



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELÉCTRICA

Diseño de una máquina semi-automática desmucilagadora de café de 300kg/h para mejora de tiempos de procesado y consumo de agua en la empresa FAICAL COFFEE SAC

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Perez Saavedra, Luis Andy (orcid.org/0000-0003-4177-3408)

Roque Cano, Luis Fernando (orcid.org/0000-0002-9082-5043)

ASESOR:

Dr. Olortegui Yume Jorge Antonio (orcid.org/0000-0001-5734-040X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedicamos a nuestros padres por darnos el mayor apoyo en esta etapa estudiantil. Ellos siempre fueron el pilar fundamental para siempre seguir adelante en los momentos difíciles que se nos presentaron. A dios por brindarnos la salud para cumplir esta meta de culminar nuestra carrera profesional con éxito, y sobre todo salud

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a dios por darme la oportunidad de mantenerme con vida y salud para llegar a esta etapa universitaria y cumplir con mis metas y objetivos

Agradecer a los docentes que influyeron en mi etapa inicial universitaria, agradecer por su tiempo, dedicación y brindarme una educación de calidad en esta etapa formativa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	35
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	35
3.2. Variables y operacionalización.....	35
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5. Procedimientos.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSION.....	822
VI. CONCLUSIONES.....	84
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N 1 Consideraciones del diseño	36
Tabla N 2 Ponderacion de factores para el diseño conceptual	42
Tabla N 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
Tabla N 4 Resumen de entrevista realizadas en la empresa Faical Coffe SAC	42
Tabla N 5 Resumen de entrevista realizadas en la empresa Faical Coffe SAC (continuación).....	43
Tabla N 6 Normas y códigos para el diseño de la maquina lavadora de café .	43
Tabla N 7 Lista de requerimientos	36
Tabla N 8 Matriz de valores ponderados para la selección optima del concepto	50
Tabla N 9 Matriz de valores ponderados para la selección optima de la configuración.....	53
Tabla N 10 Variables y valores de la estructura de la máquina	69
Tabla N 11 Variables de solución de espesores. Esfuerzo Von Mises, deformación y factor de seguridad	70
Tabla N 12 Resumen del diseño de estructura de acero galvanizado	71
Tabla N 13 Variables y valores del eje la máquina desmucilagadora	73
Tabla N 14 Variables de solución de materiales. Esfuerzo Von Mises, deformación y factor de seguridad	74
Tabla N 15 Resumen del diseño del eje de la máquina de diferentes aceros AISI	75
Tabla N 16 Resumen del estudio de tiempos y movimientos de un proceso manual de lavado	76
Tabla N 17 Resumen del estudio de tiempos y movimientos de la máquina desmucilagadora	77
Tabla N 18 Consumo de agua	78
Tabla N 19 Costos de elementos de la maquina desmucilagadora	79
Tabla N 20 Costo total de la máquina.....	80
Tabla N 21 Capacidad del helicoide horizontal	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura N 1 Consumo específico de agua en el lavado de café con tecnologías manuales y mecanizadas	10
Figura N 2 Operario revolviendo la mezcla café-agua para eliminar el mucilago	12
Figura N 3 Desmucilagadora de flujo ascendente	17
Figura N 4 Desmucilagadora de cepillo	12
Figura N 5 Fases del proceso de diseño	10
Figura N 6 Diagrama de flujo de procesos de investigación.....	12
Figura 1	10
Figura 2	12
Figura 1	10
Figura 2	12
Figura 1	10
Figura 2	12
Figura 1	10
Figura 2	12
Figura N 15 Ángulos de reposo del material.....	58
Figura N 16 Presiones ocasionadas por el peso del material.....	61
Figura N 17 Pandeo ocasionado por una fuerza	64
Figura N 18 Pandeo de columnas	65
Figura N 19 Diagrama de caja negra para el diseño de la estructura de la desmucilagadora	68
Figura N 20 Diagrama de caja negra para el diseño del eje de la desmucilagadora	72
Figura N 21 Diámetros principales del dosificador de tornillo sin fin.....	117

RESUMEN

En la presente investigación, tiene como objetivo general diseñar de una máquina semi-automática desmucilagadora de café, para reducir tiempos de procesamiento y consumo de agua en la empresa Faical Coffee Sac ubicada en la región Cajamarca, provincia de San Ignacio.

Las necesidades y problemática de la empresa fueron recaudadas mediante la recolección de datos aplicando entrevistas a los socios productores de la empresa. La problemática de la empresa es que los socios productores realizan el desmucilagado o remoción del mucilago de café de forma tradicional utilizando un tanque y una pala de madera. Luego se realizó un análisis de las necesidades para definir los requerimientos de diseño de la máquina desmucilagadora teniendo en cuenta factores como el tiempo y consumo de agua comparado con el método tradicional y también con otras máquinas desmucilagadoras preexistentes de otros países. Además, se realizó diferentes diseños conceptuales por lo cual se determinó diseñar una máquina desmucilagadora con rotor de varillas de eje horizontal con funciones adicionales de fermentado. La desmucilagadora cuenta con tanque de fermentación de 300 kg de almacenamiento, con un largo de 80 cm y alto de 30 cm, con un motor de 1.5 HP para desmucilagar más de 300 kg de café despulpado. Se finalizó la investigación con simulación de las partes críticas de la máquina y el diseño de los planos.

Palabras claves: Desmucilagador, café, diseño, agua, tiempo

ABSTRACT

In the present investigation, the general objective is to design a semi-automatic coffee demucilaginator machine, to reduce processing times and water consumption in the Faical Coffee Sac company located in the Cajamarca region, San Ignacio province.

The needs and problems of the company were collected through the collection of data applying interviews to the producing partners of the company. The company's problem is that the producer partners carry out the demucilage or removal of coffee mucilage in a traditional way using a tank and a wooden shovel. Then, a needs analysis was carried out to define the design requirements of the demucilaginating machine, taking into account factors such as time and water consumption compared to the traditional method and also with other pre-existing demucilaginating machines from other countries. In addition, different conceptual designs were made for which a demucilaginating machine with a horizontal axis rod rotor with additional fermentation functions and a circular sieve after demucilagation will be developed. The investigation was completed with simulation of the critical parts of the machine and the design of the plans.

Keywords: Demucilaginator, coffee, design, water, time.

I. INTRODUCCIÓN

El café es una de las bebidas que ocupa el tercer lugar a nivel mundial más consumidas a través de los siglos, este producto es internacionalmente famoso por ser una bebida estimulante y aporta cafeína en alto porcentaje. A nivel mundial la USDA (2021) habla que se ha producido un incremento en la campaña 2020/2021 que alcanzaría los 175.4 millones de sacos. El cultivo de café tiene diferentes etapas las cuales aportan millones de empleos en todo el mundo y sobre todo tiene altos porcentajes de rentabilidad. Se cultiva en países tropicales donde la temperatura varía de 23°C a 27°C. El éxito de la comercialización del café de alta calidad depende mucho de los procesos que se realizan antes de la industrialización. Los procesos del café que se realizan después de la cosecha son el despulpado de los granos, el lavado y el secado.

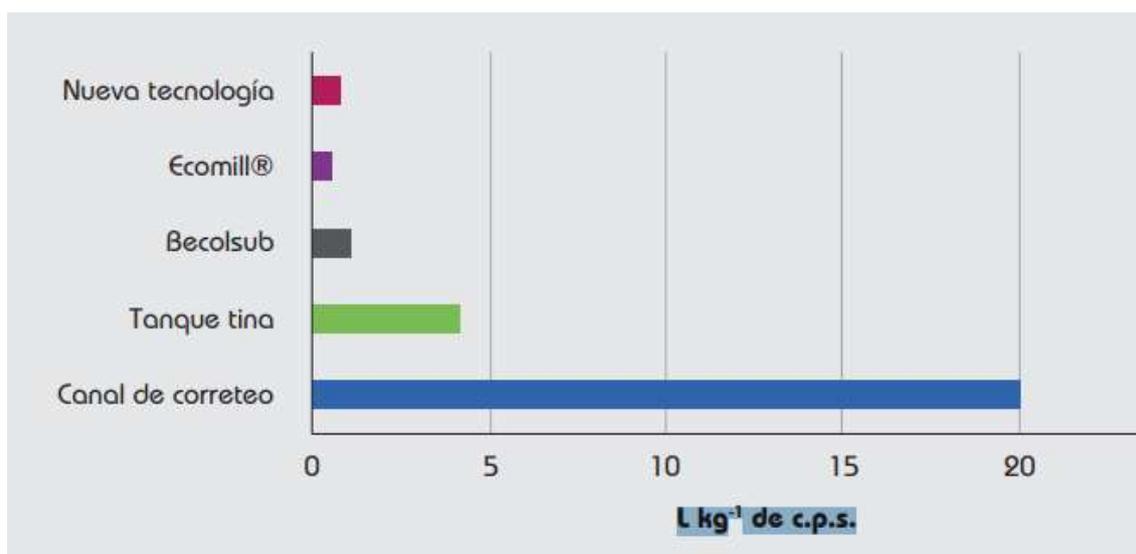
A nivel nacional el café en el Perú es un cultivo permanente, es el producto agrícola de mayor exportación ocupando el 25% de la agricultura de nuestro país según el Censo Nacional Agropecuario realizado por (INEIN, 2012), en previas investigaciones realizadas nos indican que en el Perú existen 223 mil familias, que se dedican a la producción de café. En nuestro territorio peruano hay un promedio de 350.000 hectáreas agrícolas dedicadas al café, divididas en 15 regiones del Perú. El café es un rubro económico para pequeños productores quienes manejan aproximadamente entre 1 a 5 hectáreas de cultivo por familia. El rendimiento de producción de café en el Perú es bajo en comparación con otros países. En algunas regiones alcanza la producción de 13 qq por hectárea, la región Cajamarca es una zona cafetalera que destaca en producción de café llegando a una ratio de 30 a 80 qq por hectárea. (CENAGRO, 2012).

Los desarrollos tecnológicos en la industria del café han evolucionado y siguen evolucionando día a día mundialmente con el objetivo de mejorar la eficiencia en los procesos del café teniendo en cuenta la calidad del producto. BECOLSUB 300 y ECONOMIL LH 300 son una de las arduas investigaciones tecnológicas que ha desarrollado CENICAFE, las 2 máquinas son desmucilaginosas de café las cuales permiten un lavado de entre 1,0 L/kg y 0,5 litros por kilogramo de café respectivamente (Oliveros 2017). En la figura N° 1,

se muestra el consumo del agua de las 2 máquinas frente a un lavado manualmente.

Figura 1

Consumo específico de agua en el lavado de café con tecnologías manuales y mecanizadas.



Nota. Tomado de (Oliveros 2017).

Las etapas que conlleva todo el proceso del café empiezan desde la cosecha la cual consta de la recolección tanto manualmente o con herramientas del grano cuando estos ya están en una etapa donde adquieren un color rojizo o amarillento, continuamente realizan el despulpado con una despulpadora mecánica que consta en la eliminación a la cascara que envuelve este grano. Incesantemente llevan el grano sin pulpa hacia un proceso donde se le da una fermentación entre 24 a 48 horas con la finalidad de que este obtenga un buen aroma y sabor en el rendimiento de la taza, por consiguiente, pasa al último proceso húmedo que es el desmucilaginado del grano el cual consta de lavar por completamente hasta quitar toda la miel del café, luego el café pasa a una etapa de secado para darle firmeza al grano y no se deteriore por causas de hongos o bacterias. Después los granos pasan a una selección de tamaño y se tuestan a

temperaturas altas para que pierda por completo su humedad para que finalmente se lleve a los molinos industriales y se pase a su empaquetado.

La empresa Faical Coffee SAC está ubicada en la provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Esta empresa fue creada en el año 2016 y se dedica a la exportación, comercialización y servicio logístico de la industria postcosecha del café. Cuenta con 11 trabajadores contabilizados en todas sus áreas y posee en conjunto con sus socios productores 100 hectáreas de café. Gracias a la calidad de sus productos y servicios es líder en el mercado cafetalero ofreciendo diferentes perfiles de café con muy buen aroma, acidez adecuada y buen cuerpo. Los granos de café que comercializa la empresa tienen un rendimiento de 82 a 86 puntos lo cual los ubica en la categoría de café excelentes. Esta empresa tiene dentro su misión la innovación tecnológica que asegure la satisfacción del cliente y asimismo la sustentabilidad de la empresa.

El proceso manual de desmucilaginado (“lavado del café”) sigue al proceso de fermentado. En el lavado el grano de café despulpado se almacena en contenedores (“tanque-tinas”), en donde se agrega agua potable para luego proceder a revolver esta mezcla grano-agua usando una varilla de madera hasta conseguir que el mucilago (“miel del grano”) sea removido completamente de la superficie externa del grano de café (Ver Figura 1). Para poder retirar completamente el mucilago, el proceso de revolver la mezcla agua mucilago se repite de 3 a 4 veces. Finalizado el lavado, se retira el grano del contenedor para llevarlo al proceso posterior de secado. Este proceso manual de lavado consume un tiempo considerable, usa buena cantidad de personal y consume altos volúmenes de agua. La empresa ha estimado que se consume más de 1 Litro por kilogramo de café. Debido a esto el Directorio de Faical Coffee está interesada el diseño y fabricación de una máquina semi-automática desmucilagadora de café que permita reducir el tiempo de desmucilaginado y al mismo tiempo reduzca el consumo de agua empleada en el proceso.

Figura 2

Operario revolviendo la mezcla café-agua para eliminar el mucilago.



Nota. Tomado de (Cenicafe).

El problema científico que se desprende de la problemática planteada se puede reducir a la pregunta: ¿Cuáles son las especificaciones técnicas de una semi-automática desmucilagadora de café, tal que, reduzca los tiempos de procesamiento y el consumo de agua en la empresa Faical Coffee Sac?

La justificación del proyecto a realizar será hara aplicando conocimientos a existentes para dar solución al problema que tiene la empresa Faical Coffee Sac, ya que los agricultores de café no cuentan con una máquina que les pueda facilitar el lavado. Este proyecto si es posible llevarlo a cabo ya que vamos aplicar conocimientos de diseño, maquinas, cálculos del sistema mecánico, eléctrico. La justificación practica se busca con este proyecto poder llevar una tecnología más eficiente que el método artesanal para los productores de la empresa Faical Coffee Sac.

Para orientar este trabajo de tesis se plantea como objetivo general, diseñar una maquina semi-automática desmucilagadora de café, para reducir tiempos de procesado y consumo de agua en la empresa Faical Coffee Sac.

El objetivo general se desmembra en objetivos específicos que servir como hitos guía importantes a alcanzar, los cuales se detallan como: A) Identificar las necesidades de la empresa mediante entrevistas al personal de la empresa B) Definir los requerimientos de diseño a cumplir, C) Plantear un diseño conceptual con su posterior valoración, D) Generar configuraciones de diseño y ponderarlas para obtener una configuración adecuada, E) Realizar un dimensionamiento preliminar para el inicio de los cálculos de ingeniería, F) Realizar los cálculos y simulaciones de las partes críticas para obtener una solución de compromiso asociada a los requerimientos, G) Elaborar los planos H) Realizar un análisis económico.

II. MARCO TEÓRICO

Según Jenny y Juan (2009) en su investigación “manejo del café desmucilaginado mecánicamente”, nos indica que en Colombia el centro nacional de investigación del café (Cenicafé) se está realizando para el beneficio húmedo del café de manera mecánica, utilizando una lavadora de café denominada DESLIM. Fue diseñada para contrarrestar la utilización del agua estrictamente. Esta máquina tiene la finalidad de quitar por completo el mucilago o miel de los granos de café utilizando la potencia mecánica aplicando el lavado. En sus especificaciones técnicas de la máquina nos menciona que utiliza un litro de agua para lavar un kilogramo de café pergamino seco, además el desmucilaginator tiene una eficiencia del 98% para quitar el mucilago del café y obteniendo café de altas calidades.

Según Castro y Chaguamate (2015) en tu tesis “diseño y simulación de un prototipo de máquina desmucilagadora de café”. el lavado del café mecánicamente es una acción ejercida por un rotor que permite que los granos de café giren adicionando una fricción entre sí a diferentes velocidades hasta lograr desprender en su totalidad del mucilago. El rotor de la máquina está construido por una lámina troquelada. Además, nos indica que una de las principales ventajas es que podemos realizar el proceso del lavado del café en grandes cantidades en un reducido tiempo, es una máquina que no ocupa mucho espacio en comparación con los tanques de fermentación. Una de sus principales características de la máquina es su eficiencia con la utilización del agua, tiene una relación de un litro de agua por kilogramo de café seco. Este modelo de máquina ha sido construido y evaluado en el Salvador, Costa Rica. La lavadora de café consiste en un batidor cilíndrico vertical con barras fijas y un eje rotacional que gira a 530 rpm e impulsado por un motor de 11w.

Según Mejía y Moreno (2017) en su investigación “evaluación del desempeño técnico y ambiental de un desmucilagador de café con rotor de varilla” esta investigación fue realizada en Colombia donde se realiza la comparación entre dos diseños de lavadora de café pero con diferentes rotores,

el primer rotor es un rotor con varillas (DRV-1.00) y el segundo rotor de lámina troquelada (DESLIM - 1.00), los resultados aplicados en la remoción del mucilago fueron los siguientes el desmucilagador de rotor de lámina troquelada tiene una eficiencia de 98,1% - 98.2% mientras que el tipo de rotor de varillas obtuvo una eficiencia de 79,2% - 82.4%.

De acuerdo con Philipps (2017) en su tesis “Sistema de postcosecha del café (*coffea arabica*) en la región san martín” de la Universidad nacional de San Martín – Tarapoto, en su estudio determino todo el sistema de cosecha y postcosecha de café en la región de San Martín, como también las ventajas, amenazas y oportunidades de esta actividad. Elaboraron una serie de encuestas a 339 productores y 6 representantes de asociaciones cafetaleras, la cual determinaron que comenten muchos errores en la cosecha por falta de conocimientos, herramientas o técnicas la cual influyen mucho en la calidad del producto. En el proceso de postcosecha en las fases fermentación y despulpado del café que son los más importantes para una mejor calidad de productos los errores son muchos y logran un producto de baja calidad, ya que no dependen de la tecnología o herramientas para este proceso. En los procesos de lavado y secado de este grano determinaron que esta actividad lo realizan bien sin que afecte la calidad del producto.

Según Chavarría y Piscoya (2018) en su tesis “Diseño de una máquina desmucilagadora automatizada para café con capacidad de 500 kg/h”, de la Universidad señor de Sipán. Menciona que este tipo de diseño que optaron para esta máquina de lavado de café es más eficiente que una de tipo ELMU y una de cepillo ya que estas máquinas sus costos son muy elevados y tienen un consumo de agua excesivo y no cuentan con sensores automatizados para un óptimo trabajo. Para este diseño se determinó que la maquina este automatizada para que sea capaz de ahorrar tanto como energía eléctrica y agua ya que cuenta con un sensor ultrasónico que detecta el grano y por consiguiente activa el motor y la electroválvula, esto es factible por la tarjeta de Arduino que la hace funcionar. Los dimensionamientos de esta desmucilagadora de café son de: 0.46 x 0.80 metros, con una altura de 1.25 metros y con un peso de 64.38 kg y su capacidad designada de 500 kg/h, el funcionamiento de esta máquina es

gracias a su motor de 2HP, ya que esta implementada con sensores automatizados el consumo de agua que tiene es de 0.25 Lt/Kg

Motor. Eso es convertir la energía eléctrica en energía mecánica. Esta acción se produce al introducir una corriente en la máquina a través de una fuente externa, la cual interactúa con el campo magnético que produce el movimiento de la máquina; luego se produce una inducción p.ej. que es opuesta a la corriente, por lo que se denomina fuerza electromotriz de retroceso. Por lo tanto, el motor necesita energía de entrada para generar la energía mecánica correspondiente. (Eybar Contreras y Rolando Sanches pag.58).

Bomba de agua. La bomba centrífuga, también conocida como dinámica rotacional, siempre gira, es una bomba hidráulica que convierte la energía mecánica del impulsor. Una bomba centrífuga es una máquina que consta de un conjunto de palas giratorias encerradas en una caja o cárter o tapa o carcasa. Se llaman así porque los niveles de estrés que producen se deben principalmente a efectos centrífugos. La cuchilla transfiere energía al fluido con la misma fuerza. (Hidromec 2018)

Tornillo sin fin. Uno de los principales y más utilizados mecanismos de transmisión en cualquier proyecto mecánico es el llamado tornillo sin fin. El dispositivo está formado por un sistema de tornillo con dientes helicoidales (que siempre actúa como elemento de accionamiento), generalmente engranado con un engranaje llamado piñón o corona (que actúa como elemento de accionamiento), de tal forma que transmite el movimiento entre los ejes. Perpendiculares entre sí. El engranaje gira un diente por cada revolución completa del tornillo, lo que lo convierte en un mecanismo que puede proporcionar una desaceleración sustancial. (Wilber Castillo, 2017, pág. 20).

Motor reductor Una máquina muy compacta que combina un reductor y un motor se llama motorreductor. Estos se combinan en un todo y se utilizan para reducir automáticamente la velocidad del equipo. En la actualidad se ha perfeccionado la evolución de este sistema de reducción, y las grandes industrias lo utilizan en sus procesos (Roydisa)

Desmucilagadora tipo ELMU Es una máquina de funcionamiento continuo, construida y experimentada en El Salvador, y posteriormente modificada en

Costa Rica. Básicamente consta de un mezclador cilíndrico vertical de varilla fija y eje con varilla, el eje gira a una velocidad de 530 r.p.m. y es accionado por un motor de 11 kW. El café avanza a través de 3 compartimentos hasta la salida inferior bajo la acción de la gravedad. Está fabricado íntegramente en acero inoxidable.

Desmucilagadora continúa de flujo ascendente. El uso de estas desmucilagadoras permite reducir significativamente la utilización de agua en el beneficio de café, disminuir el área de construcción de beneficios y posibilita la industrialización del mucílago sin afectar significativamente la calidad física y organoléptica del grano.

Figura 3

Desmucilagadora de flujo ascendente.



Nota. La imagen representa una desmucilagadora de café del tipo fuljo ascendente. Tomado de Penagos.com/desmucilagador

Desmucilagadora de cepillo El funcionamiento consistía en alimentar de café despulpado la tolva de recepción; el tornillo "sin fin" rotando a una velocidad de 95 r.p.m. introducía el grano al cilindro, siendo distribuido de manera uniforme por un embudo acoplado al eje.

Figura 4

Desmucilagadora de cepillo



Nota. En la imagen esta es representación de una desmucilagadora tipo de flujo horizontal. Tomado de Penagos.com/desmucilagador.

A) Identificar las necesidades de la empresa mediante entrevistas al personal de la empresa.

Para identificar las necesidades de la empresa se utilizó la metodología recolección de datos desarrollando entrevistas al personal de la empresa de niveles superiores, niveles medios, y niveles bajos. teniendo en cuenta ciertas recomendaciones para la redacción de las preguntas, para obtener mejores resultados siempre se debe iniciar con preguntas de carácter general, además se debe utilizar una terminología clara con la finalidad de recopilar información que permitan una visión de general de la investigación. La entrevista ejecutada cuenta con dos partes aspecto técnico y aspecto económico, dividir las entrevistas nos ayuda a clasificar los resultados.

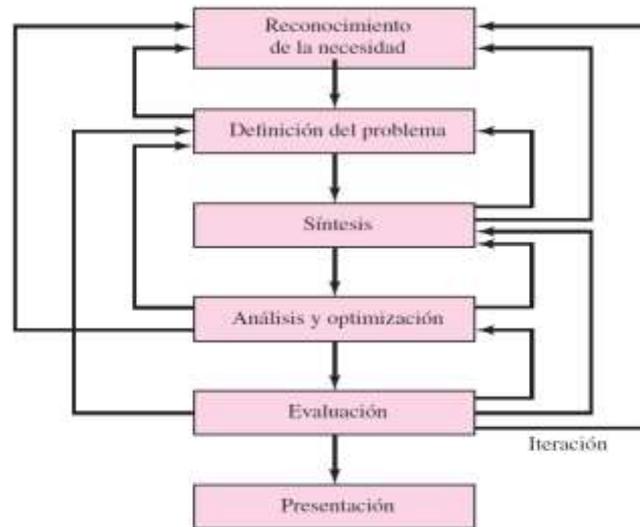
B) Definir los requerimientos de diseño a cumplir

Para iniciar un proceso de diseño se requiere saber las necesidades frecuentes, porque puede que la necesidad sea una vaga inconformidad, un sentimiento de inquietud o la detección de algo que no está bien. A menudo la necesidad no es del todo evidente. Por ejemplo, la necesidad de fabricar una máquina empacadora de alimentos, las características son el nivel de ruido, variación en el peso del paquete. Hay una diferencia notable en el enunciado entre la

necesidad y la identificación del problema. La definición del problema debe ser más específica, deben incluir todas las especificaciones del objeto que se diseñara, como por ejemplo cantidades de entrada y salida, características y dimensiones. (SIGLEY, 8TVA EDICION).

Figura 5

Fases del proceso de diseño



Nota. Tomado de (Shigley, 8tva edición)

En conclusión, para definir los requerimientos de diseño se debe concretar con el reconocimiento o planteamiento de la necesidad, para luego definir el problema.

Dentro de los requerimientos de diseño debemos considerar características que influye con el diseño de toda máquina o elemento entre las más importantes se detalla en la siguiente tabla

Tabla 1

Consideraciones de diseño

Consideraciones de diseño				
funcionalidad	ruido	resistencia	estilo	distorsión
Desgaste	Forma	Tamaño	control	Corrosión
confiabilidad	costo	utilidad	Volumen	Lubricación

C) Plantear un diseño conceptual con su posterior valoración

Nigel Cross define metodología de diseño como "el estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño en un sentido amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar. Para la etapa de este objetivo se desarrollan posibles alternativas que permitan solucionar con el diseño de la maquina o elemento, en este paso se realizan actividades de análisis que permitan comparar los detalles de ciertos elementos con características similares, que puedan ser de utilidad para generar principios o ideas en el diseño conceptual con el objetivo seleccionar las mejores ideas. Calificación ponderada.

Después de tener claros los posibles diseños conceptuales se procede a realizar valoración del diseño a través del método de ponderación de factores teniendo en cuenta ciertos parámetros tabla Finalmente, de haber concretado los pasos anteriores del diseño conceptual se puede proceder al diseño y detalles de las piezas o elementos

Tabla 2

Ponderación de factores para el diseño conceptual

Factor	Ponderación %	Concepto 1		Concepto 2	
		valoración	Calificación ponderada	valoración	Calificación ponderada
Eficiencia					
Operación					
Mantenimiento					
Costo					
clasificación					
satisfecho					
Poco satisfecho					
Insatisfecho					

D) Generar configuraciones de diseño y ponderarlas para obtener una configuración adecuada

La generación de configuración del diseño se basa en las especificaciones básicas y necesarias para el funcionamiento de la máquina. Según Mittal y Frayman (1996) en su investigación "hacia un modelo genérico de tareas de

configuración” nos proporciona que la definición precisa de configuración es un tipo de actividad de diseño, con características claves de que la maquina o elemento que se está diseñando se ensambla a partir de un conjunto de componentes predefinidos que pueden conectares de diferentes maneras.

En la investigación de Tiihonen y Soininen (1997) nos indicas que los diseños de configuraciones se tienen en cuenta la clasificación en: 1. Configuradores primitivos que tan solo registran las órdenes del usuario; 2. configuradores interactivos que, además de registrar la solución comprueban su validez e idoneidad; 3. Configuradores automáticos que, se genera automáticamente del requerimiento del cliente.

E) Realizar un dimensionamiento preliminar para el inicio de los cálculos de ingeniería.

El dimensionamiento son las cantidades numéricas expresadas en diferentes unidades de medición, estos valores están representados gráficamente en los dibujos técnicos o mecánicas. En el proceso del dimensionamiento preliminar de una máquina o equipo es una etapa muy importante en todo proyecto de ingeniería, en esta fase tienen como resultados indicar las dimensiones principales de la maquina como, por ejemplo: altura, largo, ancho y diámetro.

las consideraciones para el dimensionamiento de una maquina o elemento son utilizar una misma unidad de medida en las dimensiones, para evitar interpretaciones erróneas, las dimensiones deben indicarse en el plano o dibujo preliminar de maquina además se recomienda utilizar símbolos que ayuden a mejorar la interpretación de los dibujos.

F) Realizar los cálculos y simulaciones de las partes críticas en forma de análisis paramétrico para obtener una solución de compromiso asociada a los requerimientos.

Como parte fundamental antes den hacer la ejecución de un diseño, identificamos que es muy importante contar con los estudios de los diferentes componentes, sabemos que durante el cálculo se aplica modelos matemáticos ya establecidos, donde se busca un balance adecuado entre los diferentes elementos con los que está compuesta la máquina para garantizar la eficiencia

de la máquina. Para el desarrollo de los cálculos se aplican fundamentos de diseño mecánico, además para el análisis de las partes más críticas del diseño nos ayudamos de la teoría de resistencia de materiales, se estudia conceptos de esfuerzo, cargas y fuerzas.

G) Seleccionar componentes estándar para complementar las partes diseñada con propósito especial

Para la correcta selección de los componentes estándares de una máquina de debe tener en claro la funcionalidad que esta realiza. Los elementos mecánicos se basan en una combinación de distintos mecanismos y piezas que conforman una máquina. Para lograr el correcto funcionamiento de las maquinas algunas partes tienen que existir movimiento y gracias a esta acción pueden generar diferentes velocidades, transmitir potencia mecánica. Los elementos o componentes a utilizar en una máquina se basan en la cantidad de pasos que se requiere para que esta funcione, en conclusión, mientras más pasos se requiere mayor será el número de elementos a utilizar. Los elementos de máquinas se clasifican en elementos estándares su característica es que tienen dos elementos de enlace donde encontramos tonillos, pernos, arandelas, remaches, los elementos complejos están compuestos por tres o más elementos de enlace.

