



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE
EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Delgado Corte Juan Carlos

Tutor

Mgr. Saá Tapia Fernando David

AMBATO – ECUADOR

2026

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Juan Carlos Delgado Corte, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA”, como requisito para optar al grado de INGENIERO INDUSTRIAL y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 22 días del mes de febrero de 2026, firmo conforme:

Autor: Delgado Corte Juan Carlos

Firma:

Número de Cédula: 0503287682

Dirección: Cotopaxi, Latacunga, La Matriz.

Correo Electrónico: juankarlosd31@hotmail.com

Teléfono: 0963709851

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA” presentado por JUAN CARLOS DELGADO CORTE, para optar por el Título INGENIERO INDUSTRIAL,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 22 de febrero del 2026

.....
Mgtr. Saá Tapia Fernando David

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de INGENIERO INDUSTRIAL, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 22 de Febrero 2026

.....
Delgado Corte Juan Carlos
0503287682

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA** previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 22 de febrero de 2026

Ph. D. Chicaiza Claudio Fernando Alfonso

LECTOR

Mgtr. Romero Morales Estalin José

LECTOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y la capacidad para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica y personal.

A mi esposa Valeria, por su amor, paciencia y apoyo constante gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles, este logro también es tuyo.

A mi hijo Matías, mi mayor inspiración y motor para no rendirme nunca, tu amor me dio la fuerza para seguir y esforzarme por ser un mejor ejemplo para ti.

A mi madre, que se encuentra en el cielo, pero está presente en mi corazón, estoy seguro de que estaría orgullosa de hasta dónde he llegado con sus enseñanzas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, por brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional y por exigir lo mejor de mí en cada etapa educativa.

A mis docentes, quienes con su conocimiento, experiencia y vocación me guiaron en todo el proceso de formación académica, gracias por inculcarme conocimientos técnicos, al igual que valores, disciplina y compromiso, para alcanzar esta meta.

A mi tutor de tesis, por su guía y paciencia en este proceso, cuyas valiosas observaciones y rigor académico han sido fundamentales para la culminación exitosa de este proyecto de titulación.

A mi familia, por su apoyo moral, comprensión y aliento constante, especialmente en los momentos de mayor esfuerzo y sacrificio.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Introducción	1
Antecedentes.....	2
Justificación	6
Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
INGENIERÍA DEL PROYECTO	9

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	10
Información de la Fundación CODESPA en Tungurahua	11
Estructura organizacional.....	11
Ubicación y estado de equipos	12
Productos que se elaboran	14
Proceso Actual para Extracción del Aceite de Aguacate	15
Indicadores Clave de Desempeño (KPI) del Proceso.....	16
Análisis en Función de la Casa de la Calidad (QFD).....	20
Área de estudio	25
Modelo operativo.....	26
Descripción del modelo operativo	27
Estructura	27
Maquinaria	28
Procesos.....	32
Capacitación	33
CAPÍTULO III	35
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	35
Presentación de la propuesta.....	35
Estructura del Espacio Físico	35
Maquinaria	37
Procesos.....	49
Capacitación	50
Capacitación del Proceso de Utilización, Limpieza y Mantenimiento de las Máquinas	50
Resultados	54

Cronograma de actividades.....	63
Análisis de costos.....	65
CAPÍTULO IV	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
BIBLIOGRAFÍA	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos generales de la Fundación.	11
Tabla 2 Diagnóstico de las máquinas	13
Tabla 3: Productos elaborados.....	14
Tabla 4: KPI de Rendimiento del Proceso de Extracción de Aceite.	16
Tabla 5: KPI de Disponibilidad de Máquinas	17
Tabla 6: Costos de Producción	18
Tabla 7: Calidad del aceite obtenido	19
Tabla 8: Características de máquinas en el mercado para extracción de aceite	21
Tabla 9: Área de Estudio	26
Tabla 10: KPI de Rendimiento del Proceso de Extracción de Aceite Actual.....	56
Tabla 11: Ganancia Total Actual de Producción 3,5Kg de aceite.....	58
Tabla 12 : KPI de Disponibilidad Actual de Máquinas.....	60
Tabla 13: KPI de Calidad Actual de Aceite Extraído.....	61
Tabla 14: Cronograma de actividades	63
Tabla 15: Costos de los materiales para el proyecto	65
Tabla 16: Costo de implementación de la Propuesta.....	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estructura organizacional.....	12
Gráfico 2: Flujograma del proceso artesanal de extracción de aceite.	15
Gráfico 3 Porcentaje de aceite extraído.....	17
Gráfico 4: Casa de la Calidad.....	24
Gráfico 5: Modelo Operativo Detallado.....	27
Gráfico 6: Diseño de la base para la prensa.....	41
Gráfico 7: Porcentaje de aceite extraído en la actualidad.....	57
Gráfico 8: Capacidad Operativa por Hora Original vs. Actual.	59
Gráfico 9: Comparación de Utilidad Inicial - Actual.	59
Gráfico 10: Comparación de Disponibilidad Inicial - Actual.....	61
Gráfico 11: Comparación de la calidad de aceite extraído inicial - actual.....	62
Gráfico 12: Curva S.....	67

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Ubicación de equipos	13
Imagen 2: Molino de Hojas y Semillas.	29
Imagen 3: Prensa.	30
Imagen 4: Destilador.	31
Imagen 5: Posición de operadora para utilizar la prensa.	36
Imagen 6: Toma industrial instalada para conectar el molino.	39
Imagen 7: Conexiones de la Botonera instalada en el molino.	39
Imagen 8: Caja de control instalada en la carcasa del molino.	40
Imagen 9: Repotenciación de la prensa de extracción de aceite.	44
Imagen 10: Instalación eléctrica en la prensa de extracción de aceite.	45
Imagen 11: Conexiones del destilador.	46
Imagen 12: Pruebas de funcionamiento del molino.	47
Imagen 13: Pruebas de funcionamiento de la prensa.	48
Imagen 14: Pruebas de funcionamiento del destilador.	48
Imagen 15: Capacitación del funcionamiento del molino.	51
Imagen 16: Capacitación de la limpieza y mantenimiento del molino.	52
Imagen 17: Capacitación del funcionamiento, limpieza y mantenimiento del destilador.	53
Imagen 18: Capacitación del funcionamiento, limpieza y mantenimiento de la prensa.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Modelado de la Prensa.....	75
Anexo 2: Modelado del Molino.....	76
Anexo 3: Modelado de la Destiladora	77
Anexo 4: Layout	78
Anexo 5: Plano eléctrico del Molino.....	79
Anexo 6: Plano eléctrico de la prensa	80
Anexo 7: Manual de Operación, Limpieza y Mantenimiento de la Prensa para Extracción de Aceite de Aguacate.....	81
Anexo 8: Manual de Operación, Limpieza y Mantenimiento del Destilador Marca MERVENTI — Capacidad 70 litros	88
Anexo 9: Manual De Operación, Limpieza Y Mantenimiento Molino Martillo Pulverizador Marca Fairuz – Modificado.....	93
Anexo 10: Bitácora para registro de datos de la Prensa	98
Anexo 11: Bitácora para registro de datos del Molino.....	98
Anexo 12: Bitácora para registro de datos del Destilador	99

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA UTILIZADA EN LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA

AUTOR: DELGADO CORTE JUAN CARLOS

TUTOR: MGTR. SAÁ TAPIA FERNANDO

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Trabajo de Integración Curricular se desarrolla partiendo de la necesidad de mejorar el proceso de extracción de aceite de aguacate realizado por las beneficiarias de la Fundación CODESPA del sector Casa Plazuela de la provincia de Tungurahua, teniendo como limitaciones técnicas los bajos niveles de producción, elevados tiempos de operación y falta de control del proceso. El objetivo del trabajo fue optimizar las máquinas a través de la implementación de mejoras mecánicas y eléctricas que permitan repotenciar su funcionamiento. La metodología aplicada en el proceso de investigación correspondió a un enfoque cuantitativo y experimental, apoyado en un diagnóstico técnico de las condiciones iniciales de operación, que permitió efectuar el diseño e implementación de modificaciones en los equipos, y finalmente, la evaluación comparativa de varios indicadores de desempeño antes y después de la intervención técnica, tales como rendimiento, tiempo de ciclo, disponibilidad de máquinas, calidad del producto y costos de producción. Los resultados obtenidos evidenciaron un aumento significativo en la cantidad de aceite extraído por cada lote de producción, una reducción significativa del tiempo total del proceso, una mejora en la calidad del aceite obtenido en cuanto a pureza, así como una reducción del costo unitario a consecuencia del mejor aprovechamiento de la materia prima y a la reducción de los desperdicios. De igual forma, se consiguió una mejoría en las condiciones de trabajo del personal, al disminuir el esfuerzo físico requerido, mejorando la postura y aumentando la seguridad durante la operación de los equipos. Finalmente, se concluye que la optimización de las máquinas fue una alternativa técnica viable, que fortalece la productividad del proceso artesanal, incrementa los ingresos de la comunidad beneficiaria y contribuye al desarrollo social y productivo de la zona, demostrando que la aplicación de soluciones de ingeniería en contextos rurales genera impactos positivos a nivel técnico y socioeconómico.

DESCRIPTORES: extracción de aceite de aguacate, KPI, optimización, productividad.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: DELGADO CORTE JUAN CARLOS

TUTOR: MSc. SAA TAPIA FERNANDO DAVID

THEME

OPTIMIZATION OF THE MACHINERY USED IN THE OIL EXTRACTION PROCESSES AT
THE CODESPA FOUNDATION

ABSTRACT

This investigation project was developed based on the need to improve the avocado oil extraction process carried out by the beneficiaries of the CODESPA Foundation in the Casa Plazuela sector of Tungurahua province. The project addresses technical limitations such as low production levels, high operating times, and a lack of process control. The main objective was to optimize the machinery through mechanical and electrical improvements to enhance its operation. The methodology applied in the research process corresponded to an applied quantitative and experimental approach, supported by a technical diagnosis of the initial operating conditions, which allowed the design and implementation of modifications to the equipment, and finally, the comparative evaluation of several performance indicators before and after the technical intervention, such as performance, cycle time, machine availability, product quality and production costs. The results showed a significant increase in the amount of oil extracted per production batch, a substantial reduction in total process time, and an improvement in oil purity and quality, and a decrease in unit costs due to better raw material utilization and reduced waste. Likewise, working conditions for personnel improved by reducing physical effort, enhancing posture, and increasing safety during equipment operation. Finally, it is concluded that machinery optimization is a viable technical alternative that strengthens the productivity of artisanal processes, increases the income of the beneficiary community, and contributes to the social and productive development of the region. This project demonstrates that applying engineering solutions in rural contexts generates positive technical and socio-economic impacts.

KEYWORDS: avocado oil extraction, KPI, optimization, productivity



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

Actualmente, la eficiencia y sostenibilidad en los procesos productivos es un pilar fundamental para el desarrollo industrial, impulsando tecnologías que permiten optimizar el rendimiento y reducir el impacto ambiental (Almusharraf, 2025), específicamente respecto a la industria agroindustrial dedicada a la extracción de aceite se aprecia como desafío modernizar las técnicas tradicionales y los equipos que se utilizan mediante la repotenciación para garantizar la satisfacción de la demanda con una producción más segura, rentable y respetuosa con el medio ambiente (Musa et al., 2023) (Guzman & Rojas, 2016).

A nivel mundial, los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible promueven la producción y el consumo responsable, lo que incentiva a las organizaciones a buscar soluciones tecnológicas que garanticen la sostenibilidad, reduzcan los residuos y el consumo de energía (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Al mencionar este panorama mundial, se evidencia que la optimización de equipos es una alternativa estratégica frente a la adquisición de nuevos equipos, lo que prolonga la vida de los activos y satisface la demanda de productos orgánicos en base a materia prima vegetal presente en cada región (Cedeño et al., 2023).

El sector agroindustrial ecuatoriano dedicado a la producción de aceite es muy importante debido a la alta producción de palma africana, sin embargo, la extracción de aceites de otro tipo de materia prima como el aguacate ha adquirido relevancia especialmente en el ámbito de salud, por lo que se han desarrollado diversos procesos que van desde altamente tecnificados hasta métodos de producción más rudimentarios que operan con equipos

obsoletos que reducen la capacidad de producción y la calidad del aceite (Angel, 2024). Estos equipos generalmente tienen diversas deficiencias operativas siendo las más problemáticas el bajo rendimiento y la necesidad de operación manual permanente siendo prioritario optimizar el proceso de extracción para garantizar la sostenibilidad del sector.

Haciendo referencia a la Fundación CODESPA, cuya labor es empoderar a mujeres mediante el desarrollo de actividades que les permitan generar sus propios ingresos, puede mencionarse que en una de sus comunidades de intervención en la Provincia de Tungurahua en la vía Píllaro - Patate, tiene como actividad principal la extracción artesanal de aceite de aguacate, pero enfrenta algunos desafíos relacionados con su maquinaria actual, la misma que, a pesar de ser nueva tiene varias limitaciones que dificultan la extracción de aceite e incluso pone en riesgo la salud de sus operarias (CODESPA, 2025).

Cabe recalcar que la eficiencia del proceso depende en gran parte de los equipos de extracción (Neira et al., 2021), sin embargo en la Fundación CODESPA los equipos son para realizar extracción a pequeña escala, no disponen de un sistema de prensado óptimo, ni de paros de emergencia, lo que desencadena desperdicio de materia prima, variación en la calidad del aceite y una limitada tasa de recuperación, por lo que este proyecto busca abordar la problemática a través del diseño y la optimización de la maquinaria de extracción de aceite, para mejorar la eficiencia en la producción, garantizando un proceso más rentable.

Antecedentes

Actualmente, la producción de aceite vegetal, representa un pilar económico fundamental en diferentes regiones del mundo, evidenciando la relevancia del desarrollo sostenible y la mejora de las capacidades productivas de pequeños y medianos agricultores, sin embargo, la eficiencia de esta agroindustria depende del rendimiento tecnológico de los equipos para la fase de extracción, tomando en cuenta que la maquinaria obsoleta eleva los costos operativos, incrementa las pérdidas del producto final y reduce la calidad del

aceite, siendo necesario desarrollar estrategias de optimización de la maquinaria para aumentar la productividad y sostenibilidad de los procesos implementados.

La Fundación CODESPA es una organización reconocida a nivel mundial por su labor en beneficio del desarrollo social de comunidades rurales y vulnerables, y en países como Ecuador ha impulsado diferentes proyectos agrícolas sostenibles, entre los cuales se encuentra la producción de aceite vegetal en base a materia prima proveniente de cultivos locales, y en Tungurahua este proceso se ha implementado con tecnología nueva pero que presenta algunas deficiencias tecnológicas y operativas, limitando la eficiencia y productividad dentro de la Fundación, por lo que este proyecto aparece en respuesta a la necesidad de optimizar los procesos de extracción de aceite.

El problema principal se ha identificado mediante un análisis de los procedimientos actuales, evidenciando limitaciones a nivel de infraestructura al utilizar una maquinaria basada en una prensa hidráulica y manual que origina incomodidad en los operadores, procesos lentos con riesgo de accidentes, desperdicio de materia prima, variación en la calidad del aceite y pérdidas económicas, por lo que la propuesta tiene como propósito resolver esta problemática, incrementando la eficiencia del proceso, la seguridad de los operadores y la calidad del producto final, facilitando a la fundación que pueda cumplir con su misión en forma más efectiva.

Como parte de los antecedentes investigativos pueden mencionarse varios trabajos de titulación realizados en nuestro país con temáticas similares en la extracción de aceite de aguacate enfocados al proceso que se utiliza y los resultados obtenidos respecto a su calidad, entre los que pueden señalarse:

El trabajo titulado "Determinación del rendimiento de prensado para la obtención de aceite de aguacate (Persea americana)", del autor Ortiz Naranjo Luis Alexis, concluye la importancia del aguacate como una fruta de alto valor nutricional, por lo que su aceite es rico en compuestos bioactivos facilitando su uso a nivel de las industrias alimentaria y cosmética, además del análisis de rendimiento del aceite extraído de la variedad Fuerte y Hass se ha determinado una mejor calidad de aceite en la variedad Fuerte. (Ortiz, 2025)

El trabajo titulado "Caracterización del proceso de extracción de aceite de aguacate variedad Hass", de los autores Jiménez Bohórquez Nury Elena, Rodríguez Páez Yancy Juliana y Ospina Mesa Nicole Selena, concluye que existen varios métodos de extracción de aceite de aguacate los cuales se diferencian en cuanto a costos, materiales, composición natural y artificial; y posterior a la experimentación en un laboratorio se determina que el prensado es uno de los métodos más eficiente para extraer aceite pero el producto final tiene una textura grumosa que favorece el estado de oxidación. (Jimenez et al., 2023)

El trabajo titulado " Extracción por prensado en frio y valoración De las características fisicoquímicas y Sensoriales del aceite de dos variedades de Aguacate (persea americana)" del autor Cristian Cuchiye, concluye que el protocolo óptimo de extracción incluye una deshidratación previa de la fruta a 80°C por 8 horas, acompañada de una extracción a 40°C y una centrifugación a 3000 rpm por 20 minutos para poder separar el aceite del agua y los sólidos, además el uso de una prensa de tornillo mecánico con una centrífuga cumple con las normativas de acidez y peróxidos produciendo un producto de alta gama.(Cuchiye, 2023)

El trabajo titulado " Optimización del proceso de extracción de aceite rojo derivado de la palma en la industria extractora Quevepalma s.a." de la autora Angie Yosselin Veliz Paredes, concluye la importancia del método SMED (Single-Minute Exchange of Die) para reducir los tiempos improductivos al efectuar el cambio de herramientas o mantenimiento de la maquinaria de extracción para evitar los cuellos de botella que afectan el rendimiento final del aceite, además evidencia que la capacitación técnica del personal incrementa la eficiencia de extracción mitigando las mermas de materia prima. (Veliz, 2018)

El trabajo titulado "Diseño del proceso de extracción de aceite de higuierilla (ricinus communis L.) en la provincia de Chimborazo mediante el estudio de las variables óptimas en cada etapa" del autor Brayan Tierra, se concluye que las variables críticas en la extracción de aceite son la velocidad de giro del tornillo y la temperatura de precalentamiento de la semilla para optimizar la viscosidad del aceite y alcanzar una eficiencia de extracción superior al 90%, de igual forma se ha determinado que la reducción en el tamaño de partícula mejora el contacto mecánico, pero puede producir

obstrucción en los filtros de la prensa incrementando los costos en el mantenimiento.(Ayala, 2022)

El trabajo titulado " Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de aguacate para el Laboratorio Farmaceutico Ecufarma con una capacidad de aproximadamente 4 - 7 kg/h, ubicada en Quito provincia de Pichincha" del autor Hendry Quiroga, concluye que para efectuar una extracción óptima en frío, la máquina de extracción debe ser de acero inoxidable AISI 304 y en el diseño es necesario contar con una presión constante basada en un tornillo sin fin que evite la fricción excesiva, además se determinó que un motor de 2 HP es suficiente para procesar hasta 7 kg de producto por hora para obtener artesanalmente un aceite virgen de alta calidad. (Quiroga, 2021)

El trabajo titulado "Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales: Revisión sistemática ", de los autores Jaime Vásquez, José Orellana, Alfredo Rebaza y Luis Altamirano, concluyen la importancia del uso de programas de mantenimiento basados en el riesgo ya que con esta estrategia se logra identificar fallos críticos en máquinas como prensas y extractoras en forma predictiva aumentando la vida útil de los equipos, considerando que la optimización también depende de la medición de la capacidad eléctrica de los equipos con la finalidad de evitar sobrecargas que paren la línea de producción.(Vasquez et al., 2024)

El trabajo titulado "Diseño y construcción de una prensa de tornillo sin fin para la extracción de aceite de aguacate (Persea americana) variedad Hass" del autor José Gonzalez, concluye que es necesario acceder a conocimientos teóricos y simulación para diseñar una máquina de extracción de aceite de aguacate adaptada a las necesidades socioeconómicas, para garantizar la correcta selección de materiales, el dimensionamiento mecánico del tornillo y el control exhaustivo de variables críticas tales como la homogenización de la pulpa y la calidad de la materia prima, demostrando que la eficiencia del proceso de extracción de aceite vegetal requiere que haya equilibrio entre la resistencia estructural de la máquina y el manejo técnico de la materia prima. (González, 2020)

El trabajo titulado " Eficacia en la extracción de aceite a partir de especies vegetales" de los autores José Cedeño, María Navarrete, Virginia Sánchez y Carlos Moreira, concluyen

que uno de los métodos más eficientes para la extracción de aceite a baja escala es la hidrodestilación asistida y el empleo de prensas mecánicas que han sido optimizadas térmicamente mejorando los métodos artesanales hasta en un 18% de rendimiento de extracción, además debe tomarse en cuenta que el control de variables como la temperatura y la humedad inciden directamente en la acidez y la calidad final del aceite. (Cedeño et al., 2023)

El trabajo titulado " Propuesta de mejora en una empresa del sector palma aceitera utilizando Lean Manufacturing para incrementar la tasa de extracción de aceite" de los autores Orlando Ojeda y Branda Saravia, concluye que al incorporar una estandarización de métodos de trabajo, sistemas de control, 5s y Gestión visual, se consigue una reducción de un 50% en las mermas de la materia prima, en los productos que no tengan las especificaciones y los tiempos de tardanzas en el proceso productivo en un 57,89%, recalcando que la mejora en los procesos de prensado y clarificado para asegurar la reducción del porcentaje de impurezas y humedad en el aceite final. (Ojeda & Saravia, 2023)

El trabajo titulado "Una revisión de la producción de aguacate hass en Colombia y el proceso para la extracción de aceite como subproducto", de las autoras Cruz Julie, Saavedra Karla y Ayala Diana, concluye que según la revisión bibliográfica que han efectuado se evidencia que la demanda del aceite del aguacate Hass ha aumentado en los últimos años, tanto en Colombia como internacionalmente ya que debido a sus propiedades se comercializa en varios países de Europa y Asia. (Cruz et al., 2023)

Justificación

La optimización de la maquinaria utilizada en los procesos de extracción de aceite en la Fundación CODESPA, aborda una necesidad real, por lo que representa una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad de sus operaciones, justificándose en los siguientes aspectos:

La Fundación CODESPA actualmente enfrenta desafíos en el proceso de extracción de aceite debido a las limitaciones de la maquinaria, ya que la dependencia de procesos

manuales limita su capacidad de producción, por lo que esta propuesta tiene como **importancia** resolver esta limitación, repotenciando la maquinaria, elevando la productividad y garantizando la calidad del producto final.

La implementación de este proyecto tendrá un **impacto** de gran alcance, a nivel de productividad, ya que la optimización de la máquina de extracción reducirá tanto el tiempo de ciclo como el desperdicio de materia prima, representando un incremento en la producción de aceite, por otra parte a nivel de seguridad, la automatización de las tareas más peligrosas reducirá el riesgo de accidentes laborales para las operadoras, por lo que la propuesta convertirá un proceso poco óptimo en una operación eficiente.

