

**PLAN ADMINISTRATIVO EN CONFIABILIDAD TOTAL DE
MANTENIMIENTO**

PACTMAN

LUIS HERNANDO TOVAR PÁEZ

Código 20132375057

SONIA STELLA VALDERRAMA PEÑARANDA

Código 20132375024

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

ABRIL 15 DE 2015

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	3
INTRODUCCIÓN	4
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Estado del arte	6
1.1.1 Antecedentes	7
1.2 Justificación	7
2. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. MARCO TEORICO	8
3.1 Aceite de palma africana	8
3.1.1 Extracción aceite de palma	9
3.1.2 Esterilización	9
3.1.3 Desfrutación	10
3.1.4 Prensado	10
3.1.5 Clarificación	10
3.2 Efluentes del proceso de aceite de palma	10
3.3 Calderas	11
3.4 Mantenimiento	12
3.4.1 Clasificación del mantenimiento	12

3.4.2 Mantenimiento basado en confiabilidad	13
3.4.3 Siete preguntas del mantenimiento basado en confiabilidad	13
4. METODOLOGÍA	13
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	15
5.1 Diagrama de Gantt	16
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACION	17
7. BIBLIOGRAFIA	19

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Diagrama área sembrada de aceite de palma en Colombia	5
FIGURA 2. Proceso de extracción de aceite de palma	5
FIGURA 3. Autoclave	6
FIGURA 4. Prensa extractora de aceite de Palmiste	6
FIGURA 5. planta extracción de aceite de palma	9
FIGURA 6. : Caldera acuatubular	12

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 Efluentes del proceso de aceite de palma	11
TABLA 2. Diagrama de actividades Gantt	16
TABLA 3. Tabla de presupuesto	17

INTRODUCCIÓN

En las últimas cuatro décadas, la industria ha experimentado una serie de profundas transformaciones a nivel organizacional, tecnológico, económico, social y humano. Estos cambios son consecuencia del desarrollo de las comunicaciones, la constante evolución tecnológica, la globalización de los mercados y la competitividad de los negocios, por lo que se requiere adoptar esquemas flexibles que permitan evolucionar en todos los aspectos de la organización, a fin de asegurar su sostenibilidad futura.

La implementación de estrategias modernas, es la que convierte una pequeña industria en una organización de clase mundial. Para ser competitivos, es necesaria la inserción de valiosas herramientas que aseguren la óptima consecución de los objetivos estratégicos de la empresa. Ante esta panorámica, los fundamentos de la Ingeniería basado en Confiabilidad representan la única ruta efectiva que permite a las compañías, enfrentar de forma efectiva los retos permanentes a los cuales están sometidas las empresas de la actual Sociedad.

La Gestión de mantenimiento, se define como “Un conjunto de prácticas sistemáticas y coordinadas, a través de las cuales una compañía gestiona sus planes de mantenimiento, de manera optimizada y sostenible, así como el rendimiento, los riesgos y los costos a lo largo de sus ciclos de vida, con el objetivo de desarrollar el plan estratégico de mantenibilidad”. Para una gestión eficaz de mantenimiento se parte de la visión, misión, políticas y objetivos estratégicos, se definen las acciones centrales, basadas en mejora continua de la confiabilidad, con el objetivo de alcanzar la competitividad global.

El mantenimiento basado en confiabilidad, es en fin, un nuevo modelo para las compañías, que implica grandes cambios en los objetivos estratégicos, en las tecnologías, los recursos, y esencialmente una nueva actitud del Capital Humano. Para lograr los resultados deseados es necesario transformar los actuales paradigmas y generar conciencia de la importancia de los programas de formación para toda la vida, de entrenamiento y trabajo en equipo, de innovación y liderazgo, de empoderamiento y sentido de pertenencia, de motivación y desarrollo, y de Excelencia Operacional, enmarcados en un sistema Integral Estratégico de confiabilidad con Responsabilidad Social Corporativa, en la búsqueda del bien común.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la extracción de aceite de palma de aceite africana en Colombia ha tenido un crecimiento anual considerable. Entre el 2001 y 2007 fue aproximadamente de 12%.¹

