

**PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ACCIONAMIENTO Y LIMPIEZA DE LA PRENSA FILTRO
PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA**

**IMPROVEMENT OF THE DRIVING AND CLEANING PROCESS OF THE FILTER PRESS FOR THE
EXTRACTION OF PALM OIL**

**MELHORIA DO PROCESSO DE CONDUÇÃO E LIMPEZA DO FILTRO PRENSA PARA EXTRAÇÃO
DE ÓLEO DE PALMA**

Resumen

Ph.D. Alexis Cordovés García

alexis.cordoves@ute.edu.ec

Universidad UTE

<https://orcid.org/0000-0002-4431-1340>

**Ing. Agustín Benjamín Moreira
Orellana**

agus37912@gmail.com

Universidad UTE

Ph.D. Arlis Michel Lastre Aleaga

arlys.lastre@ute.edu.ec

Universidad UTE

<https://orcid.org/0000-0001-6140-6811?lang=es>

REVISTA TSE'DE

Instituto Superior Tecnológico

Tsa'chila

ISSN: 2600-5557

La presente investigación está dirigida a la obtención de una propuesta de mejora del accionamiento y limpieza de la prensa filtro en plantas extractoras de aceite de palma. Se plantea sustituir el volante de prensado accionado manualmente, por un apriete mecánico de la prensa accionado por un motor-reductor y el uso de bridas conectadas al tornillo de ajuste y al motor-reductor respectivamente. Mediante un análisis CAD/CAE en Autodesk Inventor se simuló el comportamiento de dos variantes de diseño de estructura de acero galvanizado de un carro para el soporte y traslado del residuo de pasta. El mejor comportamiento desde el punto de vista técnico-económico, lo tuvo la estructura de la variante "A" con perfil cuadrado de sección 30x30x3, soportada sobre seis ruedas giratorias; con tensiones de Von Mises 3,4 veces inferiores a su límite elástico, un desplazamiento de 0,36 mm y un coeficiente de seguridad de la estructura de 3,42.

Palabras claves: Plantas extractoras, aceite de palma, prensa filtro, sistema de limpieza.

Abstract

The objective of the research is to obtain a proposal to improve the drive and cleaning of the filter press in palm oil extraction plants. It is proposed to replace the manually operated pressing handwheel, by a mechanical tightening of the press activated by a motor-reducer and the use of flanges connected to the adjustment screw and to the motor-reducer respectively. By means of a CAD/CAE analysis in Autodesk Inventor, the behavior of two variants of the design of a galvanized steel structure of a trolley for the support and transfer of the paste residue was simulated. The best behavior from the technical-economic point of view was the structure of variant "A" with a square profile of section 30x30x3, supported on six rotating wheels; with Von Mises stresses 3.4 times lower than its elastic limit, a displacement of 0.36 mm and a safety factor of the structure of 3.42.

Key words: Extraction plants, palm oil, filter press, cleaning system.

Resumo

O objetivo da pesquisa é obter uma proposta para melhorar o acionamento e limpeza do filtro prensa em plantas de extração de óleo de palma. Propõe-se substituir o volante manual da prensa, por um aperto mecânico da prensa acionado por um motorreductor e a utilização de flanges conectadas ao parafuso de regulagem e ao motorreductor respectivamente. Por meio de uma análise CAD/CAE no Autodesk Inventor, foi simulado o comportamento de duas variantes do projeto de uma estrutura de aço galvanizado de um carrinho para suporte e transferência do resíduo de pasta. O melhor comportamento do ponto de vista técnico-econômico foi a estrutura da variante "A" com perfil quadrado de seção 30x30x3, apoiada em seis rodas giratórias; com tensões de Von Mises 3,4 vezes menores que seu limite elástico, um deslocamento de 0,36 mm e um fator de segurança da estrutura de 3,42.

Palavras-chave: Plantas de extração, óleo de palma, filtro prensa, sistema de limpeza.

Periodicidad Semestral

Vol. 6, núm. 2

revistatsede@tsachila.edu.ec

Recepción: 03 de abril de 2023

Aprobación: 26 de mayo-2023

Publicación: 30 de junio-2023

URL:

<http://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/issue/archive>

Revista Tse'de, Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.



Introducción

Las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) muestran que para alimentar la población mundial en el 2050 sería necesario aumentar la producción de alimentos en un 70 % entre 2005 y 2050. Ello implica un aumento importante en la producción de varios productos básicos fundamentales, alcanzar la seguridad alimentaria y generar una cultura de consumo y nutrición saludable y sustentable (Schoijet G. M., 2005) (Pérez V. A. et al. 2018), (Callejas J., 2021)

El desarrollo de modelos sostenibles permitirá un crecimiento organizado de la industria, teniendo en cuenta el apoyo y responsabilidad con las comunidades, la protección del medio ambiente, y garantizando una rentabilidad económica que beneficie a cada uno de los grupos de interés que se encuentran involucrados en la agroindustria del aceite de palma. (Navarro A. J. G.) (González C. A., 2016) (Ahumada, M. 2022). (Tuesta H. O. A., 2021)

Teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda de aceites y grasas per cápita, para el 2050 se requerirán 150 millones de toneladas adicionales de aceites y grasas vegetales (González C. A., 2016). La aparición de los biocombustibles puede cambiar algunas de las tendencias previstas y provocar un aumento de la demanda mundial, dependiendo principalmente de los precios de la energía y las políticas gubernamentales.

En los últimos diez años se ha visto un aumento anual de la producción de aceite de palma entre el 5% y el 10%. Ecuador se ha ratificado como uno de los principales exportadores de aceite de palma, fundamentalmente a Colombia, Europa, México, Estados Unidos, y otros países de Latinoamérica y el Caribe. (Facuy Martínez K. V. et al. 2020). (Propalma, 2023)

Las prensas filtro de aceites de palma son unos de los equipos más importantes en la industria de extracción de aceite de palma crudo. Estas prensas están diseñadas para presionar el aceite de palma y separarlo del contenido de fibra y cascarilla que contiene, cuentan con una unidad de control de proceso que coadyuva a la optimización de su funcionamiento.

La presente investigación está dirigida a presentar una propuesta de mejora en la operación de las prensas filtro en plantas extractoras de aceite de palma, dada su importancia específica en el nivel de producción a alcanzar en este tipo de plantas industriales. La investigación se centró en la mejora de la operación de la prensa filtro al sustituir el accionamiento manual por accionamiento mecánico mediante un motor-reductor, y en el perfeccionamiento del proceso de limpieza de las placas de la prensa filtro y el traslado del residuo del filtrado de aceite hacia el depósito.

