

## Plan de mantenimiento para una caldera de generación a vapor en la refinería de aceites vegetales Oleana S.A

Maintenance plan for a steam generation boiler at the Oleana S.A vegetable oil refinery

### **Marietta Paulette Chaux-Terán**

Bryan Emanuel Baque-Ballesteros  
bryan.baque@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3886-4486>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

### **Blair Alexander González-Cabeza**

blair.gonzalez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6499-6124>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

### **Gustavo Guaitoso-Córdova**

kevin.guaitoso.cordova@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5209-6417>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

### **Luis Adrián González-Quiñonez**

luis.gonzalez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5026-0028>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

### **Patricia Janella Salgado-Ortiz**

patricia.salgado@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5366-7330>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

## RESUMEN

En la presente investigación nos podemos dar cuenta que se presenta un problema serio, ya que no afecta solo a nivel económico una falla que se presente en el equipo mencionado como lo es el generador de vapor en una industria, sino que su mal uso o funcionamiento puede llevar a dar consecuencias sobre las vidas humanas de las personas que se encuentren cerca del lugar en el que este se encuentra ubicado. Por lo que se llegó a la conclusión de que el mayor porcentaje de esos accidentes y paros innecesarios de producción se dan por el mal uso y la mala gestión de los mismos operarios al realizar los procedimientos de mantenimientos tanto correctivos, predictivos y preventivos, razón por la cual se dio este tema de investigación, para poder preparar un manual de uso que sea aplicado en las gestiones de mantenimiento, esperando que de esta manera se reduzcan estos valores, considerando la vida humana en primer lugar.

**Palabras claves:** Aceite de palma, extracción, calidad, automatización, tasa de extracción.

## ABSTRACT

In the present investigation we can realize that there is a serious problem, since a failure that occurs in the mentioned equipment, such as the steam generator in an industry, does not only affect economically, but rather its misuse or operation can lead to consequences on the human lives of people who are near the place where it is located. Therefore, it was concluded that the highest percentage of these accidents and unnecessary production stoppages occur due to the misuse and mismanagement of the same operators when carrying out the corrective, predictive and preventive maintenance procedures, which is why this research topic was given, in order to prepare a user manual that is applied in maintenance efforts, hoping that in this way these values will be reduced, considering human life in the first place.

**Keywords:** Palm oil, extraction, quality, automation, extraction rate.

## INTRODUCCIÓN

Es de vital importancia que la planeación, coordinación y ejecución de cada uno de los planes de mantenimiento se efectúe de manera efectiva, no sólo ejecutando cada una de las actividades que se generan en una orden de trabajo, si no que sean documentadas de forma clara, detallada en el software de mantenimiento con el fin de que la información sea de fácil acceso para las áreas interesadas.

Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa, a medida que transcurre el desarrollo tecnológico las instalaciones industriales se vuelven cada vez más complejas y automáticas con grandes cadenas de producción, cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas, la importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con una organización que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación para reducir al mínimo las pérdidas de producción [1].

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento su principal fin es la conservación del servicio, esto es que la máquina recibe mantenimiento para garantizar que la función que desempeña dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad, en términos económicos un eficiente mantenimiento significa:

- La protección y conservación de las inversiones

- La garantía de productividad
- La seguridad de un servicio.

Se debe aceptar que el mantenimiento adecuado de los equipos es costoso, pero que más costoso aún es dejar de mantenerlos ya que sin mantenimiento no es posible producir, de todo lo anterior se puede deducir que el objetivo general del mantenimiento es: "Conservar en condiciones deseadas de operación los componentes del sistema productivo, con el mejor rendimiento posible y con costos compatibles".

El procedimiento de mantenimiento a una caldera pirotubular, se concibe desde la línea de diseño hasta su operación, ya que en estos tipos de calderas se tiene como principal idea el aprovechamiento de gases de recuperación, su diseño consiste en un cuerpo cilíndrico de ubicación horizontal, conformado interiormente por un esquema multitubular de transmisión de calor y una cámara superior de alineación y acumulación de vapor, el hogar y los tubos están rodeados de agua, la llama se forma en el hogar, pasando los humos por el interior de los tubos de los pasos siguientes para finalmente ser conducidos hacia la chimenea [1].

El presente manual ha sido elaborado con el ánimo de proporcionar información general acerca de la instalación, operación y mantenimiento de calderas a vapor pirotubulares, además para recopilar información de los fabricantes de controles y partes que lleva esta misma en toda su composición.