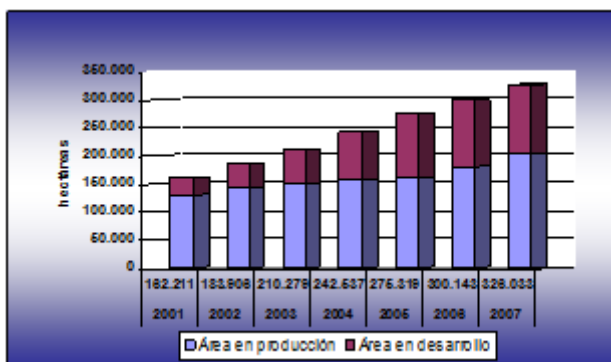


Fig.1 Área sembrada de aceite de palma 2001-2007fuente FEDEPALMA

Este destacado desempeño obedece a varios factores determinantes en el sector Palmicultor, como la posición geográfica de nuestro país, que brinda las condiciones idóneas para tal proceso y los incentivos gubernamentales que promueven la siembra de este tipo de cultivos.²

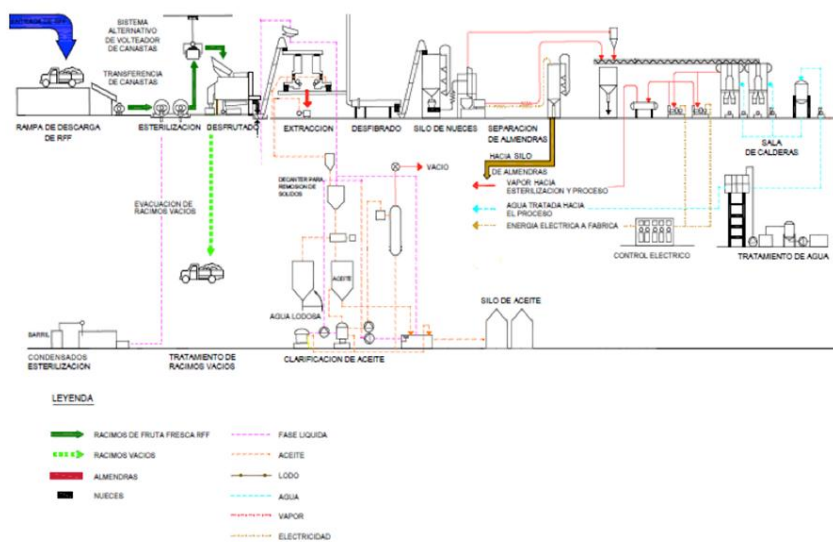


Fig.2 Fuente: diagrama extracción de aceite de palma ; [en línea] <http://www.galeon.com> [consultado] 18/03/2015

¹<http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Palma.pdf> consultado 18/03/2014

²DNP, Documento CONPES 3477 Estrategia para el desarrollo competitivo del sector Palmicultor colombiano,9 de julio de 2007.

Sin embargo, el cultivo de aceite de palma, se encuentra asociado a graves problemas ambientales, que no son propiamente del cultivo, sino por el método de extracción del mismo.

El cultivo y extracción de aceite de palma se viene realizando principalmente en países en vía de desarrollo como el nuestro, que no cuentan con el conocimiento, ni la infraestructura óptima para la realización de esta actividad económica. Por lo cual genera pérdidas energéticas y contaminación ambiental por el gran desperdicio y la generación de desechos sólidos y líquidos provenientes de los esterilizadores, partículas en suspensión, cenizas orgánicas, fibras, cascaras y residuos de la extracción entre otros.



Fig. 3 Fuente: Esterilizador planta palmaceite; industrias AVM Fig.4Fuente: prensa de extracción de aceite; [en línea] ingeniería; <http://www.galeon.com>; [consultado] 18/03/2015 Equipos en los que se produce residuos contaminantes

Por lo anteriormente expuesto, es necesario implementar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad, que permita utilizar el máximo de los recursos y minimice la contaminación. Haciendo de la planta una empresa auto sostenible y bioamigable.

