



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

ANÁLISIS DE LAS FALLAS, BUSCANDO Y ELIMINANDO LOS MALOS ACTORES

Ing. William M. Murillo

INTRODUCCION

En el desarrollo de los programas de mantenimiento, muchos de los activos tiene un alto nivel de fallas, algunos aparentemente interminables. Un programa de “malos actores” ayuda a reducir el número de fallas durante la implementación de soluciones en un proceso de RCFA.

Los “malos actores” son sistemas y equipos con una gran cantidad de paradas, emergencias y reparaciones que supuestamente no tienen razón de ser y que concentran la mayor cantidad de mano de obra y desgaste en una organización.

El programa de malos actores dentro de una estrategia de confiabilidad se convierte en una filosofía de mantenimiento, liderada por el equipo de confiabilidad que desarrolla los parámetros para determinar cuales son los activos que se encuentran desviados en el desempeño de su función.

DETERMINANDO LOS MALOS ACTORES

Para determinar e identificar la lista de los “malos actores” usando los reportes desde el CMMS, la información de reporte de fallas, llamados de emergencias, las perdidas de producción y los costos de mantenimiento entre otros.

El ingeniero de Reliability determina la confiabilidad para cada sistema y equipo, usando el Mean Time Between Failure (MTBF), el Mean Time To Failure (MTTF), los costos, el numero de fallas y las perdidas de producción en un periodo predeterminado.

Con esta información se realiza el análisis de cuales son los equipo “BAD ACTORS” o malos actores y se determinar las acciones para el mejoramiento.

CASO DE ESTUDIO SISTEMA GENERACION

Para el análisis de malos actores en un sistema de generacion eléctrica se implementa un sistema basado en confiabilidad, con mediciones semanales y mensuales de cada uno de los equipos críticos de los sistemas:

1. Confiabilidad a 30 días: se calcula usando los tiempos entre fallas y el analisis weibull para calcular la confiabilidad de cada equipo.
2. Tiempo Promedio entre fallas MTBF: Este dato se calcula con el Beta y eta del calculo estadistico weibull.
3. Numero de falla por mes: se cuantifica el numero de fallas o trabajos correctivos que el componente tubo en un periodo de tiempo.
4. Costos por repuestos: costos de los repuestos en un periodo de tiempo que fueron utilizados para reparar el activo o equipo.
5. Horas hombre utilizadas. Horas hombre que fueron utilizados en un periodo de tiempo para mantener el activo o equipo.



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

Para el análisis se realiza con los siguientes criterios:

Descripción	Ranking = 1	Ranking = 0.7	Ranking = 0.3
Reliability (R)	$\geq 80\%$	$60\% \leq R < 80\%$	$\leq 60\%$
MTBF (días)	≥ 180	$30 \leq \text{MTBF} < 180$	≤ 30
Fallas / año	≤ 4	$4 < \text{Fallas} < 12$	≥ 12
Costo Repuestos (US\$)	≤ 5.000	$5.000 < \text{Costo} < 10.000$	> 10.000
Horas Hombre (Horas)	≤ 128	$128 < H < 240$	≥ 240

Tabla 1: tabla de ranking para el caso de estudio.

Con la tabla 1 se realizó el ranking de los principales equipos y sistemas para identificar los malos actores y la tabla 2 muestra la evaluación final del producto de multiplicar los diferentes ranking.

Status total	Ranking
Bueno	$\geq 16.8\%$
Regular	$0.3\% < \text{ST} < 16.8\%$
Malo	$< 0.3\%$

Tabla 2: Evaluación del ranking.

Determinando los rangos de criticidad, se establece zonas de medición y con la suma de las criticidades por área y se llega al 10% de los sistemas identificados como malos actores.

CALCULO DE CONFIABILIDAD (RELIABILITY) SISTEMA GENERACION

EQUIPO	BETA	ESCALA	MTBF [dais]	RISK ABERNETHY	TIEMPO ÓPTIMO MTTO [dais]	PROXIMA FALLA [dais]	FALLAS / MES ESPERADAS	TIPO FALLA DE
MOTOG EN 1	2.037	41.7	36.94	7.5	5.4	2	18.4	ALTO DESGASTE
MOTOG EN 2	1.22	29.3	27.45	13.3	3.6	4	8.4	DESGASTE USO
MOTOG EN 3	1.39	17.3	15.79	19.3	1.8	2	12.3	DESGASTE USO
MOTOG EN 4	0.99	42.1	42.28	8.6	N/A	4	6.9	ALEATORIA
MOTOG EN 5	0.747	181.57	182,03	5.24	N/A	20	5.4	INFANTIL
MOTOG EN 6	1.2	35.8	33.68	13.6	4.8	1	22.5	DESGASTE USO



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

MOTOG EN 7	1.05	20.6	20.20	20.3	7.2	3	8.6	DESGASTE USO
PROMEDIOS	N/A	N/A	39.11	23.39	5.7	3.14	11.79	N/A

Tabla 3: resumen de cálculos de confiabilidad.