Materiales y Métodos

Partes esenciales y principio de funcionamiento de la prensa filtro

El aceite y pasta de palma son impulsados mediante una bomba hacia la prensa filtro a través de la tubería metálica (k) (ver figura 1). Las bases (e) sirven de soporte a toda la estructura. El volante de prensado (a) hace girar al tornillo de ajuste (b), que acciona a la base móvil de aprisionamiento (f) con movimiento longitudinal sobre las columnas guías (g), para comprimir las placas huecas (c) de recolección de pasta y las placas (d) de filtrado de aceite. El aceite filtrado cae sobre el canal de recolección de aceite (i). La bandeja metálica (h) recolecta aceite sin filtrar e impurezas que caen al retirarse las placas (c) y (d) para su limpieza, este contenido es llevado de nuevo al tanque de aceite sin filtrar para comenzar un nuevo ciclo de filtrado.

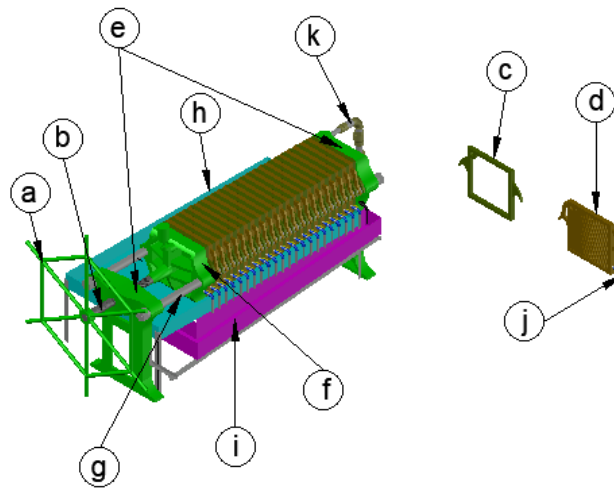


Figura 1: Esquema de las partes componentes de una Prensa Filtro.

Proceso de filtrado

Dentro de la prensa filtro, la pasta mezclada con aceite va llenando los espacios de las placas huecas y el aceite atraviesa una tela especial de filtrado ubicada en cada placa de escape de aceite hacia al canal de recolección (ver figura 2). Una vez la pasta ha llenado todos los espacios de las placas huecas, se apaga la bomba impulsora para proceder al proceso de limpieza de placas.

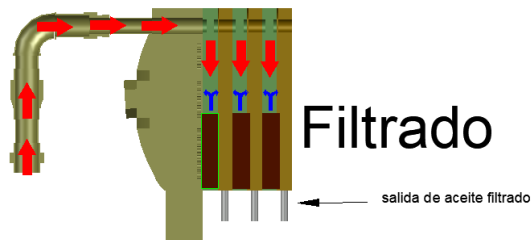


Figura 2: Proceso interno de filtrado de aceite

Este proceso ha venido presentado dificultades en plantas con accionamiento manual del volante de prensado, dado el gasto físico que representa la acción de prensado repetida una importante cantidad de veces en una jornada laboral. Por otra parte, el proceso de limpieza de placas huecas viene acompañado de su desmontaje y traslado a otro sitio para su limpieza.

Limpieza de la prensa filtro y accionamiento para nuevo ciclo

La limpieza y extracción de la pasta o residuo del proceso de filtrado adyacente en las placas inicia con el drenado de todo el aceite restante, mediante aire a presión, una vez apagada la bomba de aceite. Luego se procede a liberar la prensa filtro al girar el volante de prensado en sentido contrario a las manecillas del reloj (ver figura 3a), para lo cual se coloca un tubo, a manera de palanca, en una de las puntas de volante, hasta que la base móvil de aprisionamiento realice todo el recorrido en vacío, facilitándose así el acceso a las placas.

Cada placa hueca es liberada manualmente y llevada a una mesa adjunta a la prensa para la limpieza y vertido de su contenido en una carretilla, este proceso se repite para las 22 placas huecas que contienen el residuo de pasta. La tela especial de filtrado en las placas de escape de aceite se limpian in situ.

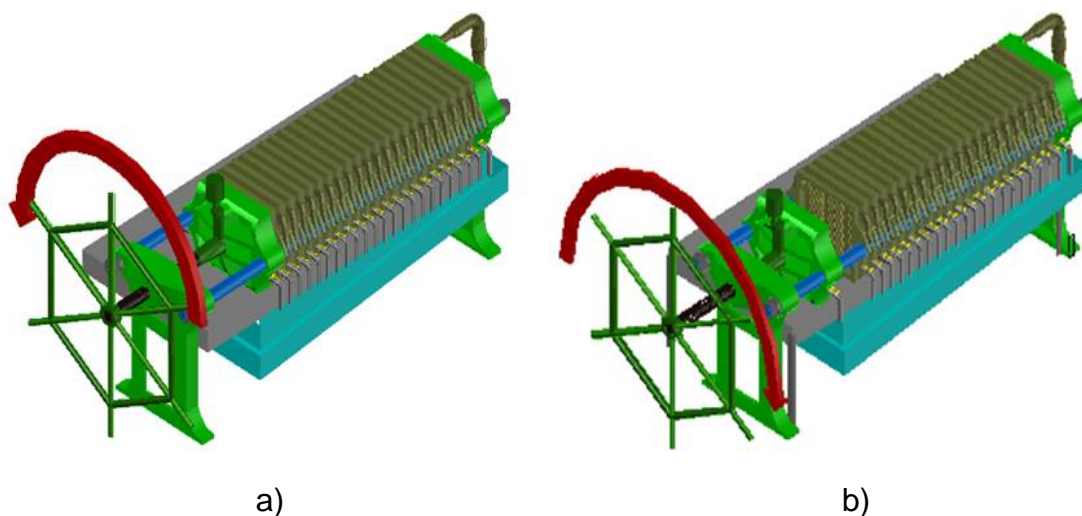


Figura 3: Sentido de giro para liberar o apretar la prensa filtro

a) liberación de la prensa

b) accionamiento de la prensa para nuevo ciclo de prensado

Una vez retirado todo el residuo se ubican nuevamente las placas en su lugar para iniciar un nuevo ciclo de funcionamiento de la prensa filtro girando el volante de prensado en

sentido de las manecillas del reloj (ver figura 3b) mediante una palanca, hasta el final del recorrido de trabajo de la base móvil de aprisionamiento.