H) Elaborar los planos

Para el dibujo mecánico se emplea la elaboración de los planos para representar las piezas o partes de un elemento de la máquina, vehículo, motos, o cualquier componente mecánico, existen normas que rigen para considerar en la representación del dibujo mecánico, tener en cuenta la simbología a utilizar. Las realizaciones de los planos son muy importantes para la fabricación de la maquina o elemento, los planos son documentos donde contienen los elementos técnicos necesarios como por ejemplo acotamiento dimensional, datos de fabricación los cuales son suficientes para identificar y fabricar la máquina.

Tanque de fermentación de la desmucilagadora.

El tanque de fermentación que almacena el café despulpado consta de un cilindro y un cono truncado, se tiene que diseñar con un ángulo de inclinación

de 60 grados para que el flujo sea continuo. Con un diámetro superior de 1m en el cilindro y 22cm en la salida.

Volumen requerido del tanque:

$$v = \frac{m}{\rho} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

m: masa en (kg)

ρ : densidad del café en (kg/m³)

Volumen del cono truncado:

$$v = \frac{\pi}{3} h (R^2 + r^2 + R \cdot r) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

h: altura de cono

R: radio mayor

r: radio menor

Entonces por trigonometría:

$$h = \frac{R - r}{\tan 30^\circ} = \dots \dots \dots (3)$$

Volumen de cilindro:

$$v = \pi \times R^2 \times h \dots \dots \dots (4)$$

Volumen requerido del cilindro

$$v_c = v_t - v_c \dots \dots \dots (5)$$

Altura del cilindro:

$$h = \frac{v_c}{\pi \times R^2} \dots \dots \dots (6)$$

Presión lateral del cilindro

$$P_z = P_{max} = \left[1 - \left(\frac{Z}{A} + 1 \right)^{-2} \right] \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

P_z : presión lateral con respecto a la profundidad Z

P_{max} : presión máxima lateral

Z: altura del cilindro.

Presión máxima

$$P_{max} = \frac{\gamma * D}{4 \text{tang}(\phi')} = \frac{\gamma * Rh}{\text{tang}(\phi')} \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

γ : densidad del material en kg/m³

D: diámetro del cilindro en m

ϕ' : Angulo de fricción del material

Rh: radio hidráulico medio

Radio hidráulico medio.

$$Rh = \frac{D}{4} = \frac{1m}{4} = 0.25m \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

D: diámetro del cilindro en (m)

D: en (m)

Tan(ϕ'): coeficiente de fricción del material

Abscisa característica.

$$A = \frac{Rh}{\text{tang}(\phi') * \text{tan}^2 \left(\frac{\pi}{4} * \frac{\phi_0}{2} \right)} - \frac{h}{3} \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

Rh: radio hidráulico medio

Tan(Φ'): coeficiente de fricción del material

Φ_o : ángulo natural de reposo medio

H: altura del cono por encima del borde superior del tanque

Altura del cono del material almacenado

$$h = \frac{D}{2} \tan \Phi_o \dots \dots \dots (11)$$

Presión vertical que ejerce el material sobre el fondo del cono.

$$q_z = \gamma \left[Z \left(\frac{Z}{A} + 1 \right)^{-1} + \frac{h}{3} \right] \dots \dots \dots (12)$$

Espesor del tanque cilíndrico

$$t = \frac{N * P_d * D}{2S_y} \dots \dots \dots (13)$$

Altura efectiva del cono.

$$Z_t = Z + \frac{h_c}{3} \dots \dots \dots (14)$$

Donde

Z_t : altura efectiva en (m)

Z: altura del material almacenado por encima de la tolva en (m)

h_c : altura del cono truncado que forma la tolva en (m)

Presión lateral del cono.

$$PZ_t = PZ_G \text{sen}(\lambda) \dots \dots \dots (15)$$

Presión vertical del cono.

$$qz_t = QZ_G * \text{cos}(\lambda) \dots \dots \dots (16)$$

Resultante de ambas fuerzas

$$R = \sqrt{PZ_t^2 + qZ_t^2} \dots \dots \dots (17)$$

Resultante se forma un ángulo con la tolva.

$$\theta = 90^\circ - \lambda + \alpha \dots \dots \dots (18)$$

Angulo que se forma entre la tolva y el eje horizontal.

$$\alpha = \text{artan} \left(\frac{PZ_t}{qZ_t} \right) \dots \dots \dots (19)$$

Esfuerzos generados por la resultante de la presión lateral y vertical.

$$R_N = R * \cos(\varepsilon) \dots \dots \dots (20)$$

Espesor de las láminas de acero.

$$t_t = \frac{N * Pd_t * D}{2S_Y * \cos(\lambda)} \dots \dots \dots (21)$$

Diseño de las columnas de soporte para el tanque.

$$Q_T = P_2 + P_1 + Q_Z \dots \dots \dots (22)$$

$$Q_Z = \gamma * Ac \left[Z + \frac{h}{3} - \frac{Z^2}{(Z + A)} \right] \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

P_2 : peso del tanque y sus acoples en (kg)

P_1 : peso que almacena el tanque en (kg)

Q_Z : carga que soporta el tanque

γ : densidad del café despulpado

Ac : área transversal del tanque

Z : altura del cilindro

H: altura del cono del material almacenado

A: abscisa característica

Peso total del tanque soportado por 4 columnas.

$$Q_c = \frac{Q_T}{4} \dots \dots \dots (24)$$

Relación de esbeltez real.

$$\frac{L_e}{r} = \frac{K * L}{r} \dots \dots \dots (25)$$

Relación de esbeltez de transición.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * E}{S_y}} = 107 \dots \dots \dots (26)$$

Carga crítica de pandeo.

$$P_{cr} = A_g * s_y \left[1 - s_y \left(\frac{\left(\frac{K * L}{r_{min}} \right)^2}{4\pi^2 E} \right) \right] \dots \dots \dots (27)$$

Carga admisible sobre la sección transversal.

$$P_{adm} = \frac{P_{cr}}{N} \dots \dots \dots (28)$$

Cálculo del transportador helicoidal.

Después de que el café cumplió el proceso de fermentado, el café pasa por medio de la gravedad desde el tanque de fermentación hacia el tornillo sin fin. La finalidad del tornillo sin fin es alimentar a la cámara de centrifugación donde se realizará el desmucilaginado de café con la acción de los limpiadores todo este proceso se realiza con ayuda de la fuerza mecánica de un motor. Para el cálculo se utilizó tornillo sin fin del tipo hélice helicoidal además teniendo

consideraciones ya establecidas en investigaciones, se utiliza la siguiente formula.

Capacidad del alimentador de café.

$$C_{req} = \frac{\dot{m}}{\rho} \dots \dots \dots (29)$$

Donde:

\dot{m} : flujo masico en (kg/h)

ρ : densidad del material en (kg/m³)

Capacidad equivalente

$$C_{equi} = C_{req} \times (CF1) \times (CF2) \times (CF3) \dots \dots \dots (30)$$

Velocidad del helicoide

$$N = \frac{C_{equi}}{C_a} \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

C_{equi} : capacidad Max requerida

C_a : capacidad a 1 en (rpm)

Desmucilagador

$$\dot{Q} = 3600 \times \left(\frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \right) \times \left(\frac{S \times N}{60} \right) \times \rho \times \varphi \times k \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

\dot{Q} : flujo masico en (Tn/h)

D: diámetro externo en (m)

d: diámetro interno en (m)

S: paso del transporte en (m)

N: velocidad rotacional del transporte

ρ : densidad del material en (Tn/h)

φ : grado del llenado del transporte

k : factor de inclinación

Altura del helicoidal.

$$H_h = N_v \times P \dots \dots \dots (33)$$

Donde:

H_h : altura del helicoide en m

N_v : número de vueltos del helicoide

P : paso del helicoide en m

Altura del desmucilagador

$$H_d = \frac{V_{nec}}{A_{art}} \dots \dots \dots (34)$$

Donde:

V_{nec} : volumen necesario m^3

A_{art} : área de la artesa m^2

Flujo volumétrico de máquina.

El flujo volumétrico es el que pasa por una sección transversal dada por una unidad de tiempo. En el caso de la máquina desmucilagadora el flujo volumétrico que circula del tornillo sin fin hasta la máquina de centrifugación, la finalidad de calcular el flujo volumétrico es deducir que cantidad de volumen pasa a través del transportador helicoidal teniendo en cuenta el tiempo. Para calcular el flujo volumétrico se utiliza la siguiente fórmula.

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{3600 \times \rho} \dots \dots \dots (35)$$

Donde:

\dot{q} : flujo volumétrico en (m^3/s)

ρ : densidad del material en (Tn/h)

\dot{Q} : flujo masico en (Tn/h)

Volumen requerido en tambor

$$V_{art} = \dot{q} \times t \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

V_{art} : Volumen necesario en (m3)

t : Tiempo necesario para el proceso en (s)

Área transversal entre eje y artesa.

$$A_{art} = \frac{\pi}{4} \times \left((D_{art}^2 - D_i^2) + \left(\frac{D_L^2 - d_L^2}{2} \right) \right) \dots \dots \dots (37)$$

Donde:

D_{art} : diámetro interno de la artesa en (m)

D_L : diámetro a la punta externa del limpiador en (m)

d_L : diámetro a la punta externa del limpiador en (m)

Cálculo de la potencia requerida para el motor

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m) \times F_0}{e} \dots \dots \dots (38)$$

$$HP_f = \frac{L \times N \times F_d \times F_b}{1\ 000\ 000} \dots \dots \dots (39)$$

$$HP_m = \frac{C \times L \times W \times F_f \times F_m \times F_p}{1\ 000\ 000} \dots \dots \dots (40)$$

Donde:

L: longitud total del transportador en (pies)

N: velocidad de operación en (RPM).

F_d : factor del diámetro del transportador

F_b : factor del buje para colgante

C: capacidad en $(\frac{pies^3}{hr})$

W: densidad del material en $(\frac{lb}{pies^3})$

F_f : factor del helicoidal

F_m : factor del material

F_p : factor de las paletas si se requiere

F_0 : factor de sobrecarga

e: eficiencia de la transmisión

Cálculo del desmucilaginador

$$HP_f = \frac{H_{eli} \times N_{eje} \times F_d \times F_b}{410} \dots\dots (41)$$

$$HP_m = \frac{(HP_{eli} + HP_{des}) \times q \times \rho}{186} \dots\dots (42)$$

Potencia total requerida

$$HP_T = \frac{HP_f + HP_m}{e} \dots\dots\dots (43)$$

Donde:

HP_f : potencia para mover el transportador al vacío

HP_m : potencia para mover la carga

e: eficiencia de la transmisión

Potencia para la faja

$$P_t = P \times K \dots\dots\dots (44)$$

Donde:

P: potencia del motor en (RPM)

K: factor de corrección de la potencia

Relación de transmisión

$$R_T = \frac{N_{mot}}{N_{des}} \dots \dots \dots (45)$$

Donde:

N_{mot} : rpm del motor

N_{des} : rpm del desmucilaginador

Diámetro de la polea.

$$DP_{desm} = R_T \times DP_{motor} \dots \dots \dots (46)$$

Donde:

DP_{desm} : diámetro de la polea del desmucilaginador

DP_{motor} : diámetro de la polea del eje del motor

Distancia entre ejes

$$E \geq \frac{(R + 1) \times DP_{motor}}{2} + DP_{motor} \dots \dots \dots (47)$$

Donde:

E: distancia entre los ejes de las poleas

R: relación de transmisión

DP_{motor} : diámetro de la polea del motor

Longitud de la correa.

$$L = 2 \times E + \frac{\pi}{2} \times (DP_{desm} + DP_{motor}) + \frac{(DP_{desm} + DP_{motor})^2}{4 \times E} \dots \dots (48)$$

Potencia nominal de la banda

$$P_b = P_{polea} + P_v \dots \dots \dots (49)$$

Donde:

P_b : potencia nominal de la banda

P_{polea} : potencia nominal por correa para polea pequeña

P_v : potencia adicional por correa para relación de velocidad

Factor de corrección de la correa

$$C_1 = 0.94 \text{ y } C_3 = \frac{DP_{desm} - DP_{motor}}{E} \dots (50)$$

Radio de la potencia de la banda en v

$$P_r = P_b \times C_1 \times C_3 \dots (51)$$

Potencia de diseño de la banda

$$P_d = P_t \times C_2 \dots (52)$$

Numero de bandas

$$N = \frac{P_d}{P_r} \dots (53)$$

Cálculo del sistema eléctrico.

$$I_{motor} = \frac{P_T}{V \times f_p} \dots (54)$$

Donde:

I_{motor} : intensidad del motor monofásico en (amp)

P_T : potencia del motor en (watts)

V: tensión de trabajo en (volts)

f_p : factor de potencia del motor

$$I_{motor} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \times V \times f_p} \dots (55)$$

Donde:

I_{motor} : intensidad del motor trifásico en (amp)

P_T : potencia del motor en (watts)

V: tensión de trabajo en (volts)

f_p : factor de potencia del motor

Cálculo del eje del desmucilagador.

$$T = \frac{7121 \times P_T}{n} \dots\dots\dots (56)$$

Donde:

T: torsión en el eje en (N x m)

P_T : potencia total de motor en (HP)

n: revoluciones del motor.

$$F = 1.5 \times \left(\frac{2 \times T}{DP_{desm}} \right) \dots\dots\dots (57)$$

Donde:

F: fuerza ejercida por la polea en (N)

T: torque de la polea en (N x m)

DP_{desm} : diámetro de la polea del desmucilagador.

Diagrama de cuerpo libre.

$$R_b = \frac{F \times (\overline{AB} + \overline{BC})}{\overline{AB}} \dots\dots\dots (58)$$

Momento flector máximo.

$$M_b = R_a \times \overline{AB} \dots\dots\dots (59)$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: El tipo de investigación en este proyecto es aplicada, se realizará con estudios de investigación ya realizados por diferentes investigadores para poder dar una solución a la problemática que tiene nuestro tema.

Diseño de investigación: Es no experimental

3.2. Variables y operacionalización

Las variables estudiadas están basadas para el diseño de una desmucilagadora de café son:

Variable independiente

Configuración y especificaciones técnicas de la desmucilagadora

Variable dependiente

Tiempos de procesados y consumo de agua de la desmucilagadora.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Desmucilagadora de café del departamento de Cajamarca.

Muestra: Desmucilagadora de café de san Ignacio

Muestreo: Muestreo no probabilístico intencionado determinado por los investigadores.

Unidad de análisis: Lavadora de café en san Ignacio

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la Tabla 3 se muestra la técnica e instrumento de recolección de datos del cual se establece:

Tabla 3

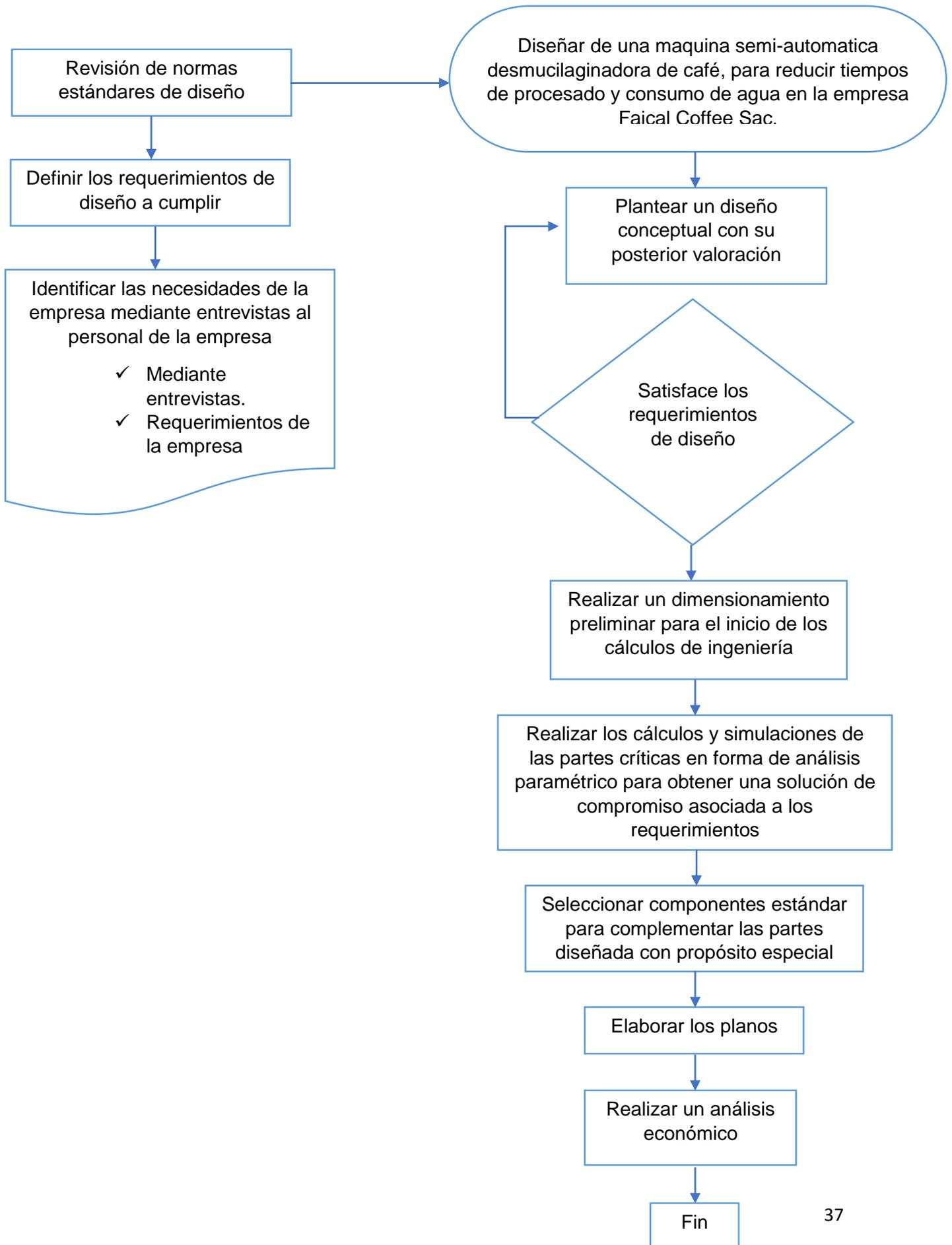
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TECNICAS	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN
Entrevista	Guía de entrevista (productores de café de san Ignacio)	Por asesor especialista

3.5. Procedimientos

El procedimiento para seguir con la metodología y desarrollar esta investigación del diseño de una maquina desmucilagadora, a continuación, se plasma todos los pasos a seguir. revisar la figura 5 se presenta un diagrama de flujo se inicia con la recolección de datos aplicando entrevistas y definir la problemática de la empresa, después de la recolección de datos se procede a realizar los requerimientos de diseño aplicando normas estándares aplicadas al diseño de máquinas, después se realiza diseños conceptuales con su posterior valoración con la finalidad de satisfacer los requerimientos de diseño, luego se realiza el dimensionamiento de preliminar de la maquina teniendo en cuenta las principales dimensiones de la máquina, que nos ayudaran a dar inicio con los cálculos de ingeniería, realizar simulaciones de las partes críticas. Después de realizar los pasos anteriormente mencionados se realiza la selección de componentes estándares después de haber ejecutado todos los pasos se obtiene un diseño final plasmado en planos y finalmente se realiza el análisis económico.

Figura 6: Diagrama de flujo de procesos de investigación



3.6. Método de análisis de datos

La recopilación de información se llevará a cabo con entrevistas a los productores de café de la empresa Faical Coffee Sac para la identificación de la necesidad del cliente la cual se formulará una lista detallada de los requerimientos para el diseño de esta máquina. También emplearemos una entrevista para los agricultores el cual nos ayudara a identificar el tiempo que demora el proceso de lavado de café manualmente. Se aplicarán la metodología de diseño para una mejor toma de decisión con una matriz ponderada de los diseños conceptuales y de configuración de la máquina, así como también la aplicación de las fórmulas de ingeniería ya existentes y así poder dar un óptimo diseño de la desmucilagadora de café. Por consiguiente, una vez analizados los resultados se diseñará y simulará para obtener los puntos más críticos de la máquina en el programa SolidWorks a través de un análisis de elementos finitos.

3.7. Aspectos éticos

Los autores del presente trabajo de investigación están comprometidos a respetar el criterio de evaluación de las investigaciones que se encontraron para el desarrollo por lo cual todos los autores estarán citados y referenciados a lo largo de esta investigación con la norma APA 7 edición respectiva.

Para la aplicación de los instrumentos de recolección de los datos se mantuvo la neutralidad y confidencialidad de los datos obtenidos y se tomó en cuenta la susceptibilidad de las personas con el fin de ofender al encuestado.

IV. RESULTADOS

Necesidades de la empresa.

Para el cumplir con el primer objetivo planteado determinamos las necesidades requeridas por la empresa Faical Coffee SAC mediante 5 entrevistas a los productores y operarios que están involucrados con este proceso que le realizan al café. Los resultados que se obtuvieron se describieron en las líneas siguientes y se elaboró la Tabla No. 4 para facilitar la observación los resultados obtenidos.

De acuerdo con el resumen de la entrevista en la empresa Faical Coffee SAC se logró obtener todos los requerimientos para el adecuado proceso de la máquina desmucilagadora de café. Se observa que los productores cuentan con un promedio de 5 Ha de café, el procedimiento de lavado de café lo realizan manualmente entre 2 a 4 qq por día unas 3 veces de lavado por quintal de café esta información puede verse en las entrevistas de la Tabla No. 4. Con información de las entrevistas y la revista científica Cenicafe demuestra la necesidad de una máquina desmucilagadora de café de una capacidad mínima de 300 kg/h para satisfacer las necesidades de los productores de cafe.

Acorde a los resultados a los entrevistados se requiere de hasta 3 personas para realizar dicho proceso gastando cantidades excesivas de agua hasta de 3 veces por qq, esto conlleva a que requieren una máquina que optimice los tiempos de procesado y consumo de agua además de características eficiente, bajo costo y accesible mantenimiento

Pregunta 1: ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

En la empresa Faical Coffee Sac entre todos los socios productores se tiene una extensión de terreno de aproximadamente de 100Ha de cultivo de café y un productor maneja 5 Ha de café.

Pregunta 2: En la empresa, ¿Qué variedad de café se cosecha actualmente?

la variedad que se cultiva en porcentajes altos, el café de nombre Catimor, esta variedad se cultiva por sus altos índices de producción y resistencia a las enfermedades

Pregunta 3: ¿Cuál es el Rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

En la actualidad un productor tiene un a producción de 40 a 45 quintal de café por hectárea en una campaña, cabe indicar que se realiza una campaña anual.

Pregunta 4: De manera manual ¿Cuál es la cantidad de café que lavan por día?

durante el proceso del lavado, por día se desmucilagan aproximadamente como minino 2 qq y como máximo aproximadamente 4 qq. La ejecución de este proceso se realiza manualmente.

Pregunta 5: En el proceso de lavado, ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal?

En la ejecución del proceso del desmucilaginado de granos se realiza mesclando el agua con el café y se utilizan como mínimo 180lt/qq y como valor máximo 200lt/qq.

Pregunta 6: ¿Cuántas veces y cuanto aproximadamente dura todo el proceso de lavado?

Durante el desmucilaginado de café tiene un tiempo de duración de 30 min como mínimo y como máximo 40 minutos por cada quintal. Y este proceso se realiza 3 veces por quintal.

Pregunta 7: ¿Considera usted que sería más adecuado que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

Es consideraciones previas se indicó que ambas opciones son importantes, porque la ventaja es que el motor de combustión se puede utilizar en zonas que

no cuenta con el servicio eléctrico, pero su desventaja es la contaminación que genera, el motor eléctrico su ventaja es que no genera contaminación.

Pregunta 8: Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en el diseño de esta máquina?

Las consideraciones por parte de la empresa es que el proceso del fermentado se realiza con un recipiente ensamblado con la maquina desmucilagadora, además que adicionalmente se adicione una zaranda se selección.

Aspecto económico:

Pregunta 9: ¿Cuánto es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

Actualmente un trabajador en tiempo de campaña se realiza un pago mínimo de S/. 50.00 y como pago máximo S/. 50.00 por día.

Pregunta 10: ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso de lavado?

para realizar el proceso de lavado de café se necesitan personal de acorde a la cantidad de café que se necesita lavar. Para lavar un quintal de café se necesita de un trabajador. Para lavar 4qq se requiere como mínimo 3 persona y como máximo 3 personas. Cabe resaltar que el proceso se realiza manualmente.

Pregunta 11: ¿A qué precio vende el café?

Actualmente en este año el precio del café es de S/. 700.00 por quintal como precio mínimo, como precio máximo es de aproximadamente S/.800.00 a más. Pero el precio variable de acuerdo a la calidad de café, además el precio depende de la oferta y demanda del mercado cafetalero.

Pregunta 12: ¿Cuánto está dispuesto a invertir en la maquina?

Para la inversión de esta máquina desmucilagadora los precios mínimos de S/.2000.000 y como precio máximo es de S/. 5000.00.

Tabla 4*Resumen de entrevista realizadas en la empresa Faical Coffe SAC.*

	Entrevistados				
	Gerente: Richard Aranda Jaramillo	Ing. Agrónomo Santos Moreno. S	Tec. Agrónomo Helbert Huamán	Cesar Saucedo Nolasco	Eduard Espinoza Ávila
Qué cantidad de terreno se utiliza en la siembra de café	100 Ha	100 Ha	100 Ha	5 Ha	5 Ha
¿Qué variedad de café se cosecha actualmente?	Catimor	Catimor	Catimor	Catimor	Catimor
¿Cuál es el rendimiento (quintales/hectárea de su terreno por campaña?	40 a 45 qq	40 a 45 qq	40 qq	40 qq	35 qq
¿Cuál es la cantidad de café que lavan por día?	2 qq	2 qq	2 qq	3 qq	4 qq
¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal?	180-200 lt	200-250 lt	252 lt	180-200 lt	180-200 lt
¿Cuántas veces y cuánto dura el proceso del lavado?	2 horas, 3 veces por qq	2 horas, 3 veces por qq	30min, 3 veces por qq	35min, 3 veces por qq	40min, 3 veces por qq

Tabla 5*Resumen de entrevista realizadas en la empresa Faical Coffe SAC. (continuación)*

	Entrevistados				
	Gerente: Richard Aranda Jaramillo	Ing. Agrónomo Santos Moreno. S	Tec. Agrónomo Helbert Huamán	Cesar Saucedo Nolasco	Eduard Espinoza Ávila
¿Qué sería más adecuado un motor eléctrico o de combustión interna?	Combustión	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Combustión
¿Qué características o funciones esperarías ver en el diseño?	Secado de grano más rápido	Adicionar una zaranda de calibrado	Fermentación en la misma maquina	Instrumento de medición de acides	Mayor lavado por hora
¿Cuánto es el pago que reciben los operarios por jornada?	50 a 60 soles	50 a 60 soles	50 a 60 soles	50 a 60 soles	50 a 60 soles
¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso?	2 a 3 personas	2 a 3 personas	2 a 3 personas	2 a 3 personas	2 a 3 personas
¿A qué precio vende el café?	S/.700	S/.700	S/.750	S/.700	S/.800
¿Cuánto está dispuesto a invertir en la maquina?	S/.5000	S/.5500	S/.8000	S/.8000	S/.8000

Para la continuación desarrollamos la normativa o códigos del diseño de la lavadora de café.

Una maquina es un conjunto de diferentes piezas, mecanismos que tiene como finalidad cubrir o desarrollar algún trabajo, durante el desarrollo del diseño tenemos que tener en cuenta que existen consideración como códigos y normas. Una norma es un grupo o conjunto de especificaciones que es aplicada a materiales u procesos con finalidad de lograr una buena eficiencia y cantidades específicas, además con la norma podemos limitar factores de tamaños, formas y variedades. Un código es un conjunto para análisis, con la finalidad de lograr un factor de seguridad de la maquina confiable.

Tabla 6

Normas y códigos para el diseño de la maquina lavadora de café.

Norma	Descripción	Aplicación Uso	Usos
ASTM A-36	American Society of Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)	Para construcción y elementos de diseño	Soporte de la maquina lavadora
AISI 1018	American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Hierro y el Acero)	Clasificación de los aceros	Eje de la maquina
ANSI B-29.1	American National Standards Institute (Instituto Americano de Estándares Nacionales)	Estándares para la construcción de maquinas	Cadenas, faja de transmisión, rodajes
IEC 60034-30	International Electrotechnical	Normas para electricidad, electrónico	Seleccionar el motor

	Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)		
ASME Y14100	American Society of Mechanical Engineers	Dibujo de ingeniería	Diseño de la maquina
	Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos		

Fuente: ASTM A-36, AISI 1018, EHEDG, ANSI B-29.1, IEC 60034-30, ASME Y14100

Posteriormente definimos los requerimientos de diseño a cumplir.

Luego de analizar las entrevistas que se hizo a los colaboradores de la empresa faical coffee sac, se prosiguió a realizar las estimaciones técnicas de la desmucilagadora con sus respectivas unidades y delimitaciones. Se determino los mejores parámetros de producción, tamaño, funciones extras, suministro de energía y costo de la maquina como observamos en la tabla N 7.