1.1 ESTADO DEL ARTE

El comienzo del siglo XX marca efectivamente el inicio de las actividades en tendencias actuales en mantenimiento industrial.

Actualmente se concede mucho más atención a las actividades de estímulo económico, al crecimiento industrial de los países en desarrollo. Sin embargo, el éxito no se reduce sólo a la inversión en nuevas plantas de producción y a la transferencia de modernas tecnologías, sino que es indispensable utilizar efectivamente las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales es establecer un servicio integral de mantenimiento efectivo, seguro y económico de los activos empresariales.

1.1.1 ANTECEDENTES

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es una técnica, dentro de las posibles, para elaborar un plan de mantenimiento en la industria, ya que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas.

Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas. Posteriormente fue trasladada al campo industrial, al comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.

La razón fundamental de la implantación de un plan mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad de los equipos y disminuir costes de mantenimiento.

El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados

- ◆ Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas.
- ◆ Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas propias al equipo o por actos personales.
- ◆ Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta y directamente aumenta su producción.³

1.2 JUSTIFICACIÓN:

Es necesario Introducir un sistema de gestión de mantenimiento en la industria de aceite de palma en Colombia, que brinde un programa especializado de mantenimiento a través de la integración de tecnologías modernas de análisis y diagnóstico como boroscopia, ultrasonido de inspección, termografía, análisis de vibraciones, estudios de tribología, que permitan dar confiabilidad de los equipos, convirtiéndolo en una herramienta estratégica de toma de decisiones de sus activos en una función de negocio para generar mejor capacidad de producción, disminución de costes y buenas prácticas mantenimiento, incluyendo mejoras en el diseño en la extracción de aceite de palma.

³ Ing. García Garrido Santiago, Renovetec curso virtual de mantenimiento basado en RCM

En la actualidad el mantenimiento basado en confiabilidad permite detectar los fallos antes de que sucedan, para dar tiempo a corregirlos sin perjuicio a la producción.

Además, es una técnica que puede ser llevada a cabo durante el funcionamiento normal del equipo y permite planificar de forma óptima las acciones de mantenimiento.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- ◆ Diseñar y redactar un manual de mantenimiento basado en confiabilidad para una planta extractora de aceite de palma que permita aumentar la productividad de la misma y garantice la disminución del consumo energético dentro de la planta.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar técnicas y metodologías que faciliten y garanticen la vida útil de los equipos.
- Evaluar mediante indicadores la disminución de tiempos muertos, el aumento de producción, la disminución de consumo energético, consumible y fungible.
- Realizar seguimiento a los equipos críticos para verificar que se encuentren dentro de los estándares propuestos en el manual.
- Identificar las mejoras posibles.

3. MARCO TEORICO

3.1 ACEITE DE PALMA AFRICANA:

El aceite de palma se obtiene del fruto de la palma (*Elais guineensis*). Originaria del golfo de Guinea, en África Occidental, en la actualidad el cultivo de palma se ha extendido por todas las regiones tropicales del mundo. Debido a su mejor rendimiento por hectárea, sus bajos costes de producción y sus múltiples usos, la palma se convirtió en la principal fuente de aceite vegetal del planeta por delante de la soja, con 37 millones de toneladas producidas el año pasado (31% de producción mundial de aceite comestible) . Hoy la palma se

produce de forma industrial, y las compañías productoras revenden el aceite a un amplio rango de clientes, refinadoras, minoristas, industrias agroalimentarias, y plantas de agro combustibles.

3.1.1 EXTRACCIÓN ACEITE DE PALMA:

El aceite de palma se obtiene de la pulpa del fruto o mesocarpio que es de color naranja, mientras que el aceite de nuez o aceite de Palmiste, se obtiene de la semilla blanca del fruto, El aceite se caracteriza por su color rojizo, debido al contenido de carotenoides que posee.