Establecer un plan de mantenimiento en una caldera generadora de vapor instalada en Industrias Oleana, para poder mantener y prolongar la vida útil de este equipo, incluyendo los equipos que funcionan en conjunto evitando paros de producción de aceite vegetal.

La función del mantenimiento ha sido la más descuidada de todas las funciones de la industria provocando como resultados los excesivos paros forzosos de los equipos, pérdidas productivas, pérdida de materia prima que debe estar en una alta temperatura constante, así como el desperdicio y la disminución en la calidad y eficiencia originados por la falta de atención que se provoca al mismo, además, el mal estado de estos elementos es un riesgo constante para la seguridad de las personas que se encuentran operando en estos lugares [1].

Prevenir accidentes causados por un mantenimiento inadecuado de los equipos que trabajan con calderas de vapor. Descripción paso a paso de los pasos necesarios para el mantenimiento de calderas en la industria. Prolongue la vida útil de los equipos y sistemas necesarios para el correcto funcionamiento de la caldera mediante controles de mantenimiento y manejo adecuado [2].

En los últimos años se ha presentado un alto grado de accidentalidad de calderas pirotubulares en Latinoamérica, esto debido a que se está dejando a un lado los adecuados procesos de mantenimiento y seguimientos al intervenirlas, a continuación, se citan algunos casos que implican fatalidades asociadas a fallas en calderas.

- 01 de noviembre 2017: En el estado de Uttar Pradesh, en el Norte de la India, al menos diez personas murieron hoy y otras cien resultaron heridas al explotar el tubo de una caldera en una planta de la estatal Corporación Nacional de Energía Térmica (NTPC, en inglés).
- 15 de enero del 2019: República Dominicana, se presenta accidente arrojando 1 fallecido y 3 heridos según la página de agencia EFE, se debió a la explosión de la caldera de la empresa Cerantra, que se dedica al reciclaje de aceite vehicular, en el sector Villa Ogando Residencia Nuevo Horizonte en Santo Domingo Oeste.
- 6 de agosto del año 2020, Ecuador: Se registra el fallecimiento de dos personas según el diario El Comercio, por falla de caldera. La caldera de una procesadora de atún terminó en la calle, entre los escombros de las paredes y los hierros retorcidos de las vigas del tejado, tras una explosión registrada en el cantón Manta, provincia de Manabí.

En otros problemas tenemos el uso de una caldera en el sector industrial como son los siguientes:

- Paros de planta no programados.
- Pérdidas económicas por fallas en la producción.
- Pérdidas de materia prima por falta de temperaturas.
- Daños en sus equipos.
- Mantenimientos o arreglos costosos.

Luego de tener en cuenta que no solo se tiene pérdidas económicas por el mal uso, o mal mantenimiento de este equipo, sino también pérdidas humanas, e evidencia la necesidad de generar un procedimiento de mantenimiento en el cual se detallen lineamientos tanto para su buen uso, su correcto mantenimiento, y su seguridad para el operario de la planta [2].

**Refinería de aceites vegetales industrias Oleana S.A**

Industrias-Oleana S.A. es una empresa en Ecuador, con sede principal en Esmeraldas. Opera en Refinación y Mezcla de Grasas y Aceites. La empresa fue fundada en 01 de agosto de 2013 año en el que empezó la instalación de la industria en el sector de Tachina, no fue hasta el año 2018 en el cual se realizó la inauguración de esta, en conjunto con el arranque y el primer lote de aceite de palma refinado para el consumo doméstico (Figura 1) [3].



Figura 1. Refinería Oleana S.A

Oleana se encuentra en un proceso de expansión de sus operaciones, que incluye:

- La construcción, la operación y el mantenimiento de la refinería.
- la expansión de las operaciones de extracción de aceite de palma crudo y aceite de palmiste.

Principalmente la planta trabaja con la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) es la única fruta de la que se puede extraer por dos tipos de aceite químicamente diferentes, este fruto es cosechado, y extraído de las plantas extractoras de la misma empresa que se encuentran en San Lorenzo provincia de Esmeraldas, lugar en donde se realiza la extracción del aceite a mayores cantidades, para luego ser trasladado hasta el lugar de la refinería en la Ciudad de Esmeraldas.