La **aplicabilidad** de esta propuesta en la Fundación CODESPA es tangible, considerando que el diseño y la implementación se centrarán en la maquinaria existente, reduciendo la necesidad de una inversión inicial elevada en equipos completamente nuevos, esta solución técnica se adaptará como una intervención práctica a la necesidad del proceso de extracción de aceite de la Fundación, lo que convierte al proyecto en pertinente al generar beneficios inmediatos y a largo plazo.

Los principales **beneficiarios** de este proyecto son las mujeres que forman parte de la Fundación CODESPA al mejorar la seguridad de sus puestos de trabajo, la Fundación CODESPA, al incrementar su productividad y capacidad operativa permitiéndole cumplir sus objetivos sociales más eficazmente, igualmente, los clientes al contar con disponibilidad de un producto de mejor calidad a un costo competitivo, y finalmente, la comunidad en general con el éxito del proyecto contribuyendo a la sostenibilidad financiera de sus integrantes.

Por lo mencionado, este proyecto es **factible** debido a la concurrencia de diversos factores, en primera instancia la Fundación CODESPA dispone de la infraestructura para la implementación del proyecto, además, la propuesta se centra en la optimización de equipos existentes, lo que reduce el costo de inversión en tecnología nueva, también, los recursos tecnológicos son accesibles en el mercado local y su implementación no significa un desafío técnico muy complejo, por lo que el proyecto se apoya en recursos humanos,

materiales y tecnológicos accesibles garantizando una investigación e implementación alcanzable.

Objetivos

Objetivo General

Optimizar la maquinaria utilizada en los procesos de extracción de aceite en la Fundación CODESPA.

Objetivos Específicos

1. Analizar el estado operativo y las limitaciones de la maquinaria existente para la extracción de aceite en la Fundación CODESPA, mediante una recolección de datos de los equipos.
2. Diseñar el sistema electromecánico para el funcionamiento semiautomático de la maquinaria, mediante cálculos, planos y parámetros técnicos que permitan mejorar su operatividad.
3. Implementar las modificaciones de ingeniería en las máquinas para la extracción de aceite mediante la incorporación de los mecanismos desarrollados y accesorios planificados para comprobar su funcionamiento.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto debe indicarse que la metodología considerada se fundamenta en un enfoque cuantitativo con carácter experimental, el mismo que permitirá responder a la necesidad de optimizar los procesos de extracción de aceite de aguacate en la Fundación CODESPA. Este diseño metodológico permite que los datos recolectados y analizados describan la situación operativa actual y facilitan una intervención técnica sobre los equipos y al centrarse en variables medibles y controlables, se garantiza la obtención de resultados que sustenten la viabilidad de las mejoras implementadas.

Para que la aplicación del método con enfoque cuantitativo y carácter experimental, las variables del proceso deben estar controladas, para lo cual debe considerarse el cumplimiento de las siguientes etapas: se debe levantar la información del funcionamiento de la máquina antes de la intervención a través del ensamblaje de los componentes de cada equipo y la medición de datos de rendimiento, posteriormente se identifican las variables teniendo como variable independiente las modificaciones técnicas que se realizará en las máquinas y como variable dependiente los indicadores de desempeño de la máquina tales como el rendimiento, el tiempo de ciclo y la calidad del producto. Siguiendo con el proceso se realiza el diseño del experimento, en el cual se establecen las condiciones en las cuales se efectuarán las pruebas de funcionamiento, buscando procesar producto de iguales características para evitar sesgos en los resultados. En lo posterior se efectúa la ejecución de procedimientos y la recolección de nuevos datos después de los cambios efectuados. Finalmente, una vez que se cuenta con la información del antes y después se procede a la elaboración de cuadros comparativos que evidencien si existe la mejora en el rendimiento y si esta es significativa

Respecto a los instrumentos de investigación para recolectar datos iniciales deben emplearse herramientas tales como anecdotarios y fichas de observación del

funcionamiento de máquinas que permitan registrar parámetros de operación y comportamiento de las máquinas, empleando como instrumentos un cronómetro para medir en forma precisa los tiempos de ciclo, una báscula para medir la masa de entrada de materia prima y salida de producto final facilitando el cálculo del rendimiento. También en el transcurso del proceso de funcionamiento y pruebas de validez se han empleado registros de operación para evaluar la disponibilidad de las máquinas y su estado mecánico, al igual que registros de análisis sensorial para registrar el aspecto y uniformidad del producto final basados en normas ISO. Finalmente debe mencionarse como herramientas el uso de software de diseño para modelar los componentes y modificaciones antes de su fabricación, al igual que hojas de cálculo de Excel para tabular y representar los datos, y obtener los cálculos referentes a los costos de producción.

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La Fundación CODESPA es una organización reconocida mundialmente por su iniciativa social, que emprende proyectos en comunidades rurales específicas, como en el caso de la Provincia de Tungurahua en la vía Píllaro – Patate específicamente en el Sector Casa Plazuela, con la finalidad de contribuir positivamente en la economía deficiente de las personas de la zona, a partir de capacitación y la generación de oportunidades de empleo para sus habitantes, aprovechando los conocimientos y recursos de la zona.

Actualmente, esta fundación ha emprendido un proyecto orientado al desarrollo de las mujeres de la localidad, quienes en forma artesanal han venido produciendo mínimas cantidades de aceite de aguacate mediante procesos artesanales que consisten en la cocción de la pulpa de aguacate por hasta 12 horas para su posterior filtrado, razón por la cual la Fundación CODESPA en el año 2025 les ha proporcionado a este grupo de mujeres equipos nuevos para que optimicen sus procesos en tiempo y cantidades de producto, a pesar de lo cual siguen trabajando con su práctica artesanal debido a que los equipos proporcionados no poseen ningún tipo de automatización y tampoco han tenido la oportunidad de capacitarse para conocer su utilización.

Información de la Fundación CODESPA en Tungurahua

En la Tabla 1, se presentan los datos de la Fundación en la cual se efectuará la implementación del presente proyecto:

Tabla 1: Datos generales de la Fundación.

Nombre de la Fundación	CODESPA
Dirección	Vía Píllaro – Patate
Provincia	Tungurahua
Localidad	Casa Plazuela
Actividad	Extracción de aceite y elaboración de productos cosméticos artesanales
Población de la fundación en la localidad (Operadores)	20 Personas Las cuales al momento producen el aceite en sus hogares ante la falta de recursos tecnológicos en la Fundación.
Instalaciones de funcionamiento	Laboratorio de la Escuela Juan de Velasco

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Debe mencionarse que las máquinas se encuentran ubicadas en un laboratorio de la Escuela Juan de Velasco en la localidad Casa Plazuela, cuya utilización ha sido coordinada directamente por la fundación, debido a que esta escuela se encuentra en la localidad y posee el espacio requerido para la instalación y funcionamiento de los equipos, a pesar de lo cual, no se dispone de la comodidad necesaria para su operación.

Estructura organizacional

En el Gráfico 1, se muestra la estructura organizacional de las personas que forman parte del proyecto, quienes han debido organizarse para poder mantener el contacto con la Fundación CODESPA y por su intermedio coordinar actividades tales como el desarrollo de este proyecto y la repotenciación de los equipos en beneficio del colectivo.

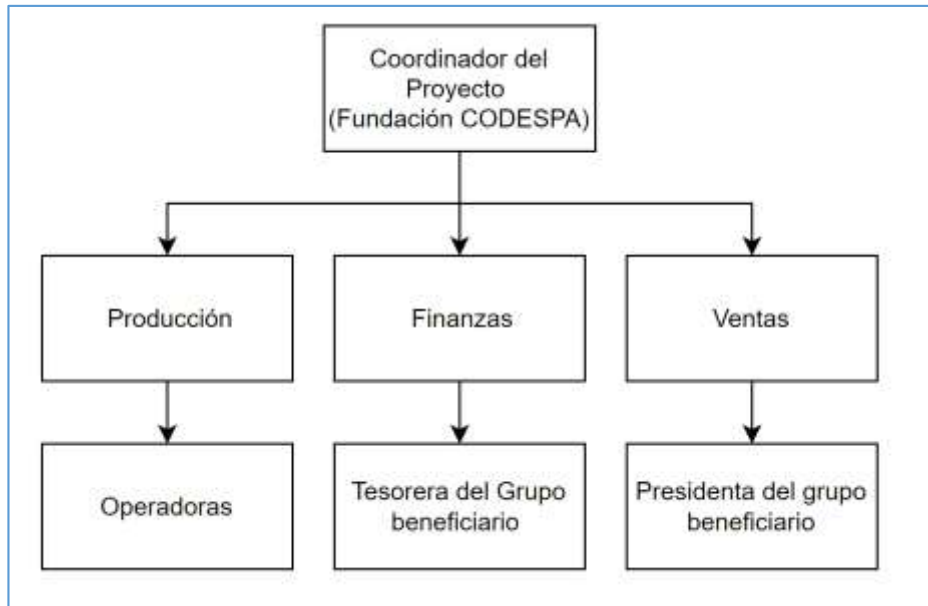


Gráfico 1: Estructura organizacional.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Esta estructura se ha obtenido de los conversatorios con las personas que son beneficiarias del proyecto, las mismas que tiene roles definidos, siendo así que hay operadoras quienes mediante experimentación empírica se encargan netamente de crear las recetas, producir el aceite y otros productos, también cuentan con una tesorera quien se encarga de recaudar los valores de las ventas y de solventar ciertos gastos que se presentan y finalmente la presidenta quien se ha hecho cargo de las ventas de los productos y de establecer las relaciones que promuevan el desarrollo del grupo.

Ubicación y estado de equipos

Actualmente, las personas beneficiarias del proyecto, disponen de un laboratorio en la Escuela Juan de Velasco situada en la localidad de Casa Plazuela, para la realización de sus actividades de extracción de aceite, pero éste lugar no se encuentra acondicionado para que funcione en forma óptima y las máquinas proporcionadas por la Fundación CODESPA se encontraban empacadas en cartones con las piezas de cada máquina, estos cartones estaban colocados en el piso del laboratorio, sin ningún tipo de orden, siendo necesario efectuar su armado para constatar la posibilidad de operación para el grupo de operadoras, tal como se aprecia en la Imagen 1.



Imagen 1: Ubicación de equipos
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Tomando en cuenta este aspecto, ha sido necesario armar los equipos e investigar su funcionamiento, al igual que considerar los requerimientos de la Fundación para considerar la situación actual de los equipos de extracción de aceite presentados en la Tabla 2:

Tabla 2 Diagnóstico de las máquinas

Máquina	Estado inicial	Estado físico al implementar	Problema Detectado	Impacto en Proceso y para el personal
Molino	En piezas	Operativo con Deficiencias	Conexiones y tomas eléctricas deficientes. Falta de control ON/OFF y paro de emergencia.	Inseguridad para los operadores
Prensa	En piezas	Operativo con Deficiencias	Falta de control en mecanismo de presión. Altura limitada para operación.	Inseguridad para los operadores. Exceso de fuerza en los operadores.

			Falta de control ON/OFF. Conexiones y tomas eléctricas deficientes. Falta de protección eléctrica	Reproceso de materia prima.
Destilador	En piezas	Operativo regular y	Conexión de mangueras a la alimentación de agua potable.	Ciclo deficiente de circulación de agua.

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Productos que se elaboran

Las personas beneficiarias elaboran en forma artesanal aceite de aguacate debido a que es uno de los frutos con mayor producción en la zona y gracias a sus propiedades es altamente comercializado con fines cosméticos a altos costos, por lo que, de igual forma elaboran empíricamente algunos otros productos como cremas y tratamientos para la cara y el cabello en base a aguacate y plantas medicinales originarias del sitio, los mismos que cuentan con una menor demanda por la falta de oferta al público, como se identifica en la Tabla 3.

Tabla 3: Productos elaborados.

Producto	Porcentaje de producción
Aceite de aguacate	90%
Cremas	5%
Tónicos	5%
Total	100%

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Proceso Actual para Extracción del Aceite de Aguacate

Actualmente, el aceite se extrae en forma artesanal en las cocinas de las viviendas de las personas beneficiarias del proyecto, con sus propios utensilios de cocina, materia prima y recursos, debido a que las maquinarias proporcionadas aún no poseen la automatización para su uso, por lo que al utilizarlas no se obtendrían mejores resultados que los actuales ya que los beneficiarios pensaron usarlos con el mismo proceso que en sus hogares, al igual que carecen de manuales de funcionamiento y mantenimiento, por lo que el proceso utilizado para la extracción es el que se detalla en el Gráfico 2:

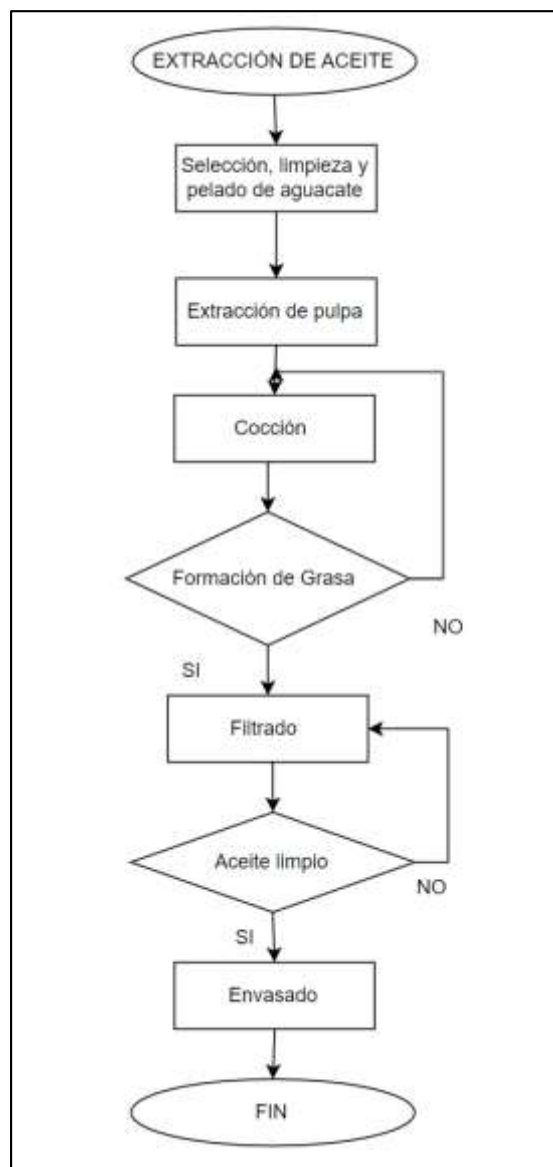


Gráfico 2: Flujograma del proceso artesanal de extracción de aceite.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Indicadores Clave de Desempeño (KPI) del Proceso

Teniendo un panorama general sobre la situación de las máquinas y los procesos y tomando en consideración que 1 lote de aguacate contiene una cantidad de 80 aguacates, se ha generado un resumen con varias métricas clave obtenidas del proceso de investigación previa en la fundación, a través de lo que pueden identificarse algunas limitaciones en cuanto a cantidades de aceite producido y tiempos, como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4: KPI de Rendimiento del Proceso de Extracción de Aceite.

KPI	Cálculos y Resultados
Tasa de extracción de aceite	$\frac{\text{Aceite producido (Kg)}}{\text{Materia prima procesada (Kg)}} \times 100$ $\frac{1 \text{ (Kg de aceite producido)}}{13 \text{ (Kg de materia prima procesada)}} \times 100$ <p style="text-align: center;">7,69 %</p>
Tiempo de ciclo	$\frac{\text{Tiempo total de producción (hora)}}{\text{Cantidad producida (Kg)}}$ $\frac{12 \text{ (horas para la producción)}}{1 \text{ (Kg aceite producido)}}$ $12 \frac{\text{hora para la producción}}{\text{Kg de aceite producido}}$
Producción diaria (12 horas)	$0,083 \frac{\text{kg aceite producido}}{\text{hora de trabajo}} \times 12 \text{ horas}$ $1 \frac{\text{kg aceite producido}}{\text{día de trabajo}}$

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

De la Tabla 4, se extrae a continuación un Diagrama Circular presentado en el Gráfico 3, que evidencia que del total de materia prima equivalente a 13 kg de aguacate únicamente el 7.69% se transforma en aceite mientras que el 92.31% se transforma en desperdicio inutilizable tomando en cuenta que gran parte de la pulpa se seca y se evapora debido al proceso de cocción.

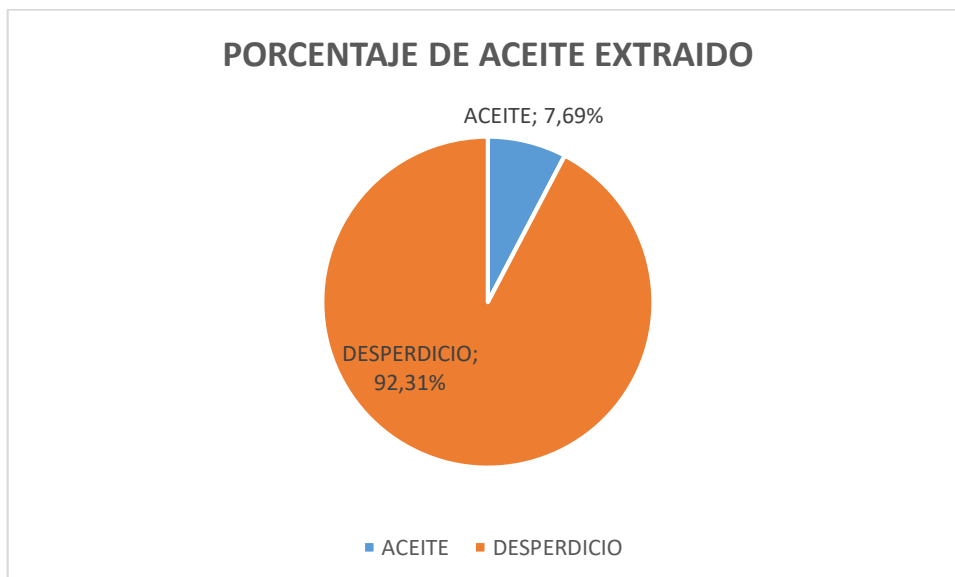


Gráfico 3 Porcentaje de aceite extraído
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Una vez compilada esta información se evidencia una eficiencia baja de producción, ya que al analizar la tasa de extracción de aceite del 100% de la materia prima que se procesa únicamente el 7,69% se está transformando en aceite y lo demás se está convirtiendo en un desperdicio inutilizable que no puede reprocesarse ni reutilizarse con otro fin y respecto al tiempo de ciclo se aprecia que se requiere un tiempo de cocción muy elevado con un valor promedio de 12 horas continuas para producir 1 kg de aceite de aguacate equivalente aproximadamente a 1 litro, evidenciando un tiempo excesivo para la cantidad que se extrae.

Continuando el análisis de las métricas, se abordan los KPI de disponibilidad de las máquinas específicamente de la prensa considerando los tiempos del proceso real, tal como se describe en la Tabla 5:

Tabla 5: KPI de Disponibilidad de Máquinas

KPI de Disponibilidad de máquinas (prensa)	
Indicador	Cálculo
Tiempo planificado por día	$3.5 \text{ horas de prensado} - 0.5 \text{ hora de descanso} = 3 \text{ horas}$
Tiempo efectivo de operación	$3 \text{ horas} - 1 \text{ hora de fallas e imprevistos} = 2 \text{ horas}$

Disponibilidad	$\frac{\text{tiempo efectivo de operación}}{\text{tiempo planificado por día}} \times 100\% =$ $\frac{2 \text{ horas}}{3 \text{ horas}} \times 100\% =$ $66,6\%$
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Para un mejor análisis de la información que precede es necesario tomar en cuenta que debido a que la prensa es totalmente manual y en función de la cantidad de materia prima el tiempo de prensado planificado es de 3.5 horas, sin embargo, debido a la falta de fuerza física y cansancio del personal, el reproceso del aceite y el movimiento inadecuado de la olla de la prensa deben hacerse múltiples paradas para garantizar un prensado adecuado reduciendo el tiempo efectivo de operación, bajando la disponibilidad de la máquina de prensado.

A continuación, se analizan los costos de producción, ingresos y la utilidad del proceso de 1 kg de aceite, para lo cual se debe considerar que 100 ml de aceite extra virgen de aguacate con fines cosméticos en nuestro país se comercializa entre los 6 y los 10 dólares, por lo que para el cálculo de la ganancia se ha contemplado un valor de 10 dólares y se presenta en la Tabla 6:

Tabla 6: Costos de Producción

Detalle Costos	Cálculo	Valor
13 kg de aguacate (80 unidades = 1 Lote)	$\frac{\$1,50}{1 \text{ kg aguacate}} \times 13 \text{ kg aguacate}$	\$19,50
Mano de obra 1 persona	$\frac{\$2,01}{h. ordinaria} \times 8 h. ordinaria$ $+ \frac{\$3,015}{h. extras} \times 4 h. extras$	\$28,14
Energía eléctrica	$\frac{\$60 \text{ planilla}}{30 \text{ días}}$	\$2,00
Agua	$\frac{\$40 \text{ planilla}}{30 \text{ días}}$	\$1,33

Transporte de materia prima al laboratorio	$\frac{\$75}{30 \text{ fletes}}$	\$2,50
Transporte producto final	$\frac{\$75}{30 \text{ fletes}}$	\$2,50
Alimentación	$\frac{\$3}{1 \text{ comida}}$	\$3,00
Insumos (botellas 100 ml, tapas)	$\frac{\$120}{1200 \text{ botellas}}$	\$4,00
Mantenimiento equipos e imprevistos	$\frac{\$300}{10 \text{ mantenimientos}}$	\$10,00
TOTAL COSTOS:		\$72,97
Detalle Ingresos		Valor
Venta de 1 litro de aceite (1 kg)	$\frac{\$10}{\text{botella } 100\text{ml}} \times 10 \text{ botellas } 100 \text{ ml}$	\$100,00
TOTAL INGRESOS		\$100,00
Detalle Utilidad		Valor
Ingresos - Costos	\$100 - \$72,97	\$27,03
TOTAL UTILIDAD		\$27,03

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, para analizar la calidad del aceite obtenido, se ha empleado un análisis sensorial descriptivo que está basado en la Norma ISO 6658:2017, la misma que establece las directrices generales para efectuar una metodología sensorial, tomando en cuenta que la evaluación de los parámetros de aspecto y uniformidad se encuentra bajo la terminología de la norma ISO 5492:2009. (AENOR, 2010) (AENOR, 2019)

El análisis de la calidad del aceite extraído se encuentra detallado en la Tabla 7:

Tabla 7: Calidad del aceite obtenido

Indicador	Resultado
Contaminación	Alta
Aspecto	Turbio
Uniformidad	Irregular

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Este indicador pone en evidencia las falencias del proceso artesanal, expresando una baja calidad del aceite, lo cual suele suceder en sistemas manuales con procesos artesanales, permitiendo justificar la mecanización de máquinas para optimizar el proceso de extracción.