Analizando la tabla 3 se encuentra que el equipo más confiable es el Motogenerador 5 y el menos confiable es el Motogenerador 3.

El Risk Abernethy se calcula para una rata de uso de 60 días y mantenimiento con reemplazo en un 25% (bujías, filtros, otros) para los mismos 60 días; el equipo con mayor riesgo es el Motogenerador-7 y el de menor riesgo Motogenerador -5.

El de mayor fallas es el Motogenerador -6 con 22.5 fallas por mes.

El cálculo del tiempo óptimo de mantenimiento se realiza usando los costos del mantenimiento planeado de US\$ 60.00, el costo correctivo US\$3.500.00 y el valor de confiabilidad.

El promedio para todas las máquinas de tiempo óptimo de mantenimiento es de 5.7 días para un mínimo de 1.8 días y un máximo de 7.2 días.

El promedio de MFBF es de 39 días.

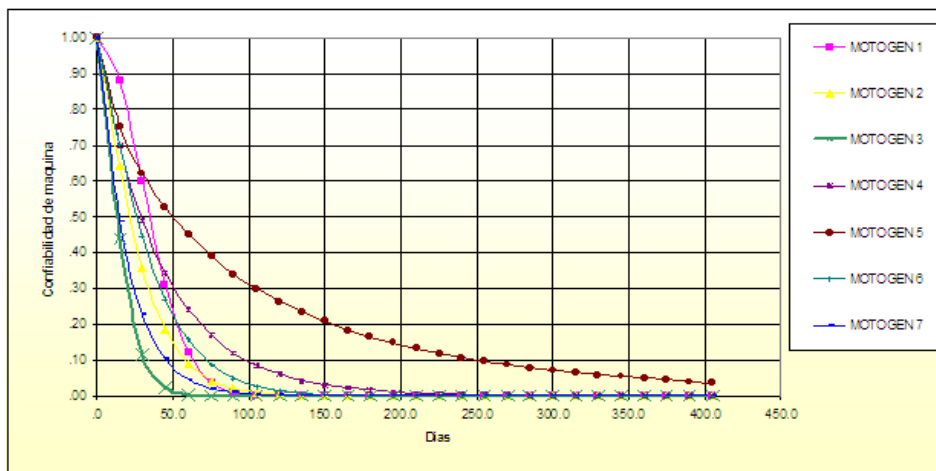


Figura 1: curva de confiabilidad vs. tiempo en días

Con los cálculos de confiabilidad de la tabla 3 y los costos del mantenimiento se completa la información requerida para la tabla de los malos actores.

Los equipos que se encuentran en status total, como Actor **malo**, de características de mantenibilidad y costos fuera del rango normal, se debe implementar el cambio de sus estrategia de mantenimiento y operación.



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

Equipos	Confiabilidad 30 días [%, R]	MTBF [Días]	Fallas ocurridas por año [Fallas]	Costos Repuestos [US\$]	Costos Horas Hombre [US\$]
Motogenerador 1	61.2	37	25	\$ 10,779	196
Motogenerador 2	37.3	27	23	\$ 16,800	425
Motogenerador 3	12	16	28	\$ 8,223	326
Motogenerador 4	51.2	42	18	\$ 6,806	189
Motogenerador 5	81.3	182	4	\$ 8,066	105
Motogenerador 6	47.5	34	37	\$ 5,906	198
Motogenerador 7	26.4	20	30	\$ 14,242	341

Tabla 4: información básica para el cálculo.

Así como se calcula para un sistema de generación, también se puede calcular para el resto de los equipos de una planta de procesos, separados por sistemas.

Equipos	Ranking confiabilidad	Ranking MTBF	Ranking Fallas ocurridas	Ranking costos repuestos	Ranking Costo HH	Ranking Total	Actor
Motogenerador 2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.24%	Malo
Motogenerador 7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.24%	Malo
Motogenerador 3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.3	0.57%	Regular
Motogenerador 1	0.7	0.7	0.3	0.3	0.7	3.09%	Regular
Motogenerador 4	0.3	0.7	0.3	0.7	0.7	3.09%	Regular
Motogenerador 6	0.3	0.7	0.3	0.7	0.7	3.09%	Regular
Motogenerador 5	1	1	1	0.7	1	70%	Bueno

Tabla 5: tabla final del análisis.

