

APLICACIÓN DEL MODELO DE CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA (Procesos Industriales)

APPLICATION OF THE CRITICALITY MODEL IN THE MAINTENANCE OF EQUIPMENT IN A PALM OIL EXTRACTION PLANT (Industrial processes)

Javier Chacha Coto Javier¹, Abelardo Jesús Zavala Kú²,
Gabriela Guadalupe Huitz Chan³, Liliana Esther Olivares Sosa⁴

¹Maestro en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Campeche, Departamento de Ingeniería Industrial. javier.cc@campeche.tecnm.mx 9811337477 Andador las Palmas No. 43 entre andador ciruelos y circuito este, unidad habitacional fovissste Belén, C.P. 24050 San Francisco de Campeche, Campeche.

² Maestro en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Campeche, Departamento de Ingeniería Industrial. abelardo.zk@campeche.tecnm.mx 9811080453 Calle 101 Mz. H No. 7 Infonavit Mártires del Rio Blanco C.P. 24024 San Francisco de Campeche, Campeche.

³Maestra en Ciencias. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Campeche, Departamento de Química y Bioquímica. gabriela.h@campeche.tecnm.mx 9811016398 Calle vigésimo novena Mz 102 Lt 25 Colonia Siglo XXI C.P. 24073 San Francisco de Campeche, Campeche.

⁴Química Farmacéutica Bióloga. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Campeche, Departamento de Ciencias Básicas. liliana.os@campeche.tecnm.mx 9811331110 Calle 14 No. 133 entre calle 53 y 55 Colonia Centro C.P. 24000 San Francisco de Campeche, Campeche.

Resumen -- Este trabajo presenta un sistema de información de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo relacionado con los datos obtenidos a partir de una Matriz de Criticidad cuyos parámetros fueron basados en el historial de intervenciones de mantenimiento y la observación visual y auditiva de los equipos tales como: Básculas mecánicas, Malacates, Tolvas y Esterilizadores. El análisis de Criticidad determinó tendencias de mantenimiento preventivo y predictivo para los pares “Básculas mecánicas, Malacates” y “Tolvas Esterilizadores”, respectivamente, estableciéndose de esta manera un sistema de planeación de mantenimiento preventivo para Tolvas y Esterilizadores mediante el diseño, elaboración y alimentación de datos al sistema de información que anticipa el control previsorio sobre las acciones del departamento de mantenimiento y producción. Estas acciones generan beneficios tales como la disponibilidad y seguridad de la planta de equipos, mejora en la calidad de los productos, un mejor registro con capacidad de información de primera mano sobre las condiciones de la maquinaria, una buena capacidad en cantidad y calidad de actividades de mantenimiento, optimización en el manejo de partes de reparación, mejoras del diseño de equipos, lo cual conduce a reducción de costos por mantenimiento.

Palabras Clave: Fallas, Planeación, Mantenimiento, Matriz de criticidad.

Abstract -- This work presents an information system of preventive, predictive and corrective maintenance related to the data obtained from Criticality Matrix whose parameters were based on the history of maintenance interventions and the visual and auditory observation of equipment such as Mechanical scales, Winches, Hoppers and Sterilizers. Criticality analysis determined trends of preventive and predictive maintenance for the pairs “Hoppers, Sterilizers” and “Mechanical scales, Winches”, respectively, establishing in this way a preventive maintenance planning system for Hoppers and Sterilizers through the design, elaboration and data feed to the information system that anticipates the planned control over the actions of the maintenance and production department. These actions generate benefits such as the availability and safety of the equipment plant, improvement in the quality of the products, a better register with the capacity of first hand information on the conditions of the machinery, a good capacity in quantity and quality of maintenance activities, optimization in the handling of repair parts, improvements in the design of equipment which leads to reduction of costs for maintenance.

Key words – Criticality matrix, faults, planning. Maintenance.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se realizó en OLEOFINOS del Carmen S.A de C.V., empresa dedicada al procesamiento de palma para la producción de aceite vegetal. La necesidad de actualizar y tecnificar el departamento de mantenimiento lleva a la obligación de crear un sistema de control, que haga

posible intervenir de manera adecuada y efectiva en los procesos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.



Figura 1. Localización de la Planta extractora de aceite Oleofinos del Carmen.

En la planta Oleofinos del Carmen, existen jornadas de mantenimiento que se basan en la limpieza de equipos, verificaciones e inspecciones, pero la mayoría no se realiza en el tiempo estipulado generando fallas ocultas, daños inesperados y mantenimientos correctivos.

