del RCM no parecen tener nada mágico de fondo, son solo sentido común, sin embargo este no es muy usado cuando operamos plantas, el sentimiento de responsabilidad es muy grande como para atreverse a tomar grandes decisiones sin algo que las respalde.

Dentro de mi experiencia usando el RCM he visto como los operadores y mantenedores de una manera muy fluida logran justificar todas sus ideas “lógicas” de como el mantenimiento debería ser realizado. La gran ventaja del RCM reside en que usando un método lógico, estructurado y sistemático con representantes de los diferentes departamentos de la empresa, el conocimiento se comparte y el plan de mantenimiento saldrá de un consenso de los responsables de la gestión de los equipos.

### **Implementación Real del RCM**

A lo largo del mundo más de la mitad de los esfuerzos de RCM son poco aprovechados, por no decir que fracasan, ahora comienza a surgir un gran número de detractores del mismo, al igual lo surgieron de la gestión de calidad total, el problema en realidad está basado en una mala estrategia de implementación más que la metodología en sí !!

#### **Realicemos algunas reflexiones:**

1. El RCM fue diseñado para equipos en fase de diseño, donde los recursos de tiempo y gente son diferentes, pues no hay presiones operacionales.
2. La industria aeronáutica produce muchos ejemplares del mismo modelo, entonces esto justifica el gran costo del estudio RCM, sorprendería para algunos de Uds. el hecho que para encontrar una refinera de petróleo (o complejo minero o cementero) similar a otra, deberá recorrer todo el mundo y tal vez no logre hallarla!!



3. Un avión es más sencillo (respecto a los factores que influyen en su operación) que una refinería de petróleo y no es interferido por tantos factores como el resto de la industria
4. En la fase de diseño no se poseen problemas operacionales que afectan el desempeño diario
5. En la operación de plantas no es fácil mantener equipos de trabajo
6. En la industria aeronáutica no se tienen a los pilotos y mecánicos involucrados en tantos proyectos a la vez, como ISO9000-14000, sistemas de información, etc.

### **Volviendo a la Tierra:**

Las reflexiones anteriores son basadas en experiencia y poco aceptadas por algunos “gurús” del RCM, quienes defienden este a muerte, aunque ahora un importante grupo de personas en el ámbito industrial y algunas de las mayores empresas comienzan a acompañarnos y a respaldar nuestra opinión después de “sufrir” su ciega creencia en el RCM como herramienta mágica que resolvería todos los problemas de mantenimiento y operación.

Creemos que el enfoque de trabajo no debe estar solo en el Mantenimiento, debe estar en la mejora de la EMPRESA TOTAL, entonces el RCM debe ser usado solo en la medida de que la empresa lo requiera para mejorar lo que deba mejorar y sea mejorado su negocio. Esta diferente forma de pensar nos ha hecho desarrollar una serie de técnicas auxiliares que nos permitan garantizar que la implementación del RCM sea un buen negocio para la empresa que lo implanta.

Grandes cambios son introducidos entonces en el RCM (+), el adiestramiento comienza de una manera revolucionaria, no está diseñado para generar expertos en RCM (a no ser que se requiera, para formar instructores internos), está diseñado para formar practicantes hábiles del RCM, se elimina entonces el proceso tortuoso de definiciones demasiado precisas y/o semánticas, así como de métodos muy estrictos<sup>1</sup>. Ahora si el negocio de la empresa es producir según sus estándares, ¿por qué han de ser expertos en RCM?. ¡ Eso es como tratar de ser un

---

<sup>1</sup> Seguro molesto con esto a los “RCMistas”, hace 5 años yo también increparé a esta aproximación ¡



experto en computación para trabajar en nuestra empresa en tareas distintas a la computación (a no ser que nuestra empresa sea de computación por supuesto!).

Veamos con detalle algunas de las barreras del RCM clásico y al final trataremos de ver como resolverlas.

### **Limitaciones de Implementación del RCM clásico:**

1. Dificultad en la definición de sistemas y funciones
2. Dificultades en la creación de un plan jerarquizado de implementación
3. Mala relación costo beneficio en más de un 40% de los sistemas evaluados
4. Problemas en la definición de frecuencias óptimas de mantenimiento, inspecciones, etc.
5. No trata los problemas de operación diaria, muy proactivo, pero sin embargo, el día a día mata a muchas empresas. ¡ Eliminando entre otras cosas el tiempo para las reuniones de RCM!
6. Los esquemas de reuniones cortas semanales y grupos de trabajo completos son muy difíciles de implementar
7. Un plan de implementación global puede tardar muchos años y costar millones de dólares en empresas grandes.
8. Los resultados pueden tardar muchos años en materializarse
9. Dificil de justificar económicamente en muchos casos
10. Alta rotación de los gerentes y visión a corto plazo de los mismos dificulta implementación
11. Problemas con la comunicación de resultados
12. Mantener equipos de trabajo durante largo tiempo es difícil