De lo mencionado se visualiza como contribuiría el incremento de la producción en la economía de las mujeres que forman parte del proyecto, sin embargo, a pesar de que es notable la limitación en cuanto al volumen, por lo que se aprecia la necesidad de efectuar mejoras tecnológicas para realizar un escalamiento en la producción contribuyendo directamente en las familias del proyecto.

Análisis en Función de la Casa de la Calidad (QFD)

Debido a que este proyecto se basa en el diseño y construcción de los elementos de la máquina para extracción de aceite se ha efectuado el presente análisis en función de la casa de la calidad QFD, para lo cual se ha dado prioridad a la voz del cliente que está compuesto por el grupo de 20 mujeres quienes utilizarán las máquinas para obtener el producto final y dentro de sus requerimientos para la optimización de la máquina han manifestado los siguientes:

- Facilidad de funcionamiento
- Tiempo mínimo de inactividad por mantenimiento
- Material de calidad para los componentes
- Alta durabilidad
- Costo accesible
- Material no tóxico
- Limpieza sencilla de componentes
- Recuperación y reutilización de subproductos
- Seguridad para operadores
- Manual de operación en español

Ante lo cual se han establecido algunos requerimientos de funcionamiento para dar respuesta a la voz del cliente, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacidad de Producción elevada
- Componentes de acero de grado alimenticio
- Durabilidad de componentes
- Nivel de ruido mínimo
- Mecanismo de apagado de emergencia
- Revisión en tiempo real de la presión
- Eficiencia energética
- Presentación de calidad de la máquina

En cuanto a las máquinas debe recalcar que ni el molino ni el destilador forman parte de esta casa de la calidad ya que las máquinas son independientes se encuentran funcionales y la máquina que específicamente se utilizará para la extracción de aceite de aguacate es la prensa por su facilidad al procesar la pulpa y obtener el aceite al igual que por su similitud con el proceso artesanal, además, al investigar máquinas a nivel industrial se evidencia que no se emplean como parte del proceso ni el molino ni el destilador y todos los procesos se efectúan mediante prensado principalmente por el tiempo mínimo que se requiere para esta actividad.

Para poder verificar estos aspectos y contrastar con información existente se han investigado 4 marcas distintas de máquinas utilizadas en el proceso de extracción de aceite, tomando en cuenta que estas principalmente dependen de un mecanismo basado en una prensa, tales como: Máquinas Siwei Group, Máquina Yuewo, Máquina Cgoldenwall y Máquina Henan Olive Technology, las mismas que poseen las siguientes características descritas en la Tabla 8:

Tabla 8: Características de máquinas en el mercado para extracción de aceite

Características	Siwei Group	Yuewo	Cgoldenwall	Henan Olive Technology
Segmento	Industrial / Gran escala	Doméstico / Pequeña Escala	Doméstico / Pequeña Escala	Industrial / Gran escala

Tipo de Prensado	Prensas de Tornillo y Extracción por Solventes.	Prensado Automático (Frío y Caliente).	Prensado Manual o Automático (Frío y Caliente)	Prensado y/o Extracción por solvente.
Material Principal	Acero de aleación resistente al desgaste y Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable 304/316	Acero Inoxidable
Capacidad	Alta: 7-260 Ton/Día para prensas industriales	Baja/Media: 3-5 kg/h para modelos pequeños, hasta 15 kg/h para modelos mayores.	Baja/Media: hasta 20 kg/h en modelos profesionales.	Grande/Variable: 5-300 Ton/Día para líneas completas.
Procedencia	China	China	China	China

Fuente: Sitios Web.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Con la información consolidada, en el Gráfico 4, se presenta la casa de la calidad del proyecto:

Analizando la casa de la calidad en contraposición con los requerimientos de las personas que utilizarán la máquina para la extracción de aceite se pueden obtener los siguientes resultados:

De la máquina que se dispone a optimizar mediante el proyecto y en comparación con otras marcas encontradas en el mercado, hay información de las máquinas que se no se encuentra disponible porque llegaron sin documentos, lo que dificulta establecer ciertas conclusiones, sin embargo, se evidencian como aspectos positivos que su estructura tiene un material de calidad que además no es tóxico ya que está fabricado en acero inoxidable, y como aspectos negativos existe la falta de seguridad para los operadores, la inexistencia de reutilización de subproductos por la falta de filtros y la carencia de un manual que facilite su operación, limpieza y mantenimiento.

Por otra parte, al analizar su funcionamiento actual es muy sencillo pero muy pesado para un operador ya que es totalmente manual, de igual forma el tiempo para mantenimiento y limpieza es mínimo ya que prácticamente la máquina está nueva y respecto a su costo es moderado porque aún no dispone de los componentes que permitirán su semiautomatización.

También, tomando en cuenta los requerimientos y características de máquinas similares, se propone efectuar ciertos cambios positivos en la máquina que permitan mejorar la capacidad de producción, debido a que actualmente si se utilizan los equipos se aplicaría un proceso similar al cual han venido trabajando con la única diferencia de que ya no sería necesario efectuar la cocción de la pulpa del aguacate ya que gracias a la prensa se puede efectuar el proceso en frío o utilizar pulpa deshidratada con un equipo o al sol para reducir el tiempo de extracción, al igual que se observan deficiencias en cuanto a la seguridad de los usuarios y la imposibilidad de modificar la presión en tiempo real.

Área de estudio

La Tabla 9, resume el área de estudio en la cual está enmarcado el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 9: Área de Estudio

Dominio	Tecnología y sociedad
Línea de Investigación	Sistemas Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Tecnologías Mecánicas e Industriales
Aspecto	Mejora de Proceso Productivo
Objeto de estudio	Optimización de maquinaria
Periodo de Análisis	Octubre 2025 – Febrero 2026

Fuente: Universidad Indoamérica.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Modelo operativo

A continuación, se presenta el Modelo Operativo contemplado para el desarrollo del proyecto para optimizar la maquinaria de extracción de aceite en la Fundación CODESPA, de acuerdo al Gráfico 5:

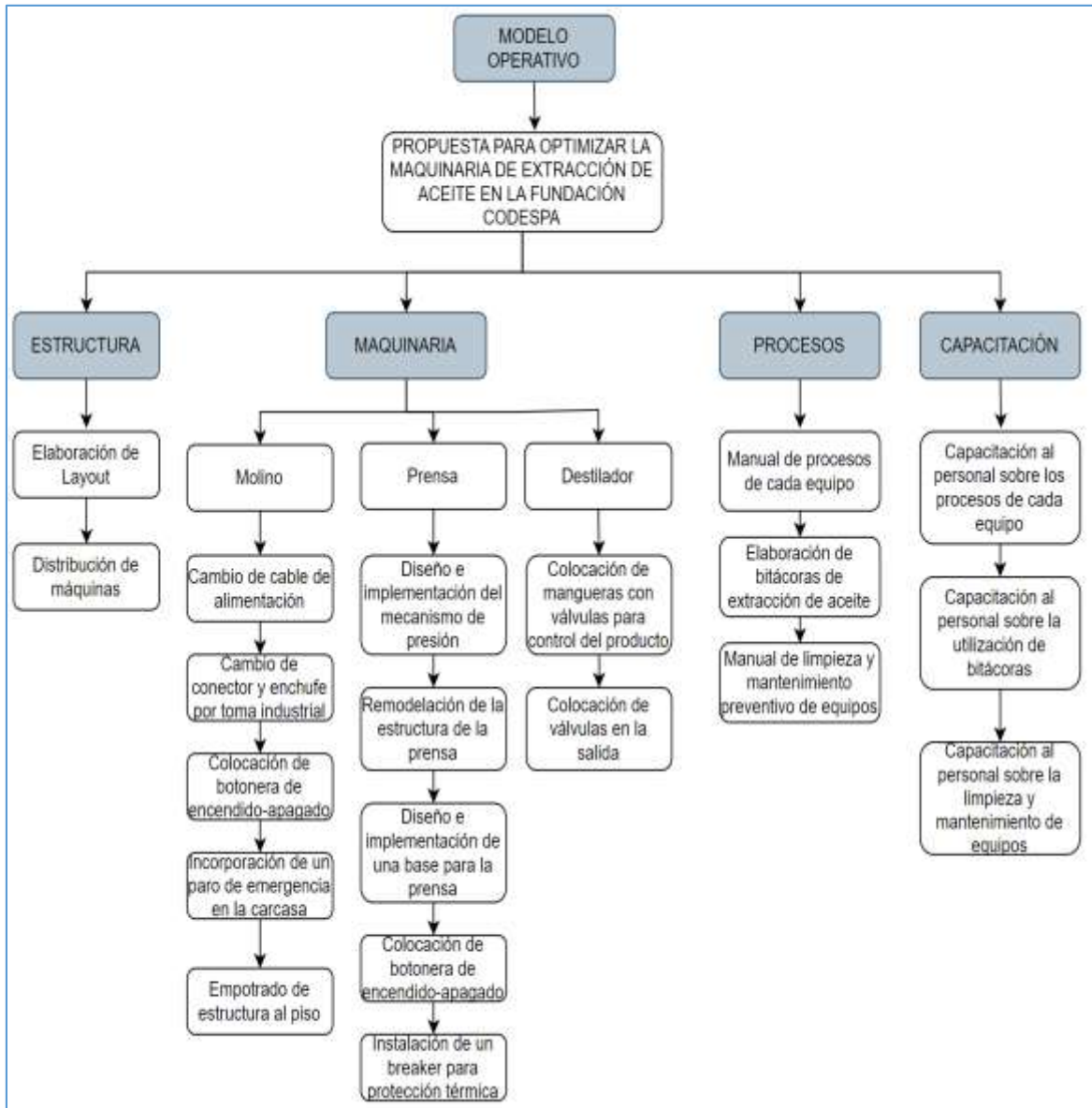


Gráfico 5: Modelo Operativo Detallado.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Descripción del modelo operativo

Estructura

Una vez realizado el análisis de la situación actual de la organización, se identificó que uno de los aspectos que podría interferir en el correcto funcionamiento de las máquinas es la falta de un espacio adecuado para las máquinas, y para solucionar este problema se plantea lo siguiente:

- **Elaboración de Layout**

Este aspecto es indispensable para calcular los espacios necesarios en función de las medidas de las máquinas, el flujo de los procesos y la cantidad de personal que puede intervenir en cada proceso, para ello se ha optado por efectuar un plano con la disposición de todos los recursos que intervienen en el proceso.

- **Distribución de Máquinas**

Esta actividad se realiza en función del Layout generado, a partir del cual se pueden colocar las máquinas en un sitio específico previamente planificado, tomando en cuenta que tanto el molino como la prensa poseen un motor el cual produce vibración, y al fijar dichas máquinas a una base se incrementa la seguridad de las máquinas y por ende del personal, por lo que se ha optado por fijar el molino a una base que forma parte del piso y la prensa a una estructura que se diseñará y construirá para proporcionarle estabilidad a los diferentes componentes elevando su vida útil.

Maquinaria

Este aspecto es la finalidad principal del proyecto ya que actualmente la máquina para la extracción de aceite es netamente manual representando la utilización de la fuerza del operador para su funcionamiento y no dispone de seguridades para los operadores, lo que origina riesgos en su utilización, por lo que para solucionar dicha problemática se ha considerado lo siguiente:

- **Molino**

El molino permite procesar tanto hojas como semillas, posee un motor de 5 HP que le proporciona la potencia necesaria para realizar dicha actividad, al igual que dispone de una tolva superior y una tolva lateral de alimentación de producto, pero no dispone de seguridades en su funcionamiento a la vez que tiene un alto riesgo de recalentamiento por algunas limitaciones en la parte eléctrica como se aprecia en la Imagen 2:



Imagen 2: Molino de Hojas y Semillas.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Razón por la cual se ha considerado cambiar el cable de alimentación por uno más grueso, debido a que es un cable muy delgado y se puede recalentar e incluso producir accidentes. También, se ha decidido cambiar tanto el conector del molino como el enchufe por una toma industrial, debido a que al tener un motor monofásico esto evita que se sobrecalienten sus componentes.

A la vez se implementará un paro de emergencia en la estructura mediante un pulsador, para incrementar la seguridad al momento de trabajo, ya que el proceso es totalmente manual y cualquier distracción provocaría accidentes en las extremidades superiores de los operadores, al igual que una botonera de fácil acceso en la estructura del molino que le permita al operador encender y apagar el mismo para su funcionamiento.

- **Prensa**

Esta máquina permite extraer aceite de frutos como el aguacate sin necesidad de que se pase por la etapa de cocción, por lo que únicamente se debe extraer la pulpa y colocar directamente en el recipiente sobre el cual se va a efectuar el prensado de la materia prima para posteriormente filtrar y recoger el aceite en un recipiente, sin embargo, esta máquina posee una prensa hidráulica cuyo manejo afecta la ergonomía del operador ya que para su utilización manual requiere que el operador permanezca de pie con la espalda

encorvada produciendo tensión en la columna, fatiga muscular y riesgo de lesiones musculoesqueléticas a largo plazo.

Además, se genera riesgo de contaminación del producto a consecuencia del aceite hidráulico que requiere la prensa para su funcionamiento, además, no dispone de ningún tipo de control en la presión, como se aprecia en la Imagen 3:



Imagen 3: Prensa.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

En esta máquina es indispensable efectuar el diseño y automatización del mecanismo de presión, para que el usuario pueda regular el nivel de presión que ejerce sobre la materia prima a través de una botonera que active y desactive al igual que deberá subir y bajar el mecanismo para su utilización semiautomática, además, es necesario colocar un motor en la parte superior de la prensa el mismo que le proporciona la potencia para poder operar.

Debido a la altura de la máquina debe recalcarse la necesidad de diseñar una base que le proporcione a la prensa la altura necesaria para que el operador pueda prensar la pulpa de aguacate conservando su posición de pie sin tener necesidad de inclinarse, ya que a largo plazo esto afecta la ergonomía de las personas afectando su salud.

También es importante implementar un cableado correcto y seguro en la alimentación del motor de la prensa para activar su funcionamiento, eliminando el riesgo de sobrecalentamiento, además de instalar un breacker a la entrada del motor de la prensa para proporcionarle protección térmica.

- **Destilador**

Esta máquina se emplea con mayor frecuencia para destilar aceites de plantas medicinales como el eucalipto, mediante una técnica conocida como arrastre de vapor, la cual mediante la utilización de vapor de agua libera los componentes de la planta y con condensación separa los aceites esenciales que se caracterizan por tener una pureza elevada requeridos especialmente para aplicaciones cosméticas o medicinales, y en el grupo beneficiario es indispensable el funcionamiento de este equipo ya que en la zona geográfica de procedencia se cuenta con múltiples plantas que producen aceites que pueden contribuir en la formación de otras recetas, pero el equipo tiene ciertas desventajas como la falta de válvulas en las mangueras, lo que complica el manejo del producto y el control de la recolección de aceites libres de residuos, como se observa en la Imagen 4:



Imagen 4: Destilador.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Por esta razón una vez que se ha armado en su totalidad el equipo, la propuesta consiste en colocar válvulas en las mangueras de salida del destilador, para mejorar la recolección del producto extraído del destilador.

- **Pruebas de Funcionamiento**

Esta etapa es indispensable ya que una vez realizadas todas las modificaciones en los equipos es necesario verificar su funcionamiento correcto y en el caso de detectar algún inconveniente se deberán rediseñar los aspectos necesarios hasta que el funcionamiento satisfaga las necesidades del grupo beneficiario del proyecto.

Procesos

Una vez que se ha intervenido a las personas que forman parte del proyecto y se ha analizado la problemática de las máquinas, también se evidencia que las operadoras requieren la elaboración de la documentación técnica que respalde el funcionamiento de los equipos al igual que las estrategias para garantizar su adecuada conservación, limpieza y mantenimiento, debido a que la mayor parte de los miembros del proyecto no poseen conocimientos en ingeniería para solventar inquietudes o problemáticas que se presenten, para lo cual se ha considerado lo siguiente:

- **Manual de procesos**

Debido a la presencia de las tres máquinas que contienen componentes diferentes y funcionalidad distinta es necesario que se elabore un manual básico de procesos para que las personas que vayan a utilizar los equipos y no reciban la capacitación correspondiente no los deterioren por un mal uso y no pongan en riesgo su integridad personal debido a la falta de conocimiento del funcionamiento.

Para solventar esta necesidad se elaborará un manual básico de funcionamiento del molino, prensa y destilador que garantice su correcta utilización y no predisponga al personal a accidentes.

- **Elaboración de bitácoras de extracción de aceite**

Al ser un grupo organizado que espera poder crecer con la optimización de las máquinas han solicitado disponer de un documento que les permita llevar un control permanente de la utilización de máquinas y extracción de aceite, tomando en cuenta que a medida que se eleve el funcionamiento deberán asumir mayores pagos en servicios básicos e incluso en materia prima y dichos recursos económicos deben tener como fuente la comercialización del aceite que se produzca en beneficio del colectivo.

Para solventar dicha necesidad y brindar apoyo en esta actividad se diseñará una bitácora que facilite el registro cronológico de algunas métricas tales como la cantidad de materia prima y la cantidad del producto que se haya producido garantizando un control más exhaustivo de los procesos y sus resultados.

- **Manual de limpieza y mantenimiento preventivo**

En este aspecto a pesar de ser un grupo de personas beneficiadas por el proyecto generalmente han tenido que trabajar en sus domicilios en forma independiente, ya que las máquinas aún no se encuentran operativas, y ante la falta de conocimientos sobre la limpieza y mantenimiento de las máquinas han solicitado un manual que les permita acceder a dichos procedimientos especialmente para quienes se vayan incorporando al grupo con la finalidad de que adquieran la responsabilidad del cuidado y se extienda la vida útil de los equipos.

Para solventar dicha petición se propone elaborar un manual de limpieza de equipos que permita identificar los procedimientos e insumos necesarios para esta actividad, al igual que un manual de mantenimiento preventivo que ejecuten periódicamente para evitar el deterioro de las partes de las máquinas.

Capacitación

Este aspecto es importante para que los integrantes del grupo beneficiario conozcan los diferentes componentes del molino, de la prensa y del destilador pudiendo familiarizarse con los parámetros de funcionamiento y sus limitaciones, y se sientan preparados para efectuar la limpieza de los equipos posterior a cada utilización y su mantenimiento

periódico preventivo que resulta necesario para mantener la calidad del aceite producido, para lo cual se ha contemplado efectuar la capacitación de tres temáticas diferentes que son:

- **Capacitación de procesos en cada equipo**

Esta capacitación práctica que se orientará al personal es muy importante ya que el manejo de cada equipo representa un riesgo especialmente en el molino y la prensa por la presencia de los motores y la conexión a la red eléctrica, a pesar de las protecciones que se colocarán en cada uno de estos, por lo que es necesario conocer las máquinas y sus accesorios y disponer de los equipos de protección personal tales como protectores auditivos, guantes, cofia y calzado apropiado por cualquier situación que pudiera presentarse además de garantizar la higiene que debe poseer cualquier proceso en el cual se extraigan productos que serán utilizados con fines cosméticos.

- **Capacitación sobre la utilización de bitácoras**

Esta capacitación que se brindará al personal tiene como propósito explicarles la necesidad de registrar información en una bitácora para dar seguimiento del proceso, la misma que más adelante podría ser analizada para evidenciar los resultados de la optimización de las máquinas en función de las cantidades de producto producidas y las ganancias que se perciban estableciendo proyecciones que les permitan industrializar más aún sus procesos.

- **Capacitación sobre la limpieza y mantenimiento preventivo**

Esta capacitación práctica le permitirá al personal reconocer las partes de las máquinas que pueden desmontarse una vez que estén apagadas y desconectadas para evitar accidentes con la finalidad de que puedan limpiarlas utilizando los insumos correctos para evitar su deterioro y posteriormente colocarlas en su sitio correspondiente, al igual que podrán conocer el procedimiento que se ejecutará como parte de un mantenimiento preventivo que permita detectar desgastes o daños en piezas para su reparación o reemplazo inmediato considerando que el producto final obtenido de los procesos tiene fines cosméticos y su contaminación puede afectar a los usuarios del producto.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Estructura del Espacio Físico

La propuesta enfocada a la estructura del espacio físico de la Escuela Juan de Velasco en la cual están ubicadas las máquinas utilizadas para la extracción de aceite como parte del Proyecto de la Fundación CODESPA ubicación en la Vía Píllaro Patate de la provincia de Tungurahua para contribuir en el correcto funcionamiento de las máquinas es la siguiente:

- **Elaboración de Layout**

Mediante la constatación efectuada en sitio y una vez armadas las máquinas se cuenta con la evidencia de los espacios necesarios respecto a las medidas de las máquinas, el flujo de procesos y la cantidad de personal que interviene en cada proceso, optando por el siguiente plano para situar las máquinas de tan forma que se aprovechen los espacios y se favorezca el proceso, el mismo que contiene las medidas correspondientes, como se observa en el Anexo 4.

- **Distribución de Máquinas**

Una vez generado el Layout se ha procedido a la colocación de las máquinas en los sitios previamente planificados, considerando el sur del espacio físico del laboratorio, en primer lugar se ha colocado el molino junto a la ventana del lado izquierdo por la presencia de

la toma eléctrica necesaria para alimentar el mismo y permitirle funcionar, mientras que en el otro extremo al lado derecho se ha colocado la prensa igualmente por la presencia de la toma eléctrica necesaria para alimentación, tomando en cuenta que estas dos máquinas cuentan con un motor para su funcionamiento, mientras que el destilado se ha colocado en un mesón fijo del mismo laboratorio tomando en cuenta la necesidad de agua para su funcionamiento por lo que se ha decidido colocar junto a la instalación de agua presente en el laboratorio.

Respecto a las máquinas es necesario indicar que cada una funciona de forma independiente pero debido a que no son máquinas a gran escala en cada una de estas máximo existiría la presencia de un operador siendo posible el flujo de trabajo sin interferencias, también debe indicarse que el molino no requiere una base adicional para trabajar ya que al tener dos tolvas de alimentación, una de estas a un costado y la otra en la parte superior, si se le agrega una altura extra sería dificultoso colocar las hojas y semillas por la parte superior, por lo que se ha optado por fijarla con pernos al piso, en cambio, la prensa originalmente es muy baja por lo que ha sido necesario construir una base de acero inoxidable que facilite su manipulación y le proporcione estabilidad al momento de operar, como se observa en la Imagen 5.