Las fallas más urgentes que ocurren son resueltas de inmediato por los mecánicos presentes, dos por turno dependiendo de cómo afecte la falla el proceso de producción, es decir, si el daño detiene la producción debe operarse inmediatamente, pero si aun así es urgente y la tarea puede esperar el final de la jornada, la operación se realiza en turno nocturno junto con las demás tareas de inspección o mantenimiento programado para todos los días. Puesto que es necesaria la contratación de horas extras al personal o de técnicos especializados que resuelvan el problema, para este estudio se han seleccionado los siguientes equipos: Báscula mecánica, Malacate, Tolva, Esterilizador; los cuales son equipos fundamentales en los procesos de producción de aceite en la planta.

Dentro de las limitaciones se pueden considerar los problemas en el sistema de información de la planta, pues se ha observado lo siguiente: el soporte informático es llevado sin el uso de algún programa o software adecuado y se presenta en hojas de cálculo sencillos que asigna tablas.

Para cada equipo; en ellas pueden leerse datos tales como especificaciones de la máquina, hoja de vida distribuida en las últimas acciones realizadas, y descritos en forma poco clara y con muchos datos faltantes.

Los inconvenientes presentados se dan al intentar definir con exactitud qué operación se realizó y cuales implementos se utilizaron.

DESARROLLO

Al analizar el estado actual del desempeño del Departamento de mantenimiento se encontró que no existe un programa de mantenimiento adecuado para los equipos de la planta. Se ha reconocido que el diagnóstico brinda conciencia a la dirección acerca de la problemática y el cumplimiento de las tareas del área y las repercusiones que pueden acarrear la falta de organización y planeación de los procesos de mantenimiento tanto predictivos como correctivos; por tal motivo se requiere la tecnificación y organización del departamento de mantenimiento, cimentando parámetros que encaminen a una proyección real y futura de la planeación y programación sobre la atención a equipos.

La presentación del estudio de criticidad arroja resultados relevantes, frente a la necesidad de implementar planes de mantenimiento específicos para cada equipo, y guiando a la empresa a una confiabilidad superior en su parque de maquinaria aumentando las expectativas de eficiencia en la producción.

El estudio debe desarrollarse por secciones y los valores de puntuación para cada tema deben asignarse de acuerdo con los topes establecidos por norma, basados en la influencia directa de los equipos en la producción, los límites de costos para repuestos o reparaciones, así como la confiabilidad de cada máquina basados en la hoja de vida.

En concordancia con los objetivos trazados por el proyecto. Se hace necesario el desarrollo de un plan de mantenimiento que haga sostenible la idea de mejoramiento en la producción a partir del departamento de mantenimiento y sus acciones. Por tal motivo se propone una técnica especializada (estudio de criticidad) que ayude a resolver esta problemática.

Tabla 1. Variables aplicadas en el estudio de criticidad.

Frecuencia de fallas: (FF)		Costo de mantenimiento: (CM)	
➤ Pobre mayor a 4 fallas por año:	4	➤ Mayor o igual a \$60000 :	2
➤ Promedio 2-3 fallas por año:	3	➤ Inferior a \$20000:	1
➤ Buena 1-2 fallas por año:	2		
➤ Excelente menos de 1 falla por año:	1		
Impacto Operacional: (IO)		Impacto seguridad ambiente e higiene: (ISAH)	
➤ Parada de toda la planta:	10	➤ Afecta la seguridad humana: tanto externa como interna y requiere la notificación agentes internos y externos de la organización.	8
➤ Parada del sistema o sección: Y Tiene repercusión en otros sistemas.	7	➤ Afecta el ambiente e: Instalaciones.	7
➤ Impacta niveles de inventario:	4	➤ Afecta las instalaciones: Causando daños severos.	5
➤ No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	➤ Provoca daños menores:	3
		➤ No provoca ningún daño a: personas ambiente o instalaciones	1
Flexibilidad Operacional: (FO)			
➤ No existe opción de producción: ni repuesto disponible para Compra.	4		
➤ Hay opción de fabricación del: Repuesto.	2		
➤ Repuesto disponible en almacén:	1		

Entonces el producto final que desea hallarse es la criticidad que proviene de la operación:

$$\text{Criticidad total} = \text{FF} \times \text{consecuencias (CC)}$$

Ec. (1)

$$\text{CC} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISAH}$$

Ec. (2)

A cada uno de los equipos a estudiar debe asignarse una calificación correspondiente a cada factor, y el valor final de criticidad usando las ecuaciones anteriores, al igual que las columnas de frecuencia y consecuencia para desarrollar la matriz de criticidad la cual ayuda a determinar la tendencia de mantenimiento aplicable a cada equipo.

