

**ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA
MAQUINARIA EN LA LINEA DE PULIDO DE VIDRIO DE LA EMPRESA
VITRINAS PÁRAMO ORTEGA.**

MARÍA GABRIELA MAGO, OSWALDO PÁEZ Y JOHANN RODRÍGUEZ.
UNIVERSIDAD LIBRE, FACULTAD DE INGENIERÍA, PROGRAMA DE
MECÁNICA, SECCIONAL BOGOTÁ.

Av. 70 No. 53 – 40. PBX. 4232700 Ext. 1868

E. Mail: mariag.magor@unilibre.edu.co –

sergios.paramoo@unilibrebog.edu.co Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen del trabajo:

El tema de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) se ha venido implementando de muchas maneras y en distintas industrias, debido a que es una metodología que sigue en auge y consiguiendo fuerza día a día en la industria a nivel mundial, porque permite prevenir fallas, mejor conocimiento de los activos que se puedan manejar, contextos operacionales que indican criticidad en los equipos y procesos asociados, entre otras que a simple vista se denotan cómo actividades sencillas y cotidianas para los administradores de estos sectores industriales. Pero no es siempre así, no es tan sencillo, porque esta metodología lleva muchos años desarrollándose, por lo cual su desarrollo viene de la mano con grandes experiencias, en distintas áreas, además de ser un proceso metodológico y organizado que permite demostrar cuan efectivo ha sido desde el principio y que aún continúa siéndolo. Su aplicación es dinámica y puede adaptarse a los nuevos sistemas.

En este trabajo se demuestra que una empresa de producción pequeña puede adoptar esta metodología y aplicarla de una manera efectiva, ya que se desarrollan técnicas de caracterización, identificación, mitigación, de los fallos que se puedan presentar en medio de la operación. También se analizan fallas que sucedieron en los activos antes que se empezara a implementar esta técnica, así como también, las que se presentaron durante el proceso.

El estudio se complementa con un análisis financiero que permite clarificar y evaluar que la inversión en mantenimiento, no es solamente gasto, por el contrario, al aplicar procedimientos teóricos, con procesos analíticos de estudio, se llegan a volver más eficientes los procesos y los equipos. Además de determinar el ROI (Retorno de la inversión), Correspondiente al proyecto demostrando con cifras la retribución económica que genera un plan de mantenimiento para este sector de manera específica.

Este proyecto se lleva a cabo para realizar un análisis con el fin de implementar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para la

empresa Vitrinas Páramo Ortega, para garantizar que en esta empresa los recursos disponibles y los activos que allí se manejan en el área de pulido de vidrio sean más eficientes.

Introducción.

El RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad por su traducción del inglés reliability centered maintenance) es una estrategia para el mantenimiento, que desde que se ha implementado ha dejado reflejar una gran cantidad de resultados positivos en distintos sectores de la industria en donde se ha aplicado, tomando como ejemplo y referencia el sector aeronáutico, energético (petrolero, hidroeléctrico, nuclear) y minería principalmente. Ahora bien, se ha demostrado que la estrategia de mantenimiento funciona y se ha querido llevar a sectores que no tengan tanto auge y que su implementación pueda ser más sencilla, pero igualmente efectiva.[7]

El principal problema que encuentran las industrias y el por qué se busca implementar esta metodología de RCM2 es principalmente la prevención, identificación y la mitigación de posibles fallas que puedan presentar los activos en distintos ámbitos de trabajo para evitar accidentes, paradas no programadas, pérdidas y detenciones en la producción que se traducen directamente en costos monetarios.

En este trabajo se demuestra que una empresa de producción pequeña puede adoptar esta metodología y aplicarla de una manera efectiva, ya que se desarrollan técnicas de caracterización, identificación, mitigación, de los fallos que se puedan presentar en medio de la operación. También se analizan fallas que sucedieron en los

activos antes que se empezara a implementar esta técnica, así como también, las que se presentaron durante el proceso.

El estudio se complementa con un análisis financiero que permite clarificar y evaluar que la inversión en mantenimiento, no es solamente gasto, por el contrario, al aplicar procedimientos teóricos, con procesos analíticos de estudio, se llegan a volver más eficientes los procesos y los equipos. Además de determinar el ROI (Retorno de la inversión), Correspondiente al proyecto demostrando con cifras la retribución económica que genera un plan de mantenimiento para este sector de manera específica. A continuación de muestra en la Figura 1, uno de los equipos de la empresa caso estudio.



Fig. 1 Vista Lateral de la Pulidora Rectilínea

Luego, en la tabla I se realiza la jerarquización de equipos de este activo y sistemas, subsistemas e ítem reparables. A continuación lo indicado:

Tabla I. Jerarquización de equipos

Activo	Sistema	Sub Sistema	Ítem Reparable
Pulidora Rectilínea Enkong ZM9	Eléctrico	Alimentación	• Motores
		Control	• Tablero de control • Disyuntor
		Seguridad	• Relés • Indicadores
	Mecánico	Transmisión	• Rodamientos • Ejes • Engranajes
		Bandas transportadoras	• Bandas • Caja de regulación de velocidad de bandas
		Sistema de sujeción de vidrio	• Dial de control de espesor de sujeción • Bandas de sujeción
		Pulido	• Piedras de pulido • Dial de altura de piedras • Motores
	Hidráulico	Bomba recirculación de Agua	• Filtros • Mangueras • Válvulas
		Bomba de recirculación de Óxido de Cerio	• Filtros • Mangueras • Válvulas

Fuente: Autor, 2016.