Imagen 5: Posición de operadora para utilizar la prensa.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Maquinaria

La propuesta respecto a la maquinaria para extracción de aceite principalmente se basa en realizar una semiautomatización de los procesos reduciendo la utilización de la fuerza del operador en su funcionamiento y proporcionando seguridades para los operadores. Para esto es necesario implementar cajas de control en el molino y la prensa al igual que dispositivos de parada de emergencia basándose en la norma ISO 13849-1, la misma que determina que las máquinas deben diseñarse con seguridad en el sistema de mando para mitigar los riesgos mecánicos que pudieran presentarse al interrumpir inmediatamente la operación. (Comité técnico CTN-UNE 81, 2023)

También, se ha contemplado la implementación de un sistema de control centralizado, que integra los paros de emergencia con protecciones termomagnéticas, basado en el estándar IEC/EN 60204-1, dada la importancia de interrumpir en forma inmediata la energía de las máquinas ante la presencia de fallas térmicas y sobrecargas, protegiendo al motor del molino y prensa como al operario, eliminando los riesgos eléctricos directos y garantizando que las máquinas cumplan con los requisitos de seccionamiento y corte de energía, mejorando la seguridad operativa. (International Standar, 2020)

- **Molino**

El molino de hojas y semillas es una máquina indispensable para procesar esta materia prima, en este equipo es necesario mencionar que se han visto como limitaciones el cableado y la falta de seguridad, razón por la cual considerando que contiene un motor de 5 HP primero se ha calculado el conductor adecuado para la instalación mediante el siguiente cálculo:

$$I = \frac{P \text{ (potencia en vatios)}}{V \text{ (voltaje en voltios)}}$$

$$P = 5 \text{ HP} = 3728.5 \text{ vatios}$$

$$V = 220 \text{ voltios}$$

$$\text{Factor de seguridad de arranque} = 25\%$$

$$I = \frac{3728.5 \text{ vatios}}{220 \text{ voltios}}$$

$$I = 16.94 \text{ amperios} * \text{factor de seguridad}$$

$$I = 16.94 \text{ amperios} * 1.25 = 21.17 \text{ amperios}$$

Tomando en cuenta este amperaje y según el Código Eléctrico Nacional (NEC) y la proyección a colocar una mayor cantidad de máquinas se ha seleccionado un conductor de potencia AWG 4x8, debido a que cuenta con 4 conductores con una capacidad de hasta 40 A, mucho mayor a la corriente requerida, además este cable es ideal para trabajo en baja tensión (600V) soportando hasta temperaturas de operación de 90°.

Para proporcionar seguridad al operador del molino se ha instalado una botonera de 22 a 30 A conjuntamente con un contactor de 30 A, los mismos que tiene características adecuadas para su funcionamiento con el resto del equipo, y cuya finalidad es la de controlar activar o desactivar el circuito de control y de potencia de manera segura mediante un selector, dicha botonera se ha incorporado en la carcasa del molino, como se observa en la Imagen 7, tomando en cuenta que actualmente la única forma de activar o desactivar el equipo es conectándolo o desconectándolo respectivamente desde la toma eléctrica, lo que dificulta su apagado en caso de una emergencia.

Para la instalación eléctrica de la caja de control para el molino, se ha considerado el plano eléctrico de potencia y control que se detalla en el Anexo 5.

En cuanto a la instalación, la sección del cable seleccionado tiene una longitud de 3m, del cual uno de sus extremos se conecta al motor, mientras que en el otro extremo se coloca una toma industrial la misma que permitirá conectar la máquina a la alimentación de energía, como se observa en la Imagen 6:



Imagen 6: Toma industrial instalada para conectar el molino.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Y respecto a la caja de control, con los botones y el paro de emergencia implementado tomando en cuenta el plano del Anexo 5, ha quedado como se aprecia en la Imagen 7:



Imagen 7: Conexiones de la Botonera instalada en el molino.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, en la caja de control que se ha colocado en la carcasa se ha incorporado un paro de emergencia tipo pulsador con enclavamiento, el mismo que soporta una corriente

nominal de 10 A, cuya activación se efectúa por presión y se desactiva por giro una vez que se ha superado cualquier dificultad imprevista que requiera que el motor deje de funcionar, ya sea por dificultades en la calidad esperada de la molienda o por accidentes en los operadores, como se aprecia en la Imagen 8:



Imagen 8: Caja de control instalada en la carcasa del molino.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Debe indicarse que en el molino no se realizaron modificaciones mecánicas estructurales, debido a que su sistema mecánico se encontraba en condiciones operativas adecuadas. La repotenciación realizada fue únicamente de tipo eléctrico (cableado y control), manteniendo intactos los componentes mecánicos originales.

Por lo tanto, desde el punto de vista mecánico, no fue necesaria la sustitución ni rediseño de elementos estructurales, garantizando la continuidad operativa del equipo.

- **Prensa**

Esta máquina es el corazón del proceso ya que su función es la extracción del aceite de ciertos frutos en base al proceso de prensado, sin embargo, este equipo presenta como limitaciones la escasa altura del equipo, para lo que se ha efectuado una base de acero inoxidable que eleve dicha altura facilitando su manejo, como se observa en el Gráfico 6:

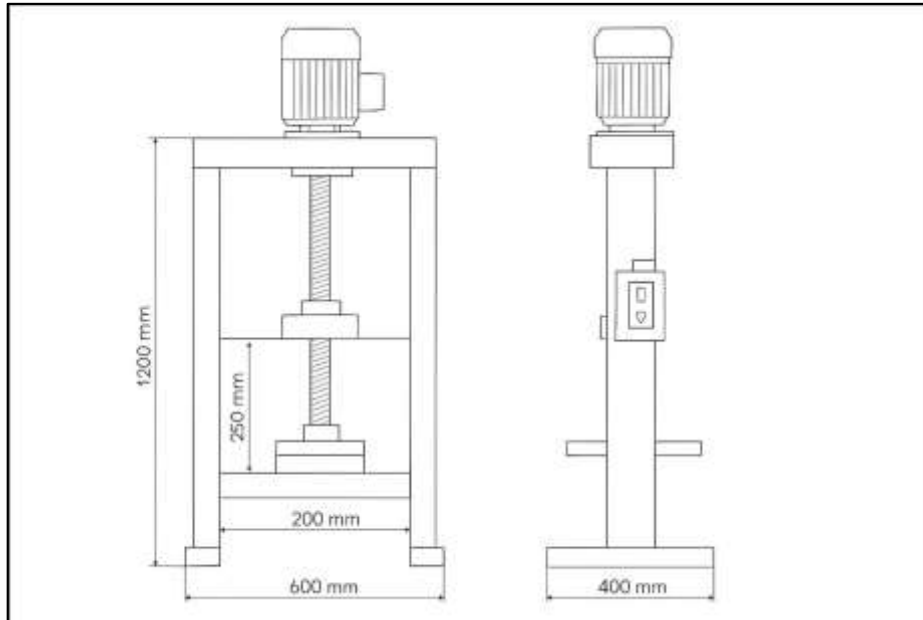


Gráfico 6: Diseño de la base para la prensa
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Esta base está compuesta por un tubo cuadrado de 3/4", un tubo rectangular y un tubo redondo de 1" para las guías y es necesario para proporcionar rigidez estructural, soportar cargas dinámicas, alinear el sistema de prensado y facilitar la fabricación de aceite.

Otra problemática es la funcionalidad de la prensa hidráulica que es manual lo que dificulta el control en la presión aplicada y podría representar contaminación del producto, además de que no tiene seguridad de operación, por lo que para superar estas desventajas se ha procedido con el diseño eléctrico detallado en el plano eléctrico del Anexo 6.

Una vez levantado el plano, la prensa de extracción está construida sobre la estructura de acero inoxidable diseñada garantizando higiene, resistencia mecánica y una vida útil larga en el proceso de extracción de aceite, la misma que ha debido construirse para mejorar la ergonomía de los operadores.

En la parte superior de la estructura se ha montado un motor–reductor de 1HP con una carcasa de aluminio, cuya finalidad es suministrar el torque para accionar el tornillo sin fin y generara la fuerza de compresión para prensar el aguacate, el motor funciona conjuntamente con un elemento de fuerza que es un tornillo sin fin de acero inoxidable,

que se desplaza dentro del sistema para comprimir el producto. La carcasa de aluminio del motor reductor se debe a la buena disipación térmica, reducción de peso, resistencia a la corrosión y facilidad de mantenimiento.

Para seleccionar el motor-reductor de 1HP se ha calculado el torque, la fuerza y la presión garantizando que satisfaga las necesidades del proceso, teniendo como datos:

- Potencia del motor: 1 HP = 746 W
- Velocidad de salida del motorreductor: 60 rpm
- Eficiencia aproximada: 85 %
- Frecuencia: 1hz = 60 rpm

- **Cálculo del torque:**

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ \omega &= 2\pi(60/60) \\ \omega &= 6,28 \frac{rad}{s} \\ \tau &= \frac{P}{\omega} \\ \tau &= \frac{746}{6,28} \\ \tau &= 118,8 Nm \\ \tau_{real} &= 118,8 * 0,85 \\ \tau_{real} &= 101 Nm\end{aligned}$$

- **Cálculo de la fuerza axial (tornillo sin fin):** considerando cada paso del tornillo equivale a 10 mm (0.01 m):

$$F = \frac{2\pi \cdot \tau}{p}$$

$$F = \frac{2\pi \cdot (101)}{0,01}$$

$$F = 63,460 N$$

$$F = 6,346 kgf \approx 6,3 Ton$$

- **Cálculo de la presión aplicada al producto:** considerando un plato de compresión de 20 cm de diámetro por lo que el radio tiene un valor de 0,1m.

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0,1)^2$$
$$A = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{F}{A}$$
$$P = \frac{63,460}{0,0314}$$
$$P = 2.02 \text{ MPa}$$

Con este cálculo se justifica la selección del motor de 1HP debido a que la pulpa del aguacate requiere entre 0.5 a 1.5 MPa para romper eficientemente su estructura celular y la prensa diseñada genera aproximadamente 2 MPa, lo que demuestra que dispone de la fuerza y presión son suficientes para triturar la pulpa del aguacate, extraer el aceite y operar de manera continua sin sobreesfuerzo mecánico.

En cuanto al tornillo sin fin, este permite subir y bajar el mecanismo de prensado, para aplastar el aguacate dentro del recipiente de acero inoxidable para la extracción del aceite, y para realizar el control del movimiento vertical, la máquina tiene una botonera de control que permite subir y bajar el mecanismo mediante contactores de 30 A que invierten el sentido de giro del motor, además de un relé térmico que proporciona protección al motor contra sobrecargas, ofreciendo seguridad y control para el operario. El tornillo sin fin se fabricó en acero inoxidable debido a que está en contacto directo con el producto, soporta esfuerzos de compresión, no se corroe por acción del aceite y humedad, cumple con condiciones sanitarias y facilita su limpieza.

Otros de los materiales utilizados en el rediseño de la prensa son: guías de duralón instaladas para reducir la fricción, evitar el desgaste metálico, aumentar la vida útil y evitar contaminación, también se utilizó una plancha de acero inoxidable para el asiento de la olla para evitar la deformación por presión, mantener la superficie plana, mejorar la estabilidad y facilitar la limpieza, asimismo se acopló al tornillo sin fin el plato circular de compresión en acero inoxidable para facilitar la compresión del producto, dirigir el aceite hacia la salida y garantizar un prensado uniforme, asegurando con su material la resistencia mecánica, facilidad de lavado y ausencia de corrosión.

Respecto al sistema de filtrado y conducción fue necesario un filtro y prefiltro de 1/2” con conexiones clamp por la facilidad del desmontaje, rápida limpieza y retención de partículas sólidas; en cuanto a las mangueras se han seleccionado de grado alimenticio para que no transmitan olores, no contaminen el producto, resistan aceites y cumplan con normas sanitarias.

Cabe recalcar que para regular la velocidad del movimiento de avance o retroceso del tornillo sin fin se ha incorporado un variador de frecuencia, lo que permite tener un mayor control sobre la consistencia de la pulpa y el nivel de presión necesario en la extracción. El variador también ofrece funciones de arranque suave, protección contra sobretensiones y monitoreo de corriente, lo que prolonga la vida útil del motor, lo que se evidencia en la Imagen 9:



Imagen 9: Repotenciación de la prensa de extracción de aceite.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, es importante mencionar que para la instalación eléctrica se ha utilizado un cable AWG 3x8 en la alimentación del motor considerando que su capacidad de corriente mínima es de 40 A, los cuales son suficientes para conectar el motor considerando todas las cargas del circuito eliminando el riesgo de sobrecalentamiento, como se observa en la Imagen 10:



Imagen 10: Instalación eléctrica en la prensa de extracción de aceite.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

- **Destilador**

Esta máquina es la que menos limitaciones posee ya que el proceso de destilación por arrastre de vapor es estándar y una vez que se ha armado el equipo, dentro de sus limitaciones se encuentra únicamente la falta de control del producto en la salida, y para compensar esta situación no ha sido necesario efectuar cálculos ya que únicamente se ha adaptado una válvula a la salida del producto con el propósito de controlar su recolección y reducir desperdicios del producto obtenido, igualmente, se ha efectuado la conexión directa a la toma de agua, como se observa en la Imagen 11:



Imagen 11: Conexiones del destilador.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

En este equipo también se instaló una plancha de acero inoxidable de 50×50 cm entre la cocina que actúa como fuente de calor y la olla del destilador, con la finalidad de evitar la formación de hollín sobre la superficie externa de la olla de acero inoxidable. El material seleccionado para dicha plancha fue acero inoxidable debido a las siguientes propiedades:

- Alta resistencia térmica.
- Resistencia a la corrosión producida por el vapor y humedad.
- Protección de la superficie de la olla frente a residuos de combustión.
- Facilidad de limpieza y mantenimiento.
- Cumplimiento de criterios sanitarios para procesos de alimentos y licores.
- Mayor vida útil del equipo.

Esta plancha actúa como una barrera protectora térmica y mecánica, mejorando las condiciones de operación y reduciendo el deterioro del destilador.

Pruebas de Funcionamiento

Una vez efectuadas las modificaciones en cada uno de los equipos se ha procedido a verificar la operación correcta de cada una de las máquinas, en presencia de las beneficiarias del proyecto, para evidenciar su operatividad segura, satisfaciendo las

necesidades de los operadores y sin presentarse la necesidad de efectuar rediseño o ajustes mecánicos o eléctricos.

Inicialmente, se ha efectuado la prueba de funcionamiento del molino, primero sin carga de materia prima y posteriormente con se ha cargado la tolva superior con hojas de chilca, para que los operadores evidencien el grosor del producto de salida y puedan conocer el proceso para ajustar el tamiz dependiendo del grosor deseado en el producto, como se observa en la Imagen 12:



Imagen 12: Pruebas de funcionamiento del molino.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Posteriormente, se ha realizado la prueba de funcionamiento de la prensa, sin carga de materia prima, a partir de lo cual los operadores han evidenciado el funcionamiento del mecanismo de prensado, como se aprecia en la Imagen 13:



Imagen 13: Pruebas de funcionamiento de la prensa.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, se ha efectuado la prueba de funcionamiento del destilador enfatizando en las conexiones necesarias para el proceso correcto del destilado por arrastre, y la seguridad necesaria en su operación, como se evidencia en la Imagen 14:



Imagen 14: Pruebas de funcionamiento del destilador.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Procesos

En cuanto a los procesos la problemática radica en la falta de documentación técnica que respalde tanto el funcionamiento de los equipos como las estrategias para garantizar su adecuada conservación, limpieza y mantenimiento, lo que limita la vida útil de los equipos y reduce la escalabilidad en cuanto al personal que se incorpore al proyecto, para lo cual se ha considerado:

- **Manual de procesos, limpieza y mantenimiento preventivo**

Debido a la presencia de las tres máquinas que contienen componentes diferentes y funcionalidad distinta, se ha elaborado un manual básico de procesos para que las personas que vayan a utilizar los equipos y no reciban la capacitación correspondiente estén en capacidad de operarlos, sin producir un deterioro por un mal uso y sin poner en riesgo su integridad personal debido a la falta de conocimiento del funcionamiento, garantizando su correcta utilización.

Debe indicarse también que las personas beneficiadas por el proyecto han tenido que trabajar en sus domicilios en forma independiente, ya que las máquinas aún no se encontraban operativas, y ante la falta de conocimientos sobre la limpieza y mantenimiento de las máquinas, ha sido necesario elaborar un manual que les permita acceder a dichos procedimientos especialmente para quienes se vayan incorporando al grupo con la finalidad de que identifiquen los procedimientos e insumos necesarios para la limpieza y el mantenimiento, garantizando que dispongan de la responsabilidad del cuidado y se extienda la vida útil de los equipos.

Dichos manuales se encuentran incorporados en en Anexo 7, Anexo 8 y Anexo 9.

- **Bitácoras de equipos**

Al ser un grupo organizado que espera poder crecer con la optimización de las máquinas y como resultado de la petición de disponer de un documento que les permita llevar un control permanente de la utilización de máquinas y extracción de aceite, tomando en cuenta que a medida que se eleve el funcionamiento deberán asumir mayores pagos en

servicios básicos y dichos recursos económicos deben tener como fuente la comercialización del aceite y otros productos que se elaboren en beneficio del colectivo.

Para solventar dicha necesidad y brindar apoyo en esta actividad se han diseñado bitácoras de cada equipo que faciliten el registro de algunas métricas tales como la cantidad de materia prima y la cantidad del producto que se haya producido garantizando un control más exhaustivo del uso de las máquinas, los procesos y sus resultados, al igual que sirvan como referencia para el mantenimiento correspondiente.

Dichas bitácoras se encuentran incorporadas en el Anexo 10, Anexo 11 y Anexo 12.

Capacitación

Este proceso se efectuó en las instalaciones de la Fundación ubicadas en la localidad Casa Plazuela con la presencia de las 20 personas beneficiarias y representantes de la Fundación CODESPA, teniendo como finalidad compartir conocimientos técnicos teóricos y prácticos sobre los componentes del molino, de la prensa y del destilador permitiendo a los beneficiarios familiarizarse con los parámetros de funcionamiento y sus limitaciones, para que se sientan preparados tanto en la etapa de operación como para efectuar la limpieza de los equipos posterior a cada utilización y su mantenimiento periódico preventivo que resulta necesario para mantener la calidad del producto, siendo necesario organizar dicha capacitación sobre tres temáticas diferentes que son: la capacitación de procesos, limpieza y mantenimiento de los equipos, al igual que del uso de las bitácoras generadas.

Capacitación del Proceso de Utilización, Limpieza y Mantenimiento de las Máquinas

Esta capacitación con las personas que forman parte del proyecto se realizó el día 15 de diciembre del 2025 y para realizar la inducción de los equipos se efectuó una explicación de cada máquina. dando inicio por el molino en el cual se explicaron los componentes principales, posterior a los cual se explicó el funcionamiento del equipo, tomando en cuenta las seguridades y el equipo de protección personal necesario para su utilización, seguidamente se realizó una prueba de funcionamiento con hojas de chilca empleando un tamiz con huecos medianos obteniendo un producto granulado y posteriormente se probó

con hojas de eucalipto empleando el tamiz más pequeño y obteniendo un polvo delgado, para lo cual fue necesario indicarles como desmontar la tapa delantera para efectuar el cambio del tamiz en el interior del molino., como se observa en la Imagen 15:



Imagen 15: Capacitación del funcionamiento del molino.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, se explicó el procedimiento de limpieza después de cada utilización del molino y más aún al cambiar el tipo de materia prima para evitar contaminación del producto de salida, como se observa en la Imagen 16:



Imagen 16: Capacitación de la limpieza y mantenimiento del molino.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Posteriormente, se avanzó con el destilador en el cual se han explicado los componentes principales realizando el desmontaje correspondiente, posterior a los cual se detalló el funcionamiento del equipo, tomando en cuenta las seguridades y el equipo de protección personal necesario para su utilización debido a que el destilador funciona a base de calor siendo necesaria una cocina industrial, seguidamente se realizó una prueba de funcionamiento en vacío experimentando la circulación de agua y el calentamiento del equipo mediante la cocina. Finalmente, se explicó el procedimiento de extracción del aceite y del hidrolato y la limpieza después de cada utilización y más aún al cambiar el tipo de materia prima para evitar contaminación del producto de salida, como se observa en la Imagen 17:



Imagen 17: Capacitación del funcionamiento, limpieza y mantenimiento del destilador.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, se explicó en forma práctica el funcionamiento de la prensa detallando los componentes principales efectuando el desmontaje correspondiente de las partes móviles, posterior a lo cual se explicó el funcionamiento del equipo y las razones ergonómicas por las cuales se había construido una nueva base para su operación, tomando en cuenta las seguridades y el equipo de protección personal necesario debido a que la prensa gira a partir de un motor, seguidamente se realizó una prueba de funcionamiento en vacío permitiendo que las operadoras experimenten con la presión necesaria para efectuar este proceso, posteriormente se explicó el procedimiento de extracción del aceite y la limpieza de la olla después de cada utilización y más aún al cambiar el tipo de materia prima para evitar contaminación en el producto de salida, como se aprecia en la Imagen 18:



Imagen 18: Capacitación del funcionamiento, limpieza y mantenimiento de la prensa.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

- **Capacitación sobre la utilización de bitácoras**

Esta capacitación que se brindó posterior a la utilización de equipos, al igual que su limpieza y mantenimiento preventivo, se apoyó en la sensibilización del personal sobre la necesidad de registrar información en una bitácora para dar seguimiento a los diferentes procesos, para que en lo posterior puedan efectuar un análisis de los resultados de la optimización de las máquinas en función de la cantidad de materia prima utilizada, cantidad de producto producido y las ganancias que se perciban estableciendo proyecciones que les permitan industrializar sus procesos en beneficio de la comunidad.

Resultados

Una vez implementado el proyecto se obtienen varios beneficios y mejoras a partir de la optimización del molino de hojas y semillas y la prensa, junto con el destilador, teniendo como resultados en cuanto a la infraestructura lo siguiente:

- Las mejoras en el molino referentes a la caja de control mediante una botonera y el paro de emergencia han proporcionado seguridad física para los operadores, al permitir que el proceso se detenga inmediatamente por situaciones de riesgo, además

al cambiar el cableado colocando un cable con mayor amperaje previamente calculado y con la tolerancia que garantice la proyección para montar más equipos y la incorporación de tomas industriales se reduce el riesgo de sobrecalentamiento y accidentes eléctricos, finalmente al desarrollar un manual de utilización, limpieza y mantenimiento preventivo se mejora la vida útil y el aprovechamiento de sus componentes.