### **Como superar dichos limites**

1. Utilizar mejores técnicas para definir funciones y sistemas
2. Utilizar un buen sistema de criticidad para establecer el plan de implementación, el sentido común no es suficiente
3. La criticidad debe estar basada en riesgo y tener una relación directa con indicadores económicos de la empresa
4. Establecer planes de implementación de RCM solo para los sistemas críticos



5. Usar estrategias diferentes para los sistemas de baja criticidad, como el **RCM en Reversa®**
6. Usar herramientas avanzadas para la optimización por costo Riesgo de las frecuencias de mantenimiento e inspección, así como la evaluación óptima de partes de repuesto y la evaluación económica de los rediseños<sup>ii</sup>
7. Usa herramientas de mejoramiento continuo para resolver los problemas operacionales diarios
8. Tratar de obtener resultados a corto plazo sin sacrificar los objetivos a largo plazo, este será el combustible para quemar la visión a corto plazo gerencial
9. Poseer siempre a la mano los resultados económicos de la implementación, para esto se han de desarrollar algunos indicadores de desempeño
10. Generar planes de comunicaciones y recompensas que permitan mantener el momentum de los equipos de trabajo, este permitirá el compartimiento de la visión de la empresa
11. Crear planes de mejoramiento que involucren todos los sectores de la empresa
12. Recordar que el mantenimiento no es el único ingrediente que interviene en el desempeño de las empresas
13. Mantener un ambiente triunfalista
14. Crear planes de implementación flexibles, que no dependan de individualidades
15. Usar el apoyo de consultores que evitarán cometer errores que son más costosos que la misma consultoría. Un buen servicio de consultoría es altamente rentable, factores de retorno de elevados se han observado al primer año
16. No creer que implementación es solo cuestión de adiestramiento. Ningún experto en algo sale solo de las aulas, imagínense un cirujano que solo ha tomado cursos, ¿le encargaría Ud. a él una operación de amígdalas??
17. Implementación es cuestión de práctica y experiencia, soporte externo le permitirá usar la experiencia de ellos y evitar los errores en su empresa!!
18. El enfoque está en hacer las cosas: BIEN LA PRIMERA VEZ!!!
19. Tener planes de desarrollo en búsqueda de la excelencia empresarial, con indicadores de desempeño, metas a mediano, corto y largo plazo
20. Involucrar la mayor cantidad de gente posible



21. Recordar que no hay atajos para la excelencia: INOCENCIA y luego CONCIENCIA y luego ENTENDIMIENTO y luego COMPETENCIA y luego EXCELENCIA

### **Una Alternativa es: RCM (+)**

El RCM (+) fue creado en Inglaterra hace unos 6 años en función de superar las desventajas del RCM tradicional, usándose con mayor efectividad en la industria de procesos, es una versión que permite superar los típicos problemas del RCM, teniendo entre otras las siguientes características:

- Es estrictamente racionalizado y se usa solo para los sistemas críticos, posee una avanzada herramienta de evaluación de criticidad.
- Avance rápido, no es tan riguroso como el RCM tradicional, racionaliza efectivamente el tiempo del equipo de trabajo, evitando la sobrecarga de los mismos.
- Selección de tareas y toma de decisiones inmediata, parte del punto de vista de que lo que se desea es una nueva estrategia de mantenimiento y no un informe técnico extenso, en este punto es revolucionario, al no exigir tanto “papel”.
- Está basado en una estricta justificación costo/beneficio.
- Incluye el estudio de “empacado de tareas” de mantenimiento.
- No se limita a evaluación de modos de falla (es perfecto en la industria aeronáutica, donde se realiza mucha sustitución de módulos), sino que va hasta las causas de falla, permitiendo la evaluación más precisa de las tareas de mantenimiento en equipos complejos como los de la industria actual.
- Introduce estrategias de avance rápido para los sistemas / equipos no críticos, llamada RCM Reverse®
- Usa el Análisis Causa Raíz para resolver los problemas operacionales
- Esta siendo usado con éxito en diversas industrias de más de 15 países.



## Algunas Herramientas Usadas por el RCM(+)

### Análisis Funcional

#### Propósito:

- Proveer un claro entendimiento de las funciones de una planta y la operación por un equipo multidisciplinario (propósitos de la planta) para incrementar la conciencia de temas críticos dentro de todos los aspectos de la planta (que pueden disminuir su desempeño).
- Proveer una conciencia de la planta desde el punto de vista de negocios.
- Proveer un diagrama de bloques simplificado de los procesos internos.