En la tabla 2. Puede verse un modelo de la matriz de criticidad. [1]

Tabla 2. Matriz de Criticidad.

		MC	MC	C	C	C
FF	4	MC	MC	MC	C	C
	3	NC	NC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C
	1	10	20	30	40	50
		CT				

Esta matriz señala la dependencia de la Frecuencia (FF) como función de la Consecuencia (CC) y en ella se plasma el grado de criticidad de los mantenimientos, según como se describe a continuación:

MNC: Mantenimiento no crítico

MMC: Mantenimiento medianamente crítico

C: Mantenimiento crítico

Las zonas señaladas por colores designan la aplicación de operaciones con determinadas tendencias; el área en blanco representa un mantenimiento predictivo, el color amarillo denota un mantenimiento preventivo y el color rojo simboliza un mantenimiento correctivo.

Usando esta metodología es posible desarrollar un programa de mantenimiento apegado a una realidad de acorde al desempeño real de los equipos y que por lo tanto va a repercutir de manera positiva en la productividad.

Usando el concepto de criticidad, se va a diseñar un programa de mantenimiento que sea capaz de operar, almacenar, procesar, y presentar datos en forma oportuna para la operación de los procesos de mantenimiento, para eficientar los procesos administrativos que ayuden a la toma de decisiones en los procesos de mantenimiento para equipos claves en la extracción de aceite.

Para este estudio, se han seleccionado los siguientes equipos: Báscula mecánica, Malacate, Tolva y Esterilizador.

Como primer paso, cada uno de los equipos debe ser inspeccionado físicamente, junto con el análisis de los datos plasmados en las bitácoras de operación de cada equipo, así como la recuperación de datos de placa. En este análisis se deben obtener la calificación de los rubros señalados en la Tabla 1; estos son: Frecuencia de fallas (FF), Costo de mantenimiento (CM), Impacto Operacional (IO), Impacto seguridad ambiente e higiene (ISAH) y Flexibilidad Operacional (FO).

Con estas ponderaciones obtenidas en cada rubro para cada equipo a estudiar, es posible aplicar la Ecuación (1) y la Ecuación (2) para la obtención de las Consecuencias (CC) y así aplicar la matriz de criticidad FF vs CC de la Tabla 1 que va a permitir clasificar el tipo de mantenimiento en cada uno de los equipos. Los tipos de mantenimiento se describen a continuación:

Mantenimiento mecánico. Este mantenimiento está especializado en desempeñar diferentes tipos de manejos en las empresas industriales que poseen maquinarias de operación mecánica, realizando actividades de planificación ejecución, control y evaluación de los programas de mantenimiento, montaje e inspección de equipos y supervisión del personal de esta área, a fin de garantizar una óptima operatividad de los equipos y el incremento de la vida útil.

Mantenimiento eléctrico. Es aquel mantenimiento de conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos.

Mantenimiento Correctivo. Según definición “Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.” La aplicación de mantenimiento correctivo implica un alto grado de análisis y responsabilidad sobre los equipos incluidos, debido a que deben conocerse todas las posibles fallas y soluciones de las piezas presentes e incluye la ejecución de acciones rápidas y efectivas frente a imprevistos; por esto la justificación del mantenimiento correctivo sobre una máquina se soporta por cualquiera de los siguientes factores:

- Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- Existe un equipo gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.
- Estos factores deben ser evaluados periódicamente de modo que pueda establecerse que la decisión tomada es correcta, pero los conceptos de los tipos de mantenimiento se van a adecuar a la teoría de criticidad:

Mantenimiento Preventivo. Se define como “El mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas”.

Mantenimiento periódico. Este mantenimiento se efectúa luego de un intervalo de tiempo que ronda los 6 y 12 meses. Consiste en efectuar grandes paradas en las que se realizan reparaciones totales. Esto implica una coordinación con el departamento de planeación de la producción, el cual deberá abastecerse de forma suficiente para suplir el mercado durante los tiempos de parada. Así mismo, deberá existir una aparte detallada de repuestos que se requerirán, con el objetivo de evitar sobrecostos derivados o desabastecimiento de compras.

