

ANÁLISIS ISO 14224 /OREDA.

RELACIÓN CON RCM-FMEA

Ing. Mario Troffé

INTRODUCCIÓN

En el ámbito del Mantenimiento, cualquiera sea la rama de la industria de que se trate, es habitual encontrar abundancia de Especialistas con sólidos conocimientos y experiencias para resolver eficientemente problemas de campo. Sin embargo, esto está acompañado de una notoria falta de herramientas integrales para la Gestión de la actividad que permitan orientar los esfuerzos y los recursos, así como reducir los **Costos** y el **Riesgo**.

En general, no se reconoce en el Mantenimiento la importancia de la medición de resultados, del registro de datos sistemático y ordenado bajo un único criterio, como instrumento para administrarlo como un negocio. La falta de uso continuado de registros, imposibilita establecer mecanismos de comparación de los Indicadores con aquellos de clase mundial.

Se percibe falta de rigor en la recolección y registro de datos que permitan alimentar esos cálculos; elementos fundamentales para la administración y toma de decisiones.

El mercado tiene en existencia diferentes software que, en teoría, permitirían resolver estos conflictos, pero que no plantean lo básico. Y esto es, ¿Cómo administrar la información?, ¿Qué datos guardar?, ¿Como clasificarlos?, ¿Cómo relacionarlos?, etc., de modo que los cálculos y análisis que se deriven de aquellos no se constituyan en otro problema de interpretación y reproducibilidad, adicional a los existentes.

Asimismo, se encuentra bibliografía abundante y disponible en la que se dan guías acerca de este tema; pero con falta de criterios estrictos y límites a adoptar, su uso e implementación en Operación y Mantenimiento; y la circunstancia de que los Índices no pueden ni deben ser medidos en forma aislada, sino que necesitan de otros que los complementen.

Las Normas ISO 14224, SAE 1739 / 1011 (RCM), y los Datos Estadísticos del OREDA, pretenden cubrir en gran parte los puntos antes mencionados.

PAUTAS GENERALES

La ISO 14224 es una herramienta para registrar eventos y experiencias. Se llega a la conformación de una Base de Datos, OREDA.

Aplicando conceptos conocidos, con límites y jerarquías pre establecidos mediante un Proceso Estructurado en forma secuencial y limitado en las posibilidades de calificación, y ponderación de los eventos de mantenimiento.

ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

RCM

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación

industrial; útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de Mantenimiento. Analiza cada Sistema y cómo estos pueden fallar funcionalmente. Los efectos de cada **Falla** son clasificados de acuerdo con el impacto en la Seguridad, la Operación y el Costo. El objetivo principal es que los esfuerzos de Mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la **Función** que realizan los Equipos más que los Equipos mismos. Es la función desempeñada por una máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar tener los Equipos como si fueran nuevos, sino en **condiciones suficientes para realizar bien su función**. También implica que se deben conocer con gran detalle las condiciones que la interrumpen o dificultan.

RCM es una metodología estructurada basada en un árbol de decisiones. Su éxito depende en gran parte de la experiencia de los participantes como también en la posibilidad de contar con datos de tasa de fallas y períodos de ocurrencia registrados, **información difícil de encontrar o elaborar en el común de las plantas**. La división en sistemas y sub sistemas de cada equipo es tan **amplia** como criterios puedan definir los integrantes del grupo. Lo mismo ocurre con la **profundidad** de análisis para cada **Modo de Falla / Causa de Falla**; solo limitada por el grado de detalle al que el grupo oriente el análisis.

En este sentido la metodología RCM es abierta y no es difícil caer en la trampa de hacer análisis tan detallados que los tiempos para la implementación del método se extienden en demasía, mientras que la planta debe continuar incrementando su grado de confiabilidad.

La norma ISO14224 , contiene en forma pre definida toda esta información, clasifica los equipos por jerarquías a saber: CASES/ TIPOS /SISTEMAS/ SUBSISTEMAS/ COMPONENTES (Items mantenibles).

ISO 14224

Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, **con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias**. Sus definiciones son tomadas del RCM.

Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan **Cuantificar la Confiabilidad de Equipos** y compararla con la de otros de características similares.