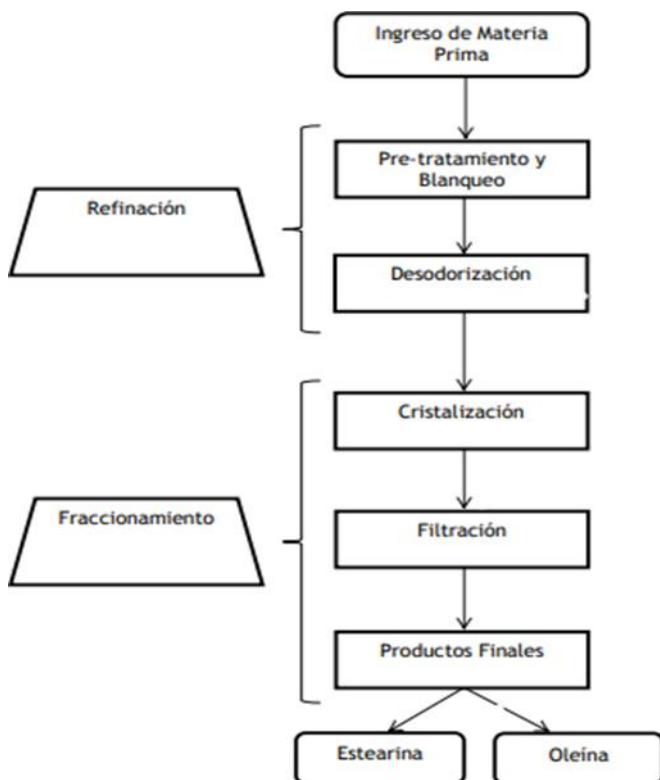


Figura 2. Refinación y fraccionamiento de aceite de palma.

### Refinación de aceite de palma pretratamiento y blanqueo

El consumo de aceites tanto de origen animal como vegetal ha aumentado debido a diversos factores que nos afectan de lleno, como el cambio de nuestros hábitos alimenticios o el desarrollo de nuevos combustibles respetuosos con el medio ambiente a partir de estos nuevos aceites, así pues, los aceites vegetales que actualmente utilizamos en nuestras cocinas se obtienen mediante un proceso de refinería como lo muestra en la Figura 2 anteriormente [4].

El blanqueo de aceite es un proceso que se lleva a cabo en una refinería de aceite comestible justo antes de realizar su desodorización, es la operación unitaria mediante la que se genera arcilla gastada, que se define como el subproducto del proceso de refinación de aceites. De esta manera, el blanqueo se basa en el contacto físico y químico entre la tierra y el aceite con el fin de mejorar su calidad, además de ser esencial en la reducción del contenido de algunos contaminantes existentes en el aceite, tales como fosfátidos residuales, partículas metálicas, jabones, fosfolípidos, clorofilas, carotenos, productos de oxidación y pro-oxidantes y pigmentos (no contaminantes) responsables del color original del aceite.

La técnica común de blanqueo de aceite en una planta de refinería de aceite comestible es la siguiente:

Primero, la arcilla y el aceite se mezclan en el vacío para eliminar los efectos del aire y así consumir menos arcilla, a continuación, la dosis de arcilla se administra automáticamente de acuerdo con el color requerido, un proceso continuo garantiza más contacto entre la arcilla y el aceite, posteriormente, el aceite blanqueado se lava a través de discos de acero inoxidable de filtración para dejar menos residuos, mientras el filtro se controla automáticamente para simplificar la operación y asegurar una producción estable.

El blanqueo es interdependiente del proceso total de refinación, formado por diversos procesos tales como el desgomado, neutralización, desodorización y blanqueo, que pretende reducir el contenido de contaminantes que deslucen la calidad final de los aceites en relación con su sabor, color, olor y oxidación.

Los componentes menores de los aceites crudos, indeseables para obtener el sabor, estabilidad y aspecto adecuados, deben ser removidos totalmente en ciertos casos, o reducir su participación en otros. Dentro de estos componentes están los ácidos grasos libres, mono y diglicéridos, fosfátidos, mucílagos, pigmentos, compuestos proteicos, restos de semillas, residuos de pesticidas, hidratos de carbono, tocoferoles, esteroides, colesterol, hidrocarburos, etc.

## **FALLAS**

### **Incrustaciones**

Cualquiera pensaría en eliminar el pretratamiento empleado para obtener agua de caldera y tener así un ahorro, pero esto no es posible, ya que precisamente así es como se evita la incrustación del lado del agua, asegurando la transferencia de calor y la máxima eficiencia de la máquina. El modo de detectar la incrustación en un generador es quitando las tapas o bridas en el lugar y observar la fluxería, el problema con esto es que la máquina debe parar totalmente y con ello la producción.

Para eliminar la incrustación en este tipo de unidades se requiere el uso de una rasqueta o de un cincel, aun corriendo el riesgo de que se produzcan perforaciones en las tuberías.