Del fruto de la palma se extrae el aceite crudo y la nuez o almendra mediante procesos mecánicos y térmicos. Estos productos se incorporan luego a otros procesos para su fraccionamiento o la obtención de otros productos finales.

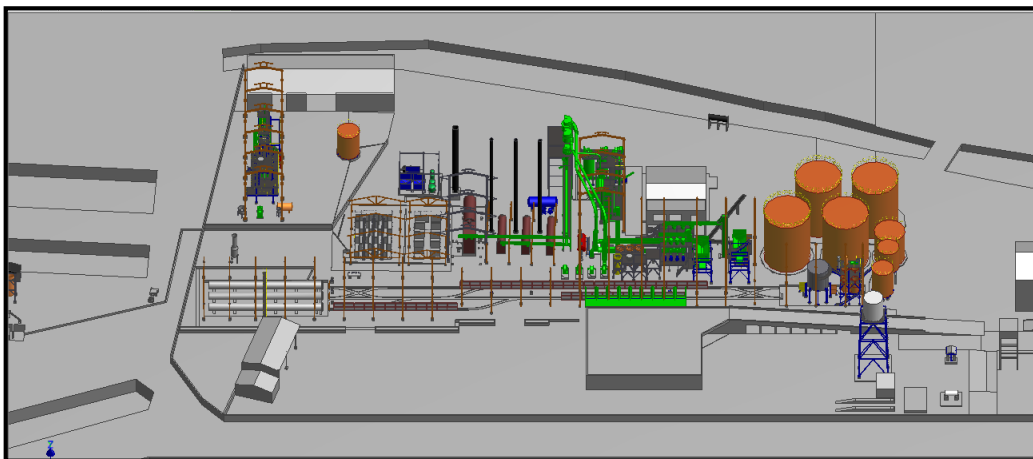


Figura 5: modelo planta extracción de aceite de palma, fuente autor

3.1.2 ESTERILIZACIÓN:

Una vez los racimos de palma alcanzan su estado óptimo de madurez, se inicia un proceso bioquímico de descomposición del aceite, formando ácidos grasos libres. Este proceso se conoce comúnmente como acidificación y se acelera una vez los racimos han sido cortados de la palma. Igualmente, con el proceso de maduración, los frutos se desprenden del racimo de manera natural. La contextura del mesocarpio en los frutos es muy fibrosa y el aceite contenido en el mismo tiene una viscosidad alta. Con la esterilización se busca detener el proceso de acidificación, acelerar el proceso natural de

desprendimiento de los frutos y facilitar la extracción del aceite ablandando los tejidos de la pulpa, entre otros objetivos.⁴

3.1.3 DESFRUTACIÓN:

Este proceso se efectúa en un desfrutador de tambor rotatorio, en el cual los racimos van girando dentro del tambor y al llegar a la parte superior caen y se golpean, desprendiendo los frutos.

3.1.4 PRENSADO:

Este proceso se efectúa en prensas de tornillos sinfín continuas, las cuales están compuestas por una canasta perforada horizontal de forma cilíndrica doble y por dos tornillos del tipo de sinfín.

Los frutos digeridos son prensados dentro de la canasta por acción de dos tornillos sinfín de paso regresivo, girando paralelamente en sentido contrario. La contrapresión la ejerce cada tornillo, el uno contra el otro mutuamente y que trabajan además contra unas piezas cónicas colocadas en los extremos de la canasta y operadas hidráulicamente.

Para facilitar la salida del aceite durante el prensado, se agrega agua caliente, cuya cantidad debe controlarse estrictamente para asegurar una buena extracción por una parte y además, para obtener una adecuada dilución del aceite crudo, de modo que se facilite su clarificación posterior.

3.1.5 CLARIFICACIÓN:

La clarificación es el proceso mediante el cual se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en las prensas, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos (compuestos por pectinas y gomas) y lodos pesados (compuestos por tierra, arena y otras impurezas). Para lograr dicha separación, se aprovecha la característica de inmiscibilidad⁵ entre el agua y el aceite.