Los parámetros sobre Confiabilidad pueden determinarse para su uso en las fases de DISEÑO MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

- a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:
 - Diseño y configuración del Sistema.
 - Seguridad, Confiabilidad y Disponibilidad de los Sistemas y Plantas.
 - Costo del Ciclo de Vida.
 - Planeamiento, optimización y ejecución del Mantenimiento.
- b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:
 - Permitir el intercambio de datos entre Plantas.
 - Asegurar que los datos sean de **calidad** suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

Si bien la norma esta orientada al registro de fallas, son de gran importancia las posibilidades de aplicación que presenta para definir los límites y jerarquía de los equipos de Operación, como también la calificación de la jerarquía de las **Fallas**. Parte desde el **Modo de Falla**,(perdida de la función) hasta el detalle de la **Causa de Falla** y el componente (**ítem mantenible** para la norma), que provoca el **evento**. *Esta calificación tiene como ventaja que limita la profundidad de detalle del análisis, acotando el nivel al que llega el Técnico de Mantenimiento (y las que quedan para un Especialista como metalografía, fractomecánica, etc.)*

FMEA.

Es una técnica aplicada al estudio **Metódico** de las consecuencias que provocan las Fallas de cada **Componente** (**ítem mantenible** para la norma ISO 14224) de un Equipo. Es un proceso sistemático para la identificación de las **Fallas Potenciales** del diseño de un producto o proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el Riesgo asociado a las mismas. Sus objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los **Modos de Fallas Potenciales** y las causas asociadas con el diseño y montaje, Operación y Mantenimiento de un equipo, a partir de los **Componentes** (**ítem mantenibles** para la norma ISO 14224).
- Determinar los **Efectos** de las **Fallas Potenciales** en el desempeño del Sistema, Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la **ocurrencia** de la Falla Potencial.
- **Analizar** la Confiabilidad del Sistema
- **Cuantificar** Riesgos y Confiabilidad.
- **Documentar** el proceso

CONSIDERACIÓN SOBRE FMEA

FMEA llega a los **Modos de Falla** partiendo de la **Supuesta** Falla de un Componente. Considerando que los componentes son perfectamente identificables, la supuesta falla total o parcial de cada uno nos lleva directamente a todos los **Modos de Falla Potenciales** (pérdida de la función.)

Una tormenta de ideas en RCM **NO asegura** que se identifiquen **TODOS** los **Modos de Falla**.

Los responsables de las perdidas de funciones de los Equipos (Sistemas), son los Componentes (**Ítem Mantenibles**, para la ISO 14224)

Si se identifican desde un principio los **Modos de Falla estándar** para cada **tipo de equipo**, definidos bajo un **criterio** netamente operacional, y se listan **Sistemas y Sub Sistemas**, Componentes (**Items Mantenibles**), **Causa de Fallas** y **Descriptores de Falla**; y se los recorre en forma sistemática en esta secuencia ordenada, *difícilmente pueda quedar fuera ninguna Falla supuesta que afecte a las Funciones del Equipo*.

Los operadores y mantenedores están muy identificados con las **Fallas Funcionales** y los **Componentes** que las provocan.

Las listas de Causas de Falla (que incluye todas las Causas preestablecidas) limitan así la profundidad de análisis. Están adaptadas al Nivel de Conocimiento del personal involucrado; lo que le otorga **Confiabilidad al Dato**.

ESTRUCTURACIÓN DE JERARQUÍAS ISO 14224.

La norma ISO 14224 toma la máquina dividiéndola de mayor a menor **jerarquía o grado de detalle**:

- CLASES
- SISTEMA
- SUB SISTEMA
- ÍTEM MANTENIBLE
- COMPONENTE DE DETALLE (en un grado último de división, opcional)

Para mayor detalle puede consultarse la NORMA ISO 14224, donde se muestra como quedan perfectamente determinados los límites constituyentes de cada **Clase de Equipo**.

Esta división es primordial y de la mayor importancia debido a que permite definir cómo se **tratará** a los Equipos, respecto a la posterior interpretación de los resultados; y luego cómo se asociarán los **Registros de Operación y Mantenimiento**, de modo de contar con metodologías **sencillas** de Análisis (y la aplicación de software avanzados)

Los Registros de Mantenimiento deben relacionarse con cada nivel dentro de la jerarquía del Equipo a fin de que puedan compararse.

CLASES DE EQUIPOS

A partir de la estructura presentada por la norma, acorde a un orden de JERARQUÍA, se establecen cuales son las Clases de Equipos (siendo este el nivel más alto)

Se las puede asociar a **Funciones**; cada una en su contexto operacional; entendiendo por **Función**, de acuerdo con la definición de RCM, a las razones por las cuales un equipo existe dentro del proceso.