Propuesta de modificación

La propuesta de modificación de la prensa filtro abarca las etapas de accionamiento y limpieza. A su vez, la etapa de accionamiento tiene dos componentes: el accionamiento mecánico de la prensa mediante motor eléctrico y el control automático del funcionamiento del motor eléctrico.

Accionamiento mecánico de la prensa filtro

Consiste en el reemplazo del volante de prensado por un motor-reductor que cumpla su función. Con la intención de reducir costos y el tiempo invertido en la modificación, se pretenden cambios mínimos en la estructura de la prensa, el motor se acoplará al tornillo de ajuste existente, permitiendo así el apriete y liberación de forma mecánica.

Fueron consideradas dos variantes de acoplamiento del motor al tornillo de ajuste; la primera con desplazamiento longitudinal del motor sobre cola de milano en la medida que avanza el tornillo de apriete y la segunda, con el motor fijo y el desplazamiento del tornillo dentro de una brida con orificio hexagonal, acoplado con la cabeza hexagonal del tornillo de apriete. Esta última variante prevaleció debido a sus méritos técnico-económicos.

Acoplamiento del motor en base fija y brida de desplazamiento

Esta solución consta de una base fija sobre la que se coloca el motor-reductor y dos bridas (ver figura4a), una acoplada al motor-reductor y la otra acoplada el tornillo mediante superficies hexagonales conjugadas. El tornillo tendrá un recorrido máximo en el interior de la brida de 44 cm, para lograr la combinación del movimiento giratorio durante el apriete o liberación de la prensa y el desplazamiento longitudinal del tornillo, por lo que ambos elementos estarán sometidos a esfuerzos de torsión y a fricción en sus

caras, para disminuir la fricción se aplicará lubricante semisólido (grasa) en la zona de contacto.

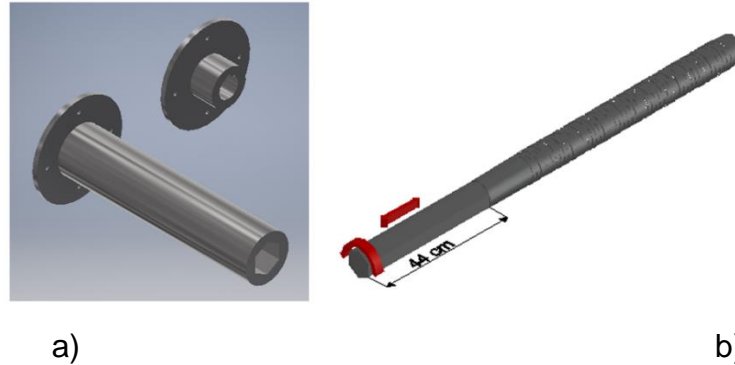


Figura 4: Configuración de las bridas y el tornillo con superficies hexagonales

a) bridas para transmitir el movimiento del motor al tornillo de ajuste

b) tornillo de ajuste

El sentido del giro del motor-reductor determina el apriete o liberación de la prensa. Si el motor-reductor gira en sentido horario se produce el apriete de la prensa (ver figura 5a), si lo hace en sentido antihorario se produce la liberación de la prensa (ver figura 5b).

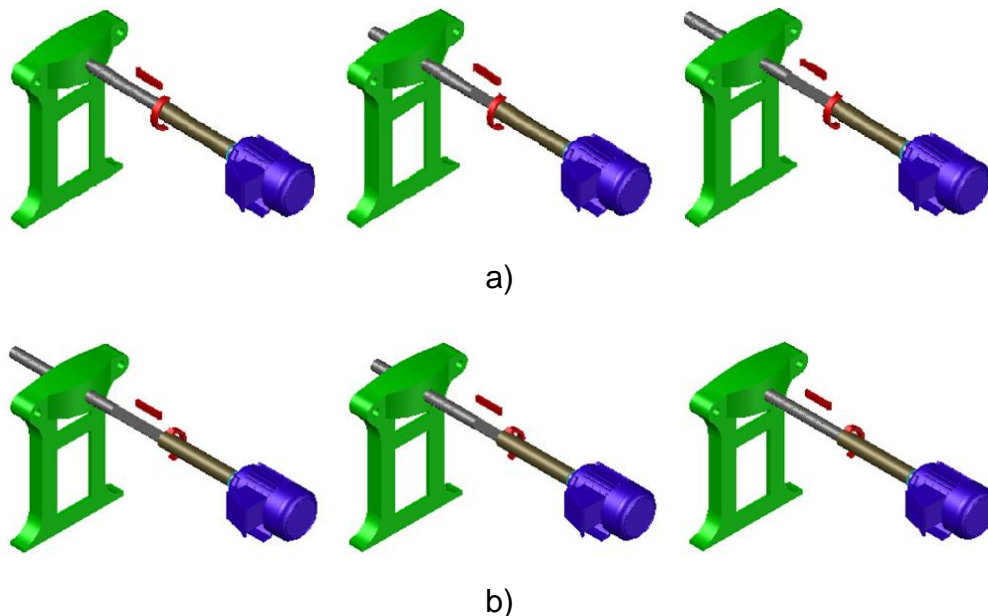


Figura 5: Movimientos del tornillo de ajuste acoplado al motor-reductor

a) sentido de giro para el apriete de la prensa filtro

b) sentido de giro para la liberación de la prensa filtro

Selección de motor-reductor

La selección del motor-reductor se hizo a partir de la demanda de potencia de la prensa para asegurar los valores de par y velocidad requeridos durante el funcionamiento del tornillo de ajuste.

El cálculo de la potencia requerida se realizó mediante la ecuación siguiente:

$$P = \frac{T * n_2}{9550 * \eta} * f_s \quad [kW] \quad [1]$$

Donde:

P = Potencia de entrada del reductor-reductor (kW)

T = Torque a la salida del reductor (Nm)

η = Eficiencia del reductor

f_s = Factor de servicio de la máquina

n_2 = velocidad de salida del motor-reductor (rpm)

El torque requerido para esta aplicación se calcula a partir de la expresión siguiente:

$$T = F * r \quad [2]$$

Donde:

T = torque (N.m)

F = fuerza (N)

r = radio (m)

La fuerza necesaria para apretar la prensa es equivalente a la ejercida por el operario al colocarse sobre la palanca para accionar el volante, y se corresponde con el peso del operario, cuyo valor de masa promedio es de 80 kg.

$$W = F = m * g \quad [3]$$

Donde:

W = Peso (N)

$$F = 80 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 784 \text{ N}$$

Si el largo de la palanca es de 1 m, el valor de torque requerido según la ecuación [2] es:

$$T = F \cdot r = 784 \text{ N} (1 \text{ m}) = 784 \text{ Nm}$$

El valor de torque determinado se afecta por un factor de seguridad de 1.15, al considerar la influencia de la fricción excesiva en la rosca del tornillo por falta de lubricación, u otros factores adicionales no considerados. Obteniéndose finalmente un valor de par a ser suministrado por el motor-reductor de 900 Nm. Por razones de seguridad en el movimiento del tornillo y a la disminución del tiempo de operación de la prensa, se recomienda una velocidad angular de salida del motor eléctrico de 30 rpm con una eficiencia del 75%. Los valores recomendados para el factor de servicio se presentan en la tabla 1, se seleccionó un factor de 1.0, que corresponde a una carga uniforme en jornadas de 8 a 10 horas.