Mantenimiento programado (intervalos fijos). Este mantenimiento consiste en operaciones programadas con determinada frecuencia para efectuar cambios en los equipos o máquinas de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o a los estándares establecidos por ingeniería. Una de sus desventajas radica en que se puedan cambiar partes que se encuentren en buen estado, incurriendo en sobrecostos.

Sin embargo, muchas de las compañías con mejores resultados en términos de confiabilidad son fieles al mantenimiento programado, despreciando el estado de las partes.

Mantenimiento de mejora. Es el mantenimiento que se hace con el propósito de implementar mejoras en los procesos. Este mantenimiento no tiene una frecuencia establecida, es producto de un trabajo de rediseño que busca optimizar el proceso.

Mantenimiento Autónomo. Es el mantenimiento que puede ser llevado a cabo por el operador del proceso, este consiste en actividades sencillas que no son especializadas.

Mantenimiento Rutinario. Es un mantenimiento basado en rutinas, usualmente sugeridas por los manuales, por la experiencia de los operadores y del personal de mantenimiento. Además, es un mantenimiento que tiene en cuenta el contexto operacional del equipo.

- Rutas de inspección
- Rutinas L.E.M: Lubricación, Eléctricas y Mecánicas.

Mantenimiento Predictivo. Es el mantenimiento planificado y programado con base en el estado o condición.

El estado o condición se determina mediante monitoreo de variables tales como, temperatura, presión, humedad, tensión, deformación, movimiento mecánico, vibraciones, impulsos, choques, sonido, ruido, ultrasonido, posición mecánica, acción cíclica, desplazamiento, grado de cambio, tiempo, acidez / ph, descargas, concentración, composición, función eléctrica, función mecánica, función y secuencia, secuencia eléctrica, aceleración, desaceleración, características eléctricas, características magnéticas y electromagnéticas, condición de aceites y otros fluidos.

Se llevó a cabo una investigación por equipos estudiados llevando un control de frecuencia, ciclo, mes y año del mantenimiento que se le da a cada equipo, para evitar los paros continuos en la empresa.

Tabla 3. Plan integral para la programación del esterilizador

ESTERILIZADOR	FRECUENCIA	CICLO	DIA DE INICIO DEL MES
ACTIVIDAD			
Revisar fugas de vapor por tapas y camisas	Diario	1	-
Aseo general	Cada 6 días	1	sábados
Verificación o, calibración de válvula de seguridad	Diario	1	-
Inspección tubería condensados y vapor	Cada 6 días	1	sábados
Inspección de rieles y camisas de desgaste	Cada 6 meses	1	Sábado
Inspección de partes móviles de vías	Mensual	1	Sábado
Limpieza a trampa de vapor	Mensual	1	Sábado
Disparo a válvula de seguridad	Mensual	1	Sábado
Revisar bandeja entrada de vapor	Mensual	1	Sábado
Revisar sello de válvulas de entrada de vapor	Mensual	1	Sábado
Revisar sello de válvula descarga y condensado	Mensual	1	Sábado

Tabla 4. Plan integral para la programación de la Tolva.

TOLVA	FRECUENCIA	CICLO	DIA DE INICIO DEL MES
ACTIVIDAD			
Revisión estado de cadena y rastra	Mensual	1	Lunes
Revisión de piñones	Mensual	1	Lunes
Revisión general sistema eléctrico	Diario	1	Lunes
Cadena de transmisión	mensual	1	Lunes
Chumaceras	trimestral	1	Lunes

Tabla 5. Plan integral para la programación del Malacate.

MALACATE	FRECUENCIA	CICLO	DIA DE INICIO DEL MES
ACTIVIDAD			
Revisión tambor cilíndrico	Diario	1	Lunes
Revisión del estado reductor	Mensual	1	Lunes
Revisión general sistema eléctrico	Semanal	1	Lunes

Tabla 6. Plan integral para la programación de la Báscula mecánica.

BASCULA MECÁNICA	FRECUENCIA	CICLO	DIA DE INICIO DEL MES
ACTIVIDAD			
Calibrar en sensores de kilos a toneladas	Semanal	1	Sábado
Revisión general sistema eléctrico	Diario	1	Sábado
Revisión del área de pesaje	Diario	1	Sábado

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente trabajo se basa en la aplicación sistemática de 7 pasos, los cuales tienen relación constante con los controles de mantenimiento mecánicos y eléctricos. Los principales resultados obtenidos del análisis del estudio de criticidad, permiten la identificación del tipo de mantenimiento y acciones preventivas, llevando a establecer un programa integral de actividades de mantenimiento, de acuerdo con la tabla 7.

Tabla 7. Cronograma de actividades a realizar.