Tabla 7.

Lista de requerimientos.

Subfunción	características	Unidades	Limites
desmucilagar la mayor cantidad de café	Cantidad de mucilago	Kg/h	≥ 300
Tanque de fermentación	Fermentación del grano	Cm	≥ 300
Costo asumido por el cliente	Costo de la maquina	soles	< 5000
Suministro de energía	Energía suministrada	Voltios	220 u 380

Luego realizamos los Diseños conceptuales.

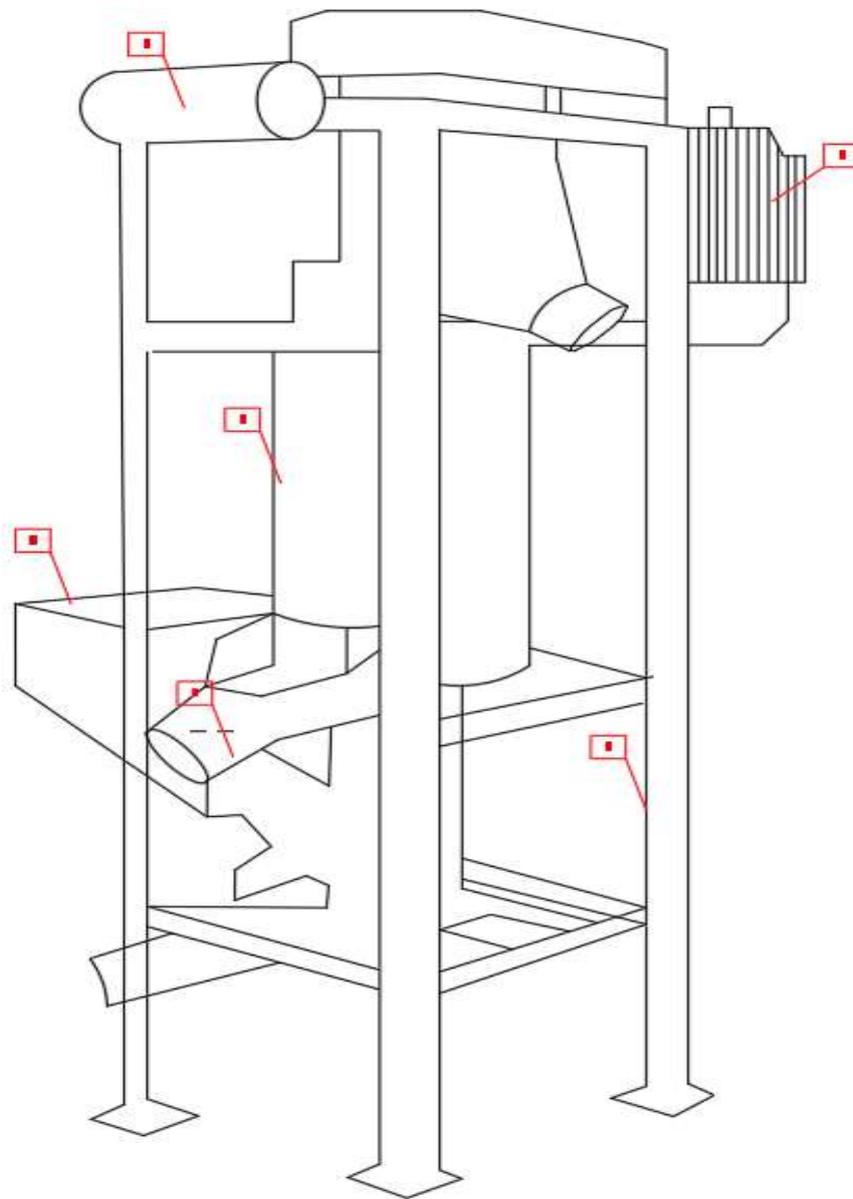
Se logro determinar 3 conceptos de diseño luego de una búsqueda de fuentes de referencia de esta desmucilagadora de café.

Concepto A: Desmucilagadora de café de flujo vertical.

En este concepto el café ingresa a través de la tolva y es desmucilagado con un tornillo sin fin que está en posición vertical. La ventaja de este concepto es la sólida estructura que se da a la máquina. Una de las desventajas que presenta este tipo de concepto es para acondicionarle una tolva más grande es necesario implementar otro tornillo sin fin. Este concepto se basó en la maquina desarrollada por la empresa **International Coffe Expert**. (<https://www.expertosencafe.com>)

Figura 7

Desmucilagadora de café de flujo vertical.

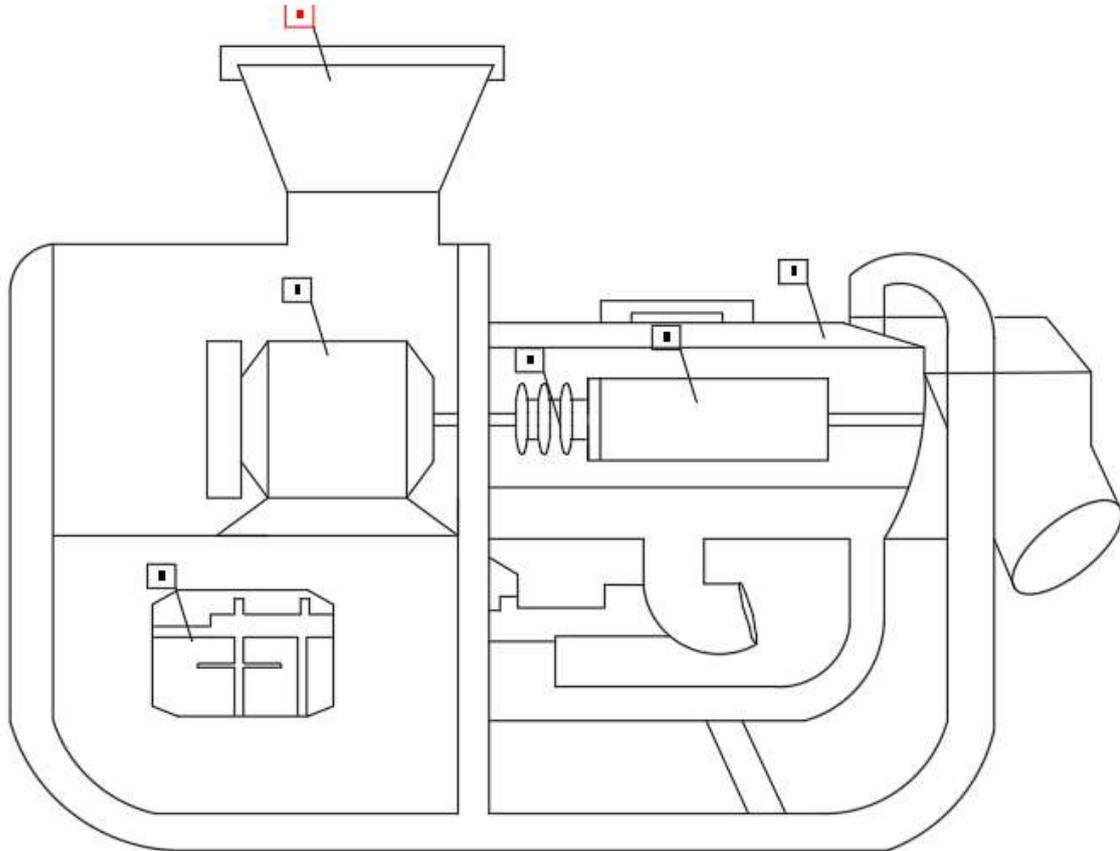


Concepto B: Desmucilagadora de café de flujo horizontal.

En este concepto el café ingresa a través de la tolva y es desmucilaginado con un tornillo sin fin que está en posición horizontal. La ventaja de este concepto es el fácil acondicionamiento de una tolva de mayor volumen sin la necesidad de otro tornillo sin fin. La desventaja de este concepto es la débil estructura que soporta a la máquina. Este concepto se basó en la empresa **Penagos**. (<https://www.penagos.com/>).

Figura 8

Desmucilagadora de café de flujo horizontal.



Valoración del diseño conceptual.

Luego de generado los conceptos de la maquina se evaluaron en una matriz de criterios ponderados la cual se puede apreciar en la tabla N°.6. Se tomaron en consideración los siguientes criterios para su evaluación:

- Eficiencia: El criterio es considerado por ser de importancia en el diseño ya que se evaluó a la cantidad de desmucilaginado Kg/h para cumplir con los requisitos del cliente.
- Operación: En este criterio nos permite evaluar la facilidad de manejo de la desmucilagadora de café y la poca participación de parte del operario.

- Mantenimiento: Se considero este criterio ya que es necesario evaluar la facilidad del acceso al realizar un correcto mantenimiento u cambio de los componentes críticos de la máquina.
- Costo: El criterio avalúa el costo total de la fabricación de esta máquina, siendo de gran importancia ya que tiene que estar a un precio accesible y permitiendo evaluar el costo al cliente.
- Construcción: Se considero este criterio para evaluar una mejor facilidad de construcción de la maquina con elementos de calidad y durabilidad sujeta al criterio del costo.
- Tamaño: Este criterio permite evaluar una desmucilaginadora que sea de fácil transportamiento sujeto al requerimiento de la eficiencia.
- Durabilidad: Permite evaluar las cargas que estará sometida la maquina sin que sufra daño alguno.

La matriz de selección es una técnica en la cual nos permite evaluar las distintas alternativas, se examina criterios que son evaluados de acuerdo a la importancia para el diseño, además se otorga valores porcentuales y numéricos. La finalidad es facilitar en la toma de la decisión más optima posible a la solución del problema.

Tabla 8*Matriz de valores ponderados para la selección óptima del concepto*

Criterio	Importancia peso (%)	Concepto 1		Concepto 2	
		Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada
Eficiencia	20 %	3	0.6	3	0.6
Operación	20 %	3	0.6	3	0.6
Mantenimiento	15 %	2	0.3	3	0.45
Costo	20 %	1	0.2	2	0.4
Construcción	10 %	2	0.2	3	0.3
Tamaño	10 %	3	0.3	4	0.4
Durabilidad	5 %	3	0.15	3	0.15
Total	100 %		2.35		2.9
Posición			2°		1°
Clasificación				Valor	
Insatisfecho				1	
Poco satisfecho				2	
Satisfecho				3	
Muy satisfecho				4	

Continuamos con el diseño de configuración.

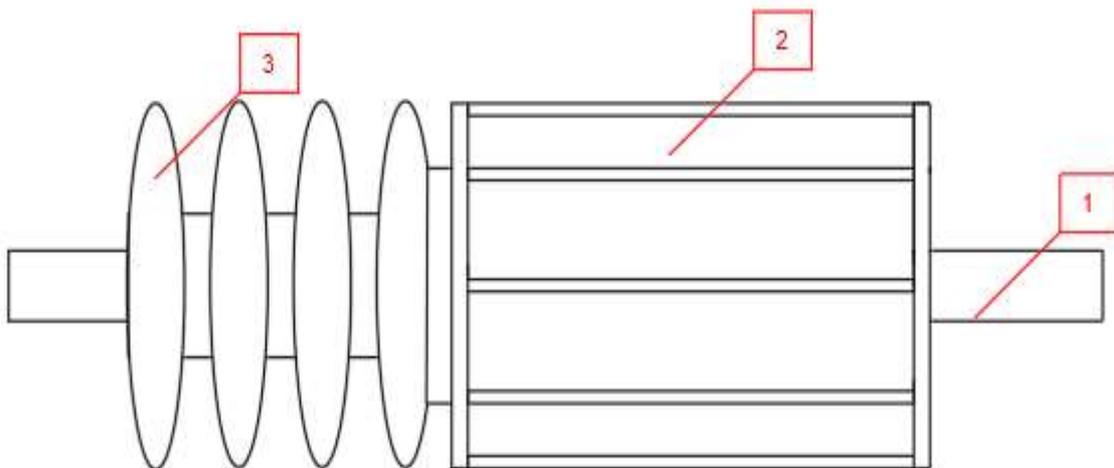
Para el diseño de configuración general de la maquina desmucilagadora de café, se realizaron y determinaron mediante los resultados obtenidos de la matriz ponderada de los diseños conceptuales.

Configuración N.º1

En la siguiente figura se muestra una representación alternativa que consiste en uno de los elementos de la maquina desmucilagadora, se presenta el rotor de la maquina tipo varilla que permite remover el mucilago del café, ejerciendo fricción ente los granos. Este rotor cuenta con un eje y esta soportado con...

Figura 9

Configuración 1

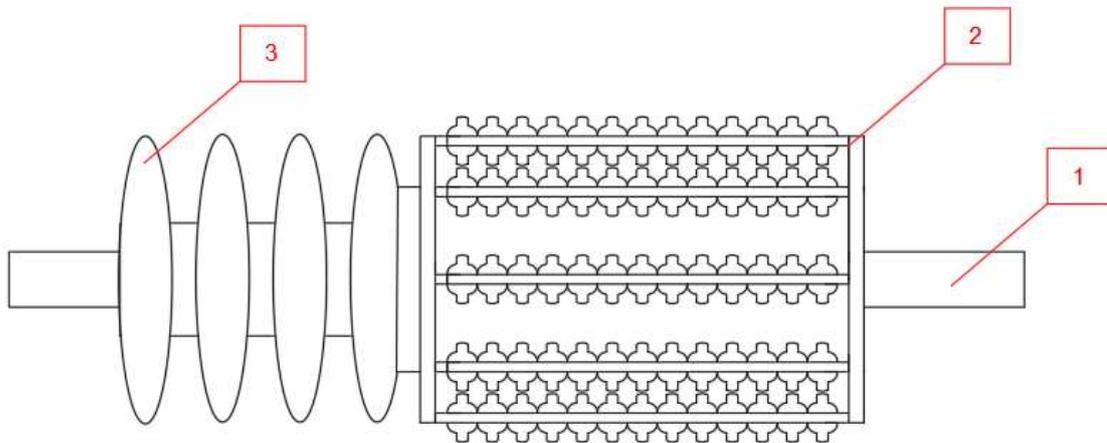


Configuración N.º2

En la siguiente imagen se presenta una alternativa de configuración para el rotor que es totalmente diferente al anterior denominado rotor con agitadores tipo colmecano, este rotor utiliza los agitadores para la remoción del mucilago ejerciendo fricción entre los granos.

Figura 10

Configuración 2



Valoración del diseño conceptual.

Luego de generado las configuraciones de la maquina se evaluaron en una matriz de criterios ponderados la cual se puede apreciar en la tabla N°.7. Se tomaron en consideración los siguientes criterios para su evaluación:

- **Eficiencia:** Este criterio nos ayuda a evaluar la eficiencia como también la calidad del grano de cada rotor con respecto al proceso ya desmucilaginado del café.
- **Potencia:** Se considero este criterio ya que se evalúa la potencia que se ejerce con cada elemento.
- **Mantenimiento:** Se considero este criterio ya que es necesario evaluar la facilidad del acceso al realizar un correcto mantenimiento u cambio de los componentes críticos.
- **Costo:** El criterio avalúa el costo total de la fabricación de esta máquina, siendo de gran importancia ya que tiene que estar a un precio accesible y permitiendo evaluar el costo al cliente.

Tabla 9

Matriz de valores ponderados para la selección óptima de la configuración.

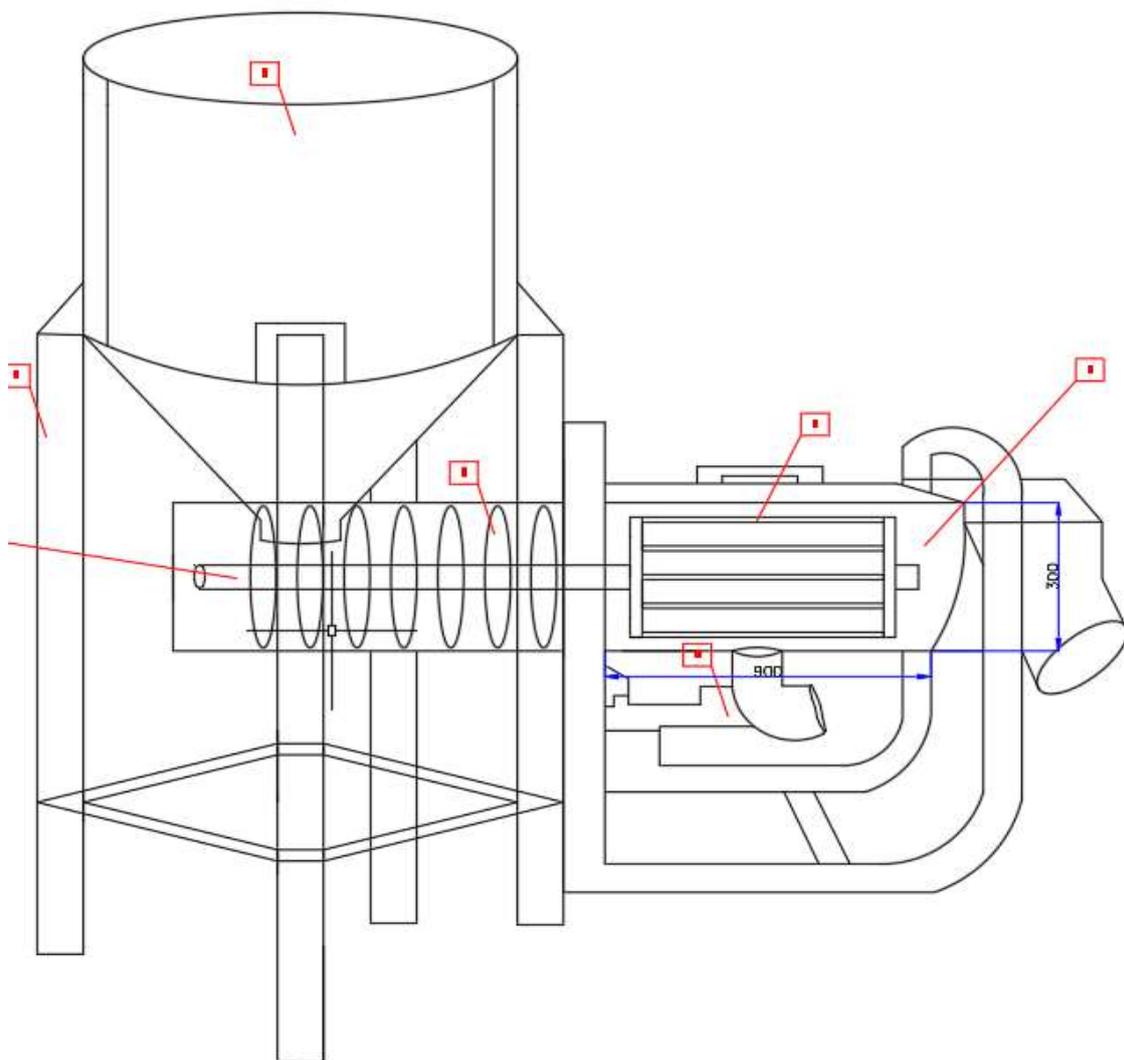
Criterio	Configuración 1		Configuración 2		
	Importancia peso (%)	Valoración	Calificación ponderada	Valoración	Calificación ponderada
Eficiencia	35 %	3	1.05	4	1.4
Potencia	35 %	3	1.05	2	0.7
Mantenimiento	20 %	3	0.6	3	0.6
Costo	10 %	3	0.3	2	0.2
Total	100 %		3		2.9
Posición			1°		2°
	Clasificación			Valor	
	Insatisfecho			1	
	Poco satisfecho			2	
	Satisfecho			3	
	Muy satisfecho			4	

Proseguimos a realizar el dimensionamiento preliminar de la máquina.

Analizadas las entrevistas realizadas a la empresa Faical Coffee Sac se determinó las dimensiones de la máquina. Determinado las necesidades que realizara la máquina, la capacidad de recipiente de fermentación es de un mínimo de 300 kg de café despulpado. La desmucilagadora con unas dimensiones mínimas de 90 cm de largo y 50 cm de ancho. Dadas las dimensiones mínimas requeridas las dimensiones de las partes importantes del recipiente de fermentación como de la desmucilagadora se determinan con el cálculo y diseño con criterios de durabilidad, seguridad, mantenimiento, costo y estética que beneficie a la máquina.

Figura 11

Dimensionamiento preliminar de la máquina.



Realizada la metodología de diseño pasamos al cálculo y análisis de los elementos de la máquina.

Para el cálculo de toda la maquina se determinaron los siguientes elementos:

Recipiente de fermentación de café despulpado.

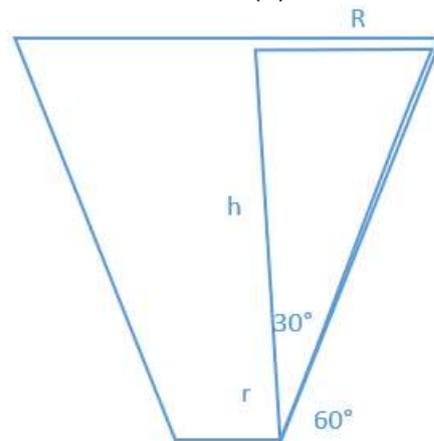
El tanque de fermentación que almacena el café despulpado consta de un cilindro y un cono truncado, se tiene que diseñar con un ángulo de inclinación de 60 grados para que el flujo sea continuo. Con un diámetro superior de 1m en el cilindro y 22cm en la salida.

Para el volumen requerido del tanque utilizamos la ecuación (1):

$$v = \frac{300 \text{ kg}}{803,40 \text{ kg/m}^3} = 0.37\text{m}^3$$

Volumen del cono truncado lo realizamos con la ecuación (2):

entonces la altura del cono:



Entonces por trigonometría de la ecuación (3) tenemos:

$$h = \frac{R - r}{\tan 30^\circ} = \frac{0.5 - 0.11}{\tan 30^\circ} = 0.67\text{m} \cong 0.7\text{m}$$

por lo tanto, reemplazando en la ecuación del volumen:

$$v = \frac{\pi}{3} \times 0.7 (0.5^2 + 0.11^2 + 0.5 \times 0.11) = 0.23\text{m}^3$$

Volumen de cilindro dada por la ecuación (4) tenemos:

$$v = \pi \times R^2 \times h$$

Por lo tanto, el volumen requerido del cilindro por la ecuación (5)

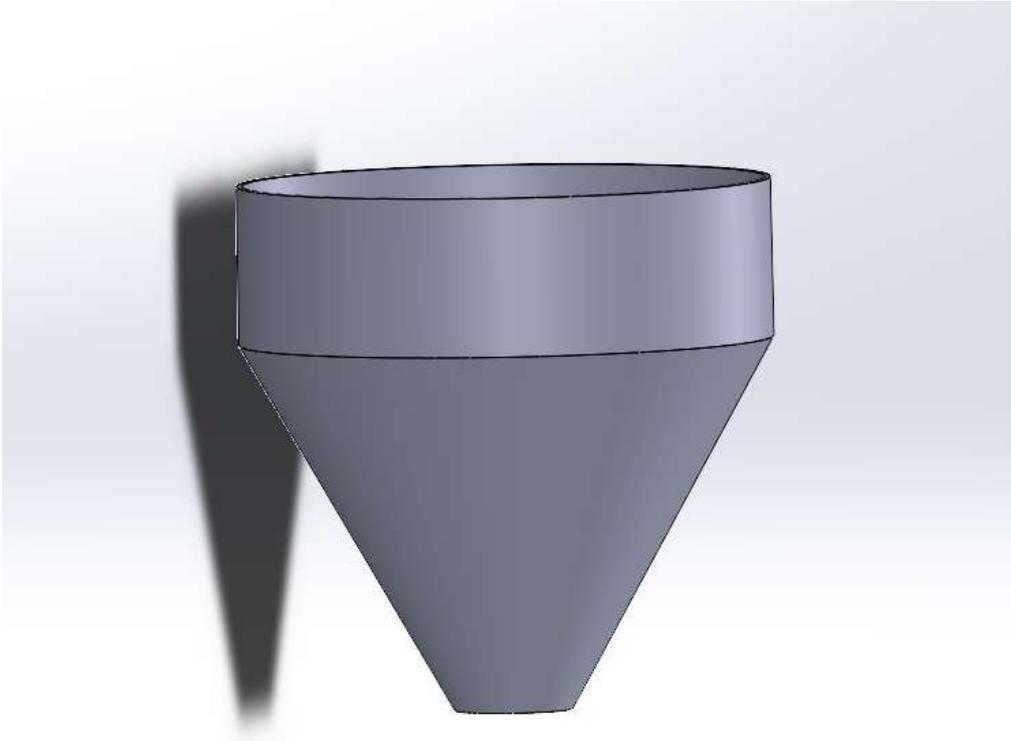
$$v_c = v_t - v_c = 0.37 - 0.23 = 0.14\text{m}^3$$

Entonces para la altura del cilindro por la ecuación (6):

$$h = \frac{v_c}{\pi \times R^2} = \frac{0.14}{\pi \times 0.5^2} = 0.17 \equiv 0.2m$$

Figura N 12

Diseño de recipiente de fermentación.



Calculo para determinar las paredes del contenedor para la fermentación del café de capacidad 300 kg.

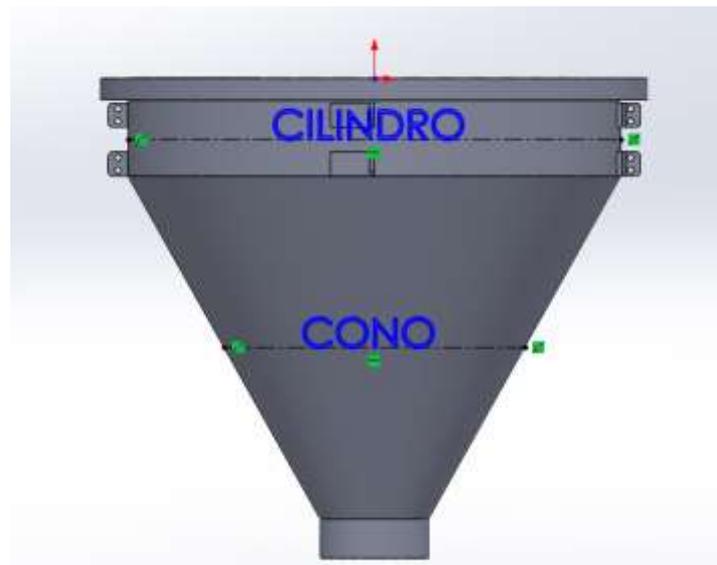
para el diseño de las paredes del tanque donde se almacenará el café despulpado posteriormente se realizará el proceso de fermentación, en diseños preliminares se determinó que el tanque tiene una capacidad de 300kg. Para el diseño de las paredes se tiene en cuenta las cargas que son producidas por el almacenado del material, el peso del mismo tanque y sus acoples. Además, se tiene en cuenta las presiones que se generan con el peso del material.

Cálculo de presiones laterales sobre las láminas de acero y sobre el fondo de tanque.

El tanque de almacenamiento está dividido en dos partes, parte cilíndrica y parte cónica. Como se detalla en la siguiente figura. Los cálculos se basaron en el método matemático de M. Reimbert y A. Reimbert con la finalidad de encontrar las presiones laterales en la parte cilíndrica del tanque y las presiones verticales sobre el fondo en la parte cónica del tanque.

Figura N 13

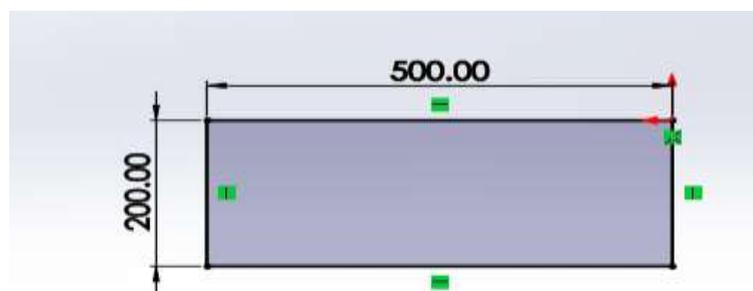
Partes del tanque de fermentación



En la figura se presenta el diseño preliminar del tanque de fermentación, además vemos la composición de dos partes, parte cilíndrica y parte cónica. Iniciamos el cálculo con la presión lateral en la pared en la parte cilíndrica.

Figura N 14

Dimensiones del tanque de fermentación.



La parte cilíndrica tiene las siguientes dimensiones: radio=50 cm y altura= 20cm

Para reemplazar los datos y encontrar la presión lateral del cilíndrico. Debemos tener en cuenta la presión máxima y la abscisa característica de las ecuaciones (7 y 8). Primero encontramos la presión máxima que ejerce el material.

Para iniciar el desarrollo de la ecuación de la presión máxima, debemos calcular el radio hidráulico medio de la ecuación (9).

Para el coeficiente de fricción de material se utilizó la siguiente tabla, del anexo ... teniendo como característica principal que el material es el café despulpado.

Con los datos obtenidos calculamos la presión máxima ejercida por el material de la ecuación (8).

$$P_{max} = \frac{803.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.25\text{m}}{0.3}$$

$$P_{max} = 669.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6.565\text{kpa}$$

Como presión máxima que ejerce el material es de 6.565 kpa. Cabe indicar que la presión máxima se reemplaza en la ecuación (7) de la presión lateral.

$$P_z = P_{max} = \left[1 - \left(\frac{Z}{A} + 1 \right)^{-2} \right]$$

El dato faltante es de la abscisa característica (A). a continuación, calculamos la abscisa característica de la ecuación (10).

Para el ángulo de reposo del material lo consideramos de la siguiente en la siguiente tabla.