3.2 EFLUENTES DEL PROCESO DE ACEITE DE PALMA:

En Colombia la cantidad de efluentes producidos en las Plantas Extractoras de aceite de palma, en proporción con la fruta procesada, oscila entre 0.55 y 1.2 m³ de agua por tonelada de racimos, con un promedio de 0.82 m³ de agua por

⁴ Palma de aceite [en línea] <http://cultivopalma.webcindario.com/esteriliza.htm>[consultado] 09/04/2015

⁵ La inhabilidad de dos o más sólidos o líquido para disolverse fácilmente uno dentro del otro

tonelada de racimos procesados. Los datos anteriores se obtuvieron en 30 plantas extractoras encuestadas por CENIPALMA

PARAMETRO	UNIDAD	RANGO	PROMEDIO
pH	Unidad	3,87 – 5,25	4,55
Temperatura	°C	53 – 77	67,4
DBO ₅	mg/L	18.700 – 175.521	48.873
DQO	mg/L	45.256 – 232.000	79.729,6
Sólidos totales (ST)	mg/L	32.482 – 111.029	45.669,8
Sólidos suspendidos (SS)	mg/L	19.129 – 88.258	35.105
Sólidos disueltos	mg/L	5.150 – 13.074	9.112
Sólidos sedimentables (S. Sed)	ml/h	0 – 1.000	564,2
Sólidos totales volátiles (STV)	mg/L	26.530 – 98.445	48.988
Fósforo total (P total)	mg/L	15,7 – 113,6	66,1
Nitrógeno total (N total)	mg/L	67,5 – 695	284,1
Nitrógeno amoniacal	mg/L	11 – 25,5	18,3
Grasas y aceites	mg/L	5.400 – 19.420	9.611
Acidez total	mg/L	750 – 2.548	1.611
Alcalinidad total	mg/L	0 – 807,3	161,5

TABLA 1. Efluentes del proceso de aceite de palma

3.3 CALDERAS:

El proceso de la extracción del aceite de palma necesita una cantidad importante de vapor, especialmente para la esterilización y para el calentamiento en las demás etapas de ese proceso. El vapor requerido para estos procesos es vapor de baja presión (entre 3 y 4 bar). Sin embargo, para la producción de la fuerza motriz (en forma de energía eléctrica), las turbinas requieren vapor de mayor presión (20 a 22 bar), usualmente recalentado.

Las plantas de extracción de aceite de palma de tamaño grande utilizan en general calderas acuotubulares o combinadas piro-tubular-acuotubular de alto rendimiento, que aunque son más delicadas que las calderas de tipo piro-tubular, son ventajosas por su rapidez en alcanzar la presión de trabajo, por su gran elasticidad de producción y por el gran volumen de producción que con ellas se puede alcanzar. En Indupalma se tienen dos calderas acuotubulares tipo fraser y una combinada piro-tubular-acuotubular.