La incrustación en la caldera es causada por impurezas que son precipitadas fuera del agua directamente sobre la superficie de transferencia de calor o por materia suspendida en el agua que se asienta en el metal y se vuelve dura y adherente.

La evaporación en una caldera causa impurezas en el concentrado. Esto interfiere con las transferencias y puede causar puntos calientes, conduciendo a un sobrecalentamiento local. El mecanismo incrustante es el excedente de los límites de solubilidad de sustancias minerales debido a temperatura elevada y concentración de sólidos en la interfaz tubo/agua. La deposición de precipitados cristalinos sobre las paredes de la caldera interfiere con la transferencia de calor y puede causar puntos calientes, llevando al sobrecalentamiento local. Los contaminantes comunes del agua de alimentación que pueden formar depósitos en la caldera incluyen calcio, magnesio, hierro, aluminio y sílice. La incrustación se forma por sales que tienen solubilidad limitada pero no son totalmente insolubles en agua de caldera. Estas sales alcanzan el sitio depósito en una forma soluble y precipitada.

Los valores correspondientes a su conductividad térmica son:

- Steel 15 kcal/m<sup>2</sup>.h per degree C
- CaSO<sub>4</sub> 1-2 kcal/m<sup>2</sup>.h per degree C
- CaCO<sub>3</sub> 0.5-1 kcal/m<sup>2</sup>.h per degree C
- SiO<sub>2</sub> 0.2-0.5 kcal/m<sup>2</sup>.h per degree C

La incrustación se debe principalmente a la presencia de sales de calcio y de magnesio, (carbonatos o sulfatos), las cuales son menos solubles al calor que al frío, o la presencia de muy alta concentración de sílice en relación con la alcalinidad del agua en la caldera.

Los depósitos de calderas también pueden causar taponamiento u obstrucción parcial de ataques corrosivos debajo de los depósitos. En general, los depósitos de caldera pueden cortar la eficiencia operativa, producir daños a la caldera,

apagones no programados de la caldera e incremento en los costos de limpieza [6].

En un generador de vapor Clayton, la incrustación se la puede detectar a través de las lecturas que se presentan en los manómetros de alimentación de agua, esto se hace de manera rutinaria para eliminar la incrustación del serpentín monotubular, se usan las purgas y lavado con ácido, así se asegura que la materia no sea dañado ni perforado.

### Descripción de calderas y generadores de vapor

Se utilizó el vapor para mover la primera máquina, esta trabaja con vapor húmedo razón por la cual no funcionaba durante mucho tiempo. Luego de otras experiencias, James Watt completó una máquina de vapor de funcionamiento continuo, que usó en su propia fábrica, ya que era un industrial inglés muy conocido. La máquina elemental de vapor fue inventada por Dionisio Papin en 1769 y desarrollada posteriormente por James Watt en 1776. La caldera (Figura 3) es dispositivo de ingeniería diseñado para producir vapor. Este vapor se produce por una transferencia de calor a presión constante, en donde el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase [8][1].

Según la ITC-MIE-AP01, caldera es todo aparato de presión donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

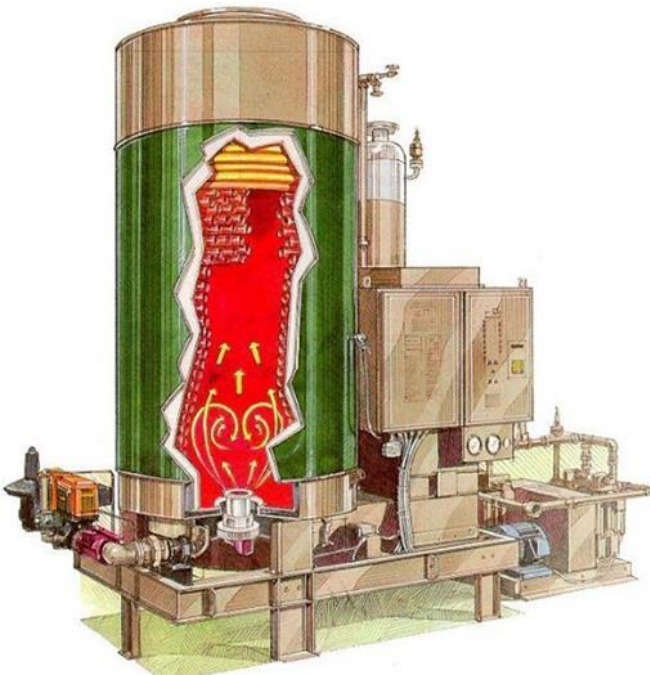


Figura 3. Caldera y generación de vapor.