Acorde al glosario definimos como **Clase** a un determinado tipo de Equipo, que para la norma son los siguientes:

SISTEMAS

Bajo los conceptos de RCM / FMEA, y así lo toma la Norma ISO 14224, se considera **Sistema** a un conjunto que realiza una **Función** específica, en un **Servicio** determinado dentro del Proceso, pudiéndose identificar una entrada y una salida.

Incluyen todos los equipamientos disponibles para la Operación de los mismos y, en general, comparten muy pocas partes con otros Sistemas.

Como norma genérica para la fijación de sus límites, se pueden tomar todas las válvulas que lo aíslan.

Para el caso de la norma quedan clasificados por:

- TIPOS DE EQUIPOS
- APLICACIÓN

Ejemplos de Sistemas:

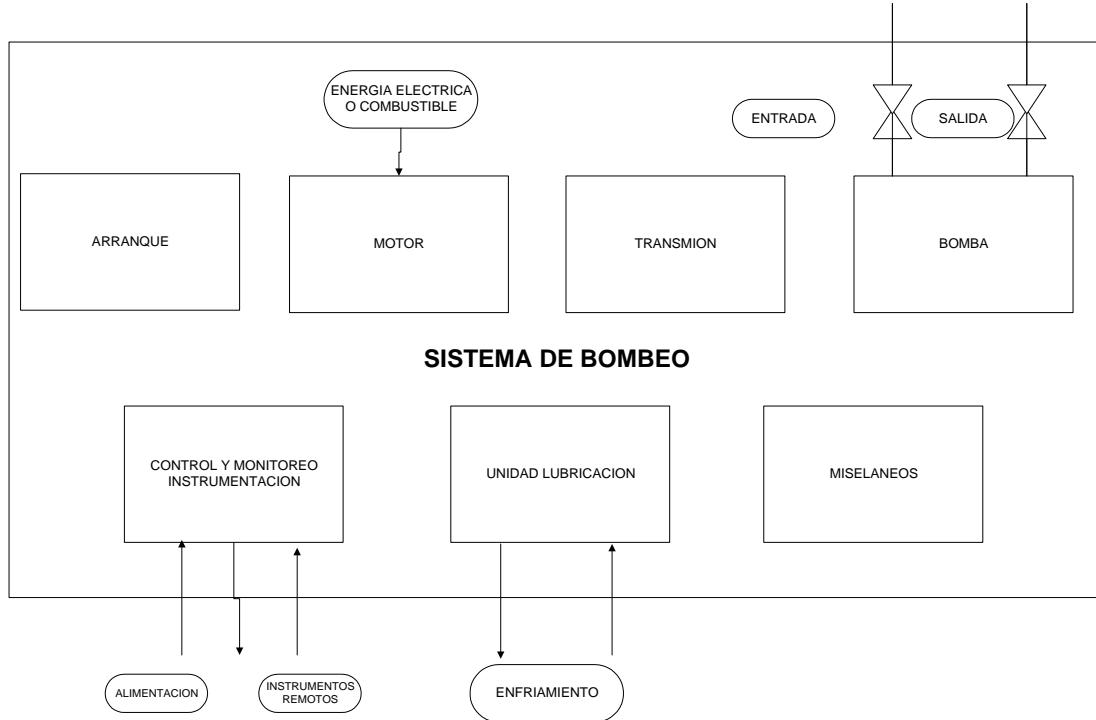
- Sistema de Bomba Centrífuga Agua de Inyección
- Sistema de Bomba Alternativa Trasvase de Petróleo

SUB SISTEMAS

Son aquellos Equipos que posibilitan que el Sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas. Todo Equipo calificado como Sub Sistema que falle, afecta directamente al Sistema.

Por ejemplo, el Control, Monitoreo e Instrumentación (o instrumentación), pueden considerarse como Unidad.