El RCM se basa en las funciones de los sistemas, que en las grandes industrias no son bien conocidas por todos, y la interacción entre los distintos subsistemas no es clara para los integrantes de los equipos de trabajo, esto trae como consecuencia un mal punto de partida para lo que significará la generación de estrategias de mantenimiento. Este paso adicional permite una clarificación y un consenso entre los miembros de los equipos de las funciones de la planta y permite una visualización gráfica a de las mismas.

### Análisis de Criticidad

Uno de principales problemas de un proyecto de mejoramiento en la confiabilidad es saber identificar las áreas sobre las cuales se tendrá a un mayor impacto. Esto ha hecho que muchos proyectos de RCM hayan fracasado en industrias de procesos complejos. Se puede superar esta barrera mediante el uso de técnicas de análisis de criticidad. Se han desarrollado técnicas cuantificadas numéricamente para la evaluación de criticidad, análisis que tienen aplicaciones que van mas allá de un mero orden de implantación para el RCM.

Al permitir colocar una puntuación a cada sistema de la planta proporcional al nivel de riesgo del mismo, podríamos usar esa información para el establecimiento de prioridades dentro de los siguientes campos:

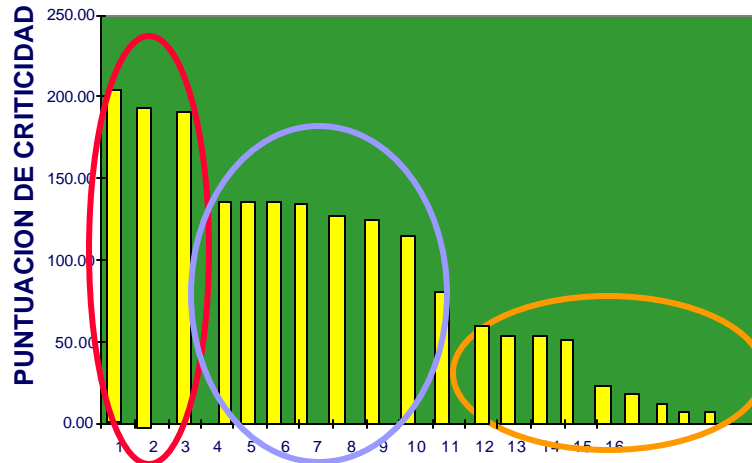
- Ejecución de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo.
- Paradas de plantas
- Sistemas de Backlogs.





- Programas de adiestramiento de personal.
- Planes de inversión de capital.
- Planes de repuestos y materiales tanto en planta como en almacenes centrales.

## Resultados de Criticidad Típicos



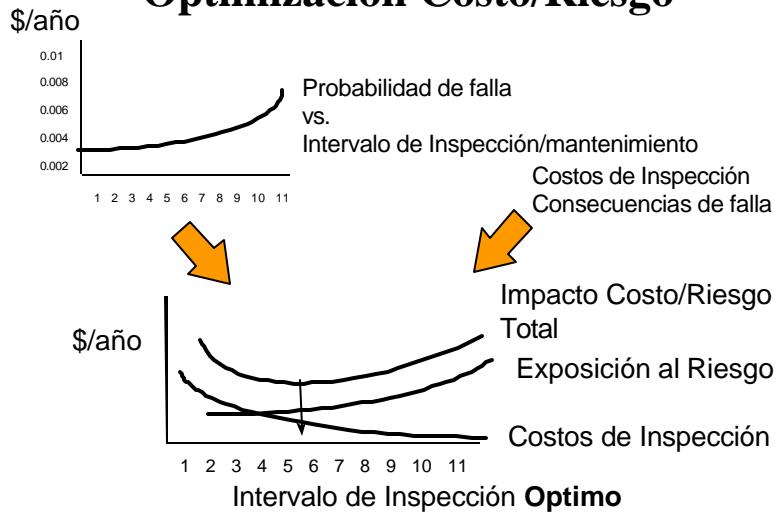
Los Pocos Críticos      **FUNCIONES O Subsistemas**      Muchos y Pequeños  
El Corazón de la Empresa

### Herramientas de Optimización de Mantenimiento

Las bases de estas técnicas son descritas por John Woodhouse<sup>iii</sup> y Colin Labouchere. La intención de las mismas es justificar las principales decisiones a tomar con un enfoque costo riesgo, lo cual permite optimizar frecuencias de mantenimiento, inspección y búsqueda de fallas, así como evaluaciones de proyectos y rediseños, optimización de partes de repuesto, análisis de ciclos de vida, etc. Los resultados de los mismos estudios están revolucionando la toma de decisiones de grandes empresas al rededor del mundo<sup>ii</sup>. El enfoque está en ver el impacto total para la empresa (riesgo y costos).