- **Quemador:** Sirve para quemar el combustible.
- **Hogar:** Alberga el quemador en su interior y en su interior se realiza la combustión del combustible utilizado y la generación de los gases calientes.
- **Tubos de intercambio de calor:** El flujo de calor desde los gases hasta el agua se efectúa a través de su superficie. También en ella se generan las burbujas de vapor.
- **Separador líquido-vapor:** Es necesario para separar las gotas de agua líquida con los gases aún calientes, antes de alimentarla a la caldera.
- **Chimenea:** Es la vía de escape de los humos y gases de combustión después de haber cedido calor al fluido.
- **Carcasa:** Contiene el hogar y el sistema de tubos de intercambio de calor.

En función de la posición relativa entre el fluido a calentar y los gases combustión. se clasifican en:

- Con tubos múltiples de humo – Piro tubulares.
- Con tubos múltiples de tubos de agua – Acuotubulares.

En función del número de pasos se clasifican en:

- De un paso de recorrido de los gases.

- De varios pasos.

En función del tipo de tiro se clasifican en:

- De tiro natural.
- De tiro inducido.
- De tiro forzado.

En función de las necesidades energéticas del proceso se clasifican en:

- Calderas de agua caliente.
- Calderas de agua sobrecalentada.
- Calderas de vapor saturado.
- Calderas de vapor sobrecalentado.
- Calderas de fluido térmico.

### **Descripción de calderas y generadores de vapor pirotubular.**

Como su nombre lo indica, en esta caldera el humo y los gases calientes circulan por el interior de los tubos y el agua se encuentra por el exterior. Estas calderas también son denominadas con el nombre de Igneotubulares o Pirotubulares y pueden ser verticales u horizontales como lo muestra en la Figura 4.

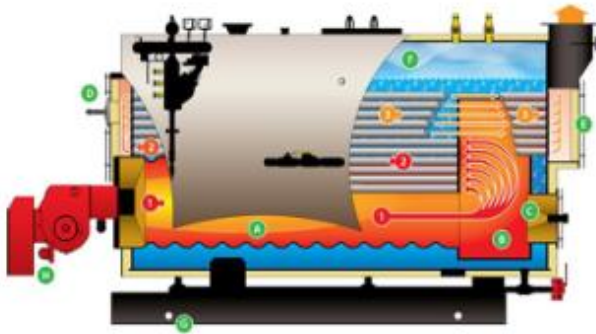


Figura 4. Funcionamiento caldera pirotubulares.

### **Calderas con tubos múltiples de agua – acuotubular.**

En estas calderas, por el interior de los tubos pasa agua o vapor y los gases calientes se encuentran en contacto con las caras exteriores de ellos.

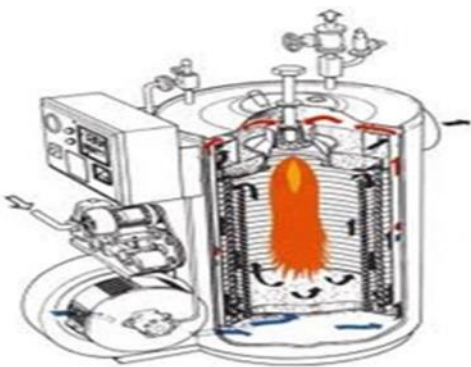


Figura 5. Funcionamiento calderas de vapor acuotubular vertical.

La limpieza de estas calderas se lleva a cabo fácilmente porque las incrustaciones se quitan utilizando dispositivos limpiadores de tubos accionados mecánicamente o por medio de aire. Son de pequeño volumen de agua.

Las calderas acuotubulares son las empleadas casi exclusivamente cuando interesa obtener elevadas presiones y rendimiento, debido a que los esfuerzos desarrollados en los tubos por las altas presiones se traducen en esfuerzos de tracción en toda su extensión.

## Trabajos relacionados

Edward Sebastián Gil Acevedo Bogotá, enero de 2023. Universidad ECCI. En su tesis titulada: "Análisis del Costo del Ciclo de Vida a una Caldera Piro-tubular en empresa caso de estudio sector de Biocombustible".

Desarrollar el análisis financiero del costo del ciclo de vida a una caldera piro-tubular en una empresa caso de estudio del sector de biocombustible, para optimizar los procesos de toma de decisiones asociados a la misma. Para alcanzar el primer objetivo planteado, se "Describir las características de operación actual de la caldera piro-tubular caso de estudio en el suministro de vapor", en donde se detallan, las especificaciones del fabricante, el plan de mantenimiento estructurado por el área de mantenimiento y condiciones de operación asociados al activo.