Caracterización de los activos

Como caracterización de los activos se debe entender que es una codificación propia que se le da a un equipo dentro de la empresa en la cual cumple su funcionamiento, como base de la codificación se deben usar nombres que estén en la jerga popular de los operarios de la empresa. Ahora bien como se expresa en la jerarquización de equipos los mismos se dividen en sistemas, sub sistemas y componentes, teniendo en cuenta esto se procede a hacer la caracterización en base a la jerarquización y usando una combinación alfa-numérica así:

- Los equipos se codifican de 5 letras
- Los sistemas se codifican con 3 letras

- Los subsistemas se codifican con 3 letras después de un guion (-)
- Los ítems reparables se codifican con un número.

A continuación en la tabla II se muestra esta caracterización.

Tabla II. Caracterización de los sistemas y sus componentes.

Ítem	Caracterización
Pulidora Rectilínea ENKONG ZM9	PRZM9
Pulidora tipo Pulpo	PULPO
Sistema Eléctrico	ELE
Sistema Mecánico	MEC
Sistema Hidráulico	HID
Sistema Neumático	NEU
Alimentación	ALI
Control	CON
Seguridad	SEG
Transmisión	TRA
Bandas transportadoras	BAN
Sistema de sujeción de vidrio	SUV
Pulido	PUL
Bomba recirculación de Agua	BRA
Bomba de recirculación de Óxido de Cerio	BRO
Sistema de pulido de vidrio Redondo	PVR
Depresor	DEP
Motores pulidora rectilínea	1-9
Tablero de control	10
Disyuntor	11
Relés	12
Indicadores	13
Rodamientos	14
Ejes	15
Engranajes	16
Bandas	17
Dial de Regulación de velocidad de bandas	18

Fuente: Autor, 2016.

Después de realizar la caracterización anterior, se lleva a cabo el análisis de falla y el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) correspondiente. En la tabla III indicada a continuación se muestra el análisis de fallas:

Tabla III. Análisis de fallos.

Falla Funcional	Modo de fallo	Efecto del fallo
Pulido de vidrio en mal estado (despicado o roto)	-Falla en los motores -Falta de agua en el proceso -Falla en el sistema de sujeción -Velocidad inadecuada de las bandas -Desniveles -Piedras de pulido dañadas	El proceso no se completa, hay que reprocesar o cambiar el elemento a pulir.

Fuente: Autor, 2016

Luego, en las tablas IV y V se muestran las actividades de mantenimiento requeridas por los activos, así como también el presupuesto global de mantenimiento:

Tabla IV. Actividades de mantenimiento Preventivo y Predictivo

Activo	Actividad		Descripción de tareas	Recursos			Ejecutado por	Frecuencia de tarea
	Prev	Pred		H	M	Tipo		
PRZM9	X		Engrase bandas de sujeción.	X	X	Grasa de litio	Operario	Mensual
PRZM9	X		Lubricación caja de regulación de velocidad de bandas.	X	X	Grasa para transmisión automática (SAE 20).	Operario	Trimestral
PRZM9	X		Cambio de piedras de pulido (Diamantadas)	X	X	Repuestos	Técnico/Operario	Bianual
PRZM9	X		Cambio de piedras de pulido (resina)	X	X	Repuestos	Técnico	Bianual
PRZM9	X		Cambio de piedras de pulido (Brillo)	X	X	Repuestos	Técnico	Semestral
PRZM9	X		Cambio de piedras de pulido (Felpo)	X	X	Repuestos	Técnico	Bimestral
PRZM9	X		Cambio de bandas de transporte	X	X	Repuestos	Operario	Bianual
PRZM9	X		Inspección de rodamientos	X			Operario	Semestral
PRZM9	X		Cambio de mangueras y acoples	X	X	Repuestos	Operario/Técnico	Bianual

Fuente: Autor, 2016.

Tabla V. Presupuesto global de mantenimiento

Inversión	Financiador		Total
	Empresa	Investigador	
Recurso humano	0	0	0
Insumos (papelería)	\$ 16.700	0	\$ 16.700
Compra de repuestos	\$4'071.900	0	\$ 4'071.900
Mantenimientos preventivos	\$ 316.000	0	\$ 316.000
Total			\$3'171.900

Fuente: Autor, 2016.