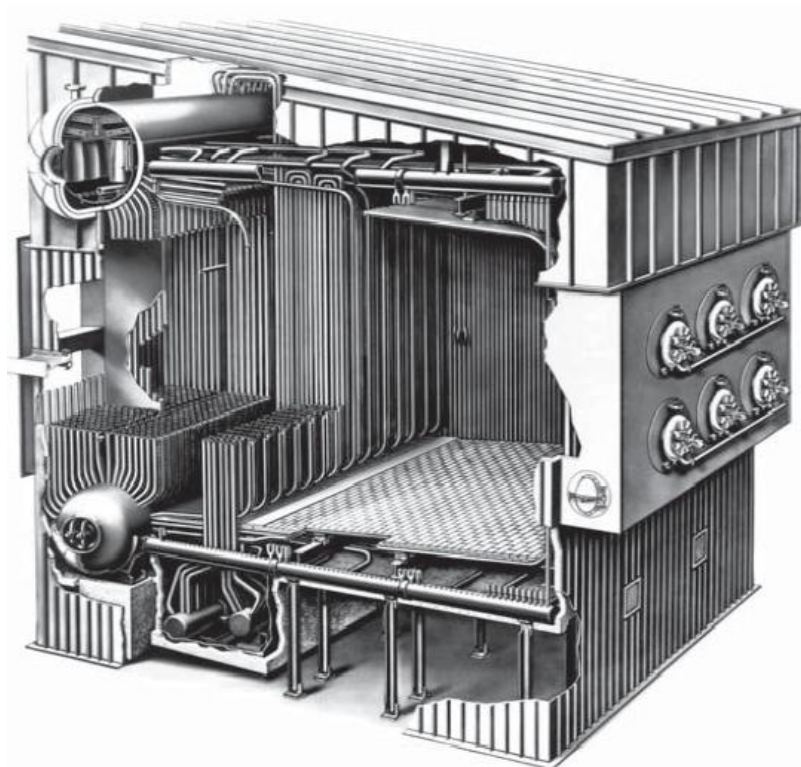


Fig: 6 Fuente: Caldera acuatubular ;[en línea] <http://www.todocalderas.com.ar> [consultado] 18/03/2015

3.4 MANTENIMIENTO:

Conservación de un equipo en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

3.4.1 CLASIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO:

Desde el punto de vista filosófico se clasifica en:

- ◆ Mantenimiento preventivo.
- ◆ Mantenimiento correctivo.

Desde el punto de vista de su ejecución se clasifica en:

- ◆ Mantenimiento preventivo.
- ◆ Mantenimiento predictivo.
- ◆ Mantenimiento correctivo.

3.4.2 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD.

Es un mantenimiento que está orientado específicamente hacia la sistematización y el ordenamiento de los elementos que constituyen la administración del mantenimiento industrial.

Este mantenimiento tiene como ventaja, que la misma promueve el uso de las nuevas tecnologías para el campo de mantenimiento. La aplicación de nuevas técnicas bajo el enfoque del MCC⁶ optimiza de forma eficiente, los procesos de producción y disminuye al máximo los posibles riesgos al personal.

3.4.3 SIETE PREGUNTAS DEL MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD:

- ◆ ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- ◆ ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- ◆ ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- ◆ ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- ◆ ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- ◆ ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ◆ ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva.

4. METODOLOGIA:

El proyecto se desarrollara en el siguiente orden de acuerdo alas necesidades y requerimientos:

Fase 0:

- Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen la planta extractora que se está estudiando.
- Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

Fase 1:

⁶ MCC: mantenimiento centrado en confiabilidad.

- Estudio detallado del funcionamiento del sistema.
- Listado de funciones del sistema en su conjunto.
- Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.

Fase 2:

- Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos

Fase 3:

- Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

Fase 4:

- Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo.
- Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias.

Fase 5:

- Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

Fase 6:

- Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías.
- Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento

Fase 7:

- Puesta en marcha de las medidas preventivas en tres equipos de la planta extractora de aceite de palma.⁷

⁷Ing. Garcia Garrido Santiago Renovetec curso virtual basado en RCN cap. 2

6. CRONOGRAMA

El tiempo estimado para el desarrollo del proyecto está dado en semanas.

- ◆ Toma de datos
- ◆ Análisis de los datos.
- ◆ Selección de equipos con mayores falencias en mantenimiento.
- ◆ Redacción y elaboración del manual de mantenimiento basado en confiabilidad para la planta extractora de aceite de palma.
- ◆ Aplicación de metodologías desarrolladas en el ítem anterior en los equipos críticos.
- ◆ Verificación de la implementación del plan de mantenimiento dentro de la planta.
- ◆ Toma de resultados que demuestren la disminución de costes y consumo energético
- ◆ Conclusiones.
- ◆ Corrección texto final

6.1 DIAGRAMA DE GANTT

DIAGRAMA DE GANTT																									
ACTIVIDADES	SEMANAS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
TOMA DE DATOS	■	■	■																						
ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS				■																					
SELECCIÓN DE EQUIPOS CRITICOS					■																				
ELABORACION MANUAL						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
IMPLEMENTACION DE METODOLOGIAS										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
VERIFICACION DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MTO																			■	■					
TOMA DE RESULTADOS																									■
CONCLUSIONES																									■
CORRECCIONES TEXTO FINAL																									■