Es oportuno tener en cuenta que la caldera actual es un sistema muy antiguo de aproximadamente 50 años, por lo que es de esperar que pueda tener fallas y no cuente con la tecnología que actualmente se está usando en ese tipo de sistemas, por lo anterior una caldera moderna podría responder mejor a las necesidades de calefacción del recinto ya que cuentan con sistemas más eficientes que disminuirán los costos asociados.

Edna Abad Medina, Alberto Acosta Palacios, Ana Burgos Arrascue, Bruno Crisanto Palacios, Juan Eyzaguirre Yañez, Joaquín Rivera López Piura, 28 de noviembre de 2013. Universidad de Piura. En su tesis titulada. "Análisis y diseño de un sistema de recolección y tratamiento de aceites domésticos usados para la producción de biodiesel en la ciudad de Piura y Castilla".

Analizar y diseñar un sistema de recolección de aceites de cocina usados y una planta de producción de biodiesel a partir del mismo insumo en la ciudad de Piura y Castilla. Para el diseño del sistema de recolección de aceites usados, se hará uso del heurístico para el problema del agente viajero. Su aplicación es conocida por los integrantes del equipo de proyecto, por lo que, apoyándose de un software para la resolución de este tipo de heurísticos, se hizo el análisis correspondiente. El nombre del software es Grafos, y la capacitación para su correcto uso fue obtenido en el curso de Investigación de Operaciones I.

En Ecuador no existe una normativa específica, políticas o estrategias que regulen el manejo del aceite vegetal residual, esto representa una problemática ambiental al momento de realizar la disposición final de este residuo. Sin embargo, existen herramientas legales que hacen énfasis en la preservación del ambiente mediante una gestión adecuada de residuos.

Rocío Amparo Sánchez Muñoz Quito, 07 de agosto de 2015. Universidad internacional SEK. En su tesis titulada: "Diseño de un sistema de indicadores ambientales para mejorar el desempeño ambiental de la planta extractora de aceite de palma teobroma, provincia de santo domingo de los Tsáchilas, Ecuador".

Diseñar un modelo de sistema de evaluación del Desempeño Ambiental para la Planta Extractora de Aceite de Palma Teobroma. El trabajo de tesis aplicó el Método inductivo-deductivo, en razón de que requiere en primer término de la investigación y análisis de los procesos inmersos en el desempeño ambiental de la Planta Extractora de Aceite de Palma Teobroma y la deducción se encontró en el análisis de la metodología para el cálculo del Índice de gestión Ambiental para establecer un valor que cuantifique en un valor numérico y grafico el desempeño ambiental de la Empresa.

Tener en cuenta la eficiencia energética son acciones realizadas con el fin de optimizar la relación entre cantidad de energía consumida y los bienes o servicios finales que se obtengan. Ser eficiente en el ámbito energético, a diferencia de ahorrar energía es producir lo mismo que antes, pero con un gasto menor en consumo, ahorrar energía por otro lado es dejar de realizar determinadas actividades que disminuyen el consumo de la energía.

## Análisis de criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

Confiable: Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas [7], [9].

La probabilidad de falla se define de manera diferente para cada modo de falla. Se deben analizar los tres tipos de consecuencias: Económicas, Seguridad y Ambientales.

Las consecuencias económicas deben incluir todos los tiempos de lucro cesante e incluir de los costos de mano de obra y materiales. Si existe consecuencias ambientales como vertimientos, toxicidad o contaminación se deben especificar y evaluar los posibles impactos ambientales que se pueden generar. Cabe resaltar que cuando se disminuye el riesgo de un modo de falla es porque se logra disminuir la probabilidad de falla, pero no las consecuencias que esta puede generar [7].

Tabla 1. Causas de paradas de fábrica

PARADAS DE FÁBRICA			
CAUSA	No. PARADAS	% No. PARADAS	% ACUMULADO NO. PARADAS
Falla	445	45,32%	45,32%
Operacional	303	30,86%	76,17%
Externos	168	17,11%	93,28%
Proyectos	43	4,38%	97,66%
Programadas	23	2,34%	100,00%
<b>Total general</b>	<b>982</b>	<b>100,00%</b>	

Fuente: Los autores

### **Análisis de riesgo**

Para iniciar un proceso de mejora, es necesario focalizar esfuerzos en uno de los criterios que se identificaron como débiles en los resultados obtenidos por el diagnóstico del sistema de gestión de mantenimiento. Donde consiste en evaluar el riesgo de cada uno de los equipos que forman parte de la instalación y se compone de las siguientes etapas:

#### **Evaluación de consecuencias**

Mediante la estimación de costes asociados a daños al medio ambiente, sobre la salud de las personas tanto trabajadores como de poblaciones cercanas, a equipos, socioeconómicos y pérdidas de producción [7].