Figura N 15

Ángulos de reposo del material

Estado del café	Angulo de reposo
cereza	40.29°
Despulpado	32.91°
Lavado	40.67°
Pergamino seco	35.01°
Almendra	27.75°

Nota: tomado de Arguello, R, & Sánchez, E. (2015)

En tabla nos ayuda a seleccionar el ángulo de reposo natural del café despulpado, entonces el ángulo de reposo del café despulpado tiene el valor de 32.91°.

Para la altura del cono del material almacenado por encima del borde superior del tanque se calcula de la ecuación (11):

$$h = \frac{1m}{2} \tan(32.91) = 0.323m$$

entonces ya con los datos obtenidos podemos calcular la abscisa característica de la ecuación (10)

$$A = \frac{Rh}{\tan(\varphi') * \tan^2\left(\frac{\pi}{4} * \frac{\varphi_0}{2}\right)} - \frac{h}{3}$$

Donde:

Rh: 0.25 m

Tan(φ'): 0.3

φ_0 : 32.91°

H: 0.323 m

$$A = \frac{0.25m}{0.3 * \tan^2\left(\frac{\pi}{4} * \frac{32.91^\circ}{2}\right)} - \frac{0.323 m}{3}$$

$$A = 2.71m$$

Finalmente, con los datos recopilados podemos calcular la presión lateral de la ecuación (7)

Donde:

P_{max} : 6.565kpa

Z: 0.20 m

A: 2.71m

$$P_z = 6.565kpa \left[1 - \left(\frac{0.20m}{2.71m}\right)^{-2} + 1 \right]$$

$$P_z = 0.85 \text{ kpa}$$

Como dato hemos obtenido la presión lateral que ejerce el material en la parte cilíndrica.

Calculamos la presión vertical que ejerce el material sobre el fondo del cono con la ecuación (12)

$$q_z = 803.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left[0.2\text{m} \left(\frac{0.2\text{m}}{2.71\text{m}} + 1 \right)^{-1} + \frac{0.323\text{m}}{3} \right]$$

$$q_z = 2.30\text{kpa}$$

Espesor del tanque cilíndrico

Para el diseño del tanque cilíndrico, se realizará mediante el material acero inoxidable ferrítico, porque es resistente a la corrosión, a la oxidación y presión, este acero está considerado dentro de la serie 400AISI. Para el cálculo del espesor se tiene en cuenta las características mecánicas del acero.

De la ecuación (13) con donde:

T: espesor

N: 10 factor de seguridad

Pd: 0.91kpa presión lateral máxima sobre las paredes del tanque.

Sy: 345kpa esfuerzo del material 400AISI

Reemplazamos los datos:

$$t = \frac{10 * 0.91\text{kpa} * 1000\text{mm}}{2 * 345 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}}$$

$$t = 0,015\text{mm}$$

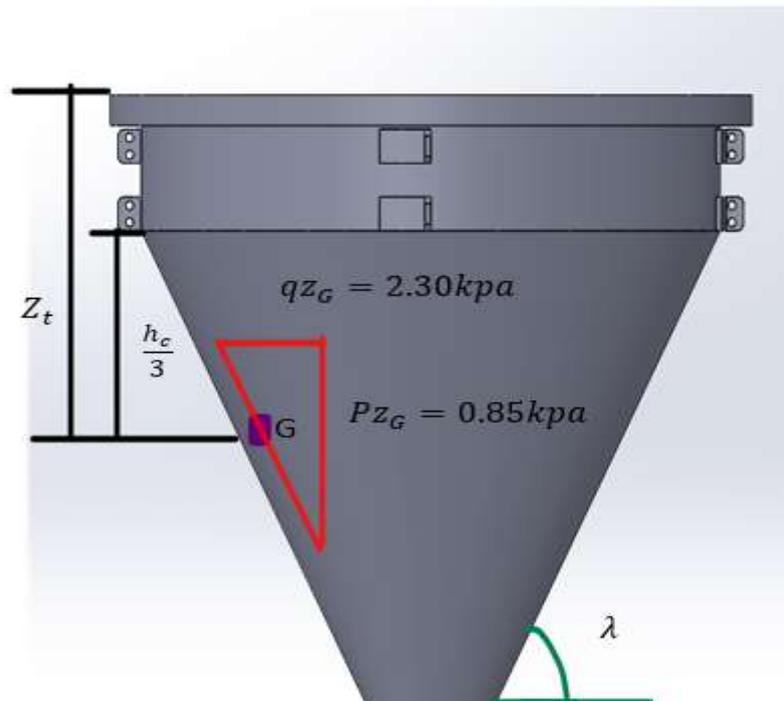
Cálculo de las presiones verticales y laterales en el cono del tanque.

El tanque de almacenamiento tiene dos partes la parte cónica y parte cilíndrica, anteriormente se realizaron los cálculos de las presiones que ejerce material en la parte cilíndrica, ahora se realizara los cálculos de las presiones que se ejercen en la parte cónica. Teniendo en cuenta una altura (ZT), esta altura se determina

mediante el centroide de del triángulo que se forma en las paredes del cono con la ecuación (14).

Figura N 16

Presiones ocasionadas por el peso del material



Calculamos la presión lateral de cono teniendo en cuenta datos ya obtenidos

λ : 60° ángulo que se forma entre la tolva y el eje horizontal

con la ecuación (15):

$$PZ_t = 2.30 \text{ kpa} * \text{sen}(60^\circ)$$

$$PZ_t = 1.99 \text{ kpa}$$

Calculamos la presión vertical que es ejercida sobre el cono con la ecuación (16)

$$qz_t = 0.85 \text{ kpa} * \text{cos}(60^\circ)$$

$$qz_t = 0.425 \text{ kpa}$$

La resultante de ambas fuerzas con la ecuación (17)

$$R = \sqrt{(1.99^2 + 0.425^2)} \text{ kpa}$$

$$R = 2.17kpa$$

Al calcular la resultante se forma un ángulo con la tolva dada por la ecuación (18)

Donde:

λ : 60° ángulo que se forma entre la tolva y el eje horizontal

con la ecuación (19)

$$\alpha = \left(\frac{1.99}{0.425} \right) = 77^\circ$$

Reemplazamos datos de la formula (18):

$$\theta = 90^\circ - \lambda + \alpha$$

$$\theta = 90^\circ - 60^\circ + 77^\circ = 107^\circ$$

Calculamos los esfuerzos generados por la resultante de la presión lateral y vertical que actúan sobre el cono con la formula (20)

R: 2.17kpa resultante de las presiones

$$\varepsilon = \lambda - \alpha = 60^\circ - 77^\circ = 17^\circ$$

Reemplazamos datos de la formula (20):

$$R_N = 2.17kpa * \cos(17)$$

$$R_N = 2.07kpa$$

$$R_T = R * \sin(\varepsilon)$$

$$R_T = 2.17kap * \sin(17^\circ)$$

$$R_T = 0.63kpa$$

Después de haber calculado las presiones para la parte cónica y parte cilíndrica. Calculamos el espesor de las láminas de acero para la parte cónica del tanque de fermentación

Sy: 3.45Mpa esfuerzo de fluencia del material tomado de las características mecánicas acero AISI 430.

Reemplazamos los datos y obtenemos en espesor en la formula (21):

Donde:

N: 10 factor de seguridad

Pd: 3.7kpa presión máxima vertical.

D: 1m diámetro

$$t_t = \frac{10 * 3.7kap * 1m}{2 * 3.45Mpa * \cos(60^\circ)} = 0.12mm$$

Diseño de las columnas de soporte para el tanque.

El tanque para el almacenamiento para el café fermentado esta sopeteado por 4 perfiles metálicos rectangulares de 40mmx60mmx2m. Las columnas resisten las cagas tanto del café almacenado y el peso del tanque sus acoples.

Calculamos el peso total que soporta las columnas de la formula (22) con los datos:

P2: 50kg peso del tanque y sus acoples

P1: 300kg peso que almacena el tanque

Qz: ¿? carga que soporta el tanque

Calculamos la carga que soporta el tanque con la ecuación (23):

El dato faltante para realizar el cálculo de carga es el área transversal del tanque

$$A_c = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.78m^2$$

Reemplazamos datos con la ecuación (23):

$$Q_z = 803.4 \frac{kg}{m^3} * 0.78m^2 \left[0.2m + \frac{0.325m}{3} - \frac{0.2m^2}{(0.20m + 2.71m)} \right]$$

$$Q_z = 190kg$$

Calculamos el peso total del tanque más el peso almacenado con la ecuación (22)

$$Q_T = 50kg + 300kg + 190kg$$

$$Q_T = 540kg = 5.292KN$$

Todo el sistema pesa aproximadamente 5.292KN, pero el tanque esta soportado por 4 columnas, entonces las cargas se distribuyen entre las 4 columnas. Por lo tanto, con la ecuación (24) tenemos:

$$Q_C = \frac{5.292KN}{4} = 1.323KN$$

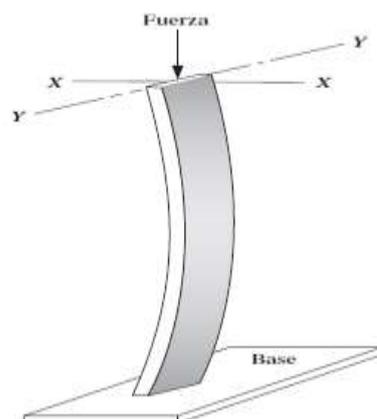
Concluimos que cada soporte de la estructura tendrá una carga 1.323KN, lo cual forma una compresión axial.

Diseño de las columnas con respecto a la compresión axial.

se realiza los cálculos correspondientes para verificar que nuestras columnas de soporte para el tanque no fallen, una de las fallas comunes es por pandeo con respecto a la carga axial generada por el peso. La columna es un perfil rectangular de 20x20x2

Figura N 17

Pandeo ocasionado por una fuerza



Nota. Tomado diseño de máquinas, por Robert Mott

Para analizar el pandeo de la columna se realiza aplicando la ecuación de esbeltez

Relación de esbeltez dada por la ecuación (25)

Por consiguiente, con los siguientes datos:

Le: 1.60m longitud de la columna

R: 0.0160m radio de giro mínimo

K: constante depende al grado de restricción

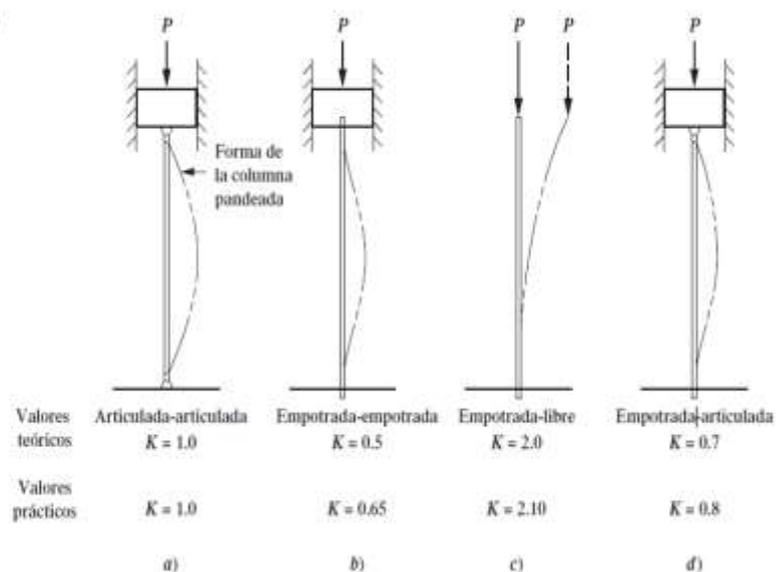
El radio de giro es considerado del catálogo teniendo en cuenta las dimensiones del material 20x20x2 en el anexo.....

Para determinar la constante k se basan en la forma de la columna pandeada a continuación se muestra diferentes aplicaciones de columnas pandeada teniendo en cuenta el sistema de fijación que tiene la columna, en el caso de las columnas que utilizaremos para el soporte del tanque son del tipo empotrada-empotrada

Figura 18

Pandeo de columnas

FIGURA 6-3 Valores de K para obtener longitud efectiva, $L_e = KL$, para distintas conexiones en los extremos



Nota. Tomado diseño de máquinas, por Robert Mott.

Para nuestro calculo elegimos la viga empotrada- empotrada con el valor practico k: 0,65.

Entonces con la ecuación (25):

$$= \frac{0.65 * 1.60m}{0.0160m} = 65$$

Evaluamos la relación de esbeltez de transición. Este resultado depende de las propiedades del módulo de elasticidad (E) y resistencia a la fluencia (Sy) del material. Se tiene los siguientes datos

donde

E: 200 GPa, para el acero estructural.

Sy: 345 MPa,

Por lo tanto, de la ecuación (26):

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * E}{S_y}} = 107$$

Para calcular el análisis de la columna recta abajo se debe comparar los resultados de la relación de esbeltez real, con la relación de esbeltez de transición, $\frac{L_e}{r} = \frac{K*L}{r}$ vs

la ecuación (26) $C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * E}{S_y}}$.

La relación de esbeltez real es menor que la relación de esbeltez de transición (65<107). Según el autor Robert L. Moot en su libro diseño de elementos de máquinas nos indica que KL/r es menos que Cc, la columna es corta por lo cual se debe utilizar la ecuación de J.B. Johnson.

Ecuación de J.B. Johnson (27).

Para el área efectiva de la sección transversal de la columna $A_g = 3.70 \text{ cm}^2$ se obtiene del catálogo de perfiles estructurales anexo....., teniendo en cuenta que es un tubo rectangular de dimensiones 40*60*2.

Reemplazamos datos de la ecuación (27) resulta:

$$P_{cr} = 100KN$$

La carga admisible sobre la sección transversal se calcula teniendo en cuenta el factor de seguridad, según Robert L. Moot en su libro diseño de elementos de

máquinas nos indica que para columnas estacionarias se tome como factor de seguridad ($N=3$)

De la ecuación (28) se tiene:

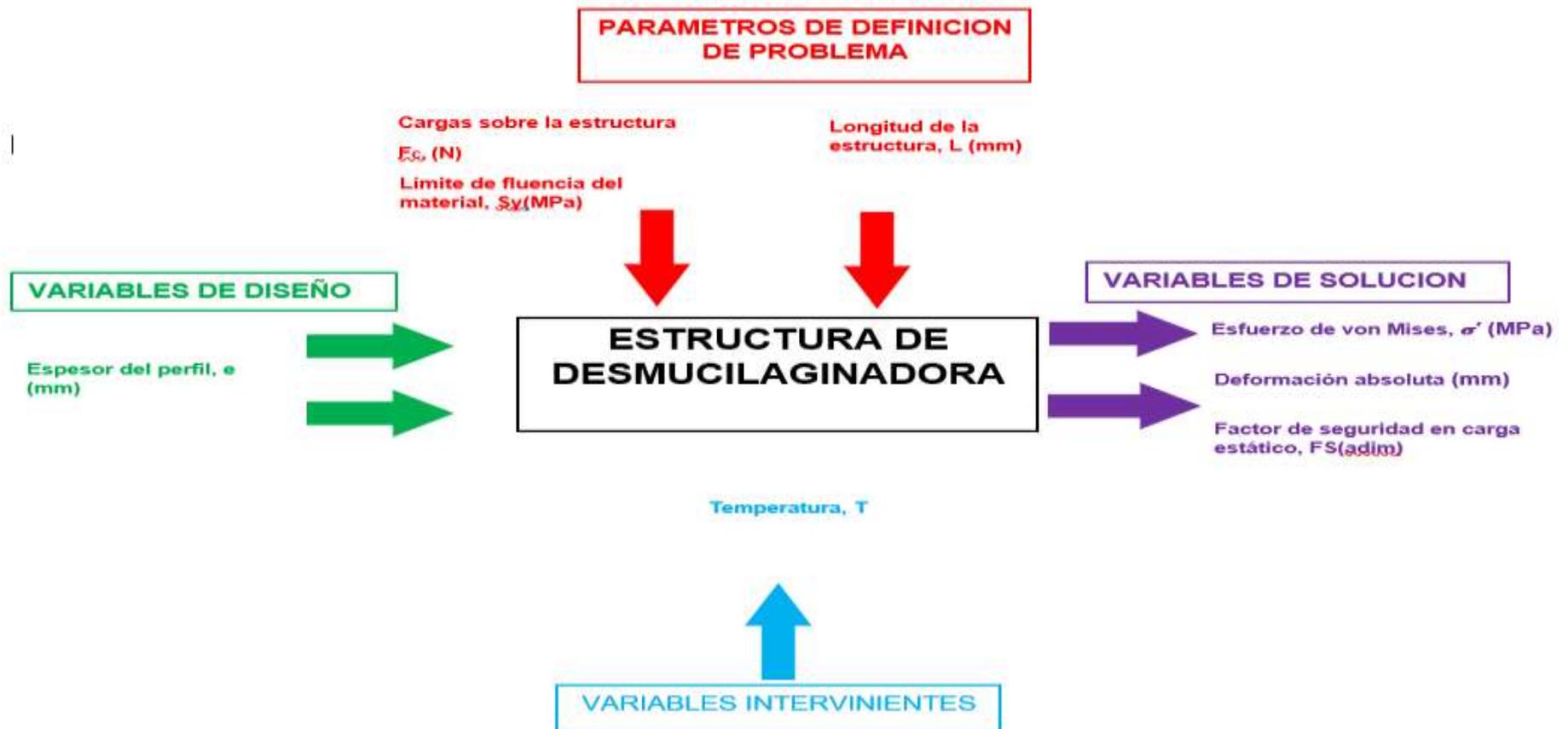
$$P_{adm} = \frac{100KN}{3} = 33KN$$

Después de analizar los datos, tenemos como carga admisible de $33KN$ y la carga que actúa sobre cada columna $1.323KN$, en conclusión, según la selección del material para las columnas es adecuado, porque soporta cargas mayores a la que está sometida ($33KN > 1.323KN$)

Simulación de las partes críticas de desmucilagadora por análisis de elementos finitos.
Estructura del desmucilagador.

Figura N 19

Diagrama de caja negra para el diseño de la estructura de la desmucilagadora.



Para las partes críticas de la desmucilagadora se realizará un análisis de elementos finitos de la estructura para analizar el comportamiento que tiene los elementos con diversos aceros y diámetros, para así poder realizar una mejor toma de decisión en cuanto al material y espesor a escoger. Se analizó con la ayuda de la caja negra de la figura N 19 para determinar el espesor que mejor resultados se obtenga en el análisis y así poder realizar una estructura segura y duradera.

Tabla N 10

Variables y valores de la estructura de la máquina.

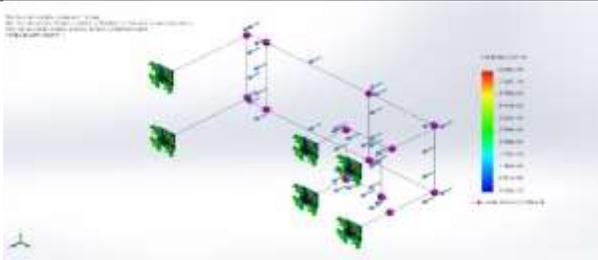
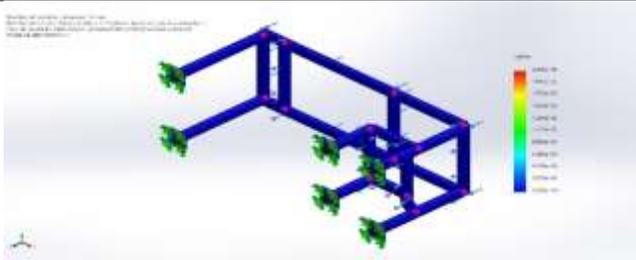
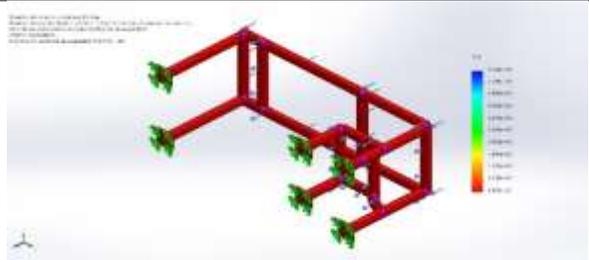
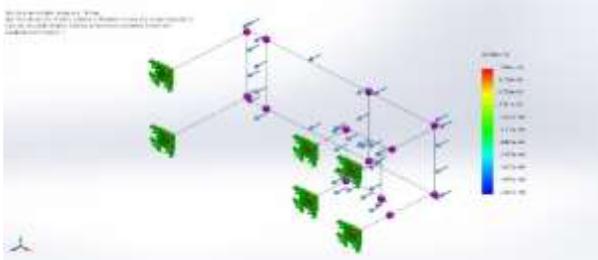
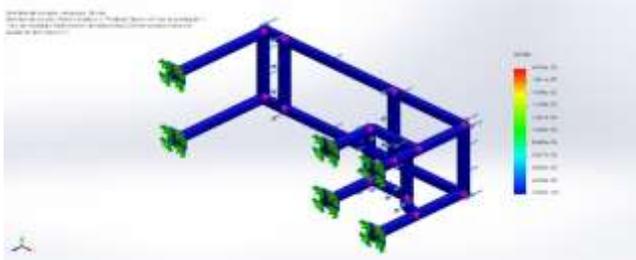
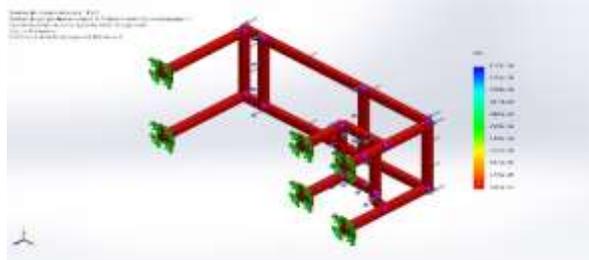
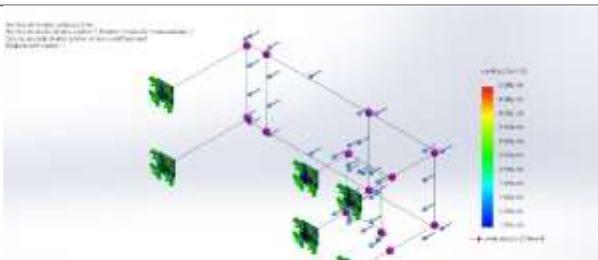
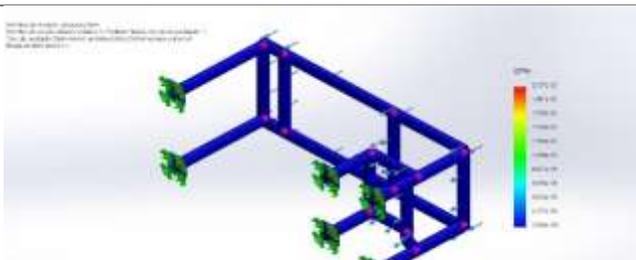
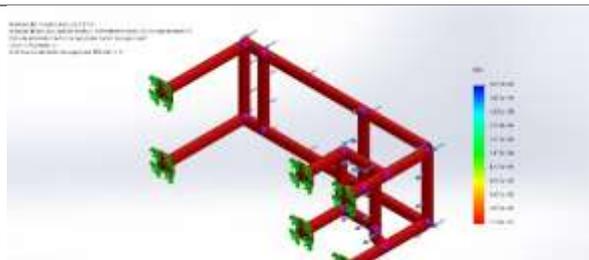
	NOMBRE DEL SIMBOLO	UNIDADES	RANGO
PARAMETROS DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	Longitud de la estructura (L)	cm	90 x 40
	Cargas sobre la estructura Fc	N	637.84
	Límite de fluencia del material Sy	MPa	290
VARIABLES DE DISEÑO	Espesor del perfil	mm	2;1.8; 1.5
VARIABLES DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	Esfuerzo de Von Mises Máximo (σ')	MPa	A determinar
	Factor de seguridad por esfuerzos (Fs)	Adim	A determinar
	Deformación absoluta	mm	A determinar

Se calculó el factor de Von Mises como también la deformación y el factor de seguridad de la estructura el cual fue calculado con el material acero galvanizado el cual fue calculado con las variables de espesor de diferentes estructuras de este metal.

Tabla N 11

Variables de solución de espesores. Esfuerzo Von Mises, deformación y factor de seguridad.

FUERZA APLICADA EN LA ESTRUCTURA

	Esfuerzo de Von Mises	Deformación	Factor de seguridad
Esesor a 1.5			
Esesor a 1.8 mm			
Esesor a 2 mm			

Acero galvanizado

Observamos los resultados en la tabla N 12 de Von mises, deformación y factor de seguridad por lo que se procedió a realizar el resumen de estos parámetros calculados lo cual de determino con 3 espesores distintos con un solo material ya que este acero está dentro de precios que estamos buscando para la construcción de esta máquina desmucilagadora de café. Dados los resultados se seleccionó el espesor de 1.5 mm de acero galvanizado ya que nos otorga una mayor resistencia a la deformación y un esfuerzo de Von Mises mayor y nos ofrece una muy buena deformación elástica y con un precio aceptable además el espesor nos ofrece una un factor de seguridad dentro de los rangos establecidos ya que estamos buscando que el diseño que no presente fallas y funcione en óptimas condiciones.

Tabla N 12

Resumen del diseño de estructura de acero galvanizado.

Espesor (mm)	Von Mises (MPa)	Deformación (mm)	Factor de seguridad (F.S)
1.5	5.920	0.000022150	8.9
1.8	1.345	0.000020120	11
2	1.426	0.000021570	11

Eje del desmucilaginador.

Figura N 20

Diagrama de caja negra para el diseño del eje de la desmucilaginadora.



Para el eje del desmucilagador se realizará el análisis de elementos finitos para poder analizar el comportamiento de los diversos materiales a simular para poder una buena decisión ya que esta es una de las partes más críticas de la máquina. Analizamos esta pieza con la caja negra de la figura N 20 para poder evaluar mejor los distintos aceros que estarán sometidos a distintos esfuerzos.

Tabla N 13

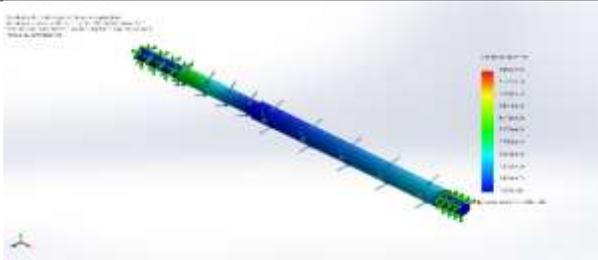
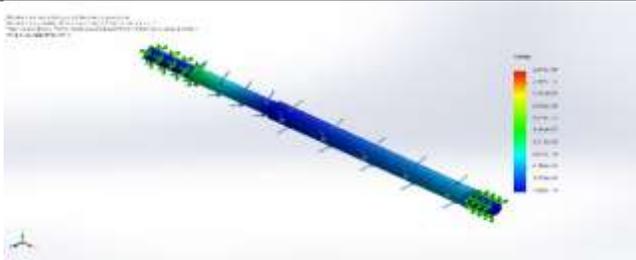
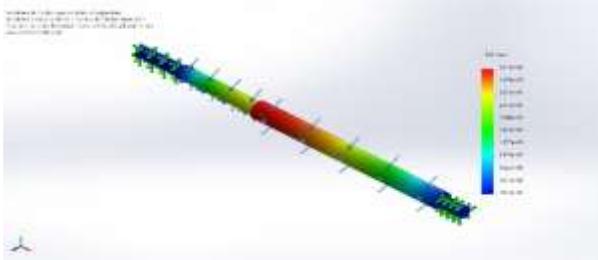
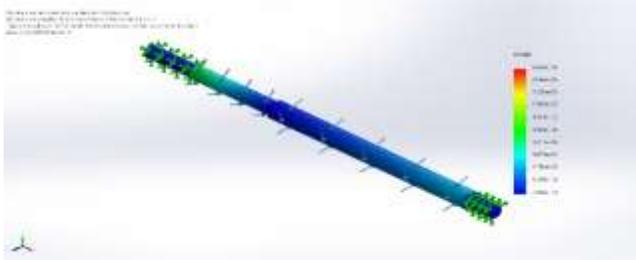
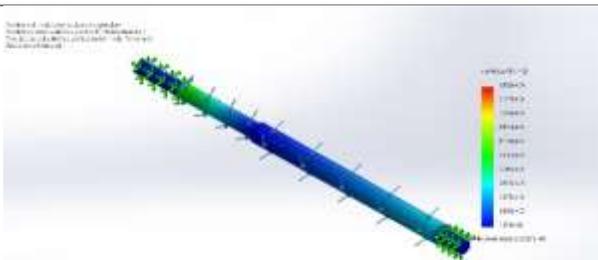
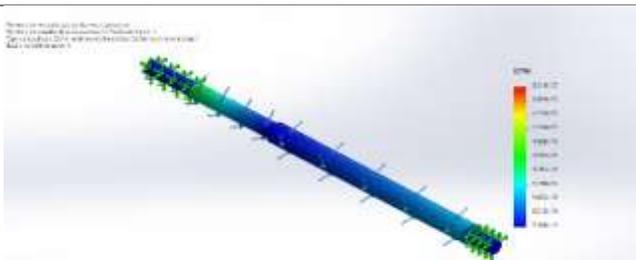
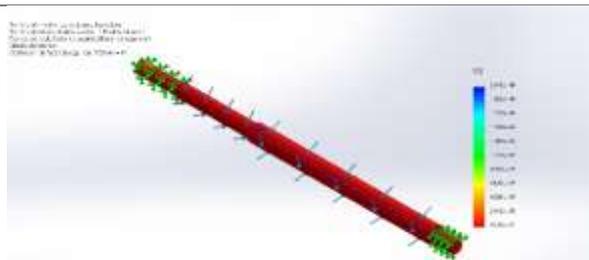
Variables y valores del eje la máquina desmucilagadora.