- Las modificaciones en la prensa se orientan a la automatización y la eficiencia del proceso, tomando en cuenta que al diseñar y automatizar el mecanismo de presión, se minimiza al máximo la intervención manual lo que consecuentemente mejora la producción del producto y la ergonomía para el operario quien puede mantener una posición de pie y sin inclinaciones para su trabajo, además se reduce el desperdicio de materia prima y disminuyen los tiempos de producción, traduciéndose en el incremento de la productividad, además, la remodelación de la estructura de la prensa, el anclaje al piso y la colocación de la botonera contribuye en la operación de la máquina, y finalmente, la protección térmica garantiza seguridad y confiabilidad al operar el equipo.
- Las mejoras en el destilador optimizan la eficiencia en el proceso de destilación del producto, contribuyendo en la obtención de un aceite libre de residuos y de un hidrolato de alta calidad, la colocación de mangueras y válvulas permite a los operadores controlar en forma más precisa la extracción del producto, lo que reduce las pérdidas y garantiza su calidad, finalmente, al conectar el destilador en forma directa con la tubería de agua se garantiza la presencia permanente de agua fría en el proceso optimizando de esta forma la etapa de condensado, mejorando la calidad del destilado.
- A consecuencia de las modificaciones que se han efectuado en la prensa y gracias a la incorporación de un deshidratador en el proceso de extracción de aceite se ha conseguido omitir la cocción de la pulpa del aguacate y se ha optado por realizar unas láminas de aguacate de un grosor aproximado de 2mm, las mismas que se han colocado individualmente en las bandejas del destilador funcionando con una

temperatura de 60 °C durante un lapso de 6 horas, con lo que se obtienen unas rebanadas secas de aguacate que se colocan en una bolsa de tela lienzo la misma que debidamente cerrada se sitúa en la olla debajo de la prensa y se presiona el producto las veces que sean necesarias y en este caso el producto deshidratado se requirió alrededor de 1 hora de prensado a medida de lo cual se empieza a filtrar el aceite, de este proceso se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 10:

Tabla 10: KPI de Rendimiento del Proceso de Extracción de Aceite Actual.

KPI	Cálculos
Tasa de extracción de aceite	$\frac{\text{Aceite producido (Kg)}}{\text{Materia prima procesada (Kg)}} \times 100$ $\frac{3.5 \text{ (Kg Aceite producido)}}{13 \text{ (Kg Materia prima procesada)}} \times 100$ <p style="text-align: center;">26,92 % aceite producido</p>
Tiempo de ciclo	$\frac{\text{Tiempo total de producción (hora)}}{\text{Cantidad producida (Kg)}}$ $\frac{7 \text{ (horas para producción)}}{3.5 \text{ (Kg de aceite producido)}}$ <p style="text-align: center;">2.18 $\frac{\text{horas de trabajo}}{\text{Kg de aceite producido}}$</p>
Producción diaria (7 horas)	$0,5 \frac{\text{kg aceite producido}}{\text{hora de trabajo}} \times 7 \text{ horas}$ $3,5 \frac{\text{kg aceite producido}}{\text{día de trabajo}}$

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Analizando la Tabla 10, se extrae a continuación un Diagrama Circular que evidencia que del total de materia prima equivalente a 13 kg de aguacate el 26.92% se transforma en aceite mientras que el 73.08% se transforma en desperdicio, tomando en cuenta que una parte de la pulpa del aguacate se evapora en el proceso de deshidratación, dichos resultados se aprecian en el Gráfico 7.

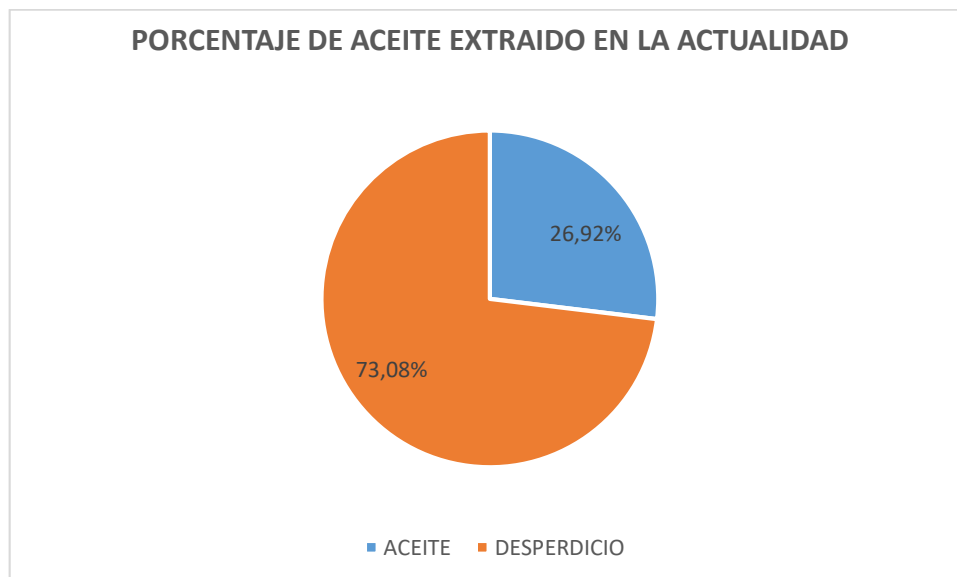


Gráfico 7: Porcentaje de aceite extraído en la actualidad.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Con esta información se evidencia un mejoramiento importante en la eficiencia de producción, ya que originalmente del 100% de la materia prima procesada únicamente el 7,69% se transformaba en aceite y en la actualidad el 26.92% se está convirtiendo en un aceite de una calidad superior al que se obtenía originalmente, triplicando la eficiencia en el aprovechamiento de la materia prima, reduciendo el desperdicio, y tomando como datos informativos la producción de 3,5 kg de aceite y el tiempo total de 7 horas para el proceso puede obtenerse la capacidad productiva por unidad de tiempo dando un valor de 0,5kg/h.

Este incremento en la capacidad productiva se traduce en un incremento muy importante en las ganancias que pueden obtenerse dentro de la asociación de mujeres que pertenecen a la Fundación CODESPA como se observa en la Tabla 11, manteniendo el costo de 10 dólares por cada 100 ml de aceite, el cual se empleó en los cálculos iniciales:

Tabla 11: Ganancia Total Actual de Producción 3,5Kg de aceite

Detalle Costos	Cálculo	Valor
13 kg de aguacate (80 unidades = 1 Lote)	$\frac{\$1,50}{1 \text{ kg aguacate}} \times 13 \text{ kg aguacate}$	\$19,50
Mano de obra 2 personas	$\frac{\$2,01 \times 2 \text{ personas}}{h. ordinaria} \times 7 \text{ h. ordinaria}$	\$28,14
Energía eléctrica	$\frac{\$60 \text{ planilla}}{30 \text{ días}}$	\$2,00
Agua	$\frac{\$40 \text{ planilla}}{30 \text{ días}}$	\$1,33
Transporte de materia prima al laboratorio	$\frac{\$75}{30 \text{ fletes}}$	\$2,50
Transporte producto final	$\frac{\$75}{30 \text{ fletes}}$	\$2,50
Alimentación	$\frac{\$3}{2 \text{ comida}}$	\$6,00
Insumos (botellas 100 ml, tapas)	$\frac{\$120}{1200 \text{ botellas}}$	\$4,00
Mantenimiento equipos e imprevistos	$\frac{\$600}{10 \text{ mantenimientos}}$	\$20,00
TOTAL COSTOS:		\$86,97
Detalle Ingresos		Valor
Venta 3,5 litro de aceite (3,5 kg)	$\frac{\$10}{\text{botella } 100\text{ml}} \times 35 \text{ botellas } 100$	\$350,00
TOTAL INGRESOS		\$350,00
Detalle Utilidad		Valor
Ingresos - Costos	\$350 - \$86,97	\$263,03
TOTAL UTILIDAD		\$263,03

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Respecto a la tabla anterior, debe indicarse que esta utilidad sería por jornada de trabajo de 7 horas, tomando en cuenta a mayor capacidad productiva también se asocia mayores gastos operativos, sin embargo, la ganancia es muy representativa.

Estableciendo la relación entre la situación original de producción de aceite versus la situación actual se evidencia que actualmente hay una reducción de 5 horas en el ciclo de producción de aceite de aguacate y hay un aumento de 2,5 Kg en la cantidad de aceite producido en la Gráfica 8:

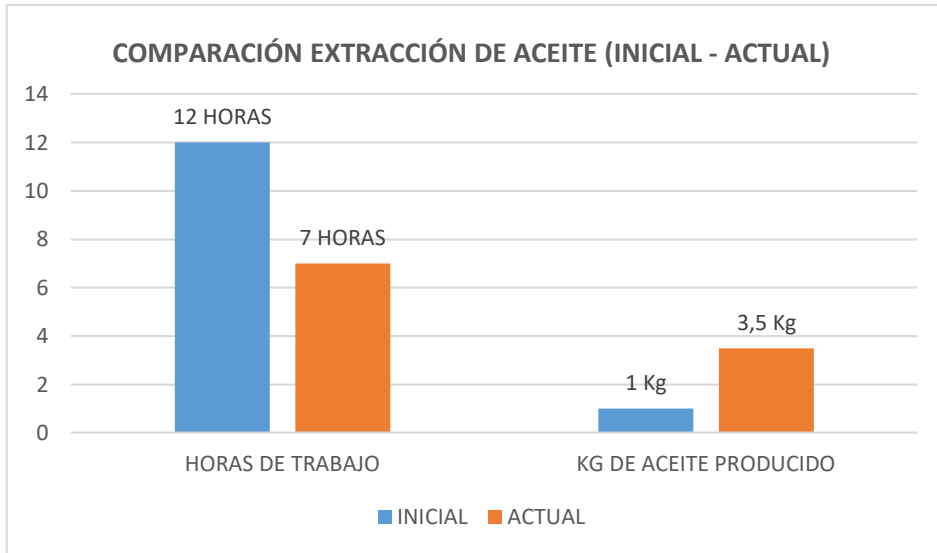


Gráfico 8: Capacidad Operativa por Hora Original vs. Actual.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Y respecto a la utilidad producida hay un incremento importante en el mismo a pesar de que se elevan los costos operativos, incrementando la utilidad a en un valor de \$236 en un ciclo de trabajo para completar una unidad de producción, como se observa en el Gráfico 9:

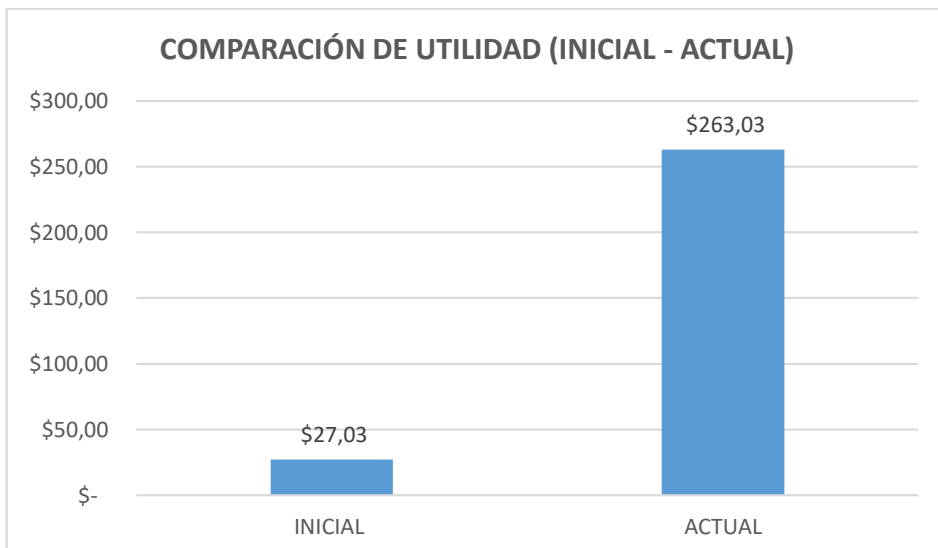


Gráfico 9: Comparación de Utilidad Inicial - Actual.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

También es necesario analizar la disponibilidad actual de la Prensa, para verificar si se ha incrementado o reducido con respecto a la disponibilidad inicial, para lo cual se detalla en la Tabla 12:

Tabla 12: KPI de Disponibilidad Actual de Máquinas

KPI de Disponibilidad de máquinas (prensa)	
Indicador	Cálculo
Tiempo planificado por día	$2 \text{ horas de prensado} - 0.16 \text{ hora de descanso}$ $= 1.84 \text{ horas}$
Tiempo efectivo de operación	$1.84 \text{ horas} - 0.16 \text{ hora de fallas e imprevistos}$ $= 1.68 \text{ horas}$
Disponibilidad	$\frac{\text{tiempo efectivo de operación}}{\text{tiempo planificado por día}} \times 100\% =$ $\frac{1.68 \text{ horas}}{2 \text{ horas}} \times 100\% =$ 84%

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Se evidencia que la disponibilidad de la máquina de prensado se ha elevado desde un 66,6% hasta un 84% lo que conlleva un incremento de disponibilidad del 17.4%, garantizando un ciclo de trabajo continuo con un mínimo de imprevistos y paradas que afecten los tiempos programados de trabajo, como se observa en el Gráfico 10:

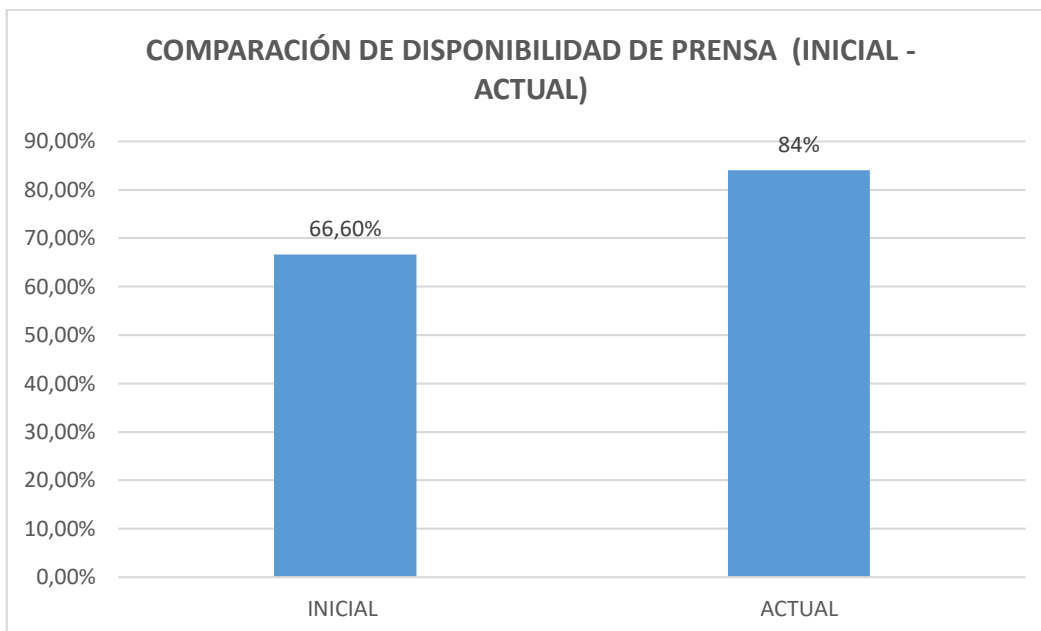


Gráfico 10: Comparación de Disponibilidad Inicial - Actual.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Finalmente, se analiza la calidad del aceite extraído, cuyas características se han obtenido mediante un proceso de observación de una muestra del aceite que se produce actualmente, para posteriormente verificar si la calidad ha mejorado o se ha mantenido con respecto a la calidad inicial, para lo cual se detalla en la Tabla 13:

Tabla 13: KPI de Calidad Actual de Aceite Extraído

Indicador	Resultado
Contaminación	Baja
Aspecto	Claro
Uniformidad	Regular

Fuente: CODESPA.

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

En función de la información de la Tabla 13, se puede efectuar una comparación entre la calidad inicial del aceite extraído, la misma que pone en evidencia un mejoramiento en la calidad del aceite obtenido en cuanto a contaminación por partículas y sedimentos, aspecto y uniformidad, como se detalla en el Gráfico 11:

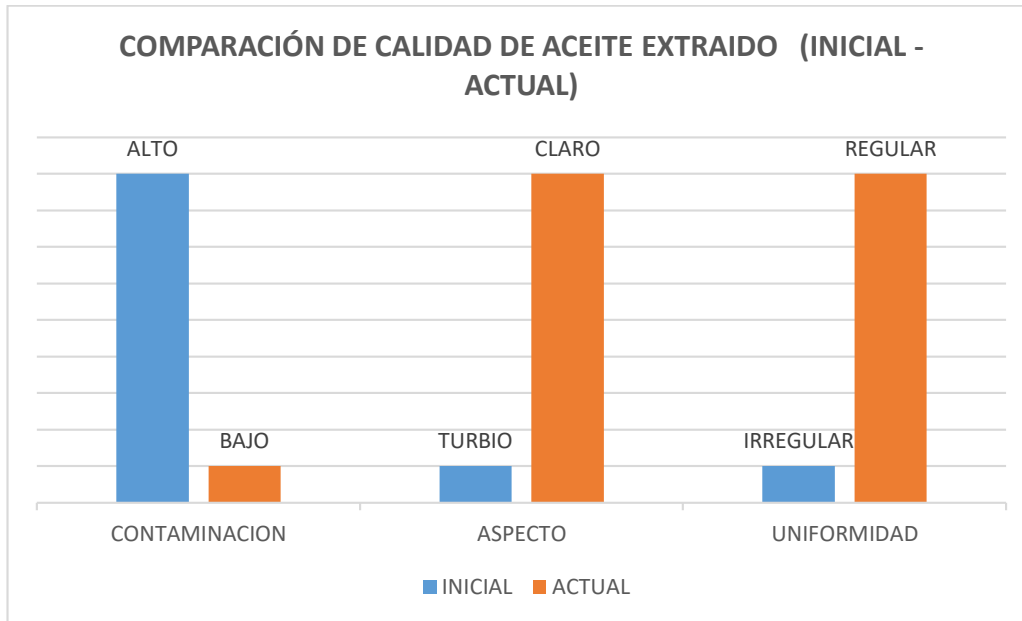


Gráfico 11: Comparación de la calidad de aceite extraído inicial - actual.
Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

Cronograma de actividades

Tabla 14: Cronograma de actividades

PROYECTO		OPTIMIZACIÓN DE LA MAQUINARIA EMPLEADA EN LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE ACEITE EN LA FUNDACIÓN CODESPA																			
RESPONSABLE		TLGO. CARLOS DELGADO																			
ORGANIZACIÓN		FUNDACIÓN CODESPA																			
TAREA		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
No	TÍTULO	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Ensamble y Diagnóstico del estado actual de las máquinas	■																			
2	Reunión con los integrantes de la Fundación CODESPA y Asociación.		■																		
3	Abstracción de las necesidades de las máquinas según los requerimientos			■																	
4	Diseño de Planos y Diagramas				■	■															
5	Cálculos para selección de componentes							■													
6	Adquisición de componentes necesarios								■												
7	Elaboración de estructura de acero inoxidable para la Prensa										■										
8	Construcción e implementación de sistemas de automatización										■	■									
9	Implementación de estructuras, componentes e instalaciones eléctricas en el Molino, Prensa y Destilador											■	■	■							
10	Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento															■	■				

Análisis de costos

Dentro de los recursos requeridos para el proyecto deben contemplarse varios Componentes Mecánicos y Eléctricos que permiten efectuar la optimización de las máquinas de extracción de aceite, en la Tabla 15 se especifican los costos de dichos materiales:

Tabla 15: Costos de los materiales para el proyecto

Componentes	Cantidad	Costo	Precio Total
Contactores marca WEG	3	\$ 40,00	\$ 120,00
Relé Térmico WEG	3	\$ 20,00	\$ 60,00
Variador de Velocidad CHNT	1	\$250,00	\$250,00
Cable 3x8	8m	\$ 6,00	\$ 48,00
Motorreductor	1	\$ 280,00	\$ 280,00
Tablero Eléctrico de Plástico	2	\$ 7,50	\$ 15,00
Construcción de tornillo sinfín 1" en acero inoxidable	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Estructura de acero inoxidable para la prensa de tubo cuadrado, redondo y guías de duralón	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Plancha de inox 4 mm	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Conector industrial macho	2	\$ 14,00	\$ 28,00
Conector industrial hembra	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Botonera Dual	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Aceite grado alimenticio	¼ L	\$ 10,00	\$ 10,00
Botón de Paro de emergencia	2	\$ 6,00	\$ 12,00
Pernos hiltin de 3/8	12	\$ 0,25	\$ 3,00
Manguera de ½" con grado alimenticio	4m	\$ 3,75	\$ 15,00
Abrasaderas INOX	10	\$ 1,00	\$ 10,00
Filtro de inox 2 micras	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Acople ferrul con abrazadera en inox	1	\$ 24,00	\$ 24,00
Canaletas cuadradas de 2m de 1 pulgada	4	\$ 5,00	\$ 20,00

Tubos Led	16	\$ 1,53	\$ 24,48
TOTAL			\$ 1334,48

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

En la Tabla 16, se presenta el costo de la implementación de la propuesta, considerando un costo de \$12,50/hora como tarifa sugerida para servicios profesionales técnicos:

Tabla 16: Costo de implementación de la Propuesta

Descripción	Tiempo	Costo unitario	Costo total
Ensamble y diagnóstico del estado actual de las máquinas	6 horas	\$12.50	\$75.00
Reunión con los integrantes de la Fundación CODESPA y personas de la Asociación.	2 horas	\$12.50	\$25.00
Abstracción de las necesidades de las máquinas según los requerimientos	4 horas	\$12.50	\$50.00
Diseño de Planos y Diagramas	10 horas	\$12.50	\$125.00
Cálculos para selección de componentes	4 horas	\$12.50	\$50.00
Adquisición de componentes necesarios	6 horas	\$12.50	\$75.00
Elaboración de estructura de acero inoxidable para la Prensa	10 horas	\$12.50	\$125.00
Construcción e implementación de sistemas de automatización	12 horas	\$12.50	\$150.00
Implementación de estructuras, componentes e instalaciones eléctricas en el Molino, Prensa y Destilador	20 horas	\$12.50	\$250.00
Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento	8 horas	\$12.50	\$100.00
Detección y corrección de errores	6 horas	\$12.50	\$75.00
Elaboración de manuales de funcionamiento, limpieza y mantenimiento de equipos	12 horas	\$12.50	\$150.00

Análisis y comparación de resultados	4 horas	\$12.50	\$50.00
Capacitación a los operadores y entrega de manuales impresos	4 horas	\$12.50	\$50.00
Total			\$1350.00

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

El costo total de la implementación del presente proyecto de optimización de las máquinas para extracción de aceite en la Fundación CODESPA, es de \$ 2684,48.

Análisis de Costo vs. Tiempo (Curva S)

En el Gráfico 12, se aprecia el costo respecto al tiempo en semana, el cual está representado por S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17 y S18, visualizando en forma gráfica el incremento del costo acumulado a medida que avanza el proyecto de investigación hasta concluirlo, permitiendo obtener al final el costo total de la propuesta.