Tabla 1. Factores de servicio recomendados

Funcionamiento horas/día	Uniforme	Tipo de Carga Media	Con choques
2	0.9	1.1	1.5
10	1.0	1.25	1.75
24	1.25	1.50	2.00

Fuente: catálogo Siemens 2017

Finalmente, al aplicar la ecuación [1] la potencia que deberá entregar el motor-reductor será:

$$P = \frac{T \cdot n_2}{9550 \cdot \eta} \cdot f_s \quad [kW] = \frac{900 \text{ Nm} \cdot 30 \text{ rpm}}{9550 \cdot 0.75} \cdot 1 = 3.76 \text{ kW}$$

El valor de potencia de 3,76 kW corresponde a 5.02 HP. Así, se seleccionó el motor-reductor helicoidal 2KJ3107-1GA04-0AS1-Z, con una relación de reducción $i = 30.54$ (tomado del catálogo de Siemens 2017).

Mediante la expresión [4] se determina el número de rpm necesario para el motor-reductor:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad [4]$$

Despejando n_1 y reemplazando valores se tiene:

$$n_1 = 30.54 \times 30 \text{ rpm} = 916.2 \text{ rpm} \quad [5]$$

El motor elegido entrega una potencia de 5 HP y 916.2 rpm, el valor de número de revoluciones alcanzado excede sólo en 1.7% del valor calculado, lo cual no afecta el funcionamiento de la prensa.

Modificación del sistema de limpieza

Se propone usar dos bandejas para el sistema de recolección y limpieza con funciones específicas. La primera, seguiría cumpliendo la función de recoger el aceite que atraviesa las placas de filtrado, mientras que la segunda se dispone a recoger, in situ, el residuo generado durante el filtrado, de manera que las placas no deban ser removidas o llevadas a otro sitio para su limpieza.

La segunda bandeja estará sobrepuesta en una base construida con perfil angular y 6 ruedas guías o de portón (ver figura 6a); que permite su desplazamiento hasta una estructura soporte (ver figura 6b), que la transportará al lugar donde se deposita el residuo del proceso de filtrado.

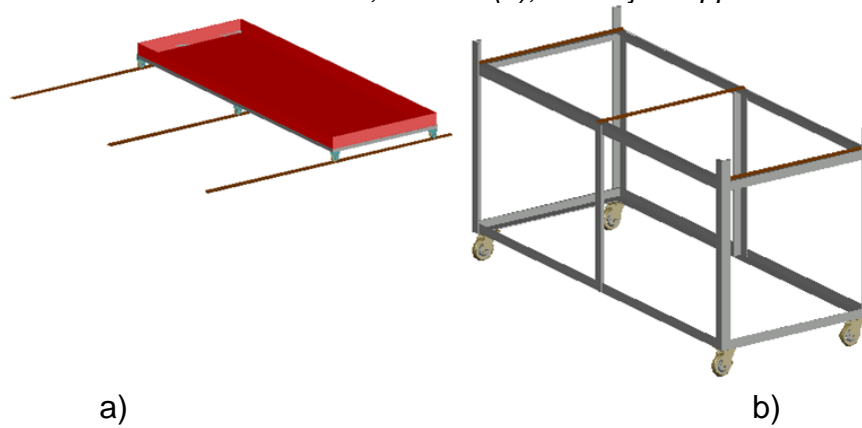


Figura 6: Bandeja de recolección del residuo de pasta, y la estructura soporte

a) bandeja deslizable para la recolección del residuo de pasta.

b) estructura para el traslado de la bandeja con el residuo hacia el depósito.

La estructura o coche de transporte del residuo de pasta deberá construirse con perfil estructural de sección cuadrada o rectangular, soportadas sobre ruedas giratorias para su fácil traslado hacia el depósito. La altura máxima del coche, incluyendo las ruedas, es de 92 cm, medidos desde el nivel del suelo hasta la zona de descarga de la prensa filtro. El modelo de la estructura soporte de la figura 6b fue sometido a un análisis CAD/CAE de variantes de diseño, en el que se evaluaron dos tipos de perfiles (cuadrado y rectangular) de diferentes dimensiones y espesor (Ver tabla 2), y la utilización de cuatro y seis ruedas como soporte de la estructura.

Tabla 2. Tipo, dimensión y espesor de perfil estructural usado para el análisis

Perfil del tubo galvanizado	Dimensión	Espesor
Cuadrado	25 mm	3 mm
	30 mm	3 mm
	40 mm	4 mm
	50 mm	5 mm
Rectangular	2 x 1 pulg	3/16 pulg

La magnitud de la masa que deberá soportar la estructura de transporte de residuo de pasta se determina por la expresión [5], los valores de las variables consideradas se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Volumen y densidad del residuo de palma después del filtrado

Variable	Nominación	Valores
v	volumen del residuo palma	0.13 m ³
ρ	densidad del residuo de palma	1460 kg/m ³

Determinación de la masa del residuo de palma:

$$m = v \cdot \rho \quad [5]$$

Donde:

m = masa

v = volumen

ρ = densidad

$$m = 0.13m^3 * 1460 \frac{kg}{m^3} = 189.80 kg$$

En la tabla 4 se muestran los valores de masa y la fuerza que ejerce cada componente sobre la estructura, cada valor es multiplicado por la gravedad (9.81 m/s²), obteniéndose la magnitud de la fuerza total que soportará la estructura de transporte del residuo de pasta.