	NOMBRE DEL SIMBOLO	UNIDADES	RANGO
PARAMETROS DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	Material del eje de desmucilagadora	Admin	AISI (1010, 1020, 1035)
	Cargas sobre el eje torsión, T	N.m	11.81
	Fuerza tangencial, F	N	278.96
VARIABLES DE DISEÑO	Diámetro del eje (D)	mm	3.81
	Longitud del eje	cm	75
VARIABLES DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	Esfuerzo de Von Mises Máximo (σ')	MPa	A determinar
	Deformación absoluta	mm	A determinar
	Factor de seguridad por esfuerzos (Fs)	Adim	A determinar

Se calculo el factor de Von Mises como también la deformación y el factor de seguridad del eje de la desmucilagadora lo cual fue calculado con el diámetro recomendado por los catálogos ya mencionados anteriormente en cálculos.

Tabla N 14

Variables de solución de materiales. Esfuerzo Von Mises, deformación y factor de seguridad.

FUERZA APLICADA AL EJE DE LA DESMUCILAGINADORA			
	Esfuerzo de Von Mises	Deformación	Factor de seguridad
AISI 1010			
AISI 1020			
AISI 1035			

DIAMETRO 3.81 mm

Observamos los resultados en la tabla N 15 de Von mises, deformación y factor de seguridad por lo que se procedió a realizar el resumen de estos parámetros calculados lo cual de determino con 3 materiales distintos con un solo diámetro ya que este diámetro este recomendado por catálogos para la construcción de esta máquina desmucilagadora de café. Dados los resultados se seleccionó el acero AISI 1010 ya que nos otorga una mayor resistencia a la deformación y un esfuerzo de Von Mises menor en comparación a los otros materiales, además nos ofrece una muy buena deformación elástica y con un precio aceptable además el espesor nos ofrece una un factor de seguridad dentro de los rangos calculaos ya que estamos buscando que el diseño que no presente fallas y funcione en óptimas condiciones.

Tabla N 15

Resumen del diseño del eje de la máquina de diferentes aceros AISI.

MATERIAL AISI	Von Mises (MPa)	Deformación (mm)	Factor de seguridad (F.S)
1010	14.14	0.02101	12
1020	14.14	0.02101	25
1035	14.14	0.02101	20

Tiempo y consumo de agua del proceso la máquina desmucilagadora.

Mediante las entrevistas realizadas a los diferentes productores de café de la empresa como también maquinas ya desarrolladas de este tipo se determinó los tiempos de lavado y consumo de agua que beneficiara a la empresa.

Para demostrar el beneficio técnico en la implementación del diseño propuesto, se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos para el proceso de lavado manual y para proceso de lavado con la máquina desmulaginadora. En la Tabla N 16 se encuentra el resumen de los tiempos empleados en cada tarea del proceso del lavado, estos tiempos son valores promedio tomados directamente del trabajo diario en la empresa Faical Coffee SAC. Para estos resultados se ha calculado el tiempo estándar el cual es la suma de todos los tiempos más un 20% que se considera por efectos de contingencia (fatiga o distracciones del operario). Como se ve en la Tabla N 16 el tiempo estimado para este proceso es de 5 h por jornada.

Tabla N 16

Resumen del estudio de tiempos y movimientos de un proceso manual de lavado.

N°	TAREAS	Tiempo vuelto a cero (min)	Tiempo continuo (min)
4	Llenado de agua	20	20
5	Agitación del agua	60	80
6	Retiro de agua	5	85
7	Llenado de agua	20	105
8	Agitación del agua	60	165
9	Retiro de agua	5	170
10	Llenado de agua	20	190
11	Agitación del agua	60	250
	Tiempo Base (min)	250	250
	Tiempo estándar (min)	300	300
	Tiempo estándar (h)	5	5
	SUPLEMENTOS	%	
	Contingencia	20	0.2

Para el estudio de tiempos y movimientos de la máquina desmucilagadora se ha tomado en consideración la velocidad y la capacidad de la máquina. Como este es un proceso continuo, la cantidad de tiempo que la maquina requiere para el proceso de desmucilagado de 300 kg de café se definió para una hora de operación continua. De esta manera se pudo determinar las dimensiones y la velocidad del tornillo sinfín que impulsa al café dentro de la máquina. Como el proceso total es continuo se estima que por cada actividad que realiza la maquina el tiempo seria de 12 min los cuales sumados dan el tiempo total, para este análisis de tiempos se desprecia el porcentaje de suplementos, pues la maquina carece de desperdicios de tiempos por fatiga u otras contingencias.

Tabla N 17

Resumen del estudio de tiempos y movimientos de la máquina desmucilagadora

N°	TAREAS	Tiempo vuelto a cero (min)	Tiempo continuo (min)
1	Llenado del café - continuo	12	12
2	Llenado de agua - continuo	12	24
3	agitación del agua - continuo	12	36
4	Retiro de café - continuo	12	48
5	Retiro de agua - continuo	12	60
	Tiempo Base (min)	60	0
	Tiempo estándar (min)	60	0
	Tiempo estándar (h)	1.00	0.00
	SUPLEMENTOS	%	
	Contingencia	0	0

Para el caso del consumo de agua que se presenta en la Taba 22. En el proceso de lavado manual el consumo de agua por cada etapa de lavado es de

aproximadamente 333 litros, los cuales al sumar las veces que se repite el lavado da un total de 1000 litros los cuales son consumidos a lo largo de las 5 horas que dura el lavado manual (Tabla 18)

Tabla N 18

Consumo de agua.

Proceso de desmucilaginado de café			
	Ítems	Máquina desmucilaginadora	Lavado manual “tanque tina” Total
Consumo de agua del proceso	300 kg de café despulpado	150-300 lt	1000 lt
Total, de tiempo de procesado		1 hora	5 horas
Total, de consumo de agua		300 lt	1000 lt

Mediante la tabla N 18 podemos observar un ahorro de tiempo de 4 horas que tenemos con la máquina desmucilaginadora de café frente a un desmucilaginado de café realizado manualmente, además observamos el ahorro de agua de 700 lt por cada 300 kg de café desmucilaginado y esto beneficia mucho al medio ambiente ya que este proceso realizado manualmente consume cantidades excesivas de agua que perjudica económicamente a los productores de café.

Análisis del proyecto.

En la siguiente tabla se detallará los costos de la evaluación del proyecto, se tuvo en cuenta los precios actuales 2022 del mercado de Perú con diversos catálogos de las marcas que ofrecen en el Perú.

Tabla N 19*Costos de elementos de la maquina desmucilagadora*

Elemento	N°	Precio	Total
Motor trifásico WEG w22	1	S/. 589.15	S/. 589.15
Motor trifásico WEG w22	1	S/. 590	S/. 590
Tanque de fermentación	1	S/.400	S/.400
Estructura del tanque	1	S/. 300	S/. 300
Estructura de la maquina	1	S/. 300	S/. 300
Bugue 1210	1	S/. 11.50	S/. 11.50
Bugue 1610	1	S/. 12.50	S/. 12.50
Rodamiento de bolas FY 20 TR	2	S/. 105.14	S/. 210.28
Polea 80	1	S/. 35	S/. 35
Polea 170	1	S/. 80	S/. 80
Banda	1	S/. 35.33	S/. 35.33
Eje	1	S/. 12.50	S/. 89.90
Tornillo helicoidal	1	S/. 120	S/. 120
Palas	4	S/. 20	S/. 80
Criba del desmucilagador	2	S/. 50	S/. 100
Tapas laterales	2	S/. 45	S/. 45
Base del desmucilagador	2	S/. 35	S/. 70
Boca de salida del café	1	S/. 40	S/. 40
Llave termomagnética	1	S/. 94.90	S/. 94.90
Guarda motor magneto térmico	1	S/. 180	S/. 180
Válvula 1/4	3	S/. 21.90	S/. 65.70
Válvula de paso 1/4	1	S/. 28.90	S/. 28.90
Entrada del agua 1/4	3	S/. 37.10	S/. 37.10
Manguera de goma	5	S/. 3.85	S/. 19.25
Ferretería		S/. 150	S/. 150
Total			S/. 3095.36

Costo total de la máquina.

Se muestra todos los costos de diferentes rubros para estimar un costo total de la desmucilagadora.

Tabla N 20

Costo total de la máquina.

Costo de diseño	S/. 1500
Costo de material	S/. 3095.36
Costo de mano de obra	S/. 1500
Sub total	S/. 6095.36
Montaje (10%)	S/. 609.53
Transporte (2%)	S/. 121.90
Utilidad (15%)	S/. 914.30
Imprevistos (5%)	S/. 609.53
Precio total de la maquina	S/. 8350.62

Evaluación económica

Para la evolución económica tomamos datos de la entrevista realizada de los socios cafetearlos de la empresa, los ingresos mínimos de un productor de café promedio por campaña son S/. 13 500. Para gastos de la maquina por campaña se estima un valor de S/. 500.

Valor neto actual (VAN)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{\text{flujo anual}}{(1 + \text{tasa})^t}$$

$$VAN = -8350.62 + \sum_{t=1}^2 \frac{13000}{(1 + 10\%)^t}$$

$$VAN = -8350.62 + \frac{13000}{(1 + 10\%)^1} + \frac{13000}{(1 + 10\%)^2} = 14211$$

Retorno de la inversión (TIR)

$$\sum_{t=1}^n \frac{\text{flujo anual}}{(1 + \text{tasa})^t} = 8350.62$$

$$TIR = 56\% \text{ anual}$$

V. DISCUSION

Las entrevistas que se realizaron a la empresa ayudaron a determinar muchas de las necesidades que se requería en cuanto al diseño preliminar de esta máquina desmucilagadora de café, determinando aspectos como la capacidad mínima del tanque de fermentación, la capacidad de desmucilagado de la maquina y la opción de dejarle un acople para una zaranda de seleccionado de café. Otro aspecto muy importante que nos ayudó a resolver el problema de la empresa es selección del motor que realizaría el funcionamiento de esta máquina, ya que es muy importante disponer la tensión de trabajo de esta empresa y sus socios caficultores. Consideramos que este paso resulto muy importante ya que en trabajos previos como: (castro y Jorge Vladimir, 2015; Stiven torres) no se observa este paso de encuesta que da un aporte fundamental al diseño.

Los resultados guardan relación con (Chavarría y Piscoya, 2018) el cual en su investigación hace algo acorde con el paso de entrevistas a la comunidad de donde realiza esa investigación, para determinar ciertos puntos de evaluación económica de su máquina, como también la capacidad de café que producen por temporada, el cual es muy fundamental ya que con esos datos obtenidos se logra diseñar la máquina desmucilagadora de café de acuerdo a las ganancias totales en temporadas buenas como también las temporadas malas.

Unos de los aspectos más importantes que ayudo a esta investigación es regirnos en base las normativas que se sigue para el diseño y la construcción de esta máquina en un futuro ya que es un paso fundamental para esta investigación. En investigaciones pasadas como (Chavarría y Piscoya, 2018; Stiven torres) no encontramos este paso fundamental en una investigación si se quiere diseñar y construir a futuro.

Otro aspecto que nos ayudó a resolver la problemática es seguir la metodología de diseño que seguimos como: diseño conceptual y diseño de configuración, puesto que esta metodología es de suma importancia para la toma de optimas decisiones en diseño general de la máquina. Puesto que a

través de ese método se generaron varios diseños alternativos que ayudo a tomar una optimo diseño. En antecedentes mencionados como (Chavarría y Piscoya, 2018; Stiven torres) no encontramos esta metodología de diseño dan comienzo directo a los cálculos y diseño generalmente. De antecedentes mencionados solo (castro y Jorge Vladimir, 2015) es el único que se basa en algo referenciado a la metodología de diseño seleccionando algunos aspectos importantes de su máquina desmucilagadora de café.

Otro de los métodos que nos ayudó a resolver la problemática es seguir toda la metodología de diseño como lo es el diagrama de caja negra ya que nos da una visión más clara de los sistemas y elementos que componen un sistema de procesos, en antecedentes como (castro y Jorge Vladimir, 2015) no sigue por completo la metodología de diseño ya que obvia este paso fundamental en los diseños del eje y la estructura de la máquina desmucilagadora de café.

Al realizarse la simulación en 3D mediante el método análisis de elementos finitos observamos los distintos comportamientos de diferentes materiales a los que fueron sometidos y que los resultados guardan relación con los cálculos previamente realizados para el eje y la estructura de la desmucilagadora de café ya que determinados bien los elementos críticos de la máquina para que sea eficiente con un factor de seguridad mínimo en cada elemento simulado. En antecedentes anteriores solo realizan la simulación 3D con un solo material y un diámetro.

En la selección del diámetro de la estructura se analizó 3 tipos de diámetro a los que fueron sometidos con el análisis de elementos finitos el cual nos corrobora los cálculos previamente realizados con material acero galvanizado. En antecedentes mencionados vemos que la gran mayoría de trabajos de investigación no realizan este paso fundamental que nos da varios puntos de vista de que como se comportan los distintos diámetros con el material seleccionado, solo realizan los cálculos con tipo de material y diámetro preseleccionado antes.

En la selección del material se tomaron en cuenta diferentes tipos de acero como AISI 1010, AISI 1020 y el AISI 1030. Seleccionando el acero AISI 1010 ya que es un material con buenas capacidades y posee buena maquinabilidad, buena soldabilidad y por s bajo costo en el mercado. Asi mismo se realizaron las debidas simulaciones de análisis estático a los 3 aceros para ver su comportamiento sometido a las diferentes cargas, para corroborar dichos resultados calculados previamente obtenidos con ayuda del programa de dibujo SolidWorks. En antecedentes ya mencionados no encontramos este tipo de análisis con diversos materiales de acero, lo realizan con un material previamente seleccionado solo por características mecánicas que posee dicho material.

Otro aspecto importante es que se analizó los dos tipos de motores para los diferentes ambientes de trabajo de nuestra maquina desmucilagadora de café ya que se hizo los cálculos previos analizando los dos tipos de tensiones que trabajan estos motores y se seleccionó un motor de tensión monofásica y uno de tensión trifásica que trabajan a un mismo ritmo para que esto no afecte al funcionamiento, a la calidad del grano ni a la vida útil de la máquina de café, en antecedentes pasados no encontramos este cálculo ya que si la maquina trabaja en un ambiente que no esté algún tipo de estas tensiones quedara obsoleta la maquina sin poder funcionar.

En antecedentes a mencionados vemos que la tecnología de ese tiempo no es a la que estamos hoy en día 2022, puesto que vemos en la selección de un motor eléctrico muchas investigaciones tienen la necesidad de implementan una caja reductora para reducir las velocidades de dichos motores. La finalidad de este mecanismo es reducir las velocidades de giro al eje de la desmucilagadora, como la tecnología avanza más hoy contamos con dispositivos que nos ayudan a solucionar este grande problema que se tenía. La novedad de este trabajo es la incorporación de un elemento eléctrico sumamente importante el cual consta de un “variador de frecuencia” el cual es un sistema que se encuentra entre la fuente de alimentación eléctrica y del motor eléctrico. Este dispositivo nos ayuda a reducir la velocidad de giro de los motores eléctricos tanto de monofásico y un trifásico.

El análisis económico de la desmucilagadora resulto S/. 8350.62 con la evaluación del van se obtuvo S/. 14211 para el valor actual neto y retorno de inversión bastante favorable por lo que el proyecto es muy rentable actualmente. En antecedente de (Chavarría y Piscoya, 2018; Stiven torres) guarda relación ya que hace el mismo análisis económico con ayuda de las entrevistas previamente realizadas a los productores de café.

VI. CONCLUSIONES

Vistos los resultados y finalizada la discusión se arribaron a las siguientes conclusiones:

Para la parte inicial del diseño de la máquina desmucilagadora se realizó la identificación de las necesidades de la empresa mediante entrevistas al personal de la empresa FICAL COFFEE SAC, donde se recopiló datos importantes como tiempo, capacidad y costos relacionados al proceso de desmucilagado del café.

Con los datos de las entrevistas se definieron los requerimientos de diseño el cual tiene como parámetros base una capacidad de 300kg, diámetro del tanque de fermentación 1m, altura del tanque de fermentación 1.60m y alimentación eléctrica de 220v.

Para elegir el diseño óptimo de máquina se realizó dos diseños conceptuales los cuales fueron basados en la tecnología colombiana DESLIM, el primer diseño conceptual de flujo vertical y concepto dos flujos horizontales. Para evaluar estos diseños se utilizó una matriz de criterio pondera, teniendo en cuenta criterios de eficiencia, costo, tamaño, mantenimiento. De esta forma se determinó que el concepto número dos es el que tiene mayor valoración por lo tanto es el diseño óptimo a elegir.

Aplicando el mismo procedimiento se determinó el diseño de configuraciones teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas de las tres configuraciones presentadas, por lo cual se optó elegir la configuración uno que consiste en un rotor tipo varilla para la agitación de los granos de café.

Para el dimensionamiento inicial del equipo se tomó en cuenta las dimensiones generales para máquina desmucilagadora para la capacidad de café que se desea procesar, obteniendo como resultado 90 cm de largo, 50 cm de alto.

Con los cálculos realizados se obtuvieron datos de diseño para la selección de componentes. Después se realizaron las simulaciones aplicando diferentes espesores en el diseño de los componentes más críticos empleando el

software de diseño SOLIDWORKS, de lo cual se obtuvo valores de factores de seguridad alto para el diseño de la estructura.

Se realizaron los planos de fabricación de la maquina desmucilagadora de café mediante el software SolidWorks, donde se detallan las dimensiones principales para el diseño de la máquina.

El presupuesto establecido para la máquina es de S/. 8350.62, para el cual mediante la evaluación económica se obtuvieron los resultados de S/. 14211 para el valor actual neto y 56% anual para la tasa interna de retorno, revelando la viabilidad económica del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda que la maquina se trabaje de acuerdo a los parámetros calculados para evitar fallas en toda la máquina.

Para un trabajo de mayor capacidad de 300 kg de café despulpado se recomienda recalcular para utilizar mayores diámetros de algunos elementos esenciales y utilizar un motor de una mayor potencia.

Se recomienda capacitar al personal para operar la maquina con la debida seguridad que se requiera.

Se recomienda seguir el mantenimiento para que la máquina opere en óptimas condiciones y sea duradera.

REFERENCIAS

- Arrunátegui, O. A. (2003). *Estudio de la eficiencia de dos tecnologías en el proceso de post cosecha de cafemontero, ayabaca*. [Tesis de Grado, Universidad de Piura]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1239/ING_393.pdf?sequence=1
- Carlos, B. V. (2015). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina despulpadora de café para el proyecto "café de Quito" impulsado por la agencia metropolitana de promoción económica*. [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito] Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11772/1/CD-6536.pdf>
- Cálix, E. O. (2001). *Evaluación de los sistemas tradicional y ecológico de beneficio húmedo de café*. [Tesis de Grado, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria] Disponible en : <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1425/1/CPA-2001-T023.pdf>
- Guillermo L, G. P. (1989). *Diseño y construcción de una máquina despulpadora de café vertical con pecheros hijos de alto rendimiento*. [Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Occidente facultad de ingeniería]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/3482/T0001372.pdf;jsessionid=E1340A48AF361D905C52948B6A85FBE3?sequence=1>
- Gutiérrez, B. L. (2019). *"FERMENTACIÓN EN EL CAFÉ (Coffea Arábica) DE LA variedad catimor adicionando piña (Ananas Comosus) con fines sensoriales"*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura] Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2344/IAIA-QUI-GUT-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez, D. A. (2016). *Diseño de una despulpadora de café*. [Tesis de Grado, Fundación Universidad de América] Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/469/1/4091126-2016-2-IM.pdf>
- Fukunaga, E. T. (1957). *A new mechanical coffee demucilaging machine*. University of Hawaii, Agricultural Experiment Station.
- Kanqui, B. W. (2017). *DISEÑO DE UN TORNILLO SIN FIN PARA EVACUAR AGUAS DE relaves mineros para la empresa minera sol naciente S.R.L.* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano] Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8277/Castillo_Kanqui_Wilber_Eusebio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mora, J. M. (MARZO de 2019). *Modelación del procesamiento agroindustrial del café desde la fruta hasta el café oro*. [Tesis de Grado, Universidad de Costa Rica] Disponible en: <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2019/10/TFG-JoseMariaGomezM.pdf>

Oblitas Olivera, J. H. (2022). *Optimización De Los Parámetros De Operación De Una Despulpadora Lamper Para Mejorar La Calidad Del Grano Despulpado De Café Lonya Grande-Utcubamaba, 2020*". [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo] disponible en : https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61450/Oblitas_OJH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ocampo, S. T. (2013). *Diseño y construcción de tres máquinas para el lavado del café con fermentación natural utilizando la tecnología deslim en el centro nacional de investigaciones de café cenicafe*". [Tesis de Grado, Universidad tecnológica de Pereira] Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3653/621815T693.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pabón, J. P., Sanz, J. R., & Oliveros, C. E. (2008). Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0388.pdf>

Paredes, B. M. (2017). *SISTEMA DE POSTCOSECHA DEL CAFÉ (Coffea arabica) en la region San Martín*. [Tesis de Grado, Universidad nacional de San Martín – Tarapoto] Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2543/FIAI%20-%20Max%20Harris%20Philipps%20Paredes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ocampo, S. T. (2013). *Diseño y construcción de tres máquinas para el lavado del café con fermentación natural utilizando la tecnología deslim en el centro nacional de investigaciones de café cenicafe*". [Tesis de Grado, Universidad tecnológica de Pereira] Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3653/621815T693.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Paredes, B. M. (2017). *SISTEMA DE POSTCOSECHA DEL CAFÉ (Coffea arabica) en la region San Martin*. [Tesis de Grado, Universidad nacional de San Martín – Tarapoto] Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2543/FIAI%20-%20Max%20Harris%20Philipps%20Paredes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Renato, M. A. (2015). *Automatización de la adquisición de datos en un banco de pruebas de bombas centrifugas instaladas en serie y paralelo*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234577003.pdf>
- Rios, D. R. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalacion de una planta productora de café mishasho*. [Tesis de Grado, Universidad de Lima] Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11576/Herrera_Rios_Diego_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Romero, M. E. (2018). *Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo*. [Tesis de Doctorado, Universidad Politècnica de Catalunya] Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/121027/TMEBR1de1.pdf>
- Solórzano, S. A. (2011). *Montaje, desarrollo de procesos e implementacion de un programa de mantenimiento para el beneficio humedo de una finca cafetarlera ubicada en acatenago, chimaltenango*. [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala] Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0587_MI.pdf
- Torres Ocampo, S. (2013). *Diseño y construcción de tres máquinas para el lavado mecánico del café con fermentación natural utilizando la tecnología deslim en el Centro Nacional de Investigaciones de Café CENICAFÉ*, [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira] disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71397421.pdf>
- Villamizar, E. F. (2010). *Diseño y construccion de un banco de practicas en motores electricos , como apoyo a la asignatura diseño de practicas*. [Tesis de Grado, Universidad industrial de santander] Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>

ANEXOS

Anexo No. 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Configuración y especificaciones técnicas de la desmucilagadora	Desprendimiento mecánico del mucílago que cubre los granos de café, se logra en una cámara con un dispositivo que al rotar genera esfuerzos cortantes en la masa y fricción entre los granos.	Es un proceso delicado y sobre el cual se debe tener mucho cuidado porque cualquier error ocasiona daños irreparables en la calidad del grano.	Porcentaje de almidón. Cantidad por intervalo de tiempo.	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Tiempos de procesados y consumo de agua de la desmucilagadora.	La configuración es un tipo especial de actividad que tiene como característica clave el hecho de que el artefacto diseñado es ensamblado en base a un conjunto predeterminado de componentes.	Secuencias de pasos a seguir en el cual se aplican conocimientos para la realización de la estructura, piezas de un diseño eficiente y funcional.	Sistema de transmisión Potencia eléctrica Sistema de transmisión	Razón

Anexo No 2: FORMATO DE ENTREVISTA VACÍO.

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMATICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres:

Cargo:

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

.....
.....
.....

2. En la empresa, ¿Qué variedad de café se cosecha actualmente?

.....
.....
.....

3. ¿Cuál es el Rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

.....

.....
.....
.....

4. De manera manual ¿Cuál es la cantidad de café que lavan por día?

.....
.....
.....

5. En el proceso de lavado, ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal?

.....
.....
.....

6. ¿Cuántas veces y cuanto aproximadamente dura todo el proceso de lavado?

.....
.....
.....
.....

7. ¿Considera usted que sería más adecuado que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

.....
.....
.....
.....
.....

8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaba ver en el diseño de esta máquina?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aspecto económico:

9. ¿Cuánto es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

.....
.....
.....

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso de lavado?

.....
.....
.....

11. ¿A qué precio vende el café?

.....
.....
.....
.....

12. ¿Cuánto es su ganancia aproximada de café con mala temporada por quintal?

.....
.....
.....
.....

13. ¿Cuánto es su ganancia aproximada de café con buena temporada por quintal?

.....
.....
.....
.....

14. ¿Cuánto está dispuesto a invertir en la maquina?

.....
.....
.....
.....

ANEXO 03: EJECUCION DE ENTREVISTAS

ANEXO 02

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMÁTICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres: Richard Aranda Jaramillo

Cargo: Gerente

Ejecutado por: Roque Curo, Luis Fernando

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?
actualmente un productor maneja aproximadamente 5Ha

2. ¿Qué variedad(es) de café(s) se cosecha(n) actualmente en la empresa?
La variedad de mayor cultivo es la especie Catimor.

3. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?
El rendimiento mínimo de 40 a 45 qq por Hectárea.

.....
.....
4. Respecto de la operación manual que realizan, ¿Cuál es la cantidad de café que desmucilaginan ("lavan") por día?

por día se desmucilaginan 299 por día

5. En el proceso de desmucilaginado ("lavado"), ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal de café?

la cantidad que se utiliza es de 180 - 200 lt. por qq.

6. ¿Cuánto dura el proceso de desmucilaginado ("lavado"), y cuántas veces aproximadamente dura este?

aproximadamente dura de 2 horas por qq.

7. Suponiendo que este proceso se tenga que realizar con una maquina ¿Que sería más adecuado: que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

combustión, porque existen zonas sin

Servicio eléctrico

8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en una máquina que haga este proceso de desmucilaginado ("lavado")?

Que la máquina realice el proceso de
sarandado de granos.

Aspecto económico:

9. ¿Cuál es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

Las personas que realizan el lavado
ganan \$50.00 por día.

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso desmucilaginado ("lavado")?

El personal que se emplea
es de 3 personas.

11. ¿Conoce usted a qué precio se vende el café saliendo de la planta?

actualmente el precio del café es de
S/ 700.00 por qq.

12. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con mala temporada por quintal?

El monto aproximado es de S/ 20000 por qq.

13. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con buena temporada por quintal?

el monto aproximado es de S/ 300.00
por qq.

14. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar si tuviese que comprar una máquina que haga este "lavado" de café?

estoy dispuesto a pagar S/ 3000

ANEXO 02

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMÁTICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres: Santos Moreno Sergio
Cargo: Ingeniero agrónomo
Ejecutado por: Andy Pérez Saavedra

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

actualmente un productor maneja como
maximo 5 Ha.

2. ¿Qué variedad(es) de café(s) se cosecha(n) actualmente en la empresa?

la variedad de mayor cultivo es
el café catimor.

3. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

por el hectarea de cultivo se cosechan
entre 40 a 45 qq.

-
.....
4. Respecto de la operación manual que realizan, ¿Cuál es la cantidad de café que desmucilaginan ("lavan") por día?

por día se lavan o desmucilaginan.....
299 de café.....
.....

5. En el proceso de desmucilaginado ("lavado"), ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal de café?

para el proceso de desmucilaginado se.....
utiliza aproximadamente de 200-250 l/q.....
.....

6. ¿Cuánto dura el proceso de desmucilaginado ("lavado"), y cuántas veces aproximadamente dura este?

El proceso del desmucilaginado dura.....
2h/q y se realiza de 2 a 3 veces.....
.....
.....

7. Suponiendo que este proceso se tenga que realizar con una máquina ¿Que sería más adecuado: que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

Mortor eléctrico, porque son mas accesibles.....
.....

con respecto al manejo y menos contaminación:

8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en una máquina que haga este proceso de desmucilaginado ("lavado")?

Bajo mi consideración requiero que adicione una zaranda, con la finalidad de lavar y seleccionar los granos.

Aspecto económico:

9. ¿Cuál es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

un trabajador actualmente en campaña recibe aproximadamente \$/50.00

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso desmucilaginado ("lavado")?

para el proceso de desmucilaginado se requieren de 2 personas.

11. ¿Conoce usted a qué precio se vende el café saliendo de la planta?

actualmente el precio del café es de
\$1700.00 por quintal

12. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con mala temporada por quintal?

con mala temporada la ganancia es de
\$1000.00 por quintal.

13. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con buena temporada por quintal?

ganancia por cada quintal de de
café en buena temporada es de \$1200.

14. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar si tuviese que comprar una máquina que haga este "lavado" de café?

Como productor y profesional estoy
dispuesto a pagar \$12500.

ANEXO 02

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMÁTICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres: Huaman Cabrera, Helbert.
Cargo: TC. agronomo
Ejecutado por: Luis Fernando Pozuelo

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

actualmente yo utilizo 5Ha de terreno

2. ¿Qué variedad(es) de café(s) se cosecha(n) actualmente en la empresa?