Actividad	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Novien
	3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2
Revisión de la literatura.							
Diagnóstico del estado actual de la maquinaria a estudiar.							
Calificación de equipos.							
Análisis de resultados de criticidad							
Planeación de los Mantenimientos							
Presentación de resultados y aplicación del plan integral de mantenimiento							

La calificación de los equipos a estudiar se basa en la inspección visual y auditiva de cada uno de los componentes del sistema a estudiar, considerando el aporte de tiempo de vida y duración, así como el ambiente de trabajo al que está sometido.

Para ello se utiliza una escala adecuada que ya fue señalada en la Tabla 1, y los datos deben ser aportados por el encargado de mantenimiento y operarios. Se desea con esta inspección la evaluación de los siguientes rubros: Frecuencia de fallas (FF), Costo de mantenimiento (CM), Impacto Operacional (IO), Impacto en seguridad ambiente e higiene (ISAH) y Flexibilidad Operacional (FO). Recordando que los equipos a estudiar son: Báscula mecánica, Malacate, Tolva y Esterilizador.

Con los resultados de criticidad, se aplicó la matriz de criticidad de la Tabla 2, la cual ayuda a determinar la tendencia de mantenimiento aplicable a cada equipo. Los resultados obtenidos se señalan en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores de Criticidad para los equipos estudiados.

EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
Báscula mecánica	1	4	4	2	1	19	19	1
Malacate	2	7	1	2	1	20	10	2
Tolva	3	7	2	1	1	48	16	3
Esterilizador	3	7	1	2	7	48	16	3

Las columnas señaladas en color gris son las que permitirán clasificar los mantenimientos para cada equipo. En la figura 2 se observa esa clasificación.

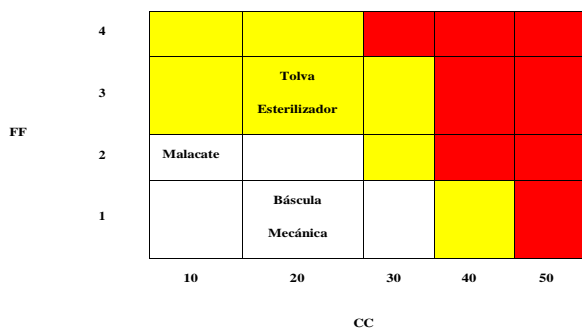


Figura 2. Matriz de criticidad para los equipos estudiados.

La planeación del mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria. Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento, destacando los siguientes beneficios:

- Menor consumo de horas
- Menor tiempo de parada de equipos
- Mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia)
- Ahorro en costos

Existen jornadas de mantenimiento que se basan en la limpieza de equipos, verificaciones e inspecciones, pero la mayoría no se realiza en el tiempo estipulado generando fallas ocultas, daños inesperados y mantenimientos correctivos.

Con los resultados obtenidos se aplica plan de mantenimiento que haga sostenible la idea de mejoramiento en la producción a partir del departamento y sus acciones. Se usa el enfoque de criticidad, Basado en los resultados que se ha establecido el tipo de mantenimiento al que hay que someter a los equipos estudiados. En la figura 3 Se puede observar el tipo de mantenimiento resultante.

EQUIPO	TIPO DE MANTENIMIENTO
TOLVA	PREVENTIVO
ESTERILIZADOR	PREVENTIVO
MALACATE	PREDICTIVO
BÁSCULA MECÁNICA	PREDICTIVO

Figura 3. Tipo de mantenimiento según el análisis de criticidad.

Como puede observarse en la figura 3, la Tolva y el Esterilizador deben ser sometidos a procedimientos preventivos en sus mantenimientos, mientras que el malacate y la báscula mecánica se deben someter a mantenimientos predictivos. Afortunadamente, no se tienen resultados que indiquen algún mantenimiento correctivo, lo que dice que los equipos están siendo intervenidos adecuadamente. De acuerdo a lo observado en las inspecciones efectuadas en los equipos, se han programado procedimientos preventivos para la Tolva y el Esterilizador.

En la figura 4, se muestran las acciones preventivas para los equipos Tolva y Esterilizador.

EQUIPO	ACCIONES PREVENTIVAS
TOLVA	<ul style="list-style-type: none"> Mangueras de tubo flexible Mangueras de tubo rígido Racores de la Tolva Rodamiento de la compuerta de la Tolva
ESTERILIZADOR	<ul style="list-style-type: none"> Empaque de puertas Camisas de desgaste Electrodos Warrick Sensor de nivel Sensor de presión Trampa de condensados Correas del compresor

Figura 4. Acciones preventivas para los equipos.