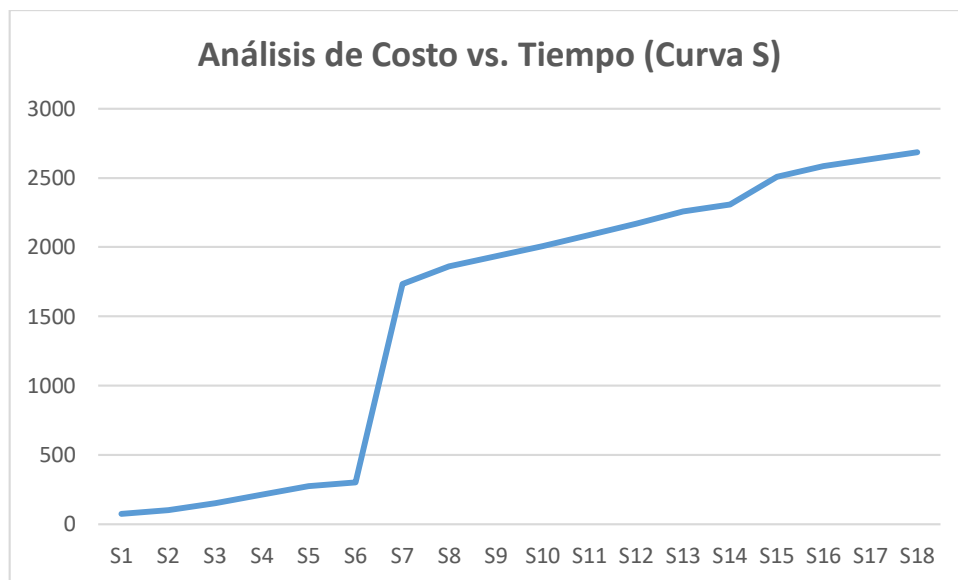


Gráfico 12: Curva S

Elaborado por: Delgado, Carlos (2025).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al efectuar el diagnóstico inicial de las máquinas de extracción de aceite de la Fundación CODESPA, se estableció un índice de operatividad del 0% en la prensa, molino y destilador, las mismas que al encontrarse desarmadas, requirieron un ensamble técnico que evidenció que la mayor parte de los componentes presentaban deficiencias para la operación correcta. El molino tenía una disponibilidad del 0% a consecuencia de sus limitaciones en la infraestructura eléctrica, identificándose la ausencia de una caja de control y paro de emergencia incumpliendo la norma de seguridad industrial ISO 13849-1. En la prensa se detectaron fallas de diseño ergonómico relacionadas con la altura de la base y la dependencia del 100% de mecanismos manuales e hidráulicos, al igual que la falta de una caja de control reduciendo la eficiencia operativa frente a sistemas electromecánicos. El destilador se encontraba inoperativo por falta de conexiones hídricas, estimándose una limitación de funcionamiento.
- El diseño del sistema electromecánico se ha fundamentado en modelado CAD, diseño de planos eléctricos, cálculo de parámetros técnicos mediante fórmulas y la experiencia técnica, a partir de lo que se seleccionó para la prensa un motor de 1HP para el funcionamiento de la prensa en conjunto con variador de velocidad para optimizar su funcionamiento, para el molino se seleccionó una caja de control con botones de encendido-apagado y contactores de 30A, en forma general se seleccionó cable AWG 3x8 por su amperaje de hasta 40A en la instalación eléctrica completa

con la proyección de los integrantes de la Fundación de implementar a futuro más máquinas en su proceso, al igual que el diseño con paradas de emergencia y protecciones termomagnéticas eleva el nivel de seguridad industrial al reducir el nivel de riesgo cumpliendo la norma IEC/EN 60204-1.

- La implementación de las modificaciones de ingeniería, la integración de componentes en las máquinas y el cambio de método de extracción ha concluido la fase operativa con efectividad en función de las necesidades y requerimientos de los beneficiarios, alcanzado una reducción de los tiempos de producción de 12 horas a 7 horas lo que representa una reducción del 41,66%, además, el rediseño de la estructura de la base de la prensa y la automatización del mecanismo de presión incrementaron la eficiencia de producción de aceite pasando de 1 kg a 3,5 kg lo que representa un aumento del 250% en la extracción de aceite maximizando el aprovechamiento de la materia prima, finalmente, se han mitigado los riesgos operativos con la implementación de seguridad al incluir paradas de emergencia.

Recomendaciones

- Establecer un cronograma de auditorías técnicas semestrales con la finalidad de identificar en forma temprana cualquier deficiencia en las instalaciones eléctricas o estructurales que comprometa la seguridad de los equipos u operadores como parte de los proyectos que se ejecutan en la Universidad Tecnológica Indoamérica.
- Mantener un archivo técnico con los cálculos y fichas técnicas de los componentes seleccionados para el diseño e implementación para facilitar futuras reparaciones en las máquinas, asegurando que cualquier modificación respete los estándares de ingeniería calculados en este proyecto.
- Complementar a futuro este proyecto con un estudio de mercado y de suministro de materia prima, ya que el incremento en la capacidad productiva exigirá una gestión de inventarios más robusta que evite cuellos de botella a consecuencia de la falta de insumos.
- Monitorear la estricta aplicación de los manuales de operación, limpieza y mantenimiento preventivo desarrollados en esta tesis para garantizar que el entorno industrial siga siendo seguro y que la vida útil de los componentes eléctricos se extienda según lo proyectado.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. (2010). *UNE-EN-Iso 5492-2008*. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/574937514/UNE-EN-ISO-5492-2008>

AENOR. (2019). *Norma UNE-ISO 6658: Análisis Sensorial | PDF | Negocios*. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/647423497/EX-UNE-ISO-6658-2019>

Almusharraf, A. (2025). Automation and Its Influence on Sustainable Development:

Economic, Social, and Environmental Dimensions. *Sustainability*.

<https://doi.org/10.3390/su17041754>

Angel, J. (2024). Palma aceitera en Ecuador: Análisis de la relación socioambiental

sobre la expansión del monocultivo de la provincia de Esmeraldas. *Eutopía*.

Revista de Desarrollo Económico Territorial, (25), 79-99. (2011-).

<https://doi.org/10.17141/eutopia.25.2024.6132>

Ayala, B. S. T. (2022). *DISEÑO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE HIGUERILLA (Ricinus communis L.) EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO MEDIANTE EL ESTUDIO DE LAS VARIABLES ÓPTIMAS EN CADA ETAPA* [Escuela Politécnica de Chimborazo].

<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/fe217cab-8c65-4adb-9cc2-6346ea830021/content>

Cedeño, J., Navarrete, M., Sánchez, V., & Moreira, C. (2023). Eficacia en la extracción

de aceite a partir de especies vegetales. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y*

Negocios, 10(2), 1-16.

CODESPA. (2025). *Recursos y certificaciones*. <https://www.codespa.org/transparencia/>

Comité técnico CTN-UNE 81. (2023). *UNE-EN ISO 13849-1:2024 Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1:*

Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2023).

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0072627>

Cruz, J., Saavedra, K., & Ayala, D. (2023). *Una revisión de la producción de aguacate hass en Colombia y el proceso para la extracción de aceite como subproducto.* 56-74.

Cuchipe, C. (2023). “*EXTRACCIÓN POR PRENSADO EN FRIO Y VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL ACEITE DE DOS VARIEDADES DE AGUACATE*” (*Persea americana*) [Universidad Técnica de Cotopaxi].

<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/feaaa5e9-963f-4707-b65a-8a88e97aca95/content>

González, J. (2020). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA EXTRACTORA DE ACEITE VEGETAL DE AGUACATE HASS.* [Universidad tecnológica de Pereira].

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/126b811a-b800-4abb-8b79-7bf865515f62/content>

Guzman, W., & Rojas, H. (2016). *REDISEÑO DE UNA MÁQUINA TIPO EXPELLER PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI CON CAPACIDAD DE 20 KILOGRAMOS/HORA [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO].*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11993/3/UPS-KT01216.pdf>

International Standar. (2020). *IEC 60204-1: Electrical equipment of machines.*

<https://www.gt-engineering.it/en/technical-standards/en-iec-standards/en-iec-60204-1-safety-of-machinery-electrical-equipment-of-machines/>

- Jimenez, N., Rodriguez, Y., & Ospina, N. (2023). *CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE AGUACATE VARIEDAD HASS* [ECCI]. <https://repositorio.ecci.edu.co/server/api/core/bitstreams/46c757f4-a93e-43b3-a9a9-15890f50a86a/content>
- Musa, S., Alhassan, A., Ahmed, U., & Musa, S. (2023). *Recent Advances in Seed Oil Extraction Science: A Review*. <http://dx.doi.org/10.56557/jacsi/2023/v14i28498>
- Neira, J., Coello, A., Sánchez, S., Plua, J., & Viteri, I. (2021). *Estudio de las condiciones del proceso de extracción de aceite de Aguacate (Persea Americana) con fines alimenticios en Ecuador*. *41*(2), 94-98.
- Ojeda, O., & Saravia, B. (2023). *Propuesta de mejora en una empresa del sector palma aceitera utilizando Lean Manufacturing para incrementar la tasa de extracción de aceite* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668825/Ojeda_SO.pdf;jsessionid=B004E6A0A73F560FBB9BDF03623419D3?sequence=15
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>
- Ortiz, L. (2025). *Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial* [UNACH]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/15831/1/Ortiz%20N.%2c%20Luis%20A.%20%282025%29%20Determinaci%3b%20del%20rendimiento%20de%20prensado%20para%20la%20obtenci%3b%20del%20aceite%20de%20Oaguacate%20%28Persea%20americana%29.pdf>
- Quiroga, H. (2021). *“Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de aguacate para el Laboratorio Farmaceutico Ecufarma con una capacidad de*

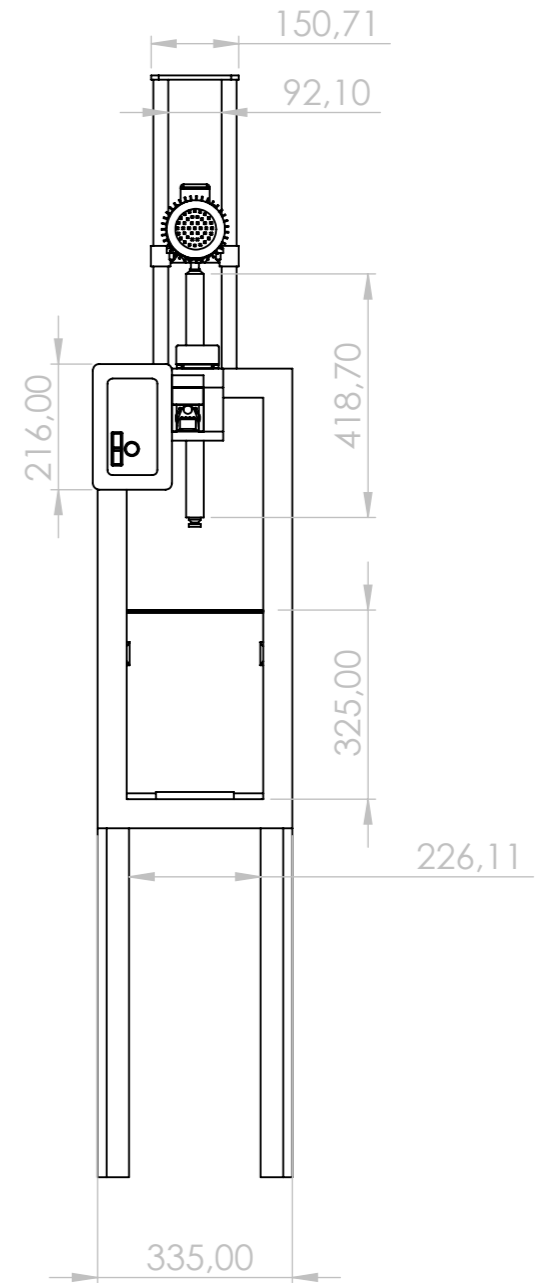
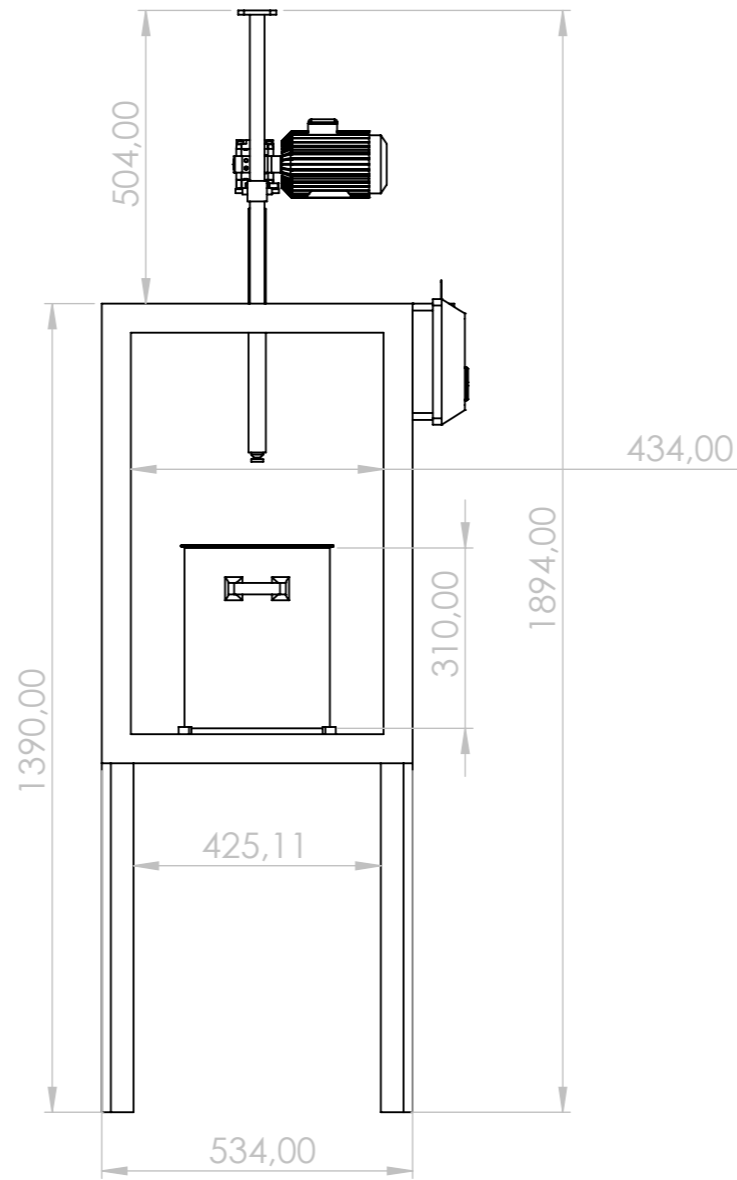
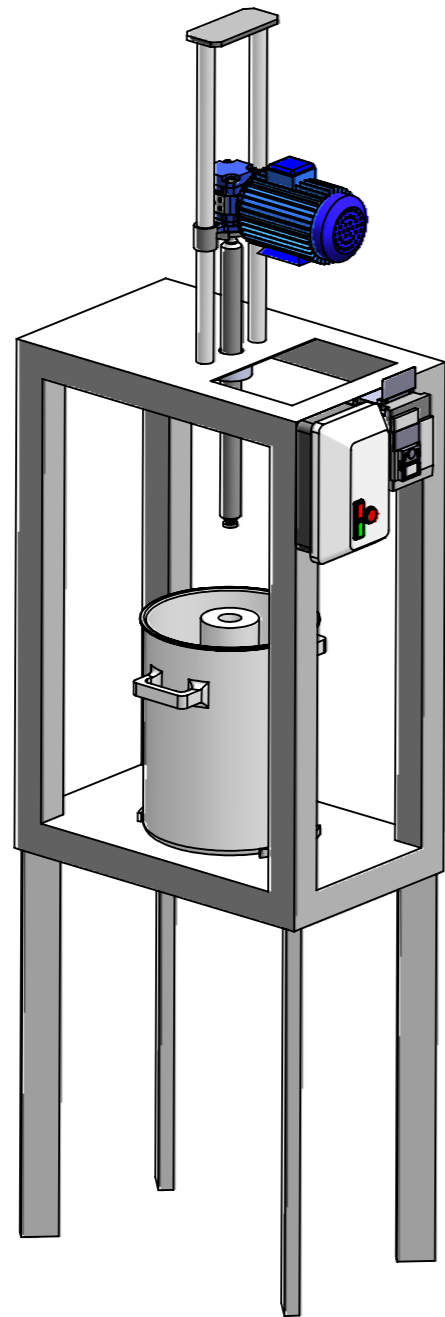
aproximadamente 4—7 kg/h, ubicada en Quito provincia de Pichincha”

[bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21208>

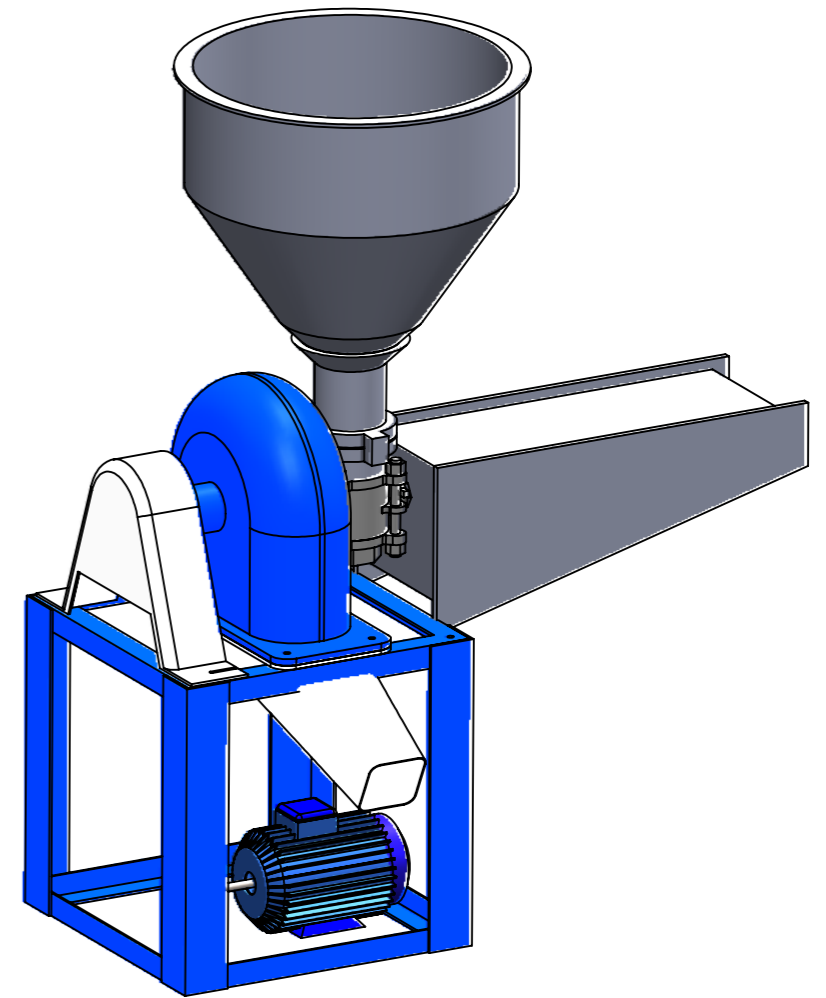
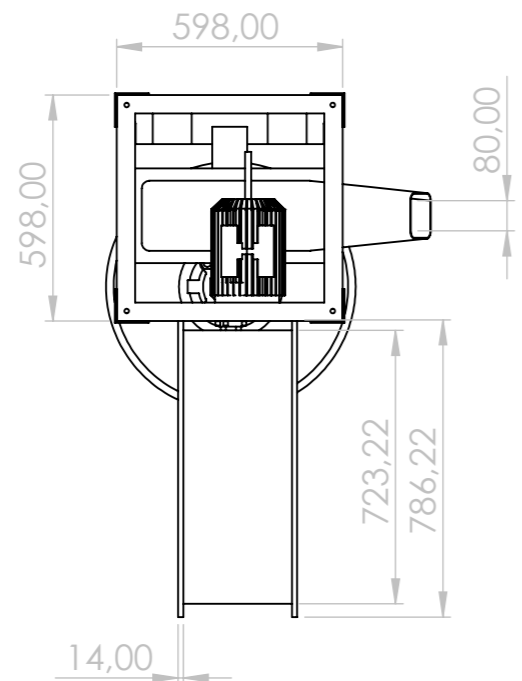
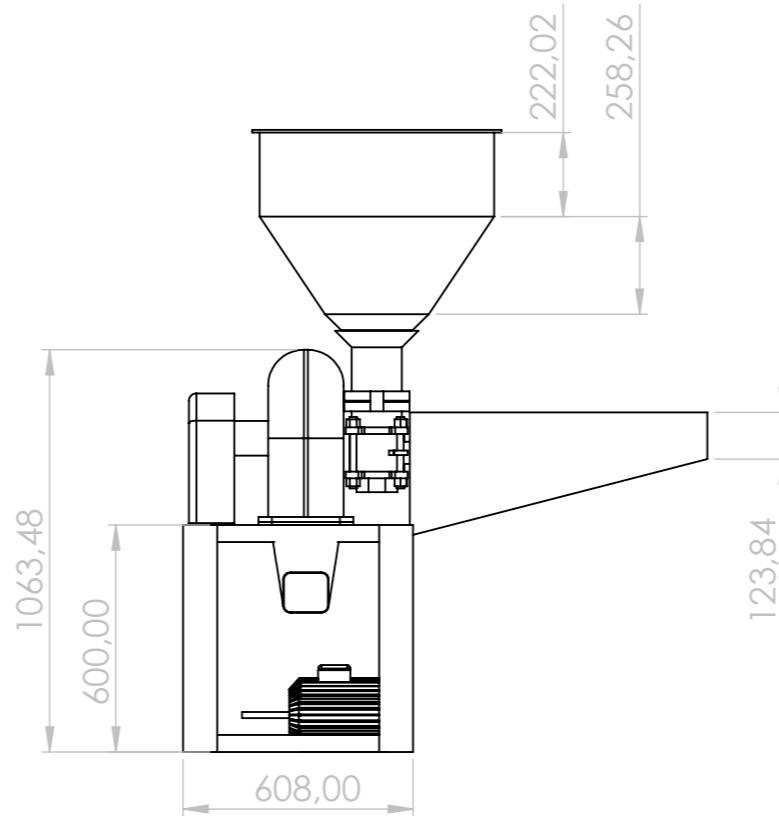
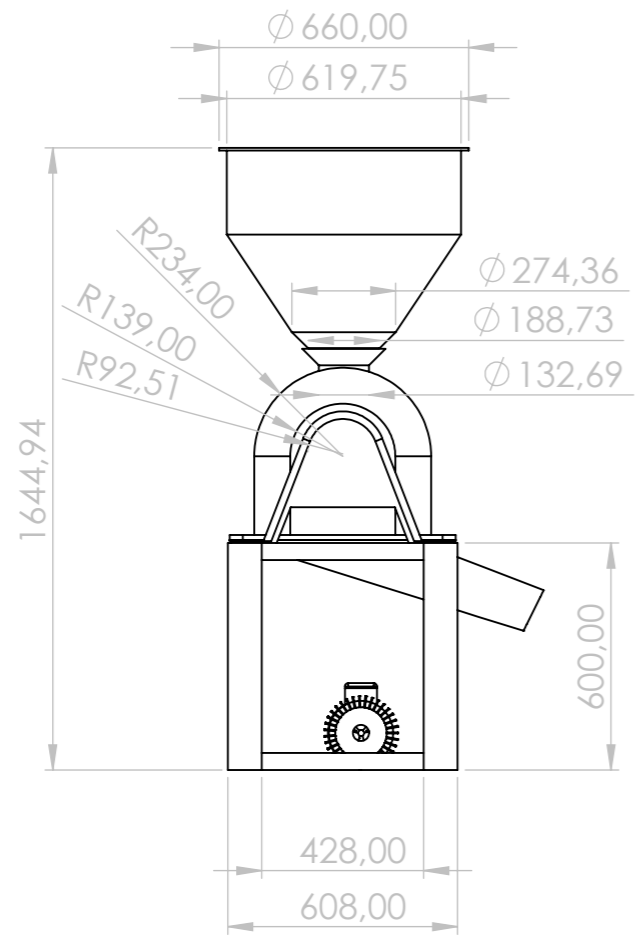
Vasquez, J., Orellanave, J., Rebaza, A., & Altamirani, L. (2024). Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales: Revisión sistemática. *Revista Alfa*, 8(23), 559-575.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.286>