La variedad que utilizo es el café culimor.

3. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

actualmente el rendimiento es de 4099
por hectarea

-
.....
4. Respecto de la operación manual que realizan, ¿Cuál es la cantidad de café que desmucilaginan ("lavan") por día?

La cantidad que se desmucilagina es de 299 por día.

5. En el proceso de desmucilaginado ("lavado"), ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal de café?

El proceso de desmucilaginado es de consumo abundante con un aproximado de 252H por quintal y se realiza 3 veces.

6. ¿Cuánto dura el proceso de desmucilaginado ("lavado"), y cuántas veces aproximadamente dura este?

El proceso se realiza 3 veces y dura un tiempo aproximado de 30 min por quintal.

7. Suponiendo que este proceso se tenga que realizar con una máquina ¿Que sería más adecuado: que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

Motor eléctrico, donde vivo como con electricidad

.....
.....
.....
.....
8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en una máquina que haga este proceso de desmucilaginado ("lavado")?

adicionar que dentro de la máquina desmucilagadora se realice la fermentación de los granos.

.....
.....
.....

Aspecto económico:

9. ¿Cuál es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

Las personas que realizan el lavado de café tienen como pago \$/50.00

.....
.....

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso desmucilaginado ("lavado")?

Se necesitan para realizar el desmucilaginado 2 personas.

.....
.....

11. ¿Coooce usted a qué precio se vende el café saliendo de la planta?

actualmente para el café su precio
es de S/ 700.00.

12. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con mala temporada por quintal?

la ganancia aproximada por mala
campaña es nula, no existe ganancias.

13. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con buena temporada por quintal?

con buena temporada la ganancia
es de S/ 200.

14. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar si tuviese que comprar una máquina que haga este "lavado" de café?

estoy dispuesto a pagar S/ 5000.

ANEXO 02

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMÁTICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres: Saucedo Nolasco, Cesar
Cargo: Tec. agronomo
Ejecutado por: Andy Perez Saavedra

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

utilizo 5Ha de cultivo para el
café

2. ¿Qué variedad(es) de café(s) se cosecha(n) actualmente en la empresa?

La variedad que utilizo es el
café calmor.

3. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

El rendimiento de una hectarea es
de 4099.

-
.....
4. Respecto de la operación manual que realizan, ¿Cuál es la cantidad de café que desmucilaginan ("lavan") por día?

La cantidad que se desmucilagina por día es de 399.

-
5. En el proceso de desmucilaginado ("lavado"), ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal de café?

La cantidad que utilizo es de 100-200 Lt por quintal

-
6. ¿Cuánto dura el proceso de desmucilaginado ("lavado"), y cuántas veces aproximadamente dura este?

El tiempo que requiero para lavar un quintal de café es de 35min y lo realizó 3 veces.

-
7. Suponiendo que este proceso se tenga que realizar con una maquina ¿Que sería más adecuado: que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

yo considero que el motor eléctrico es

más práctico de utilizar.

8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en una máquina que haga este proceso de desmucilaginado ("lavado")?

adicionar un instrumento de medición para los ácidos del café.

Aspecto económico:

9. ¿Cuál es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

en tiempo de campaña el pago es de \$/50.00

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso desmucilaginado ("lavado")?

para el lavado o desmucilaginado se realiza con dos personas.

11. ¿Conoce usted a qué precio se vende el café saliendo de la planta?

actualmente el precio del café es de
S/ 700.00

12. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con mala temporada por quintal?

La ganancia aproximada por mala
temporada es de S/ 150. por quintal

13. ¿Cuánto aproximadamente piensa usted es la ganancia aproximada de café con buena temporada por quintal?

La ganancia aproximada por buena
temporada es de S/ 250. aproximada-
mente por quintal.

14. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar si tuviese que comprar una máquina que haga este "lavado" de café?

estoy dispuesto a pagar S/ 5000
por la máquina.

ANEXO 02

MODELO DE ENTREVISTA PARA LA DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE LA EMPRESA FAICAL COFFEE SAC PARA EL DISEÑO DE UNA DESMUCILAGINADORA SEMI-AUTOMÁTICA PARA MEJORA DE TIEMPOS DE PROCESADO Y CONSUMO DE AGUA.

ENTREVISTADO:

Apellidos y Nombres: Eduard Espinoza Ávila
Cargo: Agricultor
Ejecutado por: Andy Perez Saavedra

Aspecto técnico:

1. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de café?

Yo utilizo actualmente 2 Ha
para el cultivo

2. ¿Qué variedad(es) de café(s) se cosecha(n) actualmente en la empresa?

La variedad que utilizo es el
café calimor.

3. ¿Cuál es el rendimiento aproximado (quintales/hectárea) de su terreno por campaña?

por hectárea el rendimiento es de 3599

-
.....
4. Respecto de la operación manual que realizan, ¿Cuál es la cantidad de café que desmucilaginan ("lavan") por día?

por día se desmucilaginaron aproximadamente 399.

.....
.....

5. En el proceso de desmucilaginado ("lavado"), ¿Cuánta cantidad de agua se consume por quintal de café?

El agua que se utiliza por quintal es de 200lt por quintal.

.....
.....

6. ¿Cuánto dura el proceso de desmucilaginado ("lavado"), y cuántas veces aproximadamente dura este?

El proceso de desmucilaginado se realiza en 40min por quintal y se realiza 3 veces.

.....
.....

7. Suponiendo que este proceso se tenga que realizar con una máquina ¿Que sería más adecuado: que el equipo funcione con un motor eléctrico o con un motor de combustión interna? Explique por qué.

yo personalmente utilizaría motor de

de combustión interna, porque existen
zonas que no cuentan con el servicio
eléctrico.

8. Bajo su consideración y experiencia ¿Qué características o funciones adicionales esperaría ver en una máquina que haga este proceso de desmucilaginado ("lavado")?

que la máquina sea eficiente en la
calidad del grano, o sea que el grano
no se dañe.

Aspecto económico:

9. ¿Cuál es el pago que reciben los operarios por jornada de trabajo?

El operario gana \$/50.00 por
jornada de trabajo.

10. ¿Cuánto es la cantidad de personal que se emplea en el proceso desmucilaginado ("lavado")?

para el lavado se requieren de
2 personas.

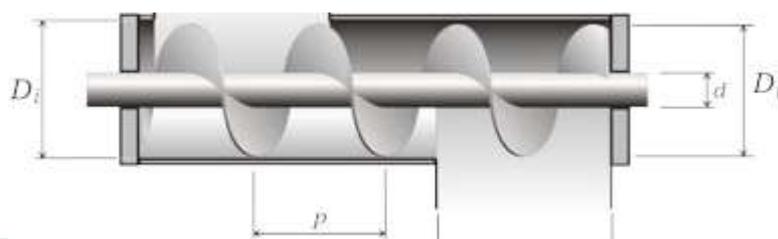
Anexo No 3B: Secuencia de cálculo de los elementos de la maquina desmulaginadora.

Cálculo del transporte helicoidal o tornillo sin fin.

Después de que el café cumplió el proceso de fermentado, el café pasa por medio de la gravedad desde el tanque de fermentación hacia el tornillo sin. La finalidad del tornillo sin fin es alimentar a la cámara de centrifugación donde se realizará el desmucilaginado de café con la acción de los limpiadores todo este proceso se realiza con ayuda de la fuerza mecánica de un motor. Para el cálculo se utilizó tornillo sin fin del tipo hélice helicoidal además teniendo consideraciones ya establecidas en investigaciones.

Figura 21

Diámetros principales del dosificador de tornillo sin fin.



\dot{m} (kg/h cc)	D_n		D_e (mm)	t (mm)	D_i (mm)	D_t (mm)	d (mm)	p (mm)	c_f (decimal)	N (rpm)
	(pul)	(mm)								
300	2	60	60,45	3,94	52,58	50	19	50	0,50	171,86
600	3	82	88,90	5,59	77,72	72	19	72	0,60	84,17
1.200	3	82	88,90	5,59	77,72	72	19	72	0,60	168,33
2.500	4	114	114,30	6,10	102,11	100	34	100	0,70	132,61

Nota: Tomado de (Cenicafe 2011)

Capacidad del alimentador de café

Por lo tanto, de la ecuación (29):

$$C_{req} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{300}{803.40} = 0.37 \frac{m^3}{hr} \cong 13.06 \frac{pies^3}{hr}$$

Capacidad equivalente

Depende de 3 factores del anexo No. 3 (tablas 1.3, 1.4 y 1.5)

Por lo tanto:

Paso corto.....CF1=1.5

No se usará.....CF2=1

No se usará paletas.....CF3=1

Entonces de la ecuación (30):

$$C_{equi} = 13.06 \times (1.5) \times (1) \times (1) = 19.59 \frac{\text{pies}^3}{\text{hr}}$$

Según anexo No. 4 (tabla 1.6) tenemos:

Tabla N 21

Capacidad del helicoide horizontal

Diámetro del helicoidal Pulgadas	Capacidad de $\frac{\text{pies}^3}{\text{hr}}$ paso completo		Max rpm	Carga de artesa
	A 1 rpm	A Max rpm		
4	0.62	114	184	45

Velocidad del helicoide

Con datos de la tabla N8 se tiene de la ecuación (31):

$$N = \frac{C_{equi}}{C_a} = \frac{19.59}{0.62} = 31.59 \text{ rpm}$$

Desmucilaginador

Despejamos la ecuación (32) para encontrar el diámetro interno (d)

$$\dot{Q} = \left(\frac{(D^2 - d^2) \times D \times \pi \times N \times \rho \times \varphi \times k}{4 \times 2 \times 60} \right)$$

$$\frac{\dot{Q}}{\pi \times N \times \rho \times \varphi \times k} = \left(\frac{15 \times (D^2 - d^2) \times D}{2} \right)$$

$$(D^2 - d^2) \times D = \frac{\dot{Q} \times 2}{\pi \times N \times \rho \times \varphi \times k \times 15}$$

Entonces:

$$(D^2 - d^2) \times D = \frac{\dot{Q} \times 2}{\pi \times N \times \rho \times \varphi \times k \times 15}$$

$$(D^2 - 0.07^2) \times D = \frac{0.3 \times 2}{\pi \times 875 \times 0.8034 \times 0.32 \times 0.33 \times 15}$$

$$(D^2 - 0.07^2) \times D = \frac{0.3 \times 2}{\pi \times 875 \times 0.8034 \times 0.32 \times 1 \times 15}$$

$$D = 0.10 \text{ m}$$

Altura de helicoide:

De la ecuación (33):

$$H_h = N_v \times P = 2 \times 0.5 \text{ m} = 0.10 \text{ m}$$

Altura del desmucilagador

La altura es muy importante en el desarrollo del desmucilagador ya que este dimensionamiento permite remover todo el mucilago que tiene el café fermentado, para esto los tiempos esta comprendidos entre 20-25 segundos según Cenicafé 2015.

Entonces hallamos V_{nec} para eso primero hallamos \dot{q} de la ecuación (35) se tiene:

$$\dot{q} = \frac{0.3}{3600 \times 0.8034} = 0.0001037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, de la ecuación (36):

$$V_{nec} = \dot{q} \times t = 0.0001037 \times 25 \text{ s} = 0.00259 \text{ m}^3$$

Ahora hallamos el área transversal de la ecuación (37):

$$A_{art} = \frac{\pi}{4} \times \left((0.14^2 - 0.11^2) + \left(\frac{0.11^2 - 0.06^2}{2} \right) \right) = 0.00922 \text{ m}^2$$

Finalmente, de la ecuación (34):

$$H_d = \frac{0.00259}{0.00922} = 0.280 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia requerida para el motor.

La potencia necesaria para que el transportador helicoidal gire, se tiene en cuenta las siguientes características correcta instalación, velocidad y uniformidad de la alimentación. Para calcular la potencia requerida se obtiene de la suma potencia necesaria para vencer la fricción (HPf), además, tenemos la potencia necesaria para mover el material dentro de transportador helicoidal (HPm).

Cálculo del helicoide

Tabla N 22

Datos obtenidos del anexo No. 6 de las tablas 1-12, 1-13, 1-14, 1-2, 1-15, 1-16, 1-17

	Datos obtenidos
L	0.984 pies
N	31.59 rpm
F_d	12.0
F_b	1.0
C	19.59 pies^3/hr
W	50.15 lb/pies^3
F_F	1.0
F_m	1
F_p	No se requiere
F_0	
e	0.88

Por lo tanto, calculamos la potencia al vacío de la ecuación (39):

$$HP_f = \frac{0.984 \times 31.59 \times 12.0 \times 1}{1\ 000\ 000} = 0.0003730 \text{ hp}$$

También calculamos la potencia con material con la ecuación (40):

$$HP_m = \frac{19.59 \times 0.984 \times 50.15 \times 1.0 \times 1}{1\,000\,000} = 0.0009869 \text{ hp}$$

Cálculo del desmucilaginador

De la ecuación (41) se tiene:

$$HP_f = \frac{0.10 \times 875 \times 1.20 \times 1}{410} = 0.256 \text{ hp}$$

Ahora con la carga dada por la ecuación:

$$HP_m \frac{(0.10 + 0.28) \times 0.37 \times 803.40}{186} = 0.61 \text{ hp}$$

Potencia total requerida

De la ecuación (43) tenemos:

$$HP_T = \frac{0.256 + 0.61 + 0.04 + 0.05}{0.88} = 1.31 \text{ hp}$$

Cálculo de las transmisiones.

Realizamos los análisis de fajas y poleas requeridas

Potencia para la faja

se tiene de la ecuación (44) tenemos:

$$P_t = 1.5 \times 1 = 1.5$$

Selección del tipo de banda o correa

La selección se hace de acuerdo al diagrama 2 del anexo No. 7 que está relacionada al rpm del desmucilaginador el cual es 875 entonces la correa o banda que seleccionamos es de **SPZ, XPZ** ya que están dentro del rango permitido de rpm que nos brinda del catálogo SKF.

Cálculo de la relación de transmisión

Entonces de la ecuación (45) para:

Motor monofásico:

$$R_T = \frac{1765}{875} = 2.01$$

Motor trifásico:

$$R_T = \frac{1440}{875} = 1.64$$

Diámetro de la polea

Para el tipo de banda o correa que necesitamos se seleccionó de acuerdo al diagrama recomendado del catálogo SKF del anexo No. 8 el cual se seleccionó un diámetro de 80 mm.

Entonces de la ecuación (46) tenemos:

para el motor monofásico:

$$DP_{desm} = 2.01 \times 80 = 160.80 \text{ mm}$$

para el motor trifásico:

$$DP_{desm} = 1.64 \times 80 = 131.20 \text{ mm}$$

Distancia entre ejes

Como la relación de transmisión es menor a 3:

Entonces de la ecuación (47) tenemos:

para el motor monofásico:

$$E \geq \frac{(2 + 1) \times 160.80}{2} + 160.80 = 402 \text{ mm}$$

para el motor trifásico:

$$E \geq \frac{(2 + 1) \times 131.20}{2} + 131.20 = 328 \text{ mm}$$

Longitud de la correa

Esta dada por la ecuación (48):

Por lo tanto:

Para el motor monofásico:

$$L = 2 \times 402 + \frac{\pi}{2} \times (160.80 + 80) + \frac{(160.80 + 80)^2}{4 \times 402} = 1218.307mm$$

Para el motor trifásico:

$$L = 2 \times 328 + \frac{\pi}{2} \times (131.20 + 80) + \frac{(131.20 + 80)^2}{4 \times 328} = 1021.75mm$$

Según catálogo SKF del anexo No. 9 la banda tipo V que se selecciona es de un mediano superior así que para el motor monofásico es 1237mm y para el motor trifásico es 1037 mm.

Potencia nominal de la banda

Se toma datos del catálogo SKF del anexo No. 10 está dada la ecuación (49):

Entonces:

Para motor monofásico con 1765 RPM interpolando tenemos:

$$P_b = 2,37 + 0.206 = 2.576$$

Para motor trifásico con 1440 RPM tenemos:

$$P_b = 1.99 + 0.17 = 2.16$$

Factor de corrección de la correa

Se toma datos del catálogo SKF del anexo No. 11 para con la ecuación (50):

Para el motor monofásico:

$$C_1 = 0.94 \text{ y } C_3 = \frac{160.80 - 80}{402} = 0.20$$

Para el motor trifásico:

$$C_1 = 0.909 \text{ y } C_3 = \frac{131.20 - 80}{328} = 0.15$$

Radio de la potencia de la banda en v

Dada por la ecuación (51):

Para el motor monofásico $C_3 = 0.97$:

$$P_r = 2.576 \times 0.94 \times 0.97 = 2.35 \text{ kw}$$

Para el motor trifásico $C_3 = 0.98$:

$$P_r = 2.16 \times 0.909 \times 0.98 = 1.92 \text{ kw}$$

Potencia de diseño de la banda

Se toman datos del catálogo SKF del anexo No. 12 para determinar los valores de $C_2 = 1.1$ ya que la máquina estará trabajando dentro de las 10 horas con un arranque suave le corresponde ese valor para la ecuación:

Dada por la ecuación (52):

$$P_d = 1.1 \times 1.1 = 1.21$$

Numero de bandas

Para el cálculo del número de bandas que se va a requerir para el motor está dada por la ecuación del catálogo SKF:

Entonces de la ecuacion (53) tenemos:

Para el motor monofásico:

$$N = \frac{1.21}{2.35} = 0.5$$

Para el motor trifásico:

$$N = \frac{1.21}{1.92} = 0.63$$

Para ambos tipos de motores se requiere de una sola banda para que gire el desmucilagador

Selección de rodamientos y poleas

Tras aver realizado los cálculos seleccionaremos de acuerdo a los catálogos de SKF Y MARTIN según las dimensiones obtenidas se selecciona el inmediato superior.

Tabla N 23

Selección de diámetros de poleas de acuerdo a catalogo SKF.

Poleas		
Motor monofásico	Polea del motor	Designación
		PHP 1SPZ80TB (80mm)
	Polea del eje	PHP 1SPZ170TB (170 mm)
Motor trifásico	Polea del motor	PHP 1SPZ80TB (80mm)
	Polea del eje	PHP 1SPZ132TB (132mm)

Tabla N 24

Selección de diámetros de rodamientos de acuerdo a catalogo SKF y MARTIN.

Chumacera	
Rodamiento de bolas con pestaña cuadrada	Designación
	FY20TR (20mm)

Cálculo sistema eléctrico

Es necesario contar con una buena protección en el sistema eléctrico en cuanto a los arranques de los motores ya que estas máquinas se dañan fácilmente si no son operadas con el debido asesoramiento de un especialista, la selección de los componentes eléctricos está dada por el catálogo eléctrico **SCHNEIDER ELECTRIC**.

Para un motor monofásico con la ecuación (54):

$$I_{motor} = \frac{1118}{220 \times 0.95} = 5.35 \text{ amp}$$

Para su selección de corriente según catálogo para estas máquinas es recomendable el 25% de corriente consumida cuando está en funcionamiento, por lo tanto:

$$IT_{proteccion} = I_{motor} \times (1 + 25\%)$$

Tenemos:

$$IT_{proteccion} = 5.35 \times (1 + 25\%) = 6.68 \text{ amp}$$

Para un motor trifásico de la ecuación (55) tenemos:

$$I_{motor} = \frac{1118}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.82} = 2.07 \text{ amp}$$

Para su selección de corriente según catálogo para estas máquinas es recomendable el 25% de corriente consumida cuando está en funcionamiento, por lo tanto:

$$IT_{proteccion} = I_{motor} \times (1 + 25\%)$$

Tenemos:

$$IT_{proteccion} = 2.07 \times (1 + 25\%) = 2.58 \text{ amp}$$

Tabla N 25

Selección de componentes eléctricos de catálogo Schneider electric.

Componentes eléctricos		
Motor monofásico	Interruptor termomagnético	A9F74210
	Riel IC60N-2P-10A-20kA- Curva C	
	Guardamotor	GV2ME14
	Magnetotérmico 3P 6/10A 100Ka	
Motor trifásico	Interruptor termomagnético	A9F74310
	IC60N 3X10A – CURVA C	
	Guardamotor regulable	GV2ME10
	4.0-6.3A 100kA 690VAC	

La visualización de las fichas técnicas de cada componente eléctrico está en los anexos:

Cálculo del eje del desmucilaginador.

Se determinará diferentes fuerzas que ejercen en el eje para poder realizar el análisis estático como:

Fuerza de las poleas

Se determinará el torque que se ejercerá con la siguiente ecuación (56):

$$T = \frac{7121 \times 1.5}{875} = 12.20 \text{ N} \times m$$

Fuerza radial en la polea

Esta fuerza actual a lo largo del eje x por lo cual la calculamos con la siguiente ecuación (57):

Por lo tanto:

Para el motor monofásico:

$$F = 1.5 \times \left(\frac{2 \times 12.20}{0.160} \right) = 228.75 \text{ N}$$

Para el motor trifásico:

$$F = 1.5 \times \left(\frac{2 \times 12.20}{0.1312} \right) = 278.96 \text{ N}$$

Diagrama de cuerpo libre

Conociendo las dimensiones del eje calculamos las reacciones con la ecuación (58):

Para el motor monofásico:

$$R_b = \frac{228.75 \times (0.71 + 0.05)}{0.71} = 244.85 \text{ N}$$

Para el motor trifásico:

$$R_b = \frac{278.96 \times (0.71 + 0.05)}{0.71} = 298.60 \text{ N}$$

Entonces conociendo una reacción podemos encontrar la otra reacción:

$$R_a = R_b - F$$

Para el motor monofásico:

$$R_a = 244.85 - 228.75 = 16.10 \text{ N}$$

Para el motor trifásico:

$$R_a = 298.60 - 278.96 = 19.69 \text{ N}$$

Podemos decir que el momento flector máximo se posa sobre la reacción b así que calculamos mediante la siguiente ecuación (59):

Para el motor monofásico:

$$M_b = 16.10 \times 0.71 = 11.43 \text{ N} \times m$$

Para el motor trifásico:

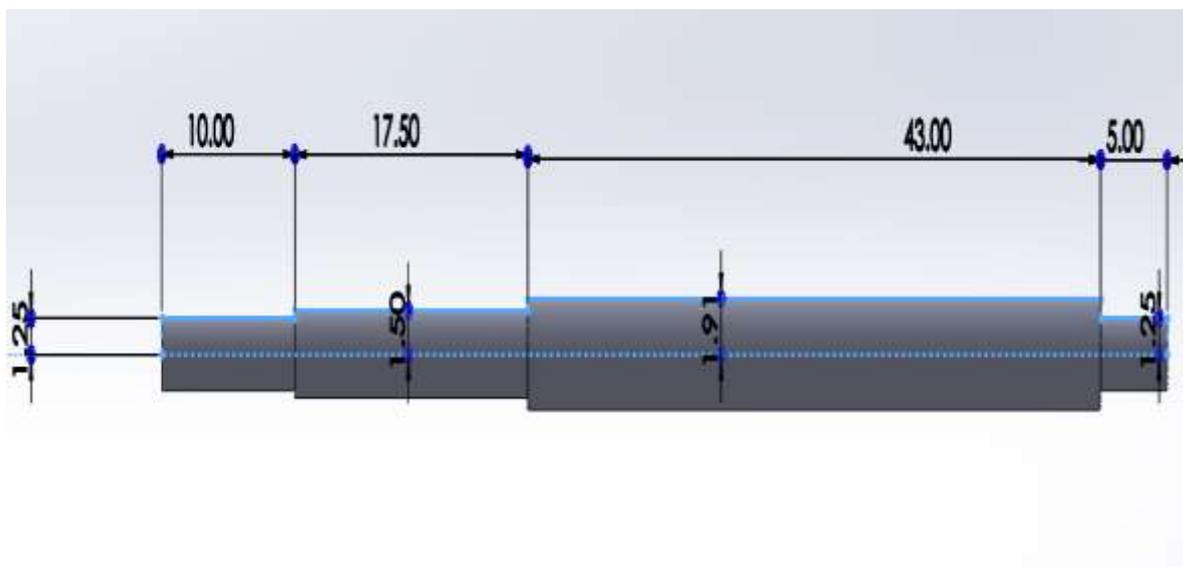
$$M_b = 19.64 \times 0.71 = 13.94 \text{ N} \times m$$

Cálculo del eje del desmucilagador

Se escogió un material el cual posea características buenas y costo accesible.

Figura N 22

Dimensiones del eje de la desmucilagadora.

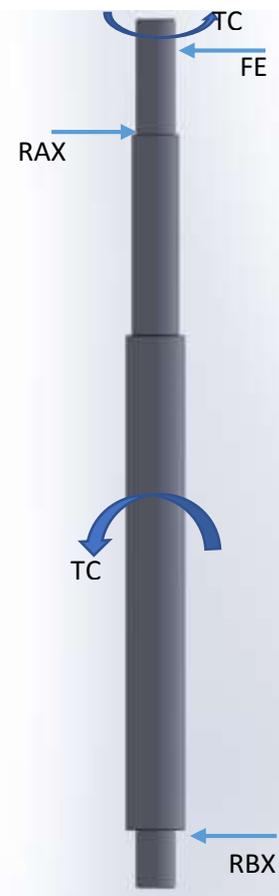


Verificación de la resistencia

Se considero el material AISI 1030 porque es un material dúctil para el eje de transmisión el cual aplicaremos la teoría de Von Misses-Hencky. El eje transmite 1.5 hp a 1440 rpm, la potencia transmitida es por la polea ya seleccionada de 132 mm con una fuerza sobre el eje de 278.96 N, el cual se verificará la resistencia del eje a cargas dinámicas.

Figura N 23

Diagrama de cuerpo libre del eje de la desmucilagadora.



Par torsión

Dada por la ecuación:

$$T_c = \frac{P}{2\pi n} \times n_a = \frac{1100}{2\pi \frac{1440}{60}} \times 0,9 = 6.565 \text{ N.m}$$

El par de torsión pico es $T_p = 1.8 \times T_c = 11,817 \text{ N.m}$

Fuerzas externas

Se ha considerado el paso del tornillo sin fin de 0.05 m para la fuerza de empuje axial, por lo tanto:

$$F_n = \frac{P}{p \times n} = \frac{1,1 \text{ Kw}}{0.05 \times \frac{1440}{60}} = 0.9166 \text{ Kn}$$

La fuerza axial de empuje pico es $F_p = 1.8 \times F_n = 1,648 \text{ Kn}$

Obtenemos las reacciones en los apoyos A y B

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0$$

$$-F_e + R_{AX} - R_{BX} = 0$$

$$F_e = 278.96 \text{ N}$$

Momento flector:

$$+ \sum M_{AXY} = 0$$

$$F_e(50) - R_{BX}(655) = 0$$

Donde se tiene:

$$R_{AX} = 300.96 \text{ N}$$

$$R_{BX} = 21.29 \text{ N}$$

Por lo tanto:

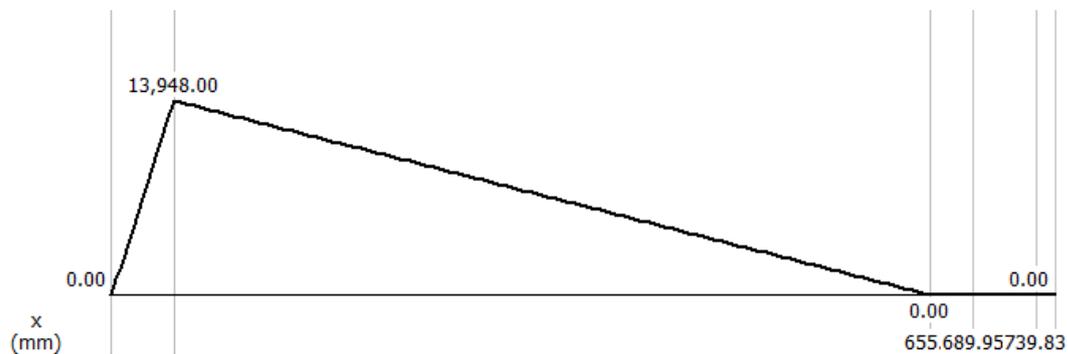
$$+\uparrow \sum F_Y = 0$$

$$F_T - R_{AY} - R_{BY} = 0$$

$$F_T = 1648 \text{ N}$$

Figura N 24

Diagrama de momento flector.



Análisis por fatiga

Se utilizan los procedimientos de análisis estático para calcular la resistencia del material con las propiedades mecánicas del material AISI 1010 CD.

Donde:

$$S_e = S_n \times K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_d \times K_e$$

Entonces del libro de shigley tomamos las propiedades mecánicas.