Tabla 4. valores de masa y fuerza de cada componente sobre la estructura

Componente	masa	Valor de la fuerza
residuo de palma	189.80 kg	1861,94 N

bandeja de residuos	17.53 kg	171,97 N
soporte de la bandeja	12.19 kg	119,58 N
Fuerza Total		2153,49 N

El análisis CAD/CAE se realizó en Autodesk Inventor, se tomaron perfiles estructurales de la biblioteca de materiales del programa con las dimensiones correspondientes a cada estudio, especificadas en la tabla 4. En la tabla 5 se indican las características del material de los perfiles empleadas en el análisis estático.

Tabla 5. características del material utilizado para el análisis estático

material	Acero galvanizado	
General	Densidad de masa	7,85 g/cm ³
	Límite de elasticidad	207 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345 MPa
	Módulo de Young	200 GPa
Tensión	Coefficiente de Poisson	0,3 su
	Módulo cortante	76,9231 GPa

Simulación de variantes de la estructura de soporte o coche

Se analizaron dos esquemas estructurales (Ver figura 7), bajo diferentes perfiles y números de ruedas giratorias como se mencionó en el epígrafe 1.3.1. Para el esquema de la estructura “A” se analizaron variantes según el tipo de perfil con 4 y 6 ruedas giratorias. Para el esquema de la estructura “B” las variantes se conformaron para cada tipo de perfil con 4 ruedas giratorias.

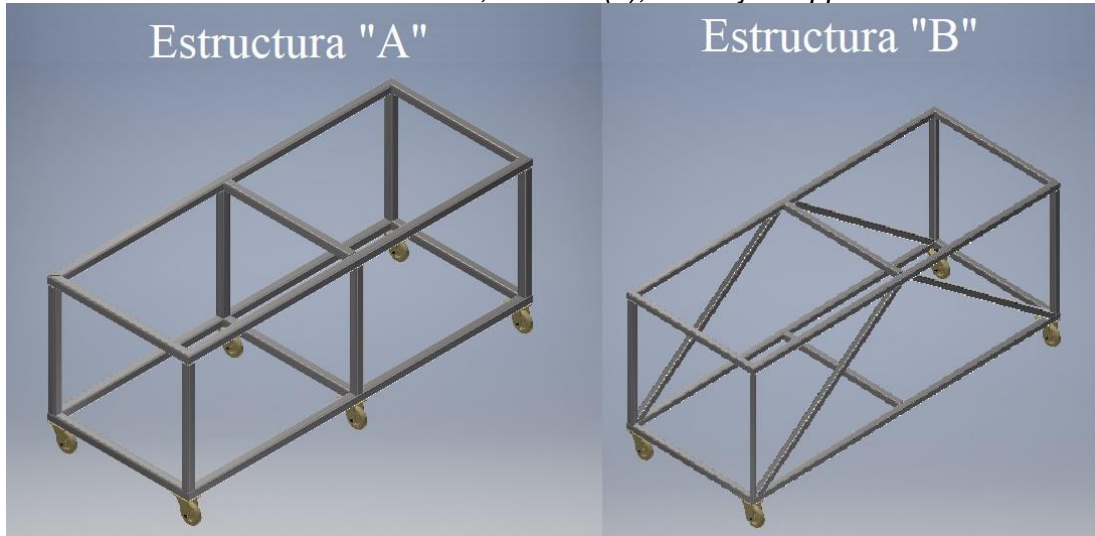


Figura 7: Esquema de las estructuras "A" y "B" para el soporte o coche

Condiciones de emplazamiento

En la figura 8 y 9 se indica la zona de aplicación de la carga, así como, la dirección, sentido y módulo del vector fuerza. Igualmente, se muestra la cara de los segmentos restringidos donde se ubicarán las ruedas giratorias para las variantes de cuatro y seis ruedas respectivamente.

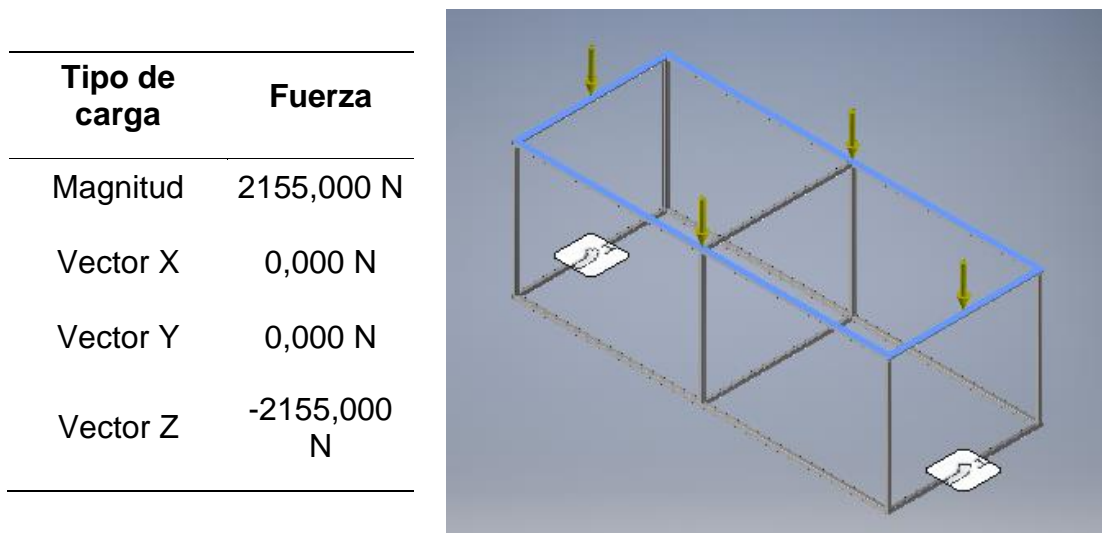


Figura 8: Indicación de la fuerza actuante sobre la estructura "A" y la cara de los segmentos donde se ubicarán las ruedas giratorias

En la figura 9 se muestra el esquema de fuerzas y soporte utilizado para la estructura "A" con 6 ruedas giratorias.