Tabla 2 diagrama de Gantt cronograma de actividades

7. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

ACTIVIDAD	COSTO
TOMA DE DATOS	
VIAJE A CAMPO 2 DIAS	\$ 500.000
ALIMENTACION	\$ 120.000
ALOJAMIENTO	\$ 160.000
DOCUMENTACION	\$ 50.000
HONORARIOS 21 DIAS DOS PERSONAS	\$ 2.100.000
ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS	0
DOCUMENTACION	50000
USO DE INTERNET	60000
HONORARIOS 14 DIAS DOS PERSONAS	700000
SELECCIÓN DE EQUIPOS CRITICOS	0
DOCUMENTACION	50000
USO DE INTERNET	60000
HONORARIOS 14 DIAS DOS PERSONAS	700000
ELABORACION MANUAL	0
DOCUMENTACION	300000
USO DE INTERNET	60000
HONORARIOS 70 DIAS DOS PERSONAS	3500000
IMPLEMENTACION DE METODOLOGIAS	0
VIAJE A CAMPO 7 DIAS	\$ 500.000
ALIMENTACION	\$ 420.000
ALOJAMIENTO	\$ 560.000
DOCUMENTACION	\$ 100.000
HONORARIOS 7 DIAS DOS PERSONAS	\$ 700.000
VERIFICACION DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MTO	0
ALIMENTACION	\$ 420.000
ALOJAMIENTO	\$ 560.000
DOCUMENTACION	\$ 100.000
HONORARIOS 7 DIAS DOS PERSONAS	\$ 700.000
TOMA DE RESULTADOS	0
ALIMENTACION	\$ 420.000
ALOJAMIENTO	\$ 560.000
DOCUMENTACION	\$ 100.000
HONORARIOS 7 DIAS DOS PERSONAS	\$ 700.000
CONCLUSIONES	0
DOCUMENTACION	50000
USO DE INTERNET	60000
HONORARIOS 14 DIAS DOS PERSONAS	700000
CORRECCIONES TEXTO FINAL	0
DOCUMENTACION	50000
USO DE INTERNET	60000
HONORARIOS 14 DIAS DOS PERSONAS	700000
TOTAL	\$ 15.870.000

Tabla 3. Presupuesto

Las cifras mostradas en la tabla 3 son una aproximación al costo real para el desarrollo del proyecto. Pudiendo variar significativamente según las actividades.

Todos los recursos serán financiados por los estudiantes autores de este proyecto, y solo bajo situaciones especiales se recurrirá a buscar fuentes de financiación interesadas como propietarios de plantas extractoras de aceite de palma en el país.

8. BIBLIOGRAFIA

- 1 <http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/Palma.pdf> consultado 18/03/2014
- 2 DNP, Documento CONPES 3477 Estrategia para el desarrollo competitivo del sector Palmicultor colombiano, 9 de julio de 2007
- 3 García Garrido Santiago, Renovetec curso virtual de mantenimiento basado en RCM
- 4 SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL MERCADO DEL ACEITE DE PALMA COLOMBIANO[en línea]http://www.ard.org.co/midas/spanish/departamentos/agricultores-y-cadenas-de-valor/pdf/Mercado_Situacion_Actual_y_Perspectivas_PALMA_DE_ACEITE.pdf consultado 18/03/2015
- 5 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL ACEITE DE PALMA [en línea] <http://www.galeon.com/subproductospalma/proceso1.pdf> consultado 20/03/2015
- 6 NORMA SAE JA 1012 [en línea] <http://es.slideshare.net/oluyar/94542210-normasaeja1012> consultado 22/03/2015
- 7 PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM [en línea]<http://www.ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcma>consultado 22/03 2015
- 8 ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO RENOVETEC [en línea] <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/elaboracion+de+planes+de+mantenimiento> consultado 26/03/2015
- 9 PALMA DE ACEITE [en línea] <http://cultivopalma.webcindario.com/esteriliza.htm> consultado 09/04/2015