Usando toda esta información presentada en este trabajo, se ha propuesto que es necesario modificar el sistema de información para cada uno de los equipos, de manera que contenga los siguientes puntos:

- Ficha técnica de equipos. Que presenta la información relevante a las características generales de los equipos; marca, referencia, piezas y capacidad.
- Hoja de vida. En la que se presentan las actividades realizadas a las maquinas en forma consecutiva y por orden cronológico.
- Planos. Que permiten visualizar las piezas que incluyen diseños especiales y en determinado caso ser fabricadas por el departamento.
- Fotos. De la mayoría de los equipos de la planta para referenciar rápidamente su ubicación. Como se muestra a continuación:



Figura 5. Sistema de pesaje con báscula mecánica. (Elaboración Propia. Empresa Oleofinos del Carmen, noviembre 2016).



Figura 6. Malacate de vagonetas. (Elaboración Propia, empresa Oleofinos del Carmen, noviembre 2016).



Figura 7. Línea de transporte de vagonetas. (Elaboración Propia, empresa Oleofinos del Carmen, noviembre 2016).



Figura 8. Esterilizador de la planta de aceite. Elaboración Propia Empresa Oleofinos del Carmen Noviembre 2016.

- Orden de trabajo. Evaluado e implementado como documento de campo que permite revisar y evaluar tiempo y herramientas utilizados para desarrollar una función programada o de emergencia sobre los equipos.
- Alarmas. Que muestran las principales operaciones planeadas y establecidas según rutas de mantenimiento, fechas y jornadas analizadas para conveniencia de los equipos; y comunican en forma oportuna el momento de intervención además de materiales y repuestos necesarios.
- Empresa. Que vincula la información general de la compañía, sus representantes, sus empleados, las sedes, y proveedores.

Estas secciones han sido creadas para compilar de alguna manera los requerimientos básicos de información en la empresa referente al proceso, a la planeación, ejecución y desempeño de acciones de mantenimiento en pro del mejoramiento de las condiciones de operación de la maquinaria.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un inventario y codificación sobre los equipos operantes; a través del análisis de las secciones y el material empleado por cada máquina.

Se realizó un diagnóstico de la maquinaria y sobre sus partes y piezas con el fin de conocer su estado y sugerir acciones para su mejor desempeño.

Se efectuó el análisis de criticidad para determinar las tendencias de mantenimiento indicadas para cada equipo.

Se trazó un plan integral de mantenimiento, incluyendo criterios de tipo correctivo, preventivo, predictivo.

Se diseñó, elaboró y alimentó un sistema de Información con el objetivo de ejercer un control previsor sobre las acciones del departamento de mantenimiento y de la producción en general.

Aplicar el análisis de criticidad para la mejora continua de la empresa, ya que es un análisis basado en una teoría que pone énfasis en la historia del equipo y hace uso de la experiencia de los operarios, dando como resultado un enfoque integral a los procedimientos de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bohórquez, O. (2004). Tesis Licenciatura, Universidad Industrial de Santander Facultad De Ingenierías Físico – Mecánicas, Colombia.
2. Aguilar-Otero, J. R., Torres-Arcique, R., Magaña-Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 25 (1), 15-26. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215094003>
3. Ahmad-Rasdan, I., Rafis-Suizwam, I., Rozli, Z., Nor-Kamilah, M. (2009). A study on implementation of preventive maintenance programme at Malaysia Palm Oil Mill. *European Journal of Scientific Research*, 29(1), 126-135.
4. Carnero, M. C. (2003). The control of the setting up of a predictive maintenance program using a system of indicators. *Omega*, 32, 57-75. doi: 10.1016/j.omega.2003.09.009

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR (ES)
Conceptualización Metodología Validación Análisis formal Escritura-revisión y edición Visualización Supervisión Planeación del proyecto	Mtro. Javier Chacha Coto (principal)
Conceptualización Metodología Investigación Análisis formal Supervisión	Mtro. Abelardo Jesús Zavala Kú (Colaborador)
Conceptualización Metodología Investigación Recurso Borrador inicial	Mtra. Gabriela Guadalupe Huitz Chan (Colaborador)
Conceptualización Metodología Investigación Recursos Borrador inicial	QFB. Liliana Esther Olivares Sosa (Colaborador)



Esta obra está bajo
 una licencia internacional
 Creative Commons
 Atribución 4.0.