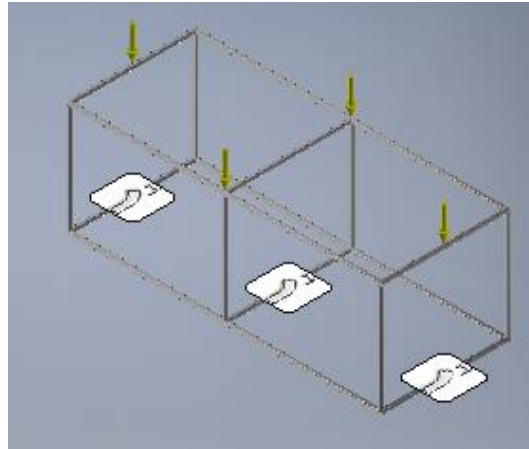


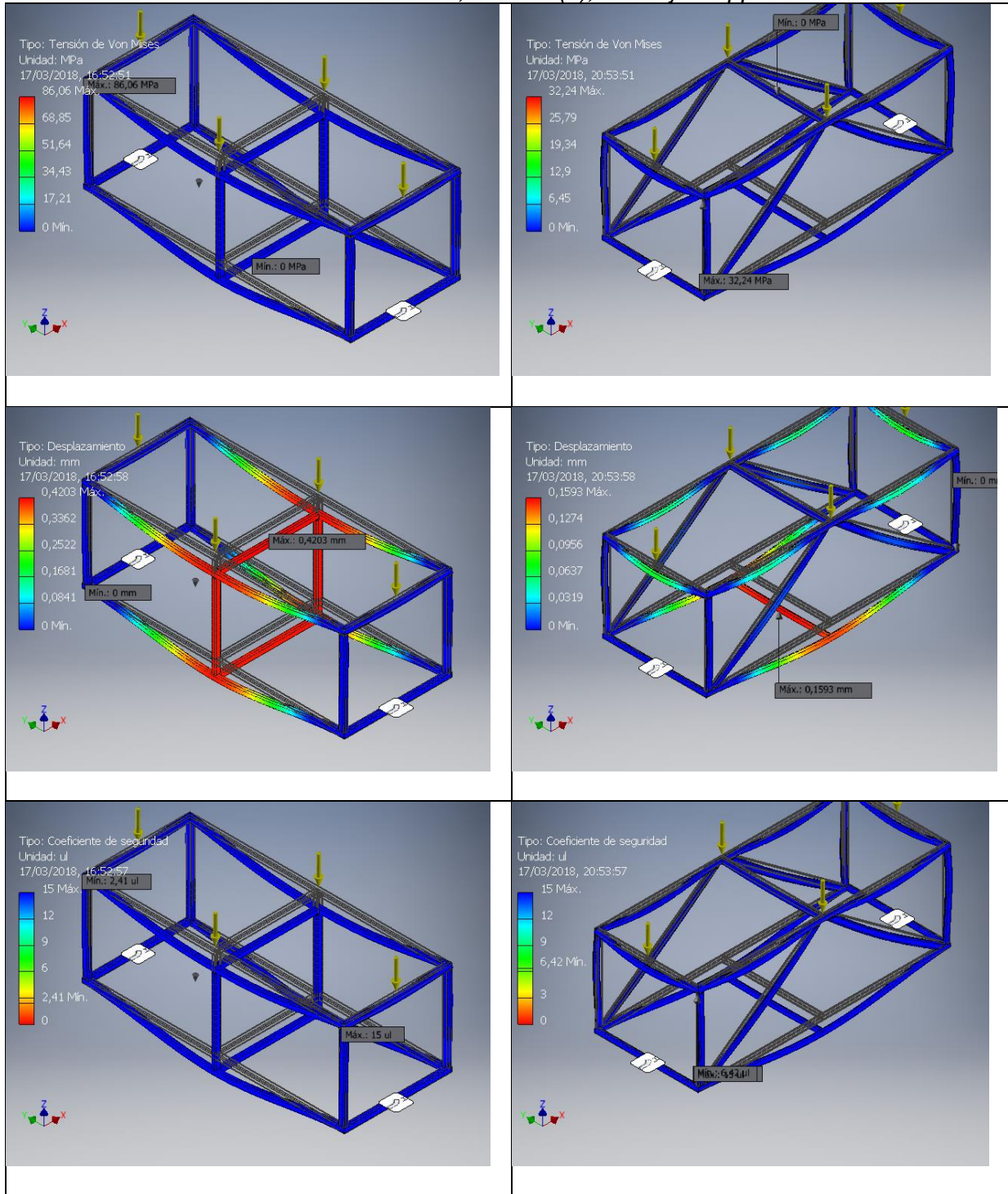
Figura 9: Indicación de las fuerzas y de los segmentos restringidos para la estructura "A" con 6 ruedas giratorias

Según estas condiciones, se realizó el análisis estático de la estructura soporte, se obtuvieron los valores de tensión de Von Mises, desplazamiento máximo y coeficiente de seguridad para cada variante examinada. El valor obtenido de la tensión de Von Mises indica la deformación de la estructura y se compara con el límite de elasticidad del material utilizado. El desplazamiento máximo condiciona el pandeo visible y aceptable para el caso, mientras el coeficiente de seguridad indica la seguridad que tiene la estructura bajo las condiciones de carga.

En la tabla 6 se muestra la simulación de las estructuras "A" y "B" con cuatro ruedas giratorias para el perfil rectangular de $2 \times 1 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ ". Un proceso simulador se efectuó para los restantes perfiles estudiados.

Tabla 6. Resultados del análisis CAD/CAE a la Estructura "A" y "B" con cuatro ruedas giratorias.

Estructura A (4 ruedas) perfil rectangular de $2 \times 1 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "	Estructura B (4 ruedas) perfil rectangular de $2 \times 1 \frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ "
--	--



Resultados y Discusión

A continuación, se muestra la tabla 7 con el resumen de los valores de deformación, desplazamiento y coeficiente de seguridad obtenidos durante el estudio completo de las estructuras “A” y “B” para los diferentes perfiles, así como, los gráficos comparativos que

ilustran dichos resultados. La estructura "A" fue evaluada con apoyos en 4 y 6 ruedas giratorias en cada perfil, mientras que la estructura "B" estuvo apoyada sólo sobre 4 ruedas, debido a que la distribución de las tensiones hacia la base se produce directamente sobre sus extremos.

Con la intención de simplificar el análisis de los resultados, se ha preferido mostrar el comportamiento de ambas estructuras de manera comparativa; las figuras 10, 11 y 12 muestran gráficamente los resultados obtenidos del estudio de deformación, desplazamiento y coeficiente de seguridad respectivamente.

En la figura 10 se visualiza el comportamiento de los valores de la tensión de Von Mises que provocan deformación en las estructuras. La línea de color verde intenso referencia el límite de elasticidad del material. Los dos primeros perfiles 25x25x3 y 30x30x3 de la estructura "A" (trazos de color verde claro) soportados sobre 4 ruedas giratorias muestran valores de tensión superiores a las admisibles por el material. Así, al incrementarse la sección transversal del perfil disminuye la tensión de deformación, al ser más robusta la estructura.