Veliz, V. P. A. (2018). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ROJO DERIVADO DE LA PALMA EN LA INDUSTRIA EXTRACTORA QUEVEPALMA S.A.* [Universidad Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fe4e2013-1dc1-46ef-b6df-2e50cd8f4ecb/content>

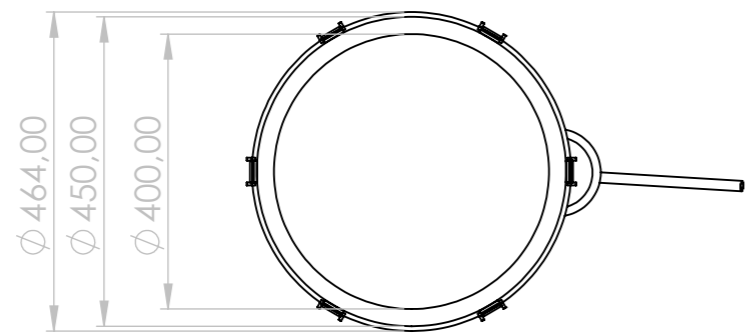
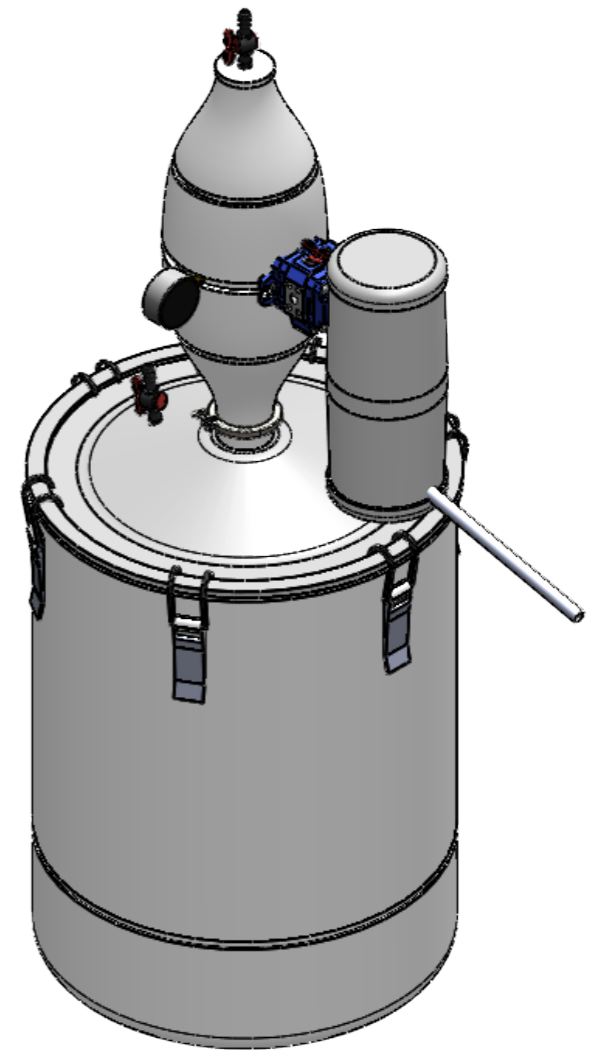
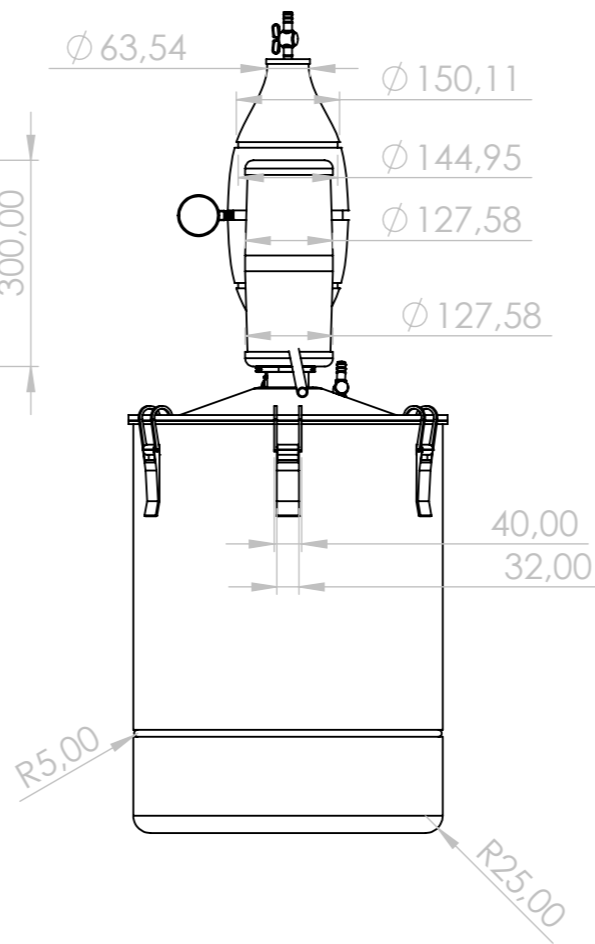
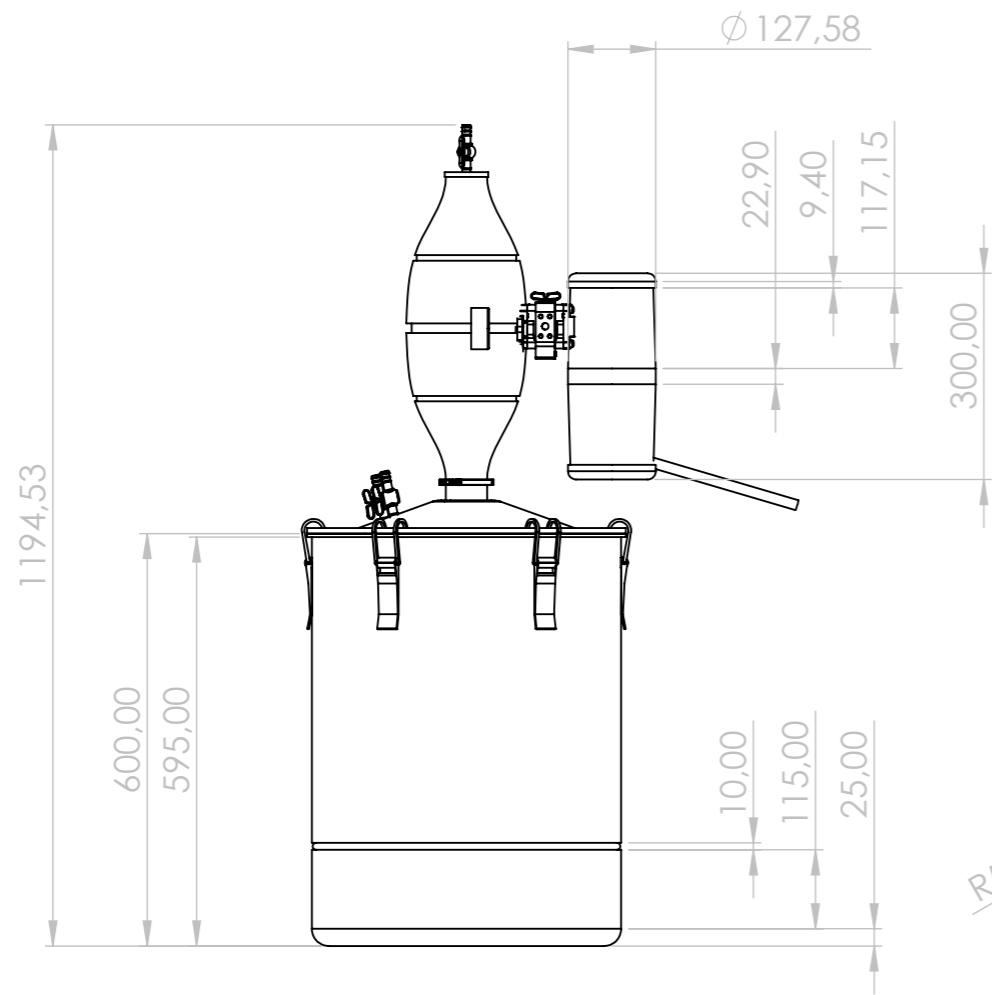
ANEXOS



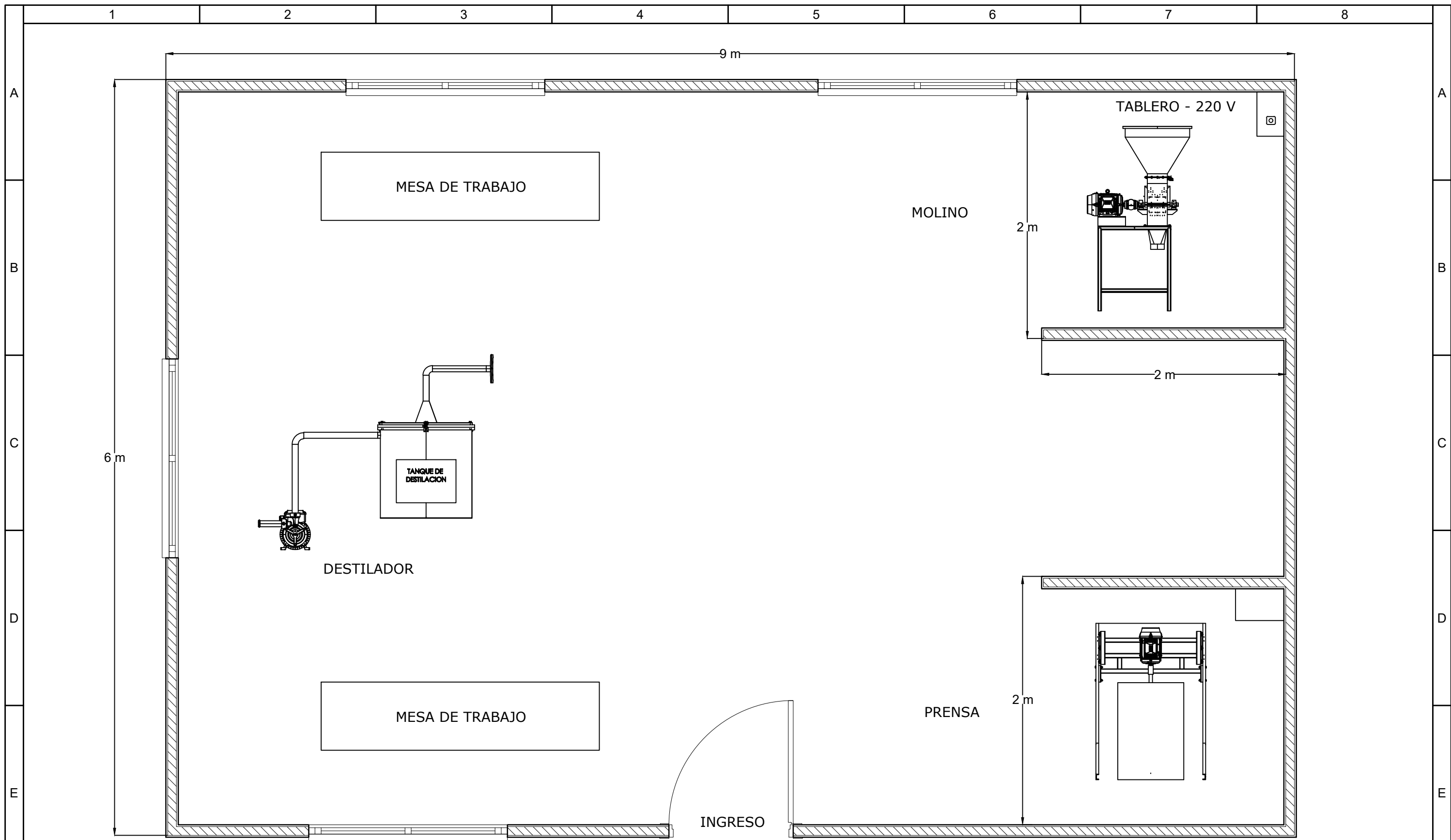
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE DELGADO C.	FIRMA	FECHA		TÍTULO: PRENSA	
VERIF.					N.º DE DIBUJO Anexo 1	
APROB.					A3	
FABR.				MATERIAL:	ESCALA:1:20	
CALID.				PESO:	HOJA 1 DE 1	



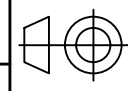
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	
VERIF.	DELGADO C.				MOLINO	
APROB.						
FABR.						
CALID.						
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A3
					5bYI c'8	
				PESO:	ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

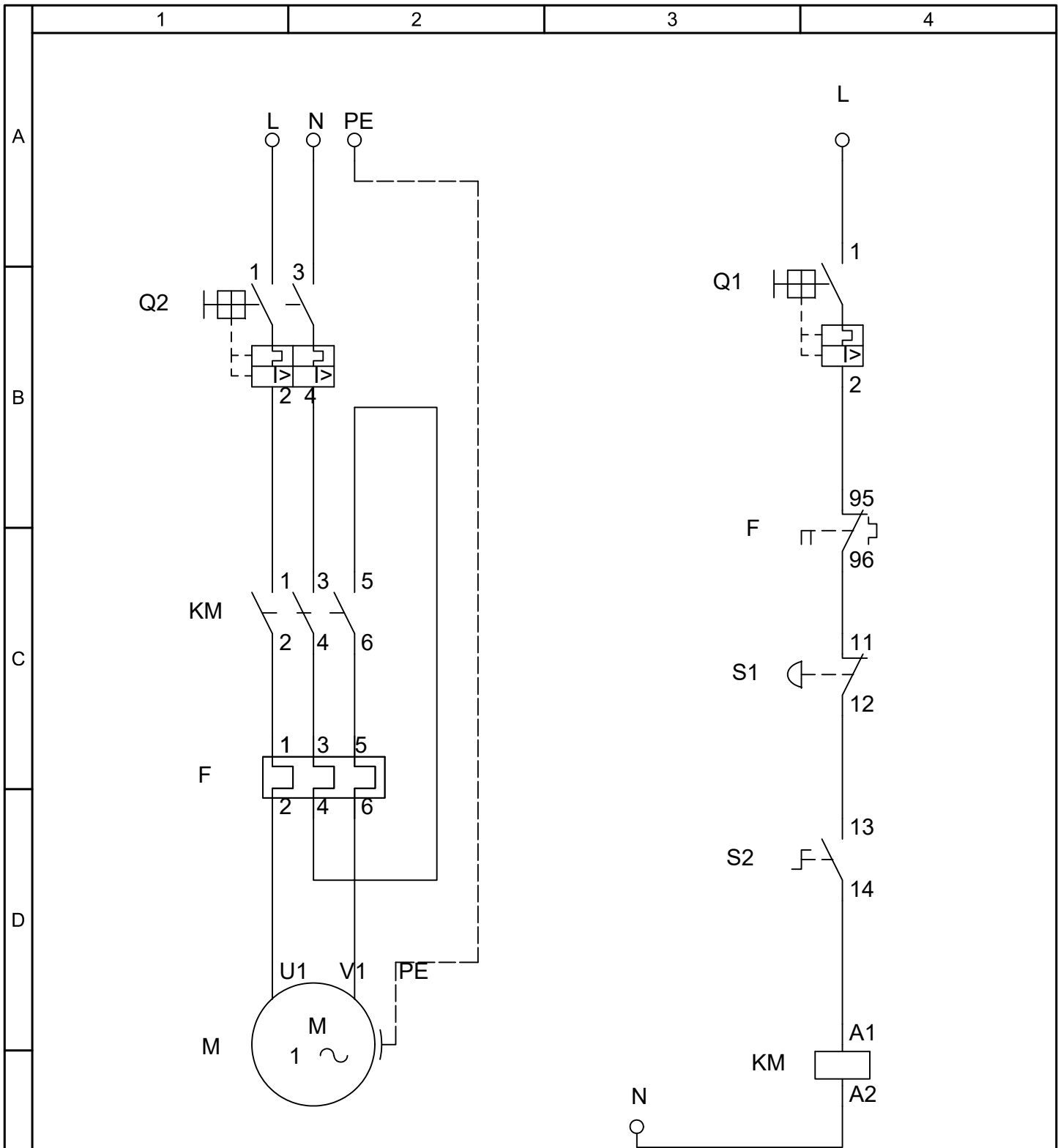


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO:	
VERIF.	DELGADO C.					DESTILADORA	
APROB.						N.º DE DIBUJO	A3
FABR.						Anexo 3	
CALID.				MATERIAL:		ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1
				PESO:			

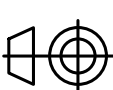


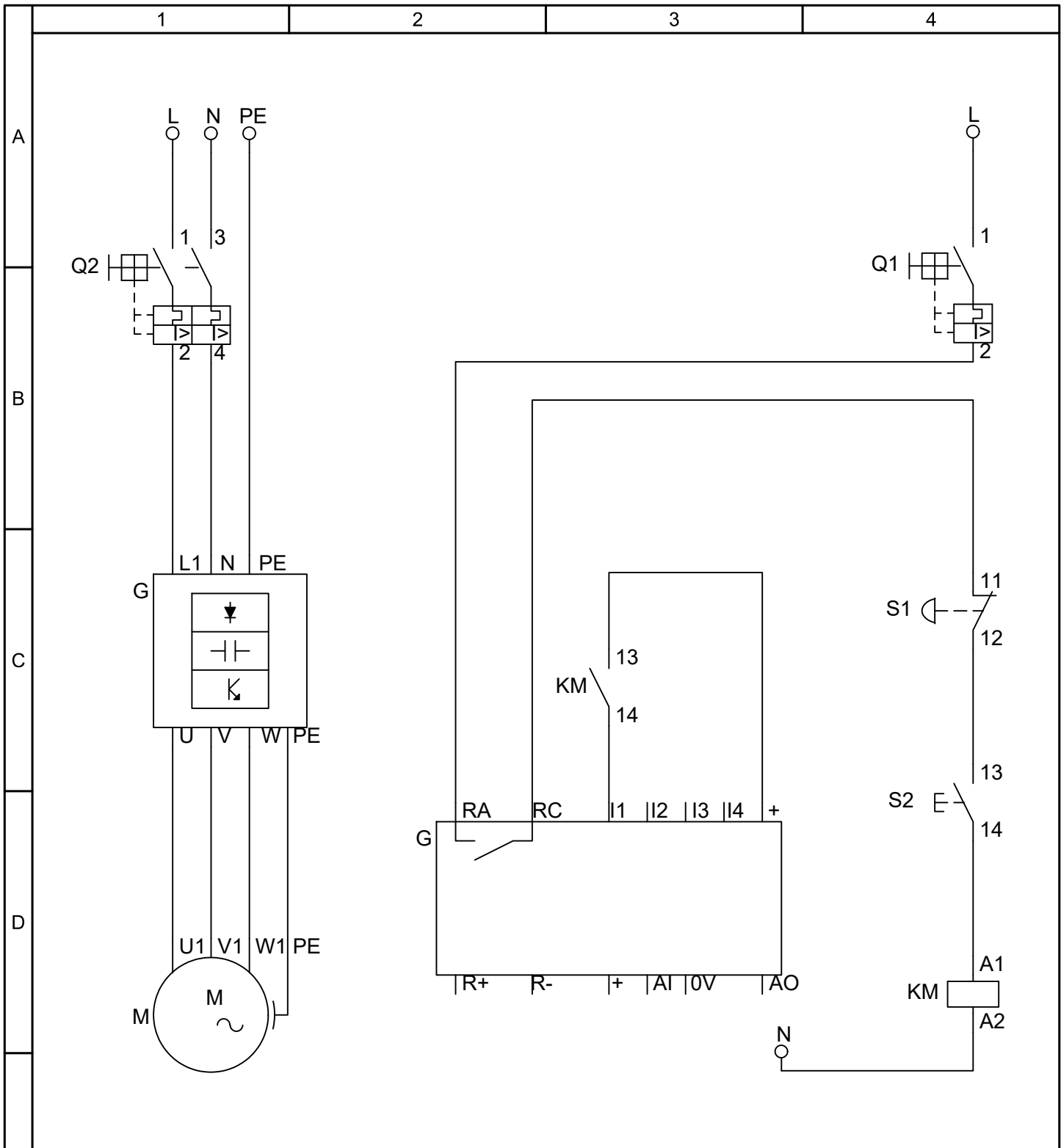
					Tolerancia	(Peso)	Materiales: VARIOS	
					±0,1	Kg		
						Fecha	Nombre	Denominación: LABORATORIO
					Dib.	05/02/26	Carlos Delgado	
					Rev.			
					Apro.			Número del dibujo: Anexo 4
								(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Escala: 1:100





COMPONENTES	DENOMINACIÓN
Q1	Breaker simple
Q2	Breaker Doble
KM	Contactor
F	Rele térmico
S1	Pulsador con enclave
S2	Interruptor ON/OFF
M	Motor 5 hp

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: VARIOS	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación: ESQUEMA ELÉCTRICO - MOLINO	Escala: 1:3
			Dib.	27/1/2026	Carlos Delgado		
			Rev.				
				Apro.		Número del dibujo: Anexo 5	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



COMPONENTES	DENOMINACIÓN
Q1	Breaker simple
Q2	Breaker Doble
KM	Contactora
M	Motor 1hp
S1	Pulsador con enclave
S2	Pulsador normalmente abierto
G	Variador de frecuencia

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: VARIOS	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación: ESQUEMA ELÉCTRICO - PRENSA	Escala: 1:3
			Dib.	27/1/2026	Carlos Delgado		
			Rev.				
				Apro.		Número del dibujo: Anexo 6	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

Anexo 7: Manual de Operación, Limpieza y Mantenimiento de la Prensa para Extracción de Aceite de Aguacate



1. Introducción

El presente manual describe en forma clara y técnica el equipo al igual que su uso correcto, el procedimiento de operación, los mantenimientos preventivos, los riesgos asociados a su mala utilización y las recomendaciones para aplicar una correcta utilización en la extracción de aceite de aguacate.