#### **Evaluación de la probabilidad de fallos, veces al año**

Identificando los posibles mecanismos de fallo, corrosión, fatiga mecánica, fragilización, daños externos, etc, así determinando la probabilidad genérica de fallo y aplicando factores de corrección que tengan en cuenta las particularidades de la instalación, siendo características del proceso, sistemas de control, sistemas de gestión, o factores externos (Figura 6) [7].



Figura 6. Frontal y lateral calderas

## **RESULTADOS**

### **Mantenimiento diario**

- Limpiar las boquillas del quemador de la caldera.
- Comprobar el nivel de lubricantes para el compresor en el tanque aire-aceite.
- Purgar la caldera por lo menos cada ocho horas de trabajo, tanto de la purga de fondo como de sus columnas de control de nivel, recomendamos consultar a su experto en tratamiento de aguas al respecto y es muy importante se sigan sus instrucciones, así como también colocar las instrucciones que, sobre purgas de fondo y control de nivel, envía la fábrica con el manual de operación.
- Comprobar que la presión indicada por los manómetros de entrada al combustible, la presión en la válvula medidora y la presión de salida de combustible, son las fijadas en su manual de operación.
- Comprobar y registrar la temperatura de los gases de la chimenea.



- Tomar análisis de gases de combustión y registrar en bitácora.

#### **Mantenimiento semanal**

- Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.
- Comprobar la tensión de la banda al compresor.
- Limpiar el filtro de lubricante, que está pegado al compresor.
- Lavar los filtros, tanto el de entrada a la bomba como el de entrada de agua al tanque de condensados.
- Limpiar el electrodo del piloto de gas.
- Inspeccione los prensaestopas de la bomba de alimentación de agua [7].

#### **Mantenimiento mensual**

- Comprobar que los niveles del agua son los indicados.
- Comprobar el bajo nivel, bajando el interruptor de la bomba de alimentación.
- Comprobar el voltaje y cargas que toman los motores [7].

#### **Mantenimiento de caldera semestral**

- Comprobar el nivel de aceite del reductor de velocidad de la bomba de combustible.
- Revisar los empaques del prensa-estopa de la bomba de alimentación de agua. En caso de encontrarse secos, cámbielos por nuevos.
- Efectúe Limpieza general a los contactos del programador de flama y los arrancadores con un trozo de género limpio, humedecido con tetracloruro de carbono.
- Inspeccione los tubos fluxes por el lado del hollín y límpiense de ser necesario.
- Inspeccione el material refractario del horno y la puerta trasera.
- Revise sus bandas de transmisión, de la tensión apropiada
- Comprobar la limpieza de las columnas de control y de las entradas del agua de la bomba de alimentación y el inyector.
- Se refrescan las cuerdas al tornillo de las tortugas y se les pone grafito con aceite para que no se peguen.
- Destapar todas las cruces y comprobar que estén limpias. Limpiar cada seis meses cuando menos [7].

#### **Mantenimiento de caldera anual**

- Limpiar el calentador eléctrico y el calentador de vapor para combustible, así como asentar la válvula de alivio y las reguladoras de presión.
- Revisar el estado en que se encuentran todas las válvulas de la caldera, asentarlas si es necesario y si no se pueden asentar, cambiarlas por otras nuevas.
- Vacíe y lave con algún solvente apropiado el tanque aire-aceite, así como todas las tuberías de aire y aceite que de él salgan, procurando que, al reponerlas, queden debidamente apretadas.
- Desarme e inspeccione las válvulas de seguridad, así como las tuberías de drenaje.

#### **Conclusiones**

Las calderas de uso industrial requieren un plan de mantenimiento para funcionar correctamente y necesitan reparaciones cuando es necesario. Es importante señalar que la reparación y el mantenimiento no son en absoluto lo mismo.

El dinero que se gasta en mantenimiento es en realidad un ahorro de costes. Las reparaciones ocurren de manera inesperada, lo que hace que los programas de gestión de la producción no se cumplan y que los costos aumenten en el futuro.

El mantenimiento, por el contrario, es planificado y proactivo, se realiza a intervalos regulares y durante las duraciones previstas para no interrumpir las operaciones programadas.