Resistencia a la tensión: $S_{ut} = 370 \text{ MPa}$

Resistencia a la fluencia: $S_u = 300 \text{ MPa}$

Resistencia a la fatiga: $S_n = 0.5 \times (S_{ut}) = 185 \text{ MPa}$

Factores de corrección del esfuerzo a la fatiga

Factor de superficie se calculó con la formula:

$$K_a = a \times (S_u)^{-b} = 4.51(370)^{-0.265} = 0.94$$

Factor de tamaño

Se calcula teniendo el diámetro del eje el cual se asume un valor de 25 mm, por lo tanto:

$$K_b = \left(\frac{d_e}{7.62} \right)^{-0.107} = 0.87$$

Factor de tipo de carga

Para este tipo de cargas que el eje presenta se recomienda un valor de 1 para este factor.

$$K_c = 1$$

Factor de temperatura

Este es un factor por la cual la desmucilagadora no se verá afectada seleccionándose un valor de 1.

$$K_d = 1$$

Factor de confiabilidad

Para el correcto funcionamiento de la máquina desmucilagadora se asume una confiabilidad del 90%.

$$K_e = 0.897$$

Tenemos el esfuerzo real de la fatiga:

$$S_e = S_n \times K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e$$

$$S'_n = 185 \times 0.94 \times 0.86 \times 1 \times 1 \times 0.897 = 134.14 \text{ MPa}$$

Método de Von Misses

Para este análisis se combinan los tipos de esfuerzos de Von Misses alternantes y medios donde se obtiene:

$$\sigma_a = K_f \frac{M_a C}{I} \quad \sigma_m = K_f \frac{M_m C}{I}$$

$$\tau_a = K_{fs} \frac{T_a C}{J} \quad \tau_m = K_{fs} \frac{T_m C}{J}$$

$$\sigma'_a = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2}$$

$$\sigma'_m = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}}$$

Reemplazando tenemos:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f \times M_a)^2 + 3(K_{fs} \times T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f \times M_a)^2 + 3(K_{fs} \times T_a)^2]^{1/2} \right\}$$

El eje giratorio los valores M_m y T_a serian 0 ya que el esfuerzo flexionante y torsión son constante por lo tanto nos queda:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f \times M_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [3(K_{fs} \times T_a)^2]^{1/2} \right\}$$

Donde:

$$K_f = 1 + q(k_t - 1) \quad K_{fs} = 1 + q_s(k_t - 1)$$

$$K_f = 1 + 0.7(1.62 - 1) \quad K_{fs} = 1 + 0.98(1.25 - 1)$$

$$K_f = 1.434 \quad K_{fs} = 1.245$$

Entonces reemplazamos en la ecuación final:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f \times M_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [3(K_{fs} \times T_a)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(25)^3} \left\{ \frac{1}{134.14} [4(1.434 \times 13.94)^2]^{1/2} + \frac{1}{370} [3(1.245 \times 11.817)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16(3.668 \times 10^{-7})}{\pi(0.025)^3}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16(3.668 \times 10^{-7})}{\pi(0.025)^3}$$

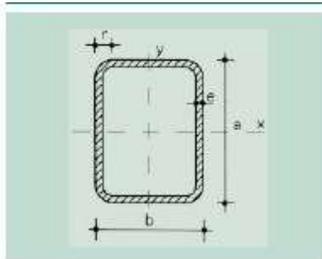
$$n = 8.36$$

Anexo No 4: VALORES MEDIOS DE COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN DIFERENTES MATERIALES.

TRATAMIENTO	ESTADOS DE LOS GRANOS DE CAFÉ				
	En cereza	Despulpado	Lavado	Pergamino seco	Almendra
Metal	0,62	0,3	0,67	0,56	0,47
Concreto	0,55	0,72	1,16	1,55	1
Alfagres	0,76	0,31	0,92	1,02	0,62
Mayólica	0,62	0,36	0,88	0,97	0,57
P.V.C	0,49	0,27	0,6	0,36	0,34
Madera cepillada (fibra perpendicular al flujo de grano)	0,65	0,58	1,21	0,39	0,45
Madera cepillada (fibra paralela al flujo de grano)	0,63	0,67	1,08	0,45	0,5
Madera tosca (fibra perpendicular al flujo de grano)	0,74	0,78	1,25	1,2	0,57
Madera tosca (fibra paralela al flujo de grano)	0,76	0,78	1,2	1,3	0,47

Fig. A 1.1 tomado de Stiven, T (2013) diseño y construcción de tres máquinas para el lavado mecánico del café con fermentación natural utilizando la tecnología deslim en el centro nacional de investigaciones de café Cenicafe.

Anexo No 5: ÁREA Y RADIO DE GIRO DE COLUMNAS.



r = Radio exterior de redondeo
 u = Perímetro
 A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto al eje X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto al eje X
 $W_x = 2I_x : a$: a. Módulo resistente de la sección, respecto al eje Y
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$: A Radio de giro de la sección, respecto al eje X

S_y = Momento estático de media sección, respecto al eje Y
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto al eje Y
 $W_y = 2I_y : b$: b. Módulo resistente de la sección, respecto al eje Y
 $i_y = \sqrt{I_y : A}$: A Radio de giro de la sección, respecto al eje Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección

Perfil	Dimensiones					Terminos de sección										Peso p kg/m	
	a mm	b mm	e mm	r mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	S _y cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴		
⌘ 60. 40.2	60	40	2	5	191	3,70	3,70	18,1	6,03	2,21	2,80	9,69	4,85	1,62	20,7	2,91	P
⌘ 60. 40.3	60	40	3	8	187	5,33	5,18	24,7	8,23	2,15	3,91	13,10	6,56	1,57	29,2	4,18	P
⌘ 60. 40.4	60	40	4	10	183	6,81	6,42	29,7	9,91	2,09	4,84	15,70	7,86	1,52	36,1	5,35	P
⌘ 70. 40.2	70	40	2	5	211	4,10	4,67	26,4	7,55	2,54	3,18	11,10	5,57	1,65	25,8	3,22	C
⌘ 70. 40.3	70	40	3	8	207	5,93	6,59	36,4	10,40	2,48	4,47	15,20	7,59	1,60	36,4	4,66	C
⌘ 70. 40.4	70	40	4	10	203	7,61	8,23	44,3	12,60	2,41	5,56	18,30	9,16	1,55	45,3	5,97	C
⌘ 70. 50.2	70	50	2	5	231	4,50	5,35	31,1	8,87	2,63	4,26	18,50	7,42	2,03	37,5	3,53	C
⌘ 70. 50.3	70	50	3	8	227	6,53	7,59	43,1	12,30	2,57	6,03	25,60	10,30	1,98	53,6	5,13	C
⌘ 70. 50.4	70	50	4	10	223	8,41	9,55	53,0	15,10	2,51	7,57	31,40	12,50	1,93	67,6	6,60	C
⌘ 80. 40.3	80	40	3	8	227	6,53	8,15	51,0	12,80	2,79	5,02	17,20	8,62	1,62	43,8	5,13	P
⌘ 80. 40.4	80	40	4	10	223	8,41	10,20	62,8	15,60	2,73	6,28	20,90	10,50	1,58	54,7	6,60	P
⌘ 80. 40.5	80	40	5	13	219	10,14	12,00	71,8	17,90	2,66	7,33	23,70	11,90	1,53	63,6	7,96	C
⌘ 80. 60.3	80	60	3	8	267	7,73	10,50	68,8	17,20	2,98	8,60	44,20	14,70	2,39	88,5	6,07	P
⌘ 80. 60.4	80	60	4	10	263	10,00	13,30	85,7	21,40	2,93	10,90	54,90	18,30	2,34	113,0	7,86	P
⌘ 80. 60.5	80	60	5	13	259	12,10	15,80	99,8	25,00	2,87	12,90	63,70	21,20	2,29	134,0	9,53	P
⌘100. 50.3	100	50	3	8	287	8,33	13,10	105,0	20,90	3,54	8,13	35,60	14,20	2,07	88,6	6,54	P
⌘100. 50.4	100	50	4	10	283	10,80	16,80	131,0	26,10	3,48	10,30	44,10	17,60	2,02	113,0	8,49	P
⌘100. 50.5	100	50	5	13	279	13,10	20,00	153,0	30,60	3,41	12,20	51,10	20,40	1,97	134,0	10,31	P
⌘100. 50.6	100	50	6	15	274	15,30	22,90	171,0	34,20	3,34	13,90	56,70	22,70	1,92	151,0	12,03	C
⌘100. 60.4	100	60	4	10	303	11,60	18,70	149,0	29,80	3,58	13,10	67,40	22,50	2,41	156,0	9,11	P
⌘100. 60.5	100	60	5	13	299	14,10	22,40	175,0	35,10	3,52	15,70	78,90	26,30	2,36	187,0	11,10	C
⌘100. 60.6	100	60	6	15	294	16,50	25,70	197,0	39,50	3,46	17,90	88,40	29,50	2,31	214,0	12,97	C
⌘100. 80.4	100	80	4	10	343	13,20	22,60	186,0	37,20	3,75	19,40	132,00	33,00	3,16	254,0	10,37	P
⌘100. 80.5	100	80	5	13	339	16,10	27,10	221,0	44,10	3,70	23,30	156,00	39,00	3,11	307,0	12,67	P
⌘100. 80.6	100	80	6	15	334	18,90	31,30	251,0	50,10	3,64	26,90	177,00	44,30	3,06	355,0	14,85	P
⌘120. 60.4	120	60	4	10	343	13,20	24,90	236,0	38,30	4,22	15,40	80,00	26,70	2,46	201,0	10,37	P
⌘120. 60.5	120	60	5	13	339	16,10	30,00	279,0	46,50	4,16	18,40	94,00	31,40	2,41	241,0	12,67	P
⌘120. 60.6	120	60	6	15	334	18,90	34,60	317,0	52,80	4,09	21,20	106,00	35,30	2,37	277,0	14,85	P
⌘120. 80.4	120	80	4	10	383	14,80	29,60	290,0	48,30	4,42	22,40	155,00	38,80	3,24	332,0	11,63	C
⌘120. 80.5	120	80	5	13	379	18,10	35,70	345,0	57,60	4,36	27,00	184,00	46,10	3,19	402,0	14,24	P
⌘120. 80.6	120	80	6	15	374	21,30	41,40	395,0	65,80	4,30	31,30	210,00	52,50	3,14	467,0	16,74	P
⌘120.100.4	120	100	4	10	423	16,40	34,20	343,0	57,20	4,57	30,20	260,00	57,00	3,98	479,0	12,88	P
⌘120.100.5	120	100	5	13	419	20,10	41,50	412,0	68,60	4,52	36,60	311,00	62,20	3,93	583,0	15,81	C
⌘120.100.6	120	100	6	15	414	23,70	48,30	473,0	78,80	4,46	42,60	357,00	71,40	3,88	681,0	18,62	C
⌘140. 60.4	140	60	4	10	383	14,80	32,00	349,0	49,80	4,85	17,60	92,60	30,90	2,50	247,0	11,63	C
⌘140. 60.5	140	60	5	13	379	18,10	38,60	415,0	59,30	4,78	21,20	109,00	36,40	2,45	297,0	14,24	C
⌘140. 60.6	140	60	6	15	374	21,30	44,70	474,0	67,70	4,71	24,40	124,00	41,20	2,41	342,0	16,74	C
⌘140. 80.4	140	80	4	10	423	16,40	37,40	423,0	60,40	5,08	25,40	178,00	44,60	3,30	412,0	12,88	P
⌘140. 80.5	140	80	5	13	419	20,10	45,30	506,0	72,40	5,01	30,80	212,00	53,10	3,25	500,0	15,81	P
⌘140. 80.6	140	80	6	15	414	23,70	52,70	582,0	83,10	4,95	35,70	243,00	60,70	3,20	582,0	18,62	P
⌘140.100.4	140	100	4	10	463	18,00	42,80	497,0	71,00	5,25	34,10	297,00	59,30	4,06	601,0	14,14	P
⌘140.100.5	140	100	5	13	459	22,10	52,10	598,0	85,40	5,20	41,40	356,00	71,20	4,01	733,0	17,38	P

(continúa)

Fig. A 2.1 tabla de área y giro de estructura de pared.

Anexo No 4: MANUAL DE MARTIN DE TORNILLOS SIN FIN.

Tabla 1-3

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = $\frac{1}{4}$ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = $\frac{1}{8}$ Diámetro del Helicoidal	0.67

Tabla 1-4

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF_2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

*No se recomienda.

Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: $CF_2 = 1.0$.

Tabla 1-5

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF_3					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF_3	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Fig. B 1.1 tabla 1-3, 1-4 y 1-5 de factores que determinan el transporte helicoidal.

Anexo No 5: MANUAL DE MARTIN DE TORNILLOS SIN FIN.

Tabla 1-6

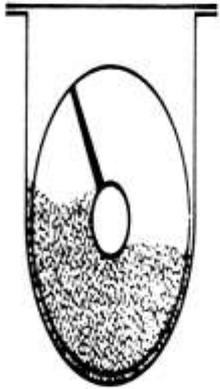
Carga de Artesa		Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
			A 1 RPM	A Máx. RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.20	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
		30	323.00	29070	90

Fig. B 2.1 tabla 1-6 para determinan el diámetro del transporte helicoidal.

Anexo No 6: MANUAL DE MARTIN PARA CALCULAR LOS HP.

Tabla 1-2 Características de los Materiales



Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material F_d	Carga de Artesa
Café en polvo, soluble	19	A40-35PUY	S	1	0.4	45
Café molido, húmedo	35-45	A40-45X	L-S	1	0.6	30A
Café molido, seco	25	A40-35P	L-S	1	0.6	30A
Café tostado en grano	20-30	C1/2-25PQ	S	1	0.4	45
Café, cascarrilla	20	B6-25MY	L-S	1	1	45
Café, grano verde	25-32	C1/2-25PQ	L-S	1	0.5	45

Tabla 1-12

Factor del Diámetro del Transportador, F_d			
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300.0

Tabla 1-13

Factor del Buje para Colgante		
Tipo de Buje		Factor del Buje para Colgante F_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce <i>Martin</i>	2.0
S	* Bronce Grafitado * Bronce, Impregnado en Aceite * Madera, Impregnado en Aceite * Nylatron * * Nylon * Teflón * UHMH * Uretano	2.0
	* Hierro Endurecido <i>Martin</i>	3.4
H	* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica	4.4

Tabla 1-14
Factor, F_f

Tipo de Helicoidal	F_f Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	66%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con Corte y Doble	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	—
*No recomendada				

Tabla 1-15

Factor de Paleta, F_p					
Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido					
Número de Paletas por Paso	0	1	2	3	4
Factor de Paleta — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Tabla 1-16

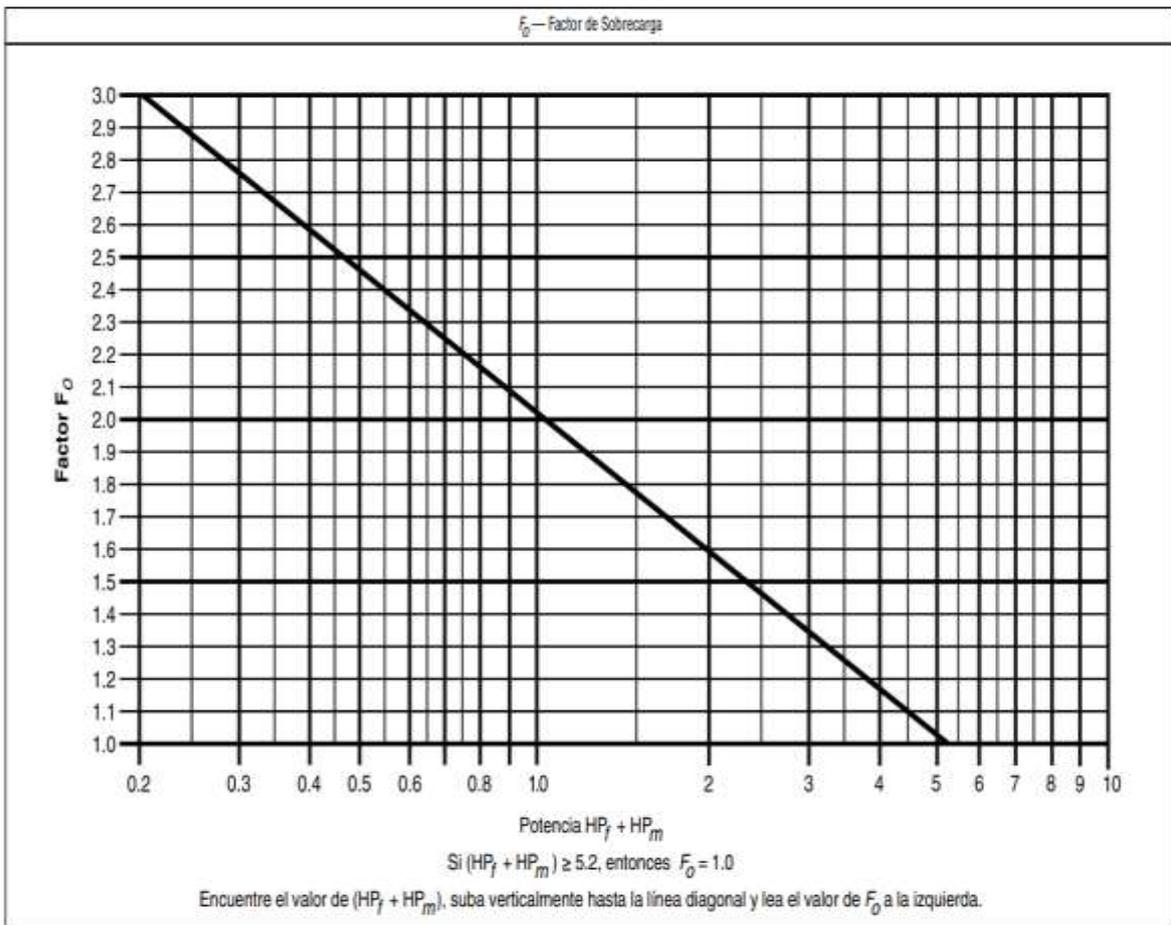


Tabla 1-17

Factor de Eficiencia (e) de las Transmisiones				
Transmisión para Transportador Helicoidal o Montado en Eje con Transmisión de Bandas en "V"	Reductor de Engranajes Helicoidales con Transmisión de Bandas en V y Cople	Motorreductor con Cople	Motorreductor con Transmisión de Cadena	Corona Sifin
.88	.87	.95	.87	Consulte a

Fig. B 3.1 tabla 1-2, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15, 1-16, 1-17 para determinan la potencia del motor

Anexo No 7: BANDA O CORREA DEL CATALOGO SKF.

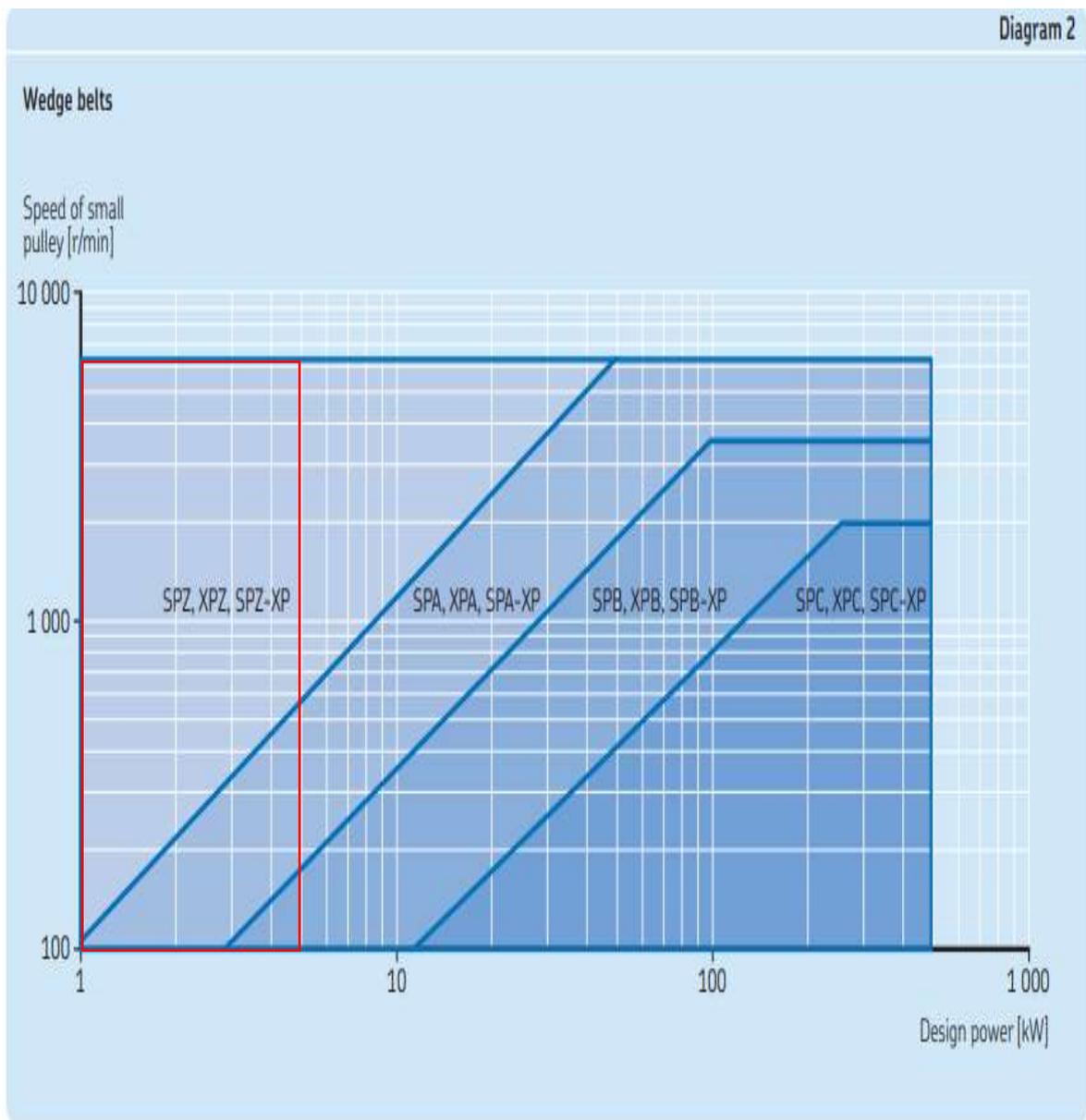
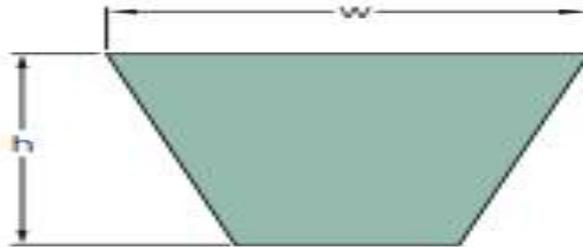


Fig. B 4.1 diagrama de selección del tipo de correa de catalogo SKF.

Anexo No 9: SELECCIÓN DE CORREAS DEL CATALOGO SKF.

SKF Cogged Raw Edge Wedge Belts XPZ | XPA | XPB



Section	Dimensions		Designation	
	Pitch length			
	w	h		
	mm	*		
XPZ	630	9,7	8	PHG XPZ630
	637	9,7	8	PHG XPZ637
	662	9,7	8	PHG XPZ662
	670	9,7	8	PHG XPZ670
	687	9,7	8	PHG XPZ687
	710	9,7	8	PHG XPZ710
	737	9,7	8	PHG XPZ737
	750	9,7	8	PHG XPZ750
	760	9,7	8	PHG XPZ760
	762	9,7	8	PHG XPZ762
	772	9,7	8	PHG XPZ772
	787	9,7	8	PHG XPZ787
	800	9,7	8	PHG XPZ800
	812	9,7	8	PHG XPZ812
	837	9,7	8	PHG XPZ837
	850	9,7	8	PHG XPZ850
	862	9,7	8	PHG XPZ862
	875	9,7	8	PHG XPZ875
	887	9,7	8	PHG XPZ887
	900	9,7	8	PHG XPZ900
	912	9,7	8	PHG XPZ912
	925	9,7	8	PHG XPZ925
	937	9,7	8	PHG XPZ937
	950	9,7	8	PHG XPZ950
	962	9,7	8	PHG XPZ962
	987	9,7	8	PHG XPZ987
	1 000	9,7	8	PHG XPZ1000
	1 010	9,7	8	PHG XPZ1010
	1 012	9,7	8	PHG XPZ1012
	1 037	9,7	8	PHG XPZ1037
	1 120	9,7	8	PHG XPZ1120
	1 137	9,7	8	PHG XPZ1137
	1 140	9,7	8	PHG XPZ1140
	1 162	9,7	8	PHG XPZ1162
	1 180	9,7	8	PHG XPZ1180
	1 187	9,7	8	PHG XPZ1187
1 200	9,7	8	PHG XPZ1200	
1 202	9,7	8	PHG XPZ1202	
1 212	9,7	8	PHG XPZ1212	
1 237	9,7	8	PHG XPZ1237	

Fig. B 6.1 Diámetros de correas estándares recomendados por catálogo SKF.

Anexo No 10: POTENCIA DE CORREAS DEL CATALOGO SKF.

Section XPZ/3VX

Table 9o

Factor shaft speed	Rated power per belt for small pulley datum diameter (mm)													Additional power per belt for speed ratio			
	67	71	75	80	85	90	95	100	112	125	132	140	1.00 to 1.05	1.06 to 1.24	1.25 to 1.59	> 1.59	
r/min	kW													kW			
100	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.29	0.34	0.36	0.39	-	0.01	0.01	0.01	
500	0.58	0.64	0.70	0.78	0.86	0.94	1.02	1.09	1.28	1.47	1.58	1.70	0.01	0.03	0.05	0.06	
720	0.80	0.88	0.97	1.08	1.19	1.30	1.41	1.52	1.78	2.05	2.20	2.37	0.01	0.04	0.07	0.09	
800	0.87	0.97	1.07	1.19	1.31	1.43	1.55	1.67	1.95	2.26	2.42	2.61	0.01	0.05	0.08	0.10	
900	0.97	1.07	1.18	1.32	1.45	1.59	1.72	1.85	2.17	2.51	2.69	2.90	0.01	0.05	0.09	0.11	
960	1.02	1.14	1.25	1.40	1.54	1.68	1.82	1.96	2.30	2.66	2.85	3.07	0.01	0.06	0.10	0.11	
1000	1.06	1.18	1.30	1.45	1.60	1.74	1.89	2.04	2.39	2.76	2.96	3.19	0.01	0.06	0.10	0.12	
1100	1.15	1.28	1.41	1.57	1.74	1.90	2.06	2.22	2.60	3.01	3.22	3.47	0.01	0.07	0.11	0.13	
1200	1.24	1.38	1.52	1.70	1.87	2.05	2.22	2.39	2.81	3.25	3.48	3.75	0.02	0.07	0.12	0.14	
1300	1.33	1.48	1.63	1.82	2.01	2.20	2.38	2.57	3.01	3.49	3.74	4.03	0.02	0.08	0.13	0.15	
1400	1.41	1.58	1.74	1.94	2.14	2.35	2.55	2.74	3.22	3.72	3.99	4.30	0.02	0.08	0.14	0.17	
1440	1.45	1.62	1.78	1.99	2.20	2.40	2.61	2.81	3.30	3.82	4.09	4.41	0.02	0.09	0.14	0.17	
1500	1.50	1.67	1.85	2.06	2.28	2.49	2.70	2.92	3.42	3.96	4.24	4.57	0.02	0.09	0.15	0.18	
1600	1.58	1.77	1.95	2.18	2.41	2.64	2.86	3.09	3.62	4.19	4.49	4.83	0.02	0.10	0.16	0.19	
1700	1.67	1.86	2.06	2.30	2.54	2.78	3.02	3.25	3.81	4.41	4.73	5.10	0.02	0.10	0.17	0.20	
1800	1.75	1.95	2.16	2.42	2.67	2.92	3.17	3.42	4.01	4.64	4.97	5.35	0.02	0.11	0.18	0.21	
1900	1.83	2.05	2.26	2.53	2.80	3.06	3.32	3.58	4.20	4.86	5.21	5.61	0.03	0.11	0.19	0.23	
2000	1.91	2.14	2.36	2.64	2.92	3.20	3.47	3.74	4.39	5.08	5.45	5.86	0.03	0.12	0.20	0.24	
2100	1.99	2.23	2.46	2.75	3.05	3.33	3.62	3.90	4.58	5.30	5.68	6.11	0.03	0.13	0.21	0.25	
2200	2.07	2.32	2.56	2.87	3.17	3.47	3.77	4.06	4.76	5.51	5.90	6.35	0.03	0.13	0.22	0.26	

Fig. B 7.1 Potencia nominal por correa para diámetro de polea pequeña del catálogo SKF.

Anexo No 11: FACTOR DE CORRECCION DE CORREAS DEL CATALOGO SKF.

Arc of contact power correction factor C_3		
$\frac{D-d}{CC}$	Arc of contact on small pulley	Arc of contact correction factor C_3
mm	deg.	-
0,00	180	1,00
0,05	177	0,99
0,10	174	0,99
0,15	171	0,98
0,20	169	0,97
0,25	166	0,97
0,30	163	0,96
0,35	160	0,95
0,40	157	0,94
0,45	154	0,93
0,50	151	0,93
0,55	148	0,92
0,60	145	0,91
0,65	142	0,90
0,70	139	0,89
0,75	136	0,88
...

Belt length correction factor C_1										
Belt length	Correction factor									
	SPZ	SPA	SPB	SPC	8V	Z	A	B	C	D
	SPZ-XP	SPA-XP	SPB-XP	SPC-XP	8V-XP	ZX	AX	BX	CX	
	XPZ	XPA	XPB	XPC						
	3V		5V							
	3V-XP		5V-XP							
	3VX		5VX							
mm	-									
400	0,50					0,87	0,68			
475	0,65					0,90	0,74	0,64		
530	0,74					0,93	0,78	0,70		
630	0,82	0,77				0,96	0,81	0,76		
710	0,84	0,79				0,99	0,83	0,78		
900	0,88	0,83	0,76			1,05	0,87	0,82	0,73	
1000	0,90	0,85	0,78			1,06	0,89	0,84	0,76	
1120	0,93	0,87	0,80			1,08	0,91	0,86	0,78	
1250	0,95	0,89	0,82			1,11	0,93	0,88	0,80	
1400	0,96	0,91	0,84	0,70		1,14	0,96	0,90	0,82	
1600	1,00	0,93	0,86	0,74		1,17	0,99	0,93	0,84	
1800	1,01	0,95	0,88	0,77		1,22	1,01	0,95	0,86	

Fig. B 8.1 Factor de corrección de las longitudes de las correas del catálogo SKF.