Para todos los perfiles, la estructura "A" apoyada en seis ruedas, mostró la menor deformación (trazos de color azul), mientras que la estructura "B", pese a estar soportada sobre cuatro ruedas, mostró un buen comportamiento (trazos de color amarillo), en estos dos casos con valores inferiores al límite elástico del material.

Tabla 7. Resumen de las tensiones de Von Mises (deformación), desplazamientos y Coeficiente de seguridad para las estructuras "A" y "B".

Perfiles de tubo galvanizado	Deformación (MPa)		Desplazamiento (mm)		Coeficiente de seguridad	
	Estructura "A"	Estructura "B"	Estructura "A"	Estructura "B"	Estructura "A"	Estructura "B"

	4 ruedas	6 ruedas	4 ruedas	4 ruedas	6 ruedas	4 ruedas	4 ruedas	6 ruedas	4 ruedas
25x25x3	272,97	85,99	165,61	5,66	0,67	0,66	0,76	2,41	1,25
30x30x3	221,87	60,54	138,93	3,20	0,36	0,36	0,93	3,42	1,49
40x40x4	91,84	26,61	52,57	1,17	0,12	0,20	2,25	7,78	3,94
50x50x5	40,95	12,23	32,33	0,56	0,06	0,13	5,06	15,00	6,40
2x1x3/16	77,15	26,36	32,24	0,55	0,08	0,16	2,68	7,85	6,42
2x1½ x3/16	86,06	20,85	28,68	0,42	0,06	0,13	2,41	9,93	7,22

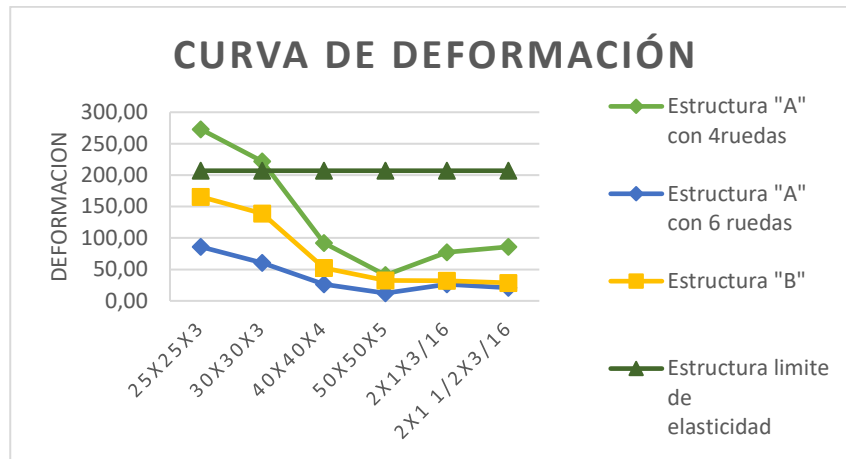


Figura 10: Curvas de deformación de las estructuras "A" y "B"

El desplazamiento que sufren ambas estructuras debido a las cargas actuantes, se muestra en la figura 11. Al aumentar la sección transversal del perfil el desplazamiento disminuye. Ahora la línea de color verde intenso representa el desplazamiento de la estructura en 1 mm, considerado un desplazamiento admisible para la función que cumplirá el carro soporte. Los tres primeros perfiles de la estructura "A" soportada sobre 4 ruedas mostraron un desplazamiento superior a 1mm. El comportamiento de la estructura "A" soportada sobre seis ruedas fue muy semejante al de la estructura "B" soportada sobre cuatro ruedas, en estos dos casos el desplazamiento para todos los perfiles fue menor al admisible.

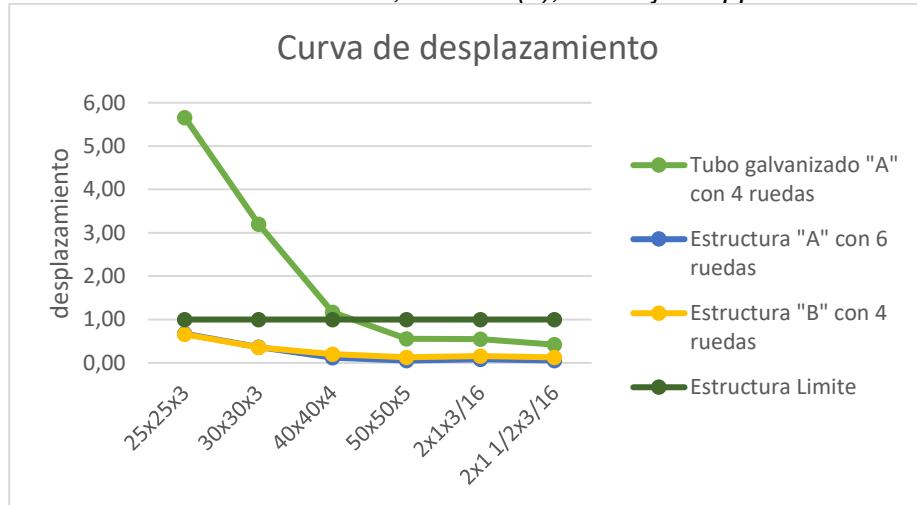


Figura 11: Curvas de desplazamientos de las estructuras “A” y “B”

En la figura 12 se muestran los valores de coeficiente de seguridad obtenidos en el estudio de ambas estructuras. Los dos primeros perfiles de la estructura “A” soportadas sobre cuatro ruedas reflejan un coeficiente de seguridad inferior a la unidad, por lo que son descartados. Los restantes perfiles, en principio, pudieran ser utilizados según este indicador. El perfil 50x50x5 de la estructura “A” soportada en seis ruedas alcanza el mayor valor del coeficiente de seguridad, mientras que en la estructura “B” lo alcanza el perfil 2x1½ x3/16.