#### **Recomendaciones**

Se recomienda implementar este presente trabajo en el mantenimiento de los componentes que forman parte del

departamento cas de fuerzas con esto se lograra obtener un mejor resultado en el mantenimiento, evitar paradas innecesarias de la producción, elevar y precautelar la vida útil de los equipos.

Alinearse a una norma internacional certificable en sistemas de gestión de mantenimiento.

Fortalecer el manejo del sistema de información de administración de mantenimiento para mejorar el flujo de datos que impacten sobre el sistema de gestión de la fábrica.

Se realizó los procedimientos de mantenimiento de los componentes y subcomponentes que se encuentran involucrados en la generación de vapor, se sugiere revisarlos y ponerlos en práctica dentro del proceso de mantenimiento

## REFERENCIAS

- [1] J. Quispe, «Análisis del Costo del Ciclo de Vida a una Caldera Pirotubular en empresa caso de estudio sector de Biocombustible.», *Especialización en Gerencia de Mantenimiento*, vol. 4, n.º 1, pp. 88-100, 2023, [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3280/Trabajo de grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [2] E. A. Medina, A. A. Palacios, A. B. Arrascue, B. C. Palacios, J. Eyzaguirre Yañez, y J. Rivera, «Análisis Y Diseño De Un Sistema De Recolección Y Tratamiento De Aceites Vegetal Usados Para La Producción De Biodiesel En La Ciudad De Piuray Castilla», *Repositorio Institucional Pirhua*, p. 104, 2013, [En línea]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1713/PYT\\_Informe\\_Final\\_Biodiesel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1713/PYT_Informe_Final_Biodiesel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [3] S. Garzón Romero and, «Diseño y evaluación de una planta de autoabastecimiento energético utilizado como combustible el alcohol carburante derivado de la remolacha», 2007, [En línea]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1069&context=ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1069&context=ing_electrica)
- [4] J. M. Franco Rodríguez, L. H. Ordoñez Noriega, I. Herrera Orozco, y A. Torres Ortega, «Análisis de Ciclo de Vida para la producción de biodiesel derivado de palma de aceite caso colombiano», *Publicaciones e Investigación*, vol. 13, n.º 1, pp. 11-24, 2019, doi: 10.22490/25394088.3262.
- [5] R. Sánchez, «Planta, Diseño De Un Sistema De Indicadores Ambientales Para Mejorar El Desempeño Ambiental De La Extractora De Aceite De Palma Teobroma, Provincia De Santo Domingo De Los Tsáchilas», pp. 1-57, 2011, [En línea]. Disponible en: <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JpAzaQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Universidad+internacional+sek&ots=b1fiWfTN1M&sig=1ApNXkS4mgpAW0EiYaNRSz6ixso>
- [6] G. A. S. Natural, «" PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN REFINERÍAS NACIONALES "», 2008, [En línea]. Disponible en: [https://scholar.archive.org/work/csti4xnr7fetxp3f7u65mz3wnm/access/wayback/http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/966/3/sedano\\_cs.pdf](https://scholar.archive.org/work/csti4xnr7fetxp3f7u65mz3wnm/access/wayback/http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/966/3/sedano_cs.pdf)
- [7] K. Bueno y J. Rojas, «DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CRÍTICOS DE FÁBRICA BASADO EN LA FILOSOFÍA TPM APLICANDO HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN EN UN INGENIO AZUCARERO», pp. 1-23, 2016.
- [8] F. Keith Hamblin, «Extracción de aceite de palma y nuevos criterios de procesamiento», *Revista Palmas*, vol. 12, n.º especial, pp. 74-101, 1991, [En línea]. Disponible en: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/310>
- [9] C. Guerrero Gonzales, «Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados», *Universidad de Almería*, p. 347, 2014.
- [10] Ulloa-de Souza, R. C., Reyna-Tenorio, L. J., & Chere-Quiñónez, B. F. (2022). Cogeneración eléctrica a través de turbina de gas: una visión desde los empresarios en Manabí. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6), 237-250.
- [11] Reina-Pérez, F. C., Reina-Quiñónez, F. M., Valencia-Ortiz, N. P., Chere-Quiñónez, B. F., & Góngora-Ortiz, J. G. (2018). El mantenimiento predictivo, eficaz para sistemas eléctricos de potencia. *Polo del Conocimiento*, 2(12), 134-144.
- [12] Mosquera Canchingre, A. F., Cruel Sigüenza, J. A., Tacoronte Morales, J. E. ., Bernal Villavicencio, C. ., & Canchingre Bone, . M. E. . (2022). Sistema catalítico heterogéneo para generación de biocombustible . *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(2), 549–559. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i2.359>