Se determina que el motor 2 y 7 son los equipos de más bajo rango en el ranking y es de alta prioridad cambiar la forma estratégica de realizar el mantenimiento de estos equipos.

ESTRATEGÍA PARA MANTENIMIENTO SISTEMA GENERACION

1. Realizar una inspección de 2 horas en cada moto generador cada 7 días, donde se inspeccione con parada de motor: gobernador, baterías, filtros, regulador.
2. El motogenerador 1, presenta un tipo de falla por alto desgaste que indica un mantenimiento de overhaul mayor.
3. Los motogeneradores 2,3,6,y 7 están en falla por desgaste de uso, lo que indica muchas fallas mecánicas (como fatiga, desgaste, corrosión y erosión). que ocurren dentro del ciclo de vida,



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

4. El motogenerador 5 presenta falla infantil indicando fuerzas inadecuadas, presiones ocultas, problemas de desensamble, problemas de control de calidad, problemas de over hauls o de fallas en componentes eléctricos.
5. El motogenerador 4 presenta fallas aleatorias que indican falla independiente del tiempo por errores de mantenimiento / errores humanos, fallas debido a naturaleza, daños u objetos desconocidos o rayos.

CAMBIO ESTRATEGICO

Para diseñar el cambio estratégico en la mantenibilidad y operación en los malos actores se recomienda el diseño del proceso de optimización para el mejoramiento del mantenimiento.

Esta técnica fue desarrollada por HSB Reliability Technologies (www.hsbrt.com) en el año 2002 como una propuesta para la estandarización de las operaciones del mantenimiento.

El Total Plant Reliability (TPR) es la segunda generación del concepto del Total Productive Maintenance (TPM), enfocada en el Empoderamiento, Gerencia del activo, Mantenimiento preventivo y el Reliability Balanced Scorecard (RBS) a través de la medición de 4 grupos: financiero, procesos, aprendizaje y cliente, esta medición determinan los grados de crecimiento y seguimiento de las estrategias del mantenimiento.

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS

Descripción de cada uno de los conceptos integrados en el TRP.

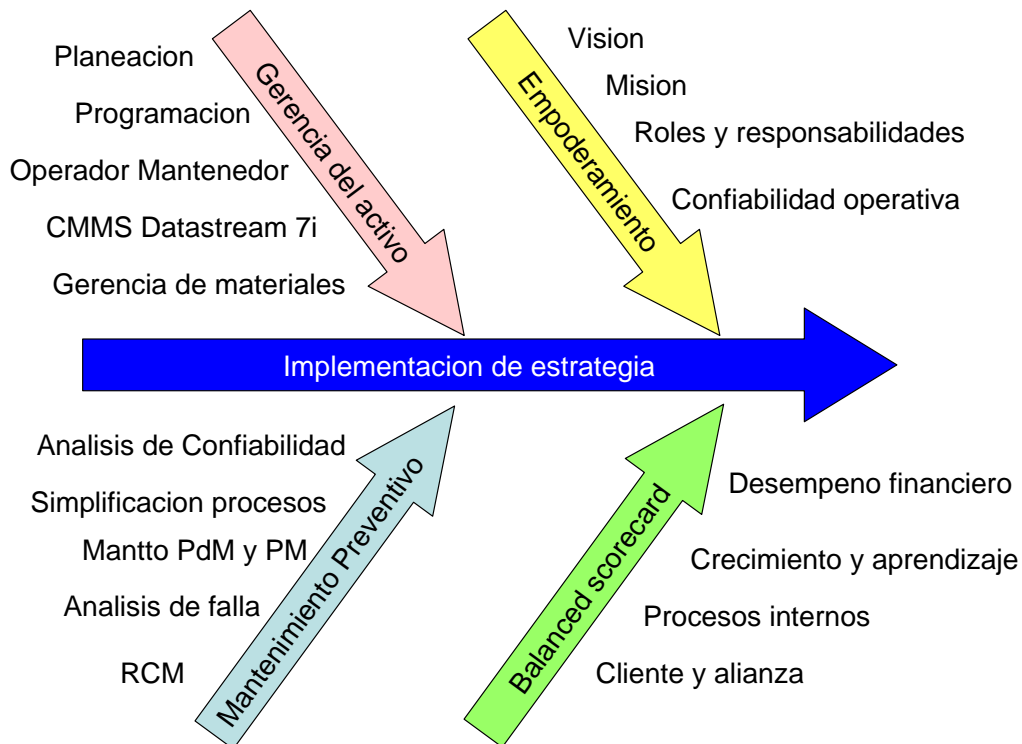


Figura 2: Total Reliability Plant.