## Optimización Costo/Riesgo



### Casos Estudio Recientes en Sur-América

#### Petroleos de Venezuela<sup>2</sup>:

Después de varios años de intentar aplicar el RCM a lo largo de todos los sistemas y como una solución general a todos los problemas de mantenimiento, hoy se utiliza la criticidad para definir donde usar el RCM y se usa en combinación con herramientas como el Análisis Causa Raíz, Inspección Basada en Riesgo y Herramientas Asset Performance Tools<sup>3</sup> (para la toma de decisiones costo riesgo) en planes integrados de MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL Y GERENCIA DE ACTIVOS<sup>4</sup>. El plan de RCM + permitieron sentar las bases de una estrategia corporativa mucho más amplia de Gerencia de Activos. Millones de dólares se han ahorrado por concepto de disminución de costos y aumento de producción a lo largo de la corporación considerada entre las dos empresas más grandes de América Latina.

#### Codelco

CODELCO es uno de los más grandes productores de cobre del mundo. En el 2001 se realizaron dos proyectos pilotos en RCM +:

<sup>2</sup> [www.pdvsa.com](http://www.pdvsa.com)

<sup>3</sup> [www.apr.co.uk](http://www.apr.co.uk)

<sup>4</sup> Mayor información contactar al autor o [www.twpl.co.uk](http://www.twpl.co.uk)



### **División Andina:**

- 4 Grupos de trabajo simultaneos
- Análisis de criticidad identificó sistemas más criticos de la división incluyendo todo el proceso desde la mina hasta la entrega del concentrado de cobre
- Capacitación en RCM +, Análisis Causa Raíz y Optimización Costo Riesgo
- Evaluación de numero optimo de repuestos criticos (de los sistemas estudiados) con herramientas de costo-riesgo-beneficio, con una reducción del impacto total anual de más de un millón de dolares por año
- Reducción de Costos de Mantenimiento entre 525 mil y 750 mil dólares por año
- Posible impacto en producción entre 356 mil y 703 mil dolares por año
- Valor Presente Neto Promedio (solo relacionado a costos de mantenimiento): 4.9 Millones de dólares .
- Tasa Interna de Retorno Promedio: 238 %

### **División Salvador:**

- 2 Grupos de trabajo simultaneos
- Análisis de criticidad identificó sistemas más criticos de la una planta
- Capacitación en RCM +, Análisis Causa Raíz y Optimización Costo Riesgo
- Reducción de Costos de Mantenimiento entre 170 mil y 310 mil dólares por año
- Posible impacto en producción 900 mil y 1.5 millones de dólares por año
- Valor Presente Neto Promedio (solo relacionado a costos de mantenimiento): 1.6 Millones de dólares
- Tasa Interna de Retorno: Promedio: 1100 %

### **Conclusiones**

Se requiere algo más que intentar mejorar el mantenimiento, para mejorar el desempeño de una empresa, es más, aun el mantenimiento es difícil mejorarlo si no intervienen los demás sectores de la empresa. EL RCM es una excelente



herramienta para revisar/generar estrategias de mantenimiento, puesto que integra diversos sectores de la empresa en proyectos de trabajo en equipo.

La implementación del RCM no ha sido fácil, lo cual indica que se debe implantar con mucho cuidado, el uso de proyectos pilotos muy bien seleccionados es clave en la implementación final del RCM.

La aplicación del RCM debe ser realizada en sistemas donde el riesgo así lo justifique, los sistemas de baja criticidad deben ser estudiados con herramientas más simples como el REVERSE RCM®<sup>iv</sup>.

El RCM no genera intervalos óptimos para la ejecución de los planes de mantenimientos, estos podrían ser generados con herramientas avanzadas como las del proyecto MACRO® (Herramientas APT).

El enfoque a usar por el RCM debe estar centrado en el negocio de la empresa, adoptado mediante un buen estudio de criticidad basada en riesgo y cuantificado de ser posible.

El RCM (+) integra una serie de técnicas que permiten desarrollar planes de RCM de una manera práctica, rápida, cuantificada, basada en riesgo y optimizando los intervalos por costo riesgo.

Es más que una simple técnica de revisión de estrategias de mantenimiento, incluye toda una carga filosófica para la selección y uso de otras técnicas como el Análisis Causa Raíz, Inspección Basada en Riesgo, Optimización de Mantenimiento y desempeño, etc. para elevar el desempeño global de la empresa.

## REFERENCIAS

<sup>i</sup> Bunny Snelock RCM (+) Training Manual, The Woodhouse Partnership Limited, Inglaterra 1999.

<sup>ii</sup> Ver Proyecto Macro (Optimización de Mantenimiento proyecto multi industria e internacional financiado por varias empresas europeas y el gobierno inglés. [www.aptools.co.uk](http://www.aptools.co.uk))

<sup>iii</sup> Woodhouse, John. **Managing Industrial Risk**, Chapman & Hall, Inglaterra 1993.



---

<sup>iv</sup> José Durán Reverse RCM, The Woodhouse Partnership Limited, 1999