A modo de ejemplo se toma la BOMBA, vista desde la norma ISO 14224.



| CLASE | PU - BOMBAS | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------|------------------------|---------------------|------------------|
| SUB UNIT | TRANSMISSION | UNIDAD DE BOMBEO | CONTROL Y MONITOREO | SISTEMA LUBRICACIÓN | MISCELÁNEOS |
| ÍTEM MANTENIBLE S | | | | | |
| 1 | CAJA REDUCTORA | FUNDACIÓN | CONTROL | RESERVORIO | PURGA AIRE |
| 2 | MOTOR | VOLUTA | DISPOSITIVOS ACTUACIÓN | BOMBA LUBE | OTROS |
| 3 | RODAMIENTOS | IMPULSOR | MONITOREO | FILTRO | BRIDAS |
| 4 | ACOPLAMIENTO CAJA | PISTÓN | | ENFRIADOR | ENFRIADOR |
| 5 | LUBRICANTE | DIAFRAGMA | FUENTE ALIMENTACIÓN | VÁLVULAS | CALENTADOR |
| 6 | SELLO | CILINDRO LINEAL | | CAÑERÍAS | FILTRO |
| 7 | ACOPLAMIENTO MOTOR | | | ACEITE | FILTRO CICLÓNICO |
| 8 | | EJE | | CONTROL TEMPERATURA | AMORTIGUADOR |
| 9 | | COJINETE RADIAL | | | BRIDAS |
| 10 | | COJINETE AXIAL | | | |
| 11 | | SELLO | | | |
| 12 | | CAÑERÍAS | | | |
| 13 | | VÁLVULAS | | | |

ITEM MANTENIBLE – COMPONENTE DE DETALLE

La unidad final de la división es el **Ítem Mantenible (COMPONENTE)**, entendiendo como tal a las partes de los Equipos sobre las cuales es necesario realizar **Acciones de Mantenimiento**, con el objeto de alcanzar la **Confiabilidad** deseada.

Analizado desde otro punto de vista, **Ítem Mantenible** es aquella parte en que su Falla (Critica, Incipiente o por Degradación, ver OREDA), provoca una pérdida de la capacidad del **Sistema** (calificadas en los **Modos de Falla ISO**), para que continúe operando dentro de las condiciones especificadas o determinadas para un **Proceso**.

Los datos de Confiabilidad deben relacionarse con cada nivel de subdivisión dentro de la jerarquía del Equipo a fin de que puedan compararse.

FUNCIONES, RELACIÓN CON EL RCM Y FMEA

Se vio que los Equipos quedan caracterizados por

- CLASE
- TIPO DE EQUIPO
- APLICACIÓN.

A esta calificación inicial, que define a grandes rasgos la Función, se agrega la tabla siguiente **Datos del Equipo**, en la que quedan establecidas todas las **Funciones Requeridas**.

Así queda respondida la primera pregunta del RCM *¿Cual la función deseada y el estándar de performance en el presente contexto operativo?*

La información completa se reproduce en Tablas de la Norma ISO 14224. Esta información debe estar compilada antes de comenzar el análisis, para un equipo en

particular. Para hacer un análisis genérico se pueden obviar datos específicos; pero es importante contar con este documento como guía de las funciones y sus desvíos.

CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS. MODO DE FALLA

Se comienza tomando un ITEM MANTENIMBLE y se fija y analiza cuales son las perdidas de funciones, en caso de que **Falle**.

A diferencia del RCM la norma ISO 14224 tiene definidos los **Modos de Falla** por CLASE de EQUIPO, de esta manera:

- *No se pierde tiempo definiéndolas.*
- *No se cae en la trampa de buscar o listar enromes cantidades de modos de fallas asociados a funciones principales y secundarias.*

Se comienza calificando a la FALLA con el MODO DE FALLA, la cual está asociada a las funciones del SISTEMA. Con esto queda contestada la segunda pregunta del **RCM** **¿De qué forma puede Fallar (no ser satisfactorias las funciones)?**

Luego se calificará la Falla con dos niveles, que dan mayor detalle y están orientado al componente (ITEM MANTENIBLE), estos son: **Descriptor de la Falla (mecanismo de falla e la nueva edición de la ISO 14224)** y **Causa de Falla**.

Así la FALLA del Ítem Mantenible queda perfectamente acotada comenzando el análisis por la **Perdida de Función** del sistema calificada por el **Modo de falla**, esto es desde los MACRO al DETALLE. Se parte de la **Función** del equipo, SISTEMA, incrementando en detalle, desde el **Descriptor de la Falla** hasta la **Causa de Falla**.

De esta manera respondemos la tercera pregunta del **RCM**
¿Qué causa que falle?

TAREAS PREVENTIVAS – MÉTODOS DE DETECCIÓN

En esta fase se pretende responder a la pregunta del **RCM** **¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?**

Se elige el método de detección basado en las preguntas del **RCM**

El orden va de lo simple y práctico, (la detección temprana), a lo mas complejo como el cambio en el diseño.