La practica del TRP esta basada en cuatro pilares:

1. Gerencia del activo
2. Empoderamiento
3. Mantenimiento preventivo
4. Cuadro de Balance

El TRP esta focalizado en eliminar las ocho grandes áreas de las causas de las pérdidas que incluyen: Ajuste en producción.

1. Perdidas normales de producción.
2. Pérdidas de producción anormales.
3. Fallas en equipos.
4. Defectos en Calidad.
5. Fallas de proceso.
6. Reprocesos
7. Shutdowns.

Los potenciales de AHORROS de los costos del mantenimiento utilizando la estrategia focalizada en se describen en la figura 2.

COSTOS DEL MANTENIMIENTO VS CONFIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD

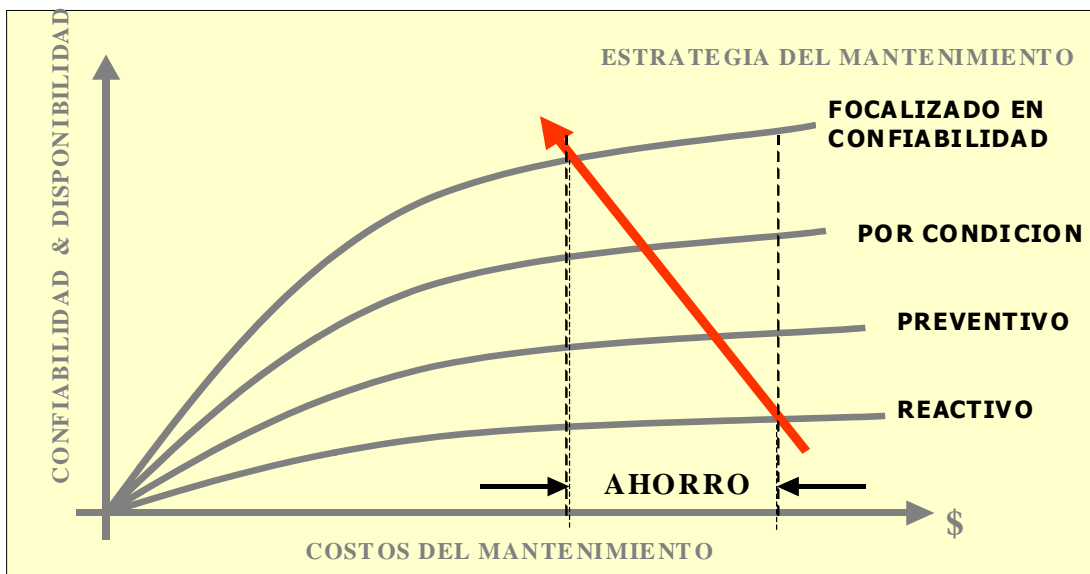


Figura 3: Gap de ahorros dependiendo la estrategia de mantenimiento.

Cuadro de balance basado en confiabilidad.



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rcmingeneria@emcali.net.co

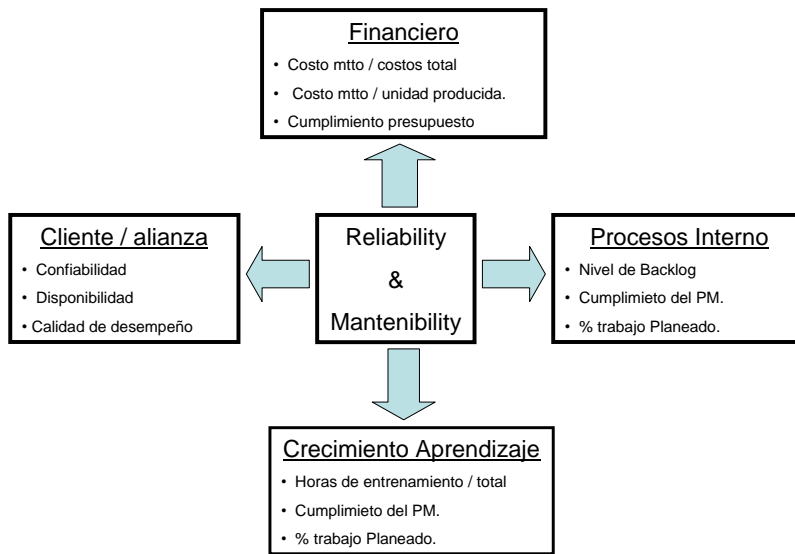


Figura 4: Reliability Balanced Scorecard

CREACION DEL MANTENIMIENTO IDEAL

Los fundamentos de la optimización de las rutinas de mantenimiento están basadas en los cálculos de confiabilidad por componentes, equipos y sistemas utilizando la herramienta estadística Weibull. La secuencia del diseño de la "Mantenimiento Ideal" se muestra en la figura 4 que inicia con la información de mantenimiento