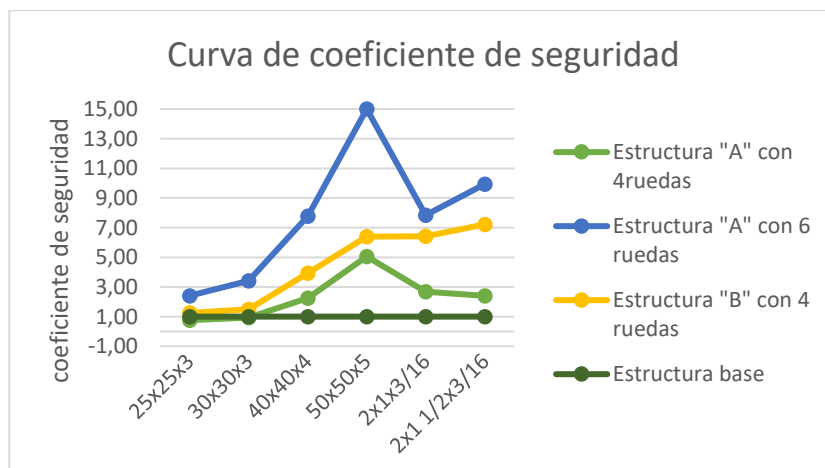


Figura 12: Curvas del coeficiente de seguridad en las estructuras “A” y “B”

Al contrastar los resultados obtenidos del estudio realizado a ambas estructuras con la finalidad de elegir la mejor opción, atendiendo a criterios de carácter técnico-económicos,

se aprecia que para que la estructura A con 4 ruedas, pueda cumplir los requerimientos mínimos de diseño debería ser construida con un perfil de 50x50x 5 mm o superior, lo cual eleva su costo de fabricación, dejándola descartada como opción viable para este proyecto.

Por otro lado, la estructura "A" con 6 ruedas y la estructura "B" con 4 ruedas, pudieran fabricarse con perfiles de menor sección transversal, debido a que tienen un valor de deformación menor al límite elástico del material, con un desplazamiento de flecha inferior a 1mm, considerado como admisible para este caso de estudio, y un coeficiente de seguridad mayor a la unidad.

El tubo galvanizado de sección 30x30x3 muestra un comportamiento muy satisfactorio desde el punto de vista técnico. Para el caso de la estructura "A" soportada sobre seis ruedas, este perfil genera tensiones de Von Mises 3,4 veces inferiores a su límite elástico (205 MPa), mientras que para el caso de la estructura "B" las tensiones de Von Mises son 1,5 veces inferior a dicho límite. El valor del desplazamiento en una u otra estructura para esas condiciones fue el mismo, 0,36 mm, mientras que el coeficiente de seguridad para la estructura "A" es de 3,42 contra 1,49 de la estructura "B".

El análisis técnico conduce a que el tubo de sección 30x30x3 para la estructura "A" soportada sobre seis ruedas giratorias sería la mejor opción. Al considerar también sus méritos económicos por concepto de ahorro de material, esta opción representa el perfil con la segunda menor sección transversal de todos los perfiles estudiados.

Conclusiones

Como aspectos más significativos se destacan los siguientes:

1. Al aplicar el método de observación durante el emplazamiento y limpieza de la prensa en el proceso de filtrado, se esclareció su principio de funcionamiento y se definieron las condiciones de operación.
2. La propuesta de perfeccionamiento contempla la sustitución del volante de prensado accionado manualmente, por un apriete mecánico de la prensa accionado por un motor-reductor, mediante bridas conectadas al tornillo de ajuste y al motor-reductor respectivamente.
3. Se plantea modificar el sistema de limpieza al utilizar dos bandejas, una para la recolección del aceite sin filtrar e impurezas y otra para acumular el residuo de pasta procesado. Una estructura de acero galvanizado soportada sobre ruedas giratorias permitirá el desplazamiento del residuo hasta el depósito, sin necesidad de trasladar individualmente las placas hasta un área de limpieza.
4. Se realizó la simulación CAD/CAE de la estructura de soporte de la bandeja de residuo de pasta, con la ayuda del software Autodesk Inventor, determinándose la magnitud de la deformación, desplazamientos y coeficiente de seguridad de la estructura para diferentes perfiles del material y condiciones de apoyo. El mejor comportamiento, desde el punto de vista técnico-económico, lo tuvo el perfil cuadrado de la estructura "A" de sección 30x30x3, soportada sobre seis ruedas giratorias; con tensiones de Von Mises 3,4 veces inferiores a su límite elástico, un desplazamiento de 0,36 mm y un coeficiente de seguridad de la estructura de 3,42.

Referencias

- Ahumada, M. (2022). El aceite de palma es bueno para todo el mundo. Boletín El Palmicultor, 604(junio), 14-15.

- Revista TSE'DE*, 2023. 6 (2), enero-junio/pp. 90-113 ISSN: 2600-5557
- Calleja Juan (2021). Cómo producir el doble de alimentos en 2050 en un escenario de deterioro de las tierras y sin agua. Diario "El País", Madrid, España, 2021.
- Facuy Martínez K. V., Burgos Martínez V. D. y Duarte Suarez H. (2020): "Acuerdo Multipartes Ecuador - Unión Europea y su incidencia en las exportaciones de aceite de palma al mercado de Holanda", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2020, ISSN:1696-8352.
- González-Cárdenas, A. (2016). La agroindustria de la palma de aceite en América. Palmas, 37 (Especial Tomo II), pp. 215-228.
- Katiuska Viviana Facuy Martínez, Vicente Daniel Burgos Martínez y Héctor Duarte Suarez (2020): "Acuerdo Multipartes Ecuador - Unión Europea y su incidencia en las exportaciones de aceite de palma al mercado de Holanda", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2020, ISSN:1696-8352,
- Navarro Alcívar, J. G., Carrera Almendáriz, L. S., & Flores Huilcapi, A. G. (2022). Mejoramiento de extracción de aceite de palma en una planta industrial. Conciencia Digital, 5(3),68-84. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.2206>
- Pérez Vázquez Arturo, Leyva Trinidad, Doris Arianna, & Gómez Merino, Fernando Carlos. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(1), 175-189.<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.857>
- Propalma (2023). Recuperado el 22 de abril de 2023, de <https://propalmaec.com/cifras-en-la-palma/>
- Schoijet Glembotzky, Mauricio. (2005). Población y producción de alimentos: Tendencias recientes. Problemas del desarrollo, 36 (141), 183-203. Recuperado el 22 de abril de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362005000200009&lng=es&tlng=es
- Tuesta Hidalgo Oscar Alejandro (2021). Evidencias exitosas de estrategias de gestión socioeconómica en el desarrollo económico sostenible y rentable en agro-industrialización de palma aceitera. Universidad César Vallejo, Perú, 2021.

Revista TSE'DE, 2023. 6 (2), enero-junio/pp. 90-113 ISSN: 2600-5557
Catálogo Siemens D 21.4 · 2017. recuperado el 20 de marzo de 2023,de
www.siemens.de/industrymall

Filtro de prensa para el tratamiento de lodos, (s.f.), Lenntech, recuperado el 20 de marzo
de 2023,de <https://www.lenntech.es/filtro-de-prensa-para-lodos.htm>