La Norma **ISO 14224** permite elegir las siguientes **acciones**, que están alineadas con las preguntas del **RCM**.

| RCM | NORMA ISO 14224 | MÉTODO DE DETECCIÓN |
|--|--------------------|---|
| SERÁ EVIDENTE A LOS OPERADORES ESTE MODO DE FALLA ACTUANDO POR SÍ SOLO EN CIRCUNSTANCIAS NORMALES. | Observación | Observación debido a controles rutinarios ó casuales del operador por medio de los sentidos (ruidos, olores, humos, pérdidas, apariencia, indicadores locales) |
| | Monitoreo continuo | Fallas reveladas durante un monitoreo continuo de condición de Equipos para un predefinido modo de Falla, ya sea manual ó automáticamente, como termografías, mediciones de vibraciones, análisis de aceite, muestreo |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A CONDICIÓN | Monitoreo periódico | Fallas reveladas durante un monitoreo programado de condición de Equipos para un predefinido modo de Falla, ya sea manual ó automáticamente, como termografías, mediciones de vibraciones, análisis de aceite, muestreo |
| | Inspección | Falla descubierta durante una inspección planificada: inspección visual, ensayos no destructivos |
| ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A REACONDICIONAMIENTO CÍCLICO | Mantenimiento preventivo | Falla descubierta durante el Mantenimiento preventivo, reemplazo ó reparación mayor de un Equipo, mientras se ejecutaba el programa de Mantenimiento preventivo |
| ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A DE SUSTITUCIÓN CÍCLICA | Mantenimiento preventivo | Falla descubierta durante el Mantenimiento preventivo, reemplazo ó reparación mayor de un Equipo, mientras se ejecutaba el programa de Mantenimiento preventivo |
| ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A DE BÚSQUEDA DE FALLOS | Ensayo en funcionamiento | Falla descubierta durante la activación de una función y comparando la respuesta con un estándar predefinido |
| NO HACER MANTENIMIENTO SI NO TIENE CONSECUENCIAS | Mantenimiento correctivo | Falla observada durante Mantenimiento correctivo |
| REALIZAR REDISEÑO | Otros | Otros métodos de observación |

CONCLUSIONES

- La carga de datos parte de una selección de tablas pre establecida, de tal forma que se evitan las ambigüedades en la escritura y se logre CALIDAD en el dato.
- Consolida la Información Histórica con el objeto de:
 - Obtener Indicadores para la Eficiente Administración de un Servicio
 - Desarrollar Base de Datos que permiten Benchmarking Interno o Externo
- La definición que se tome a la hora de diseñar el ordenamiento de la carga de datos, será decisiva para la calidad de los reportes que se obtengan
- El uso de Normas Internacionales reconocidas otorga solidez.
- La simpleza del Procedimiento, hace la carga de datos realizable por cualquier nivel de la Organización del Mantenimiento.
- Para el cálculo correcto de la confiabilidad NO puede separarse el hombre de la máquina, el tratamiento debe ser en conjunto. Se debe adoptar un criterio para ponderar cómo afecta el error humano a la frecuencia de ocurrencia. Esta norma lo tiene en cuenta.

NOTA del Autor: Muchos son los esfuerzos individuales para análisis realizados sobre un mismo tipo de equipos, sus mecanismos de fallas compuestos, sus fallas posibles, normalmente dispersos y aislados.

Conformar una base de datos estructurada como el OREDA, donde puedan compartirse datos, es el principio de la evolución continua hacia nuevos conceptos y desarrollos en las metodologías de detección temprana, mitigación y eliminación de fallas potenciales.

La implementación de una metodología como esta, **debe comprometerse y centrarse** en el exclusivo beneficio del Hombres y su medio, posibilitando ambientes con riesgos cada vez menores.

BIBLIOGRAFÍA

- ISO 14224 Industria de Petróleo y Gas – Recolección e Intercambio de Datos de Confiabilidad y Mantenimiento de Equipos
- SAE – J1739/JA 1011 (FMEA)
- SAE – 1011 Evaluation Criteria for RCM Processes
- OREDA – OFF SHORE RELIABILITY DATA
- RCM John Moubray
- Maintenance Excellence – Optimizing Equipment Life Cycle Cost – John D. Campbell – Andrew Jardine.
- OREDA Offshore Reliability Data 3rd Edition.
- NOTAS de CAMPO tomadas durante los pilotos y pruebas.

E-mail: mtroffe@yahoo.com.ar.

Dirección: Las Acacias 1395 – Cipolletti – CP 8324 – Río Negro -ARGENTINA