Implementación del Proceso de Confiabilidad

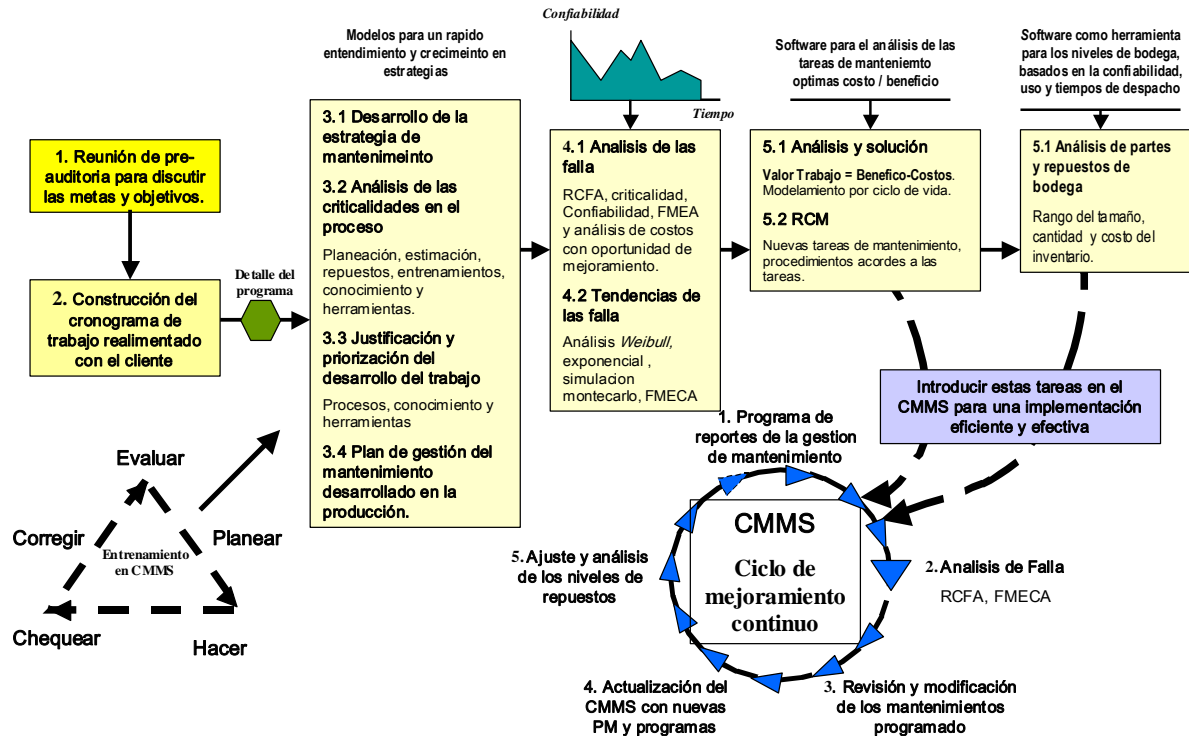


Figura 5. Implementación de un proceso basado en confiabilidad.

Encontrando la lista, la herramienta primaria para el proceso es el RCFA, acompañada del Análisis y la implementación de las recomendaciones, y como segunda herramienta el programa PM Optimisation (RCM aplicado a la revisión de las tareas mantenimiento que se encuentran en uso).

CONCLUSIONES

El programa de los “malos actores” y eliminación de ellos con el análisis de la falla puede dar excelentes resultados en corto plazo, aumentando la disponibilidad e incrementando la productividad y disminuyendo los costos del mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O' CONNOR, PATRICK. Practical Reliability Engineering, John Wiley & Sons
- [2] MIL-STD-1629A. Procedures for Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis - Revision A.
- [3] The new Weibull handbook 4th by R. B. Abernethy. 1996.
- [4] <http://www.hsbrt.com>



SERVICIOS DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Tel. 572 315 315 8970, Cali e-mail: rmingeneria@emcali.net.co

[5] International Maintenance Congress dic 5-7 2004 (IMC 2004), Bonitas Sprint, florida USA.