Teniendo en cuenta que las pérdidas durante un año fueron:

1. Falla en el depresor, equipo fuera de servicio por 30 horas, afectando 2 días de producción, dejando de producir \$ 576.000 (asumiendo 8 horas de trabajo diarias).
2. Daño en el sistema de sujeción, equipo fuera de servicio por 2 horas, dejando de producir \$ 368.000.
3. Bomba de agua falla, equipo no funciona, el activo dura 27 horas fuera de servicio dejando de producir \$ 2'944.000 (asumiendo 8 horas de trabajo diarias).
4. Falla de rodamiento en el motor #5, equipo 6 horas inactivo, dejando de producir \$ 1'104.000

De acuerdo a los cálculos realizados anteriormente, el total de los costos en el año corresponden:

\$ 4'992.000 (valor dejado de producir por las fallas) + \$ 1'820.400 (reparaciones) = \$ 6'812.400

Se determina que la ganancia neta descontando los gastos implicados en la operación es de aproximadamente \$ 68.160 (42.6%). Asumiendo que la ganancia máxima posible es de \$160.000.

Gain of investement: (costos totales x ganancia neta) + (reparaciones)

$(\$ 6'812.400 \times 0.426) = \$ 2'902.082 + \$ 1'820.000$
 $= \$ 4'722.082$

Cost of investement $\$3'171.900$

ROI= (Gain form Investement-Cost of Investement)/Cost of Investement

$ROI = (\$ 4'722.082 - \$3'171.900) / \$3'171.900$

$ROI = 0.488 \times 100 = 48.8\%$

Conclusiones

Es muy importante la jerarquización de los activos, esto permite observar de una manera clara el sistema, al desglosarlo se busca conocer el sistema más a detalle, facilitando la identificación de posibles modos de fallo.

El AMEF es una herramienta muy importante, ya que permite analizar los sistemas y su fallas de una manera metódica y organizada, además de permitir la cuantificación del riesgo que puede presentar un modo de falla y así contrarrestar los modos de falla con un orden previo.

El RCM2 es una metodología que está apoyada en muchas teorías que se han desarrollado a través de los años, además de aplicarse a muchos campos de acción distintos. Aunque la historia ha demostrado que el auge que esta técnica ha tenido se viene desarrollando principalmente en industrias aeronáuticas y del sector energético, no deja de lado mostrar su expansión y avance en otros sectores de la industria permitiendo que se

aplique en la mayoría de los casos y obteniendo resultados positivos debido a su versatilidad.

Este proyecto fue posible identificar las causas potenciales de las fallas y se mitigaron las mismas, permitiendo que los activos estuvieran en menor riesgo de falla.

El ROI permite evidenciar que mejoran los ingresos de la empresa en una cifra significativa.

Bibliografía

- [1].Ing. Mora, Luis Alberto. Mantenimiento. planeación, ejecución y control. 2010.
- [2].Smith, Anthony M; Hinchcliffe, Glenn R. RCM- Gateway to World Class Maintenance. Consultado y leído en línea (<http://sibulgem.unilibre.edu.co:2058/lib/ibliounilibre/reader.action?docID=10169844>). 2004.
- [3].Ing. Murillo, William M. IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) EN PLANTA ALIMENTOS.
- [4].Murillo Rocha, Gerardo. PLAN DE IMPLANTACIÓN GENERAL DEL RCM.
- [5].Rojas Barahona, Randall. PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN

CONFIABILIDAD (RCM) PARA PLANTAS DE CONCRETO EN PROYECTOS DEL ICE. Proyecto final de graduación presentado como requisito parcial para optar por el título de master en administración de proyectos, universidad para la cooperación internacional (uci), San José, Costa Rica año 2010.

[6]. Ing. Troffé, Mario. ANÁLISIS ISO 14224 /OREDA. RELACIÓN CON RCM-FMEA.

[7]. Barros Chaparro, David Jesús; Valencia Ochoa, Guillermo; Vargas Henríquez, Lisandro. Implementación del RCM II en planta de producción de lingotes de plomo. 2014.

[8]. Moubray, John. (2000) RCM2. Reliability Centered Maintenance

[9]. Mascarel Gurumeta, Eduardo. (2007) Reliability Centered Maintenance (RCM)

[10]. OREDA. Offshore Reliability data handbook (base de datos de consulta). 2002.

Hoja de Vida

María Gabriela Mago Ramos: es ingeniera electricista. Tiene una Maestría en Ingeniería Industrial y otra en Ingeniería Eléctrica, además de un Doctorado en Ingeniería. Tiene amplia experiencia laboral en distintos sectores productivos en Mantenimiento y Operaciones. Actualmente, se desempeña como docente de Jornada Completa en la Universidad Libre. Es investigador(a) Asociado en COLCIENCIAS. Correo: mariag.magor@unilibre.edu.co. Telf. (+57)3167875313.

Sergio Steven Páramo Ortega: ingeniero mecánico. Correo: sergios.paramoo@unilibrebog.edu.co. Telf. (+57) 3157547282.

1. Nombre del autor(es): María Gabriela Mago Ramos.
2. Teléfono
 - a. Celular: (+57)3167875313
3. Dirección del autor(es)
 - a. Oficina: Universidad Libre.
 - b. E. mail: mariag.magor@unilibre.edu.co
 - c. Ciudad: Bogotá
 - d. País: Colombia.