Anexo No 12: POTENCIA DE CORREAS DEL CATALOGO SKF.

Table 1		Table 2	
Speed increase ratio		Types of prime mover	
For speed increasing drives of		Soft starts Electric motors:	Heavy starts Electric motors:
Speed ratio 1,00–1,24 multiply service factor by 1,00		AC – Star delta start	AC – Direct-on-line start
Speed ratio 1,25–1,74 multiply service factor by 1,05		DC – Shunt wound	DC – Series and compound wound
Speed ratio 1,75–2,49 multiply service factor by 1,11		Internal combustion engines with 4 or more cylinders	Internal combustion engines with less than 4 cylinders.
Speed ratio 2,50–3,49 multiply service factor by 1,18		Prime movers fitted with centrifugal clutches, dry or fluid couplings or electronic soft start devices	Prime movers not fitted with soft start devices
Speed ratio 3,50 and over multiply service factor by 1,25			

Table 3							
Types of driven machinery	Soft starts			Heavy starts			
	Duty time h/day			Duty time h/day			
	10 and under	Over 10 to 16	Over 16	10 and under	Over 10 to 16	Over 16	
Class 1 Light duty	Blowers, exhausters and fans (up to 7,5 kW), centrifugal compressors and pumps. Belt conveyors (uniformly loaded).	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Class 2 Medium duty	Agitators (uniform density), blowers, exhausters and fans (over 7,5 kW). Rotary compressors and pumps (other than centrifugal). Belt conveyors (not uniformly loaded), generators and excitors, laundry machinery, lineshafts, machine tools, printing machinery, sawmill and woodworking machinery, screens (rotary).	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4

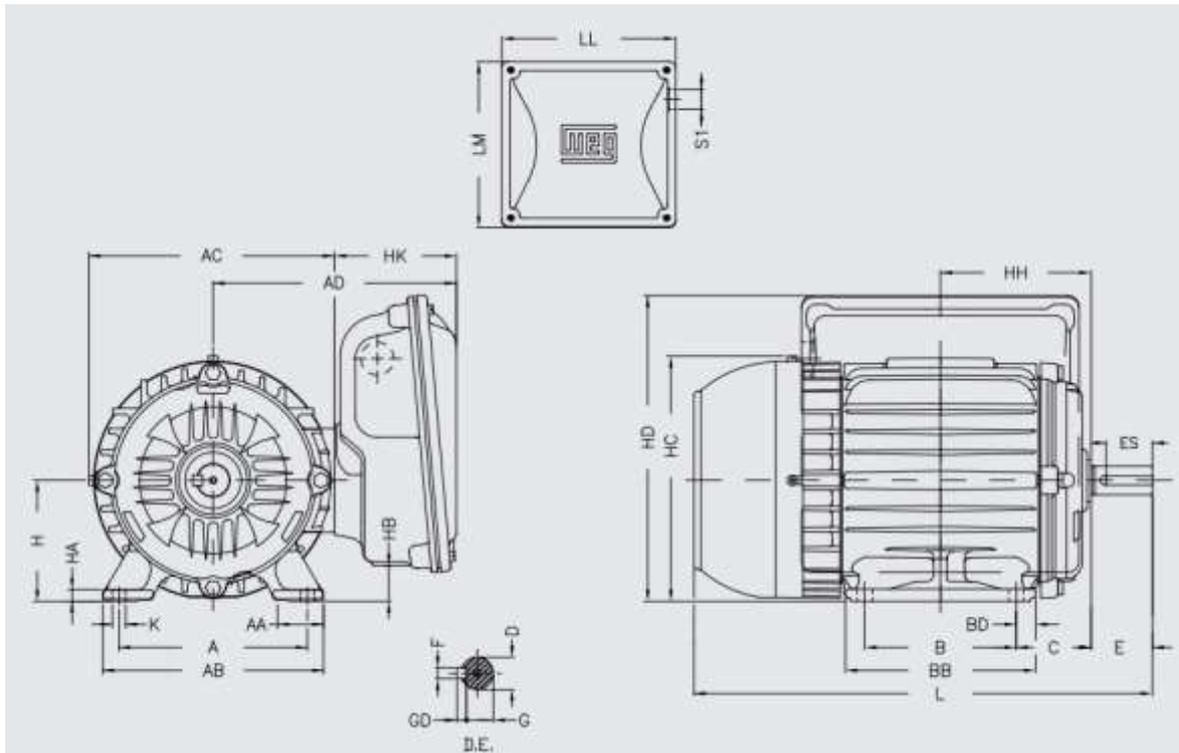
Fig. B 10.1 Factor de corrección para la potencia de las correas del catálogo SKF.

Anexo No 13: TABLA DE MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS WEG (W22).

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado In	Par con rotor trabado Tn/Tn	Par Máximo Tn/Tn	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
kW	HP											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
												50	75	100	50	75	100		
II Polos																			
0.12	0.16	63	0.034	5.9	2.0	2.9	0.0002	6	10.0	50	3490	35.8	44.4	49.9	0.52	0.60	0.68	1.61	0.804
0.18	0.25	63	0.050	6.1	2.2	2.8	0.0003	6	10.7	50	3490	42.3	50.8	55.8	0.51	0.61	0.69	2.12	1.06
0.25	0.33	63	0.071	4.6	2.4	2.4	0.0002	6	10.7	50	3440	48.0	55.6	59.0	0.51	0.62	0.72	2.68	1.34
0.37	0.5	71	0.102	7.2	2	3.1	0.0005	7	13.0	60	3520	51.7	59.9	64.2	0.50	0.61	0.72	3.64	1.82
0.55	0.75	80	0.152	7.7	2.1	3	0.0008	10	16.5	65	3525	60.7	69.8	72.8	0.77	0.85	0.91	3.78	1.89
0.75	1	80	0.208	7.0	2.3	2.7	0.0009	9	17.5	65	3520	60.0	68.0	71.0	0.75	0.83	0.88	5.46	2.73
1.1	1.5	90S	0.303	9.1	2.1	2.9	0.0020	9	24.0	69	3535	70.8	77.2	79.8	0.77	0.85	0.89	7.04	3.52
1.5	2	90L	0.415	8.4	2.1	2.7	0.0022	8	25.0	69	3520	68.4	74.9	77.7	0.81	0.87	0.90	9.76	4.88
2.2	3	100L	0.608	8.7	2.3	3	0.0064	9	37.0	72	3525	72.7	79.2	81.8	0.92	0.95	0.98	12.5	6.25
3	4	112M	0.830	8.0	2.6	2.5	0.0081	6	45.0	72	3520	76.4	81.6	82.1	0.91	0.94	0.95	17.5	8.74
3.7	5	112M	1.02	8.0	2.6	2.5	0.0091	6	47.0	72	3525	80.0	82.3	83.4	0.91	0.96	0.97	20.8	10.4
5.5	7.5	132S	1.52	8.5	2.8	2.9	0.0234	5	69.0	72	3515	73.7	79.7	82.4	0.92	0.95	0.96	31.6	15.6
7.5	10	132M	2.07	8.0	2.2	3.1	0.0223	8	70.0	72	3525	79.9	82.4	83.9	0.83	0.90	0.94	43.2	21.6
9.2	12.5	132M	2.55	8.8	1.9	3	0.0285	7	79.0	72	3515	85.0	87.5	88.3	0.94	0.96	0.97	48.8	24.4
11	15	132ML	3.04	8.5	2.2	3.5	0.0339	6	92.0	72	3530	83.7	87.2	88.5	0.89	0.94	0.95	59.4	29.7
Carcasas opcionales																			
1.5	2	90S	0.415	8.4	2.1	2.7	0.0022	8	25.0	69	3520	68.4	74.9	77.7	0.81	0.87	0.90	9.76	4.88
2.2	3	90L	0.612	7.5	2	2.1	0.0028	7	27.5	69	3500	72.0	77.0	78.5	0.94	0.95	0.96	13.3	6.63
IV Polos																			
0.12	0.16	63	0.068	5.0	2.3	2.0	0.0007	7	9.8	47	1730	32.5	40.0	44.2	0.50	0.58	0.66	1.87	0.935
0.18	0.25	71	0.101	5.0	2.8	2.1	0.0008	15	12.7	55	1730	49.6	55.2	60.4	0.43	0.51	0.61	2.22	1.11
0.25	0.33	71	0.141	5.0	2.6	2.2	0.0009	18	13.2	55	1725	45.1	51.0	56.2	0.46	0.53	0.64	3.16	1.56
0.37	0.5	80	0.207	6.8	2.1	2.5	0.0030	10	17.8	55	1740	51.7	61.0	66.1	0.76	0.83	0.88	2.89	1.45
0.55	0.75	80	0.308	5.8	2.1	2.2	0.0034	9	18.5	55	1740	54.0	63.5	68.0	0.71	0.81	0.87	4.23	2.12
0.75	1	90S	0.414	8.5	2.3	2.4	0.0055	7	24.0	58	1765	55.8	65.1	70.3	0.82	0.87	0.91	5.32	2.66
1.1	1.5	90L	0.607	9.5	2	2.3	0.0069	6	28.0	58	1765	61.0	69.5	74.0	0.88	0.93	0.95	7.12	3.56
1.5	2	100L	0.837	7.2	2.5	2.2	0.0093	10	37.0	58	1745	66.0	73.0	77.0	0.87	0.90	0.93	9.51	4.76
2.2	3	112M	1.23	7.7	2.9	2.7	0.0156	8	46.0	60	1745	65.0	74.0	77.0	0.79	0.87	0.90	14.4	7.22
3	4	112M	1.68	8.0	2.7	2.4	0.0184	6	49.0	60	1740	69.5	75.0	77.0	0.96	0.97	0.98	18.1	9.04
3.7	5	132S	2.06	7.3	3.4	2.5	0.0329	6	65.0	63	1750	71.0	77.9	80.5	0.84	0.91	0.93	22.5	11.3
5.5	7.5	132M	3.06	7.7	3.2	2.5	0.0457	6	80.0	63	1750	75.6	81.0	83.0	0.88	0.92	0.94	32.0	16.0
7.5	10	132M*	4.20	6.7	2.6	2.4	0.0486	6	82.0	63	1740	77.9	82.5	84.0	0.92	0.94	0.95	42.7	21.3
9.2	12.5	132M*	5.15	6.5	2.2	2.3	0.0543	6	88.0	63	1740	78.0	83.2	84.0	0.85	0.91	0.93	53.6	26.8

Fig. B 11.1 selección del motor monofásico de 4 polos con condensador de arranque – 60 Hz.

Anexo No 14: CARCASA 90L DE MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS WEG (W22).

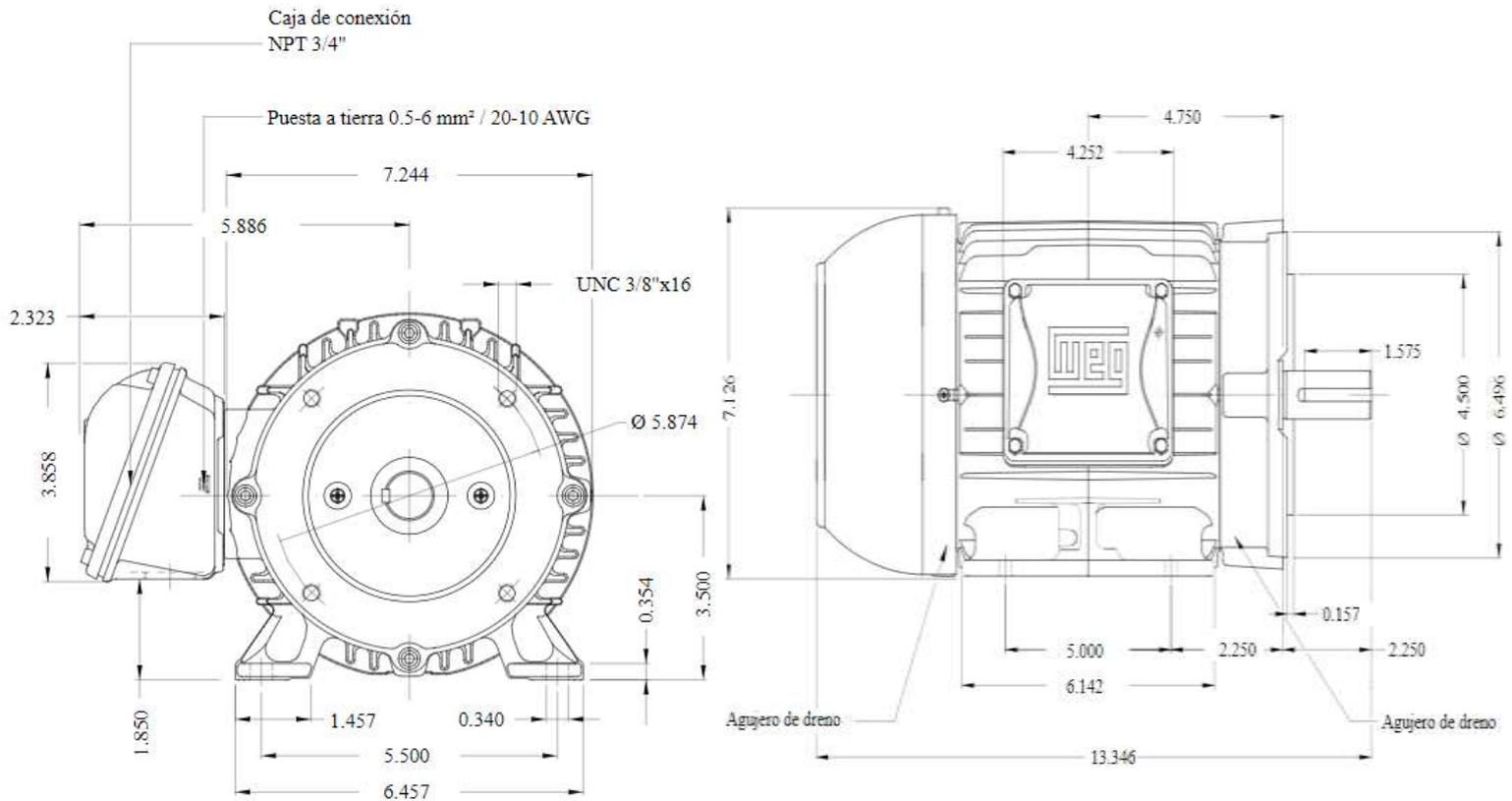


Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BB	BD	C	E _Ø					
										D	E	ES	F	G	GD
63	100	25.5	116	125	128	80	95	7.5	40	116	23	14	4	8.5	4
71	112	28.5	132	141	136	90	113.5	11.75	45	146	30	18	5	11	5
80	125	30.5	149	159	145	100	125.5	12.75	50	196	40	28	6	15.5	6
90S	140	37	164	179	155										
90L	140	37	164	179	181	125	156	15.5	56	246	50	36	8	20	7
100L	160	40	188	206	191	140	173	16.5	63	286	60	45	8	24	8
112M	190	40.5	220	226	206		177	18.5	70						
132S							187								
132M	216	45.5	248	272	234	178	225	23.5	89	386	80	63	10	33	8
132ML						178/203	250								

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HH	HK	K	L'	L''	LL	LM	S1	Acabamientos	
														Delantero	Trasero
63	63	7	23	130	156.3	80	65	7	256	230	184	135	1xM20	6201 ZZ	6201 ZZ
71	71		31	145	163.8	90			293	250				6202 ZZ	6202 ZZ
80	80	8	41	163	174.3	100			326	277				6204 ZZ	6203 ZZ
90S	90	9	45	182	182.4	106	334	305	6205 ZZ						
90L	90	9	26	182	182.4	118.5	358	329		1xM25	6205 ZZ	6203 ZZ			
100L	100	10	43	203	244	133	91	10	418	-	221	206	1xM25	6206 ZZ	6206 ZZ
112M	112		40	226	280	140			423						
132S						159			451		246	232		1xM32	
132M	132	16	60	274	319	178	489	246/286							
132ML						190.5	514								

Fig. B 12.1 Plano de carcasa tipo 90L de motor monofásico.

Anexo No 15: FICHA TÉCNICA MOTORE ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS WEG (W22).



Carcasa	145TC	Momento de inercia (J)	0.1431 sq.ft.lb
Potencia	1.5 HP (1.1 kW)	Categoría	B
Numero de polos	4	Clase de aislamiento	F
Frecuencia	50 Hz	Factor de servicio	1.25
Rotación nominal	1440 rpm	Elevación de temperatura	80 K
Resbalamiento	4.00 %	Ciclo de servicio	Cont.(S1)
Tensión nominal	380 V	Método de partida	Partida directa
Corriente nominal	2.42 A	Temperatura ambiente	-20°C hasta +40°C
Corriente de arranque	15.5 A	Altitud	1000 m
Ip/In	6.4x(Cód. H)	Grado de protección	IP55
Corriente en vacío	1.10 A	Refrigeración	IC411 - TEFC
Torque nominal	5.47 ft.lb	Forma constructiva	F-1
Torque de arranque	220 %	Dirección de rotación ¹	Ambos
Torque máximo	250 %	Nivel de ruido ²	49.0 dB(A)
Tiempo de interbloqueo	25s (frío) 14s (caliente)	Masa aproximada ³	52.6 lb

Fig. B 13.1 Plano y datos del motor trifásico.

Anexo No 16: FICHA TÉCNICA DE POLEA DE EJE SKF.



**Poleas
Wedge Taper Buje 1 Ranura SPZ**

PHP 1SPZ170TB

Diámetro de paso (mm)	170
Diámetro exterior (mm)	174
Tipo de polea	1
buje no.	1610
mín. diámetro (mm)	14
máx. diámetro (mm)	42
F (mm)	dieciséis
G (mm)	-
K (mm)	-
largo (mm)	25
Mmm)	9
Mmm)	80

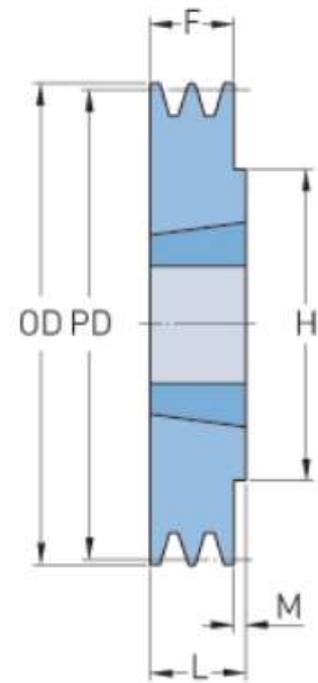


Fig. B 14.1 Dimensiones de polea de catálogo SKF.

Anexo No 17: FICHA TÉCNICA DE POLEA DE MOTOR SKF.



**Poleas
Wedge Taper Buje 1 Ranura SPZ**

PHP 1SPZ80TB

Diámetro de paso (mm)	80
Diámetro exterior (mm)	84
Tipo de polea	1
buje no.	1210
mín. diámetro (mm)	11
máx. diámetro (mm)	32
F (mm)	dieciséis
G (mm)	-
K (mm)	-
largo (mm)	25
Mmm)	9
Mmm)	75

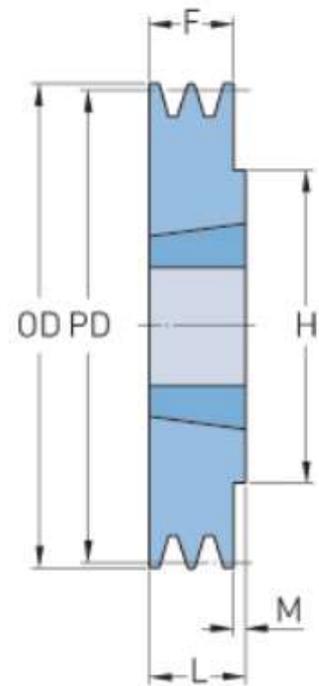
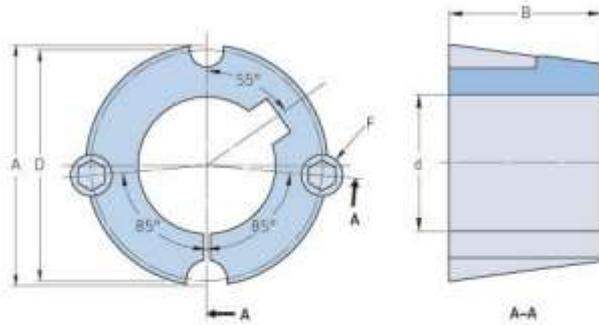


Fig. B 15.1 Dimensiones de polea de catálogo SKF.

Anexo No 18: FICHA TÉCNICA DE CASQUILLOS DE EJE SKF.

PHF TB1610X14MM

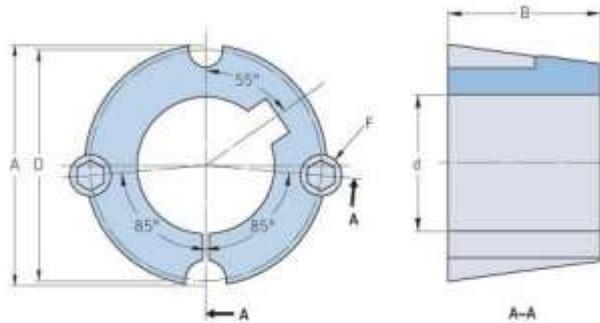


Bushing no.	TB1610
d = Bore diameter (mm)	14
Bore diameter (in)	0.55
Keyway width (mm)	5
Keyway width (in)	0.2
Keyway depth (mm)	2.3
Keyway depth (in)	0.09
A (mm)	57.2
A (in)	2.25
B (mm)	25.4
B (in)	1
D (mm)	54
D (in)	2.13
E (mm)	-
E (in)	-
F (mm)	9.525 x 15.875
F (in)	-
Weight (kg)	0.38
Weight (lbs)	0.84

Fig. B 16.1 Dimensiones de casquillos de catálogo SKF.

Anexo No 19: FICHA TÉCNICA DE CASQUILLOS DE MOTOR SKF.

PHF TB1210X11MM



Bushing no.	TB1210
d = Bore diameter (mm)	11
Bore diameter (in)	0.43
Keyway width (mm)	4
Keyway width (in)	0.16
Keyway depth (mm)	1.8
Keyway depth (in)	0.07
A (mm)	47.6
A (in)	1.87
B (mm)	25.4
B (in)	1
D (mm)	44.5
D (in)	1.75
E (mm)	-
E (in)	-
F (mm)	9.525 x 15.875
F (in)	-
Weight (kg)	0.26
Weight (lbs)	0.57

Fig. B 17.1 Dimensiones de casquillos de catálogo SKF.

Anexo No 20: FICHA TÉCNICA DE RODAMIENTO DE BOLAS TIPO PESTAÑA CUADRADA SKF.



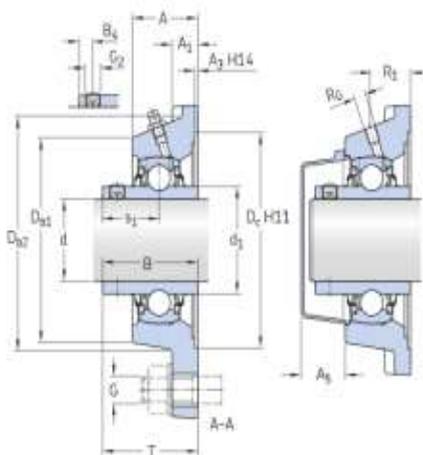
FY 20 TR

Unidades de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada

Los valores dependen del rodamiento incluido:
tabla 1, tabla 2, tabla 3,
tabla 4.

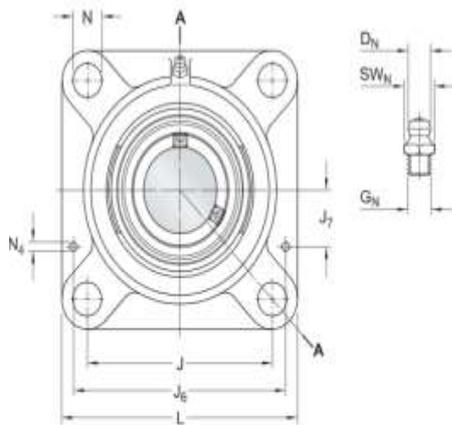
Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	ISO
Para un propósito específico	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material del soporte	Fundición
Solución de sellado	Sellos múltiples



DIMENSIONES

d	20 mm	Diámetro del agujero
d_1	= 28.2 mm	Diámetro exterior del aro interior
A	29.5 mm	Ancho total
A_1	11 mm	Ancho de la pestaña
A_3	3.2 mm	Profundidad del rebaje de centrado
A_5	20.5 mm	Parte que sobresale de la tapa lateral
B	31 mm	Ancho del aro interior
B_4	4.5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
D_{b1}	57 mm	Diámetro superior externo
D_{b2}	63 mm	Diámetro externo de la base
D_c	68.3 mm	Diámetro de centrado
J	63.5 mm	Distancia entre los tornillos de fijación



L	86 mm	Longitud total
N	11.5 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación
s1	18.3 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura
T	37.3 mm	Ancho total de la unidad

BOQUILLA ENGRASADORA

DN	6.5 mm	Diámetro de la cabeza esférica de la boquilla engrasadora
SWN	7 mm	Tamaño de la llave hexagonal para la boquilla engrasadora
GN	1/4-28 SAE-LT	Rosca de la boquilla engrasadora

ORIFICIO ROSCADO

R _f	1/4-28 UNF	Rosca del soporte para boquilla engrasadora
R _z	20.5 mm	Posición axial de la rosca del soporte

FIJAS DE SITUACIÓN

J ₆	74 mm	Distancia de las fijas de situación
J ₇	16 mm	Desplazamiento axial de las fijas de situación
N	4 mm	Diámetro recomendado para las fijas de situación

Fig. B 18.1 Dimensiones de chumacera de catálogo SKF.

Anexo No 21: FICHA TÉCNICA DE INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 2P.

Ficha técnica del producto Características

A9F74210

Interruptor termomagnético Riel
iC60N-2P-10A-20kA-Curva C



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	iC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Corriente nominal (In)	10 A
Tipo de red	CA DC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en <= 125 V DC acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en 380...415 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu en 220...240 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 6 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 36 kA Icu en 100...133 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2
Categoría de utilización	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Sí acorde a EN 60898-1 Sí acorde a EN 60947-2 Sí acorde a IEC 60898-1 Sí acorde a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 EN 60947-2 IEC 60898-1 EN 60898-1

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a IEC 60947-2 - 72...125 V DC 10 kA 100 % acorde a EN 60947-2 - 72...125 V DC
Clase de limitación	3 acorde a EN 60898-1 3 acorde a IEC 60898-1
[U] tensión asignada de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz acorde a EN 60947-2 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV acorde a EN 60947-2 6 kV acorde a IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Tipo de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78.5 mm
Peso del producto	0.25 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm ² rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...16 mm ² Flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP20 acorde a EN 60529
Grado de contaminación	3 acorde a EN 60947-2 3 acorde a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Fig. B 19.1 interruptor termomagnético para el motor monofásico de catálogo SCHNEIDER ELECTRIC.

Anexo No 22: FICHA TÉCNICA DE GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO 3P.

Hoja de datos del producto Características

GV2ME14

Guardamotor MagnetoTérmico 3P 6/10A
100Ka



Principal

Distancia	TeSys
Nombre del producto	TeSys GV2
Modelo de dispositivo	GV2ME
Aplicación del dispositivo	Motor
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético

Complementario

Número de polos	3P
Tipo de red	CA
Categoría de utilización	AC-3 conforme a IEC 60947-4-1 A conforme a IEC 60947-2
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz conforme a IEC 60947-4-1
Modo de fijación	Perfil DIN simétrico de 35 mm: cortado Panel: con tornillos (Con placa adaptadora)
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Potencia del motor en kW	3 kW a 400/415 V CA 50/60 Hz 4 kW a 400/415 V CA 50/60 Hz 4 kW a 500 V CA 50/60 Hz 5,5 kW a 690 V CA 50/60 Hz 7,5 kW a 690 V CA 50/60 Hz 5,5 kW a 500 V CA 50/60 Hz
Poder de corte	100 kA Icu a 230/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 kA Icu a 400/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 3 kA Icu a 690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 10 kA Icu a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 15 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	100 % a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 230/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 400/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 75 % a 690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Tipo de control	Pulsador
Corriente nominal	10 A
Thermal protection adjustment range	6... 10 A
Corriente de disparo magnética	138 A
Tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Tensión asignada de aislamiento	690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
[It] Intensidad térmica convencional	10 A conforme a IEC 60947-4-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a IEC 60947-2
Potencia total disipada por polo	2,5 W
Endurancia mecánica	100000 ciclos
Endurancia eléctrica	100000 ciclos para AC-3 a 440 V
Maximum operating rate	25 cycle
Servicio nominal	Continuo conforme a IEC 60947-4-1

Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...6 mm ² sólido Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1,5...6 mm ² flexible sin extremidad de cable Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm ² flexible con
Par de apriete	1,7 N.m sobre conexión tornillo de estribo
Idoneidad para el seccionamiento	Si conforme a IEC 60947-1
Sensibilidad a fallo de fase	Si conforme a IEC 60947-4-1
Alto	89 mm
Ancho	45 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,26 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947-2 EN/IEC 60947-4-1 CSA C22.2 No 60947-4-1 UL 60947-4-1
Certificados de producto	IECEE CB Scheme UL CSA CCC EAC ATEX BV LROS (Lloyds register of shipping) DNV-GL RINA
Tratamiento de protección	TH
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK04