2. Descripción General Del Equipo

La prensa es una máquina para efectuar la extracción mecánica de aceite de aguacate, a través del principio de compresión basado en un tornillo sin fin.

2.1 Componentes principales

- Motor eléctrico monofásico 220 V
- Motorreductor lubricado con aceite de grado alimenticio
- Tornillo sin fin
- Variador de velocidad
- Sistema eléctrico de control, con los siguientes elementos:
 - Pulsador ON / OFF
 - Botón de paro de emergencia
 - Dos contactores (subida / bajada del tornillo)
 - Relés de control
- Eje de compresión con un plato independiente al tornillo
- Olla exterior de acero inoxidable con capacidad aproximada de 22 litros
- Olla interior perforada, de acero inoxidable
- Sistema de filtración, con los siguientes elementos:
 - Filtro de malla de acero inoxidable con perforación de 0,5 micras
 - Filtro tipo check
 - Abrazadera tipo Clamp de acople rápido
- Manguera de salida de grado alimenticio

3. Principio de Funcionamiento

El funcionamiento se basa en la rotación del tornillo sin fin, generando una presión progresiva sobre la pulpa de aguacate contenida en una bolsa de lienzo dentro de la olla perforada.

Debido a que el plato de compresión está montado de forma independiente al tornillo, permite que únicamente el tornillo realice el movimiento rotacional, el plato aplaste axialmente el producto, evitando el roce continuo del plato contra la olla de acero inoxidable y previniendo la generación de limallas metálicas que podrían contaminar el aceite

4. Procedimiento de Operación

4.1 Requisitos previos

Antes de poner en marcha la prensa, se debe verificar que exista:

- a) Conexión eléctrica a 220 V monofásico
- b) Nivel adecuado de aceite de grado alimenticio en el motorreductor
- c) Olla, filtros y mangueras limpios
- d) Correcto montaje del filtro y abrazadera Clamp

4.2 Preparación del producto

- a) Seleccionar el aguacate previamente
- b) Limpiar el producto y retirar sus semillas y cáscaras
- c) Cortar rebanadas delgadas del aguacate de entre 2 mm a 3 mm y deshidratar para mejorar el rendimiento.

4.3 Puesta en marcha

- a) Colocar el aguacate deshidratado en una funda de lienzo y eso a su vez dentro de la olla interior perforada.
- b) Cerrar y asegurar correctamente el conjunto.
- c) Ajustar la velocidad del variador, iniciando con una velocidad baja.
- d) Presionar el botón ON.
- e) Activar el sentido de giro del tornillo mediante el contactor correspondiente.
- f) Observar el inicio de la salida del aceite filtrado y recoger el producto.

4.4 Parada normal

- a) Presionar el botón OFF.
- b) Esperar la parada total del tornillo sin introducir las manos.
- c) Retirar el producto residual una vez que se verifique que ya no contenga aceite.

4.5 Paro de emergencia

En caso de requerir apagar el sistema por presentarse una emergencia:

- a) Presionar inmediatamente el botón de paro de emergencia
- b) Cortar la alimentación eléctrica

5. Seguridad y Peligros

5.1 Riesgos eléctricos

- a) Riesgo de electrocución por 220 V
- b) Contacto del operador con bornes energizados

Las medidas preventivas ante estos riesgos son:

- a) Correcta instalación de puesta a tierra
- b) No operar la máquina con las manos húmedas

- c) Efectuar el mantenimiento eléctrico solo por personal calificado

5.2 Riesgos mecánicos

- a) Atrapamiento con el tornillo sin fin
- b) Golpes al operador por desprendimiento de partes móviles mal colocadas

Las medidas preventivas ante estos riesgos son:

- a) No introducir las manos durante la operación
- b) Uso de EPP
- c) Paro de emergencia accesible

5.3 Riesgos sanitarios

- a) Contaminación del producto por residuos metálicos

Las medidas preventivas ante estos riesgos son:

- a) Mantener el diseño con un plato independiente
- b) Uso exclusivo de acero inoxidable y materiales de grado alimenticio
- c) Limpieza frecuente

6. Mantenimiento Preventivo

6.1 Frecuencia Diaria

- a) Limpieza de olla interior y exterior
- b) Limpieza de filtros y mangueras
- c) Inspección visual del tornillo

6.2 Frecuencia semanal

- a) Revisión de abrazaderas Clamp
- b) Verificación de funcionamiento del variador de velocidad
- c) Limpieza profunda del sistema de filtrado

6.3 Frecuencia mensual

- a) Revisión del nivel y estado del aceite del motorreductor
- b) Ajuste de tornillos
- c) Revisión de funcionamiento de contactores y relés

7. Mantenimiento Correctivo

7.1 Fallas comunes

- a) El tornillo no gira
- b) No sale el aceite extraído
- c) Presencia de vibraciones excesivas

- d) Ruido anormal en el motorreductor

7.2 Acciones correctivas

- a) Verificar alimentación eléctrica
- b) Revisar los contactores y relés
- c) Comprobar la obstrucción en los filtros
- d) Reemplazar el aceite del motorreductor si se evidencia contaminación

8. Limpieza y Sanitización

8.1 Limpieza por componente

a) Olla exterior de acero inoxidable de capacidad de 22 litros

- Desmontar completamente las partes móviles después de cada jornada.
- Lavar con agua caliente (60°C –70 °C) y detergente con grado alimenticio.
- Enjuagar con abundante agua potable.
- Secar con un paño limpio o dejar escurrir al aire libre hasta que se seque.

b) Olla interior perforada de acero inoxidable

- Retirar los residuos sólidos inmediatamente después del uso.
- Lavar con un cepillo de cerdas plásticas.
- Verificar que las perforaciones del filtro no se encuentren obstruidas.
- Secar completamente antes del montaje.

c) Tornillo sin fin

- Limpiar después de cada uso.
- Retirar todos los restos de residuos adheridos.
- Lavar únicamente con agua y detergente de grado alimenticio.
- No usar en la limpieza elementos abrasivos ni esponjas metálicas.
- Secar completamente para evitar la corrosión superficial.

d) Plato de compresión independiente

- Desmontar manualmente para evitar su deterioro.
- Lavar con agua caliente y detergente de grado alimenticio.
- Verificar que no existan rayaduras profundas que desprendan material contaminante.
- Secar antes de volver a instalar.

e) Sistema de filtrado (malla 0,5 micras y filtro check)

- Desmontar el sistema aflojando la abrazadera tipo Clamp.
- Lavar con agua caliente con presión moderada.
- En caso de obstrucción severa, poner en remojo con detergente de grado alimenticio.
- No deformar la malla durante la limpieza.

f) Abrazadera tipo Clamp

- Limpiar con un paño húmedo y detergente de grado alimenticio.
- Revisar el estado del empaque.
- Secar bien antes de montar.

g) Manguera de grado alimenticio

- Lavar internamente con agua caliente.
- Circular agua potable en la manguera durante al menos 2 minutos.
- Dejar escurrir el agua completamente.
- Almacenar colgada para evitar deformaciones.

h) Motor, motorreductor y componentes eléctricos

- No lavar con agua.
- Limpiar externamente con un paño seco o ligeramente húmedo.
- Evitar ingreso de humedad al motor y al tablero eléctrico.

8.2 Frecuencia de limpieza

- Limpieza completa: después de cada jornada de trabajo.
- Limpieza profunda y revisión: una vez por semana.

9. Conclusión

La prensa para extracción de aceite de aguacate presenta un diseño eficiente y seguro, que proporciona alta calidad sanitaria del producto final, prevención de contaminación por diseño mecánico adecuado, facilidad de operación y mantenimiento

10. Recomendaciones

- Operar siempre dentro de los rangos de velocidad recomendados
- Realizar mantenimiento preventivo periódico
- Capacitar al personal que operará la máquina

- Registrar cada intervención de mantenimiento
- No modificar el diseño original sin análisis técnico

Anexo 8: Manual de Operación, Limpieza y Mantenimiento del Destilador Marca MERVENTI — Capacidad 70 litros



1. Introducción

Este manual explica la operación segura, limpieza, mantenimiento preventivo y correctivo del destilador de 70 L comercializado por la empresa Merventi en Ecuador.

2. Descripción general y usos

Capacidad: Caldera de 70 litros.

Material predominante: acero inoxidable en las partes en contacto con el producto y varios componentes en cobre/latón en el serpentín.

Usos típicos: extracción de aceites esenciales, destilación de alcohol o cerveza en pequeña escala, hidrodiálisis, destilación de agua.

3. Componentes Principales

- Olla/caldera principal de 70 L en acero inoxidable.
- Tapa superior con bridas y cierres herméticos.
- Junta de silicón.
- Cabeza de alambique conectada a la columna.
- Condensador (serpentín) de cobre.
- Depósito recolector / decantador (separador de aceites esenciales / alcohol) con grifos de salida.
- Termómetro montado en tapa o columna (para control de temperatura).
- Válvulas de seguridad / válvula de alivio de presión.
- Válvulas de muestreo y grifos de salida de alcohol/aceite.
- Rejilla para distribuir el vapor y evitar arrastre de sólidos.
- Soporte o pie para columna y decantador.
- Mangueras de entrada/salida de agua para condensador de grado alimenticio.
- Bolas de cerámicas para separación
- Abrazaderas, tornillería inox y elementos de cierre para montaje rápido.
- Bomba de recirculación de agua para condensador.

4. Principio de Funcionamiento

Se carga la materia prima dentro de la caldera y se calienta hasta generar vapor, el mismo que asciende por la columna y según el número de etapas y relleno se consigue una pureza mayor, posterior a lo cual el vapor pasa al condensador, donde se enfría y condensa en fase líquida; mientras que el decantador separa aceite esencial e hidrolato.

5. Procedimiento de Operación

5.1 Preparaciones previas

- a) Colocar el equipo sobre una superficie firme, nivelada y resistente.
- b) Verificar la integridad de las juntas y cierres; asegurando que las abrazaderas estén bien colocadas.
- c) Conectar las mangueras de agua fría al condensador tanto en la entrada como en la salida y verificar la ausencia de fugas.

- d) Revisar el funcionamiento del termómetro y de las válvulas.
- e) Si está instalada la bomba de recirculación, comprobar su funcionamiento.

5.2 Carga y cierre

- a) Cargar el contenido sin sobrellenar.
- b) Colocar y asegurar la tapa con la junta correcta y abrazaderas/clamps.

5.3 Calentamiento y control

- a) Iniciar la fuente de calor y subir progresivamente su nivel, monitoreando el termómetro.
- b) Mantener la velocidad de calentamiento controlada para evitar una ebullición violenta y el arrastre de líquidos.
- c) Ajustar la toma de producto por la válvula según el caudal deseado.

5.4 Parada y enfriamiento

- a) Suspender el calor y permitir que el sistema se enfríe.
- b) Cortar el suministro de agua al condensador cuando esté seguro de que no hay más vapor.
- c) Abrir los grifos con cuidado para recolectar producto.

6. Riesgos y Seguridad

6.1. Riesgos principales:

- a) Quemaduras por vapor y superficies calientes.
- b) Presión excesiva
- c) Riesgo eléctrico si el equipo incorpora una bomba o fuente eléctrica.

6.2. Medidas preventivas:

- a) Usar EPP tales como: guantes térmicos, gafas, delantal.
- b) Mantener la válvula de seguridad operativa; sin bloquear las salidas.
- c) No dejar el equipo en operación desatendido.
- d) Contar con el personal capacitado para el manejo y la limpieza.

7. Limpieza

- Advertencia: realizar la limpieza únicamente con el equipo apagado y frío.

a) Olla/caldera 70 L (interior y exterior)

- Frecuencia: limpieza después de cada jornada o cambio de producto.

- Método: vaciar los residuos; enjuagar con agua tibia; lavar con detergente de grado alimenticio no abrasivo; enjuagar con agua potable y secar.

b) Junta/empacado y tapas

- Limpiar con un paño húmedo y detergente de grado alimenticio; revisar la integridad de los elementos y reemplazar si muestran desgaste.

c) Columna de rectificación

- Desmontar por secciones semanalmente.
- Lavar el interior con agua caliente; enjuagar; secar.
- Si se utiliza las bolas de relleno cerámico, se debe lavarlas individualmente.

d) Cabeza de alambique y condensador (serpentín)

- Limpiar el interior con un cepillo de cerdas plásticas o una manguera a presión suave para remover los residuos.
- Evitar el uso de productos que dejen residuos tóxicos.
- Verificar que las conexiones de las mangueras no estén obstruidas.

e) Depósito recolector / separador (decantador)

- Vaciar el depósito, lavar con detergente de grado alimenticio y enjuagar; secar antes de usarlo.

f) Válvulas, grifos y abrazaderas (clamp)

- Desmontar y limpiar con una solución de grado alimenticio.
- Revisar la integridad de los asientos y los empaques.

g) Termómetro y accesorios electrónicos

- Limpiar externamente con un paño húmedo; evitando sumergir.
- Verificar la calibración en forma periódica.

h) Mangueras de agua y conexiones

- Realizar flushing o enjuague después de cada uso.
- Revisar por desgaste o fugas y reemplazar si muestran grietas.

8. Frecuencias De Limpieza

- a) Después de cada uso: caldera, decantador, grifos y mangueras.
- b) Semanal: condensador y juntas.
- c) Mensual: revisión de juntas, abrazaderas y limpieza profunda de serpentín; comprobar termómetro y válvulas.

9. Mantenimiento Preventivo

Tareas periódicas recomendadas

- a) Diario: inspección visual de cierres y grifos, revisar fugas en las mangueras.
- b) Semanal: apretar abrazaderas y tornillería; verificar que la junta de la tapa no tenga deformaciones o le falten pedazos.

- c) Mensual: revisar estado del relleno/bolas cerámicas; limpiar internamente la columna; verificar el termómetro y la válvula de seguridad.
- d) Semestral: inspección completa de soldaduras y estructura.

10. Mantenimiento Correctivo

Falla	Posible causa	Acción correctiva
Fugas en la tapa o juntas	Junta dañada o mal asiento	Reemplazar la junta; limpiar el asiento; ajustar las abrazaderas.
Mala condensación o bajo rendimiento	Flujo de agua insuficiente o serpentín obstruido	Revisar y limpiar el serpentín; revisar el flujo de agua.
Temperatura inestable	Termómetro descalibrado o fuente de calor irregular	Calibrar o reemplazar el termómetro; revisar la fuente de calor
Presión anormal	Válvula de alivio obstruida	Limpiar o reemplazar la válvula de seguridad.

11. Conclusión

El destilador Merventi de 70 L es una solución práctica para realizar producciones a baja escala de aceites esenciales y destilación en una escala reducida, el mismo que con un programa de limpieza y mantenimiento riguroso, el equipo ofrece rendimiento confiable y seguridad operativa.

12. Recomendaciones

- No sobrellenar la caldera y respetar la marca de seguridad interna.
- Mantener actualizadas las bitácoras del equipo.
- Usar únicamente piezas y juntas de repuesto en acero inoxidable o materiales aptos para alimentos.

Anexo 9: Manual De Operación, Limpieza Y Mantenimiento Molino Martillo Pulverizador Marca Fairuz – Modificado



1. Introducción

El presente manual establece los procedimientos correctos de operación, limpieza, seguridad y mantenimiento preventivo del equipo, con el fin de garantizar su funcionamiento seguro y eficiente, además de prolongar su vida útil, minimizando ciertos riesgos para el operador y evitando la contaminación del producto.

2. Descripción General Del Equipo

El molino martillo pulverizador está diseñado para procesar diferentes materias primas con la finalidad de reducir su tamaño a través de la fricción generada por los martillos rotativos contra un tamiz con agujeros de diámetro variable.

2.1 Componentes principales

- Motor eléctrico de 5 HP
- Alimentación eléctrica de 220 V
- Dos tolvas de alimentación
- Cámara de molienda con martillos
- Tamiz (criba) intercambiable
- Ducto de salida del producto
- Sistema de transmisión por bandas
- Caja de control eléctrico con:
 - Encendido / Apagado
 - Paro de emergencia
 - Protecciones de seguridad en bandas

2.2 Materias primas procesables

- Granos
- Carne
- Hierbas
- Especias
- Frutas
- Verduras

3. Condiciones De Seguridad

3.1 Equipo De Protección Personal (Epp)

El uso de EPP es obligatorio en el proceso de operación del molino, siendo indispensable:

- a) Cofia para recoger el cabello
- b) Protectores auditivos (orejeras o tapones)
- c) Guantes (para limpieza y mantenimiento)
- d) Ropa ajustada, sin partes sueltas que puedan atascarse en el motor.

3.2 Riesgos principales

- a) Ruido elevado
- b) Atrapamiento en las bandas y partes móviles
- c) Proyección violenta de partículas
- d) Riesgo eléctrico

4. Procedimiento De Operación

4.1 Verificaciones Previas Al Encendido

a) Inspección visual

- Verificar que el molino esté sobre una superficie nivelada y estable.
- Comprobar que no existan cuerpos extraños dentro de la tolva.
- Revisar que la conexión eléctrica sea segura.

b) Componentes clave

- Confirmar que el tamiz requerido esté correctamente colocado.
- Verificar que la cubierta de las bandas esté instalada.
- Revisar que la tensión de las bandas no sea ni muy floja ni demasiado rígida.
- Colocar un recipiente adecuado en el ducto de salida.

4.2 Encendido y proceso de molienda

- a) Prueba en vacío:
- b) Encender el molino sin carga durante unos segundos.
- c) Escuchar posibles ruidos anormales y en caso de presentarse apagar inmediatamente el molino y revisar.

Alimentación de la materia prima:

- a) Introducir la materia prima de forma gradual.
- b) Evitar la sobrecarga de la tolva de alimentación seleccionada.
- c) No realizar paros y arranques innecesarios.
- d) Permitir que el material molido salga completamente antes de añadir más producto.

Ciclo de trabajo recomendado para el motor:

- 1 hora de molienda y 30 minutos de descanso

Nota: Los materiales secos son más fáciles de moler, pero generan mayor cantidad de partículas en el ambiente si no se controlan adecuadamente.

4.3 Apagado del equipo

- a) Detener la alimentación del material.
- b) Permitir que la cámara de molienda quede completamente vacía.
- c) Apagar el equipo desde la caja de control.
- d) En caso de emergencia, accionar el paro de emergencia.

5. Limpieza Del Equipo

Advertencia: Todo procedimiento de limpieza debe realizarse con el equipo totalmente desconectado.

5.1 Limpieza diaria (después de cada uso)

- a) Limpiar el motor y la estructura externa para evitar acumulación de polvo.
- b) Retirar residuos de materia prima de las tolvas.
- c) Limpiar el ducto de salida para evitar obstrucciones.

5.2 Limpieza profunda después del cambio de materia prima

- a) Retirar los seguros de las tolvas y protecciones.
- b) Desmontar el tamiz.
- c) Acceder a la cámara de molienda.
- d) Limpiar los residuos adheridos en los martillos y paredes internas.
- e) Limpiar el tamiz asegurando que los orificios estén libres.
- f) Volver a ensamblar todas las piezas verificando su correcto ajuste.

6. Mantenimiento Preventivo

6.1 Mantenimiento mensual

a) Martillos

- Inspeccionar el desgaste de las puntas.
- Voltar los martillos cuando se observe que existan bordes redondeados.
- Reemplazar los martillos si el desgaste es excesivo.

b) Tamiz

- Revisar el agrandamiento de orificios o roturas.
- Reemplazar el tamiz cuando sea necesario.

c) Rodamientos

- Engrasar hasta el 50% del volumen del alojamiento cada tres meses.
- Reemplazar los rodamientos dañados.

d) Bandas

- Verificar la tensión y la alineación.
- Ajustar si es necesario.
- Reemplazar las bandas desgastadas.

7. Solución de problemas comunes

Problema	Posible causa	Solución
Alta temperatura en los rodamientos	Falta de grasa; Rodamientos dañados	Engrasar al 50 %; Reemplazar rodamientos
Producto demasiado grueso	Martillos desgastados; Tamiz incorrecto	Voltear o reemplazar los martillos; Cambiar el tamiz
Reducción de la producción	Martillos desgastados; Tamiz bloqueado	Reemplazar martillos; Limpiar tamiz
Ruido de golpeo	Material extraño; Piezas rotas	Detener el equipo; Limpiar la cámara; Reemplazar piezas

8. Conclusión

El molino martillo pulverizador Fairuz que se ha modificado es un equipo versátil y eficiente para trabajos a mediana escala, siempre y cuando se opere bajo los procedimientos correctos de seguridad, limpieza y mantenimiento garantizando una mayor vida útil del equipo y un producto final de mejor calidad.

9. Recomendaciones

- Respetar los ciclos de trabajo recomendados.
- No operar sin protecciones de seguridad.
- Registrar en una bitácora las actividades de limpieza y mantenimiento.
- Utilizar únicamente repuestos compatibles.

Anexo 10: Bitácora para registro de datos de la Prensa

Información General:				
Fecha: _____				
Turno: (Mañana / Tarde / Noche)				
Operador responsable: _____				
Control de Materia Prima	Hora	Cantidad de Materia Prima (kg)		Observaciones
Rendimiento y Salida	Hora	Aceite extraído (lt)	Residuo (kg)	Observaciones
Calidad y Mantenimiento	Marque el Aspecto del aceite	Marque el Estado de filtros	Marque el nivel de ruido y vibración	Marque si hubo paradas en el proceso
	Limpio Con impurezas	Limpio Saturado Obstruido	Normal Anormal	Si No

Anexo 11: Bitácora para registro de datos del Molino

Información General:				
Fecha: _____				
Turno: (Mañana / Tarde / Noche)				
Operador responsable: _____				
Tipo de Material: () Semillas () Hojas Secas () Otros: _____				
Control de Materia Prima	Hora	Nombre de la Hoja o Semilla	Cantidad de Materia Prima (kg)	Observaciones
Molienda	Hora	Seleccione el tamiz	Cantidad de Producto (kg)	Observaciones
		Pequeño Mediano Grande		
Calidad y Mantenimiento	Marque el Aspecto del producto	Marque el Estado de color y aroma	Marque el nivel de ruido y vibración	Marque si hubo paradas en el proceso
	Muy grueso Deseado Muy fino	Normal Anormal	Normal Anormal	Si No

Anexo 12: Bitácora para registro de datos del Destilador

Información General: Fecha: _____ Turno: (Mañana / Tarde / Noche) Operador responsable: _____				
Control de Materia Prima	Hora	Cantidad de Materia Prima (kg)		Observaciones
Rendimiento y Salida	Hora	Aceite extraído (lt)	Hidrolato obtenido (lt)	Observaciones
Calidad y Mantenimiento	Marque el Aspecto del aceite	Marque si existe Fugas en el Condensador	Marque si existe Fugas en Mangueras	Marque si hubo paradas en el proceso
	Limpio Con impurezas	Si No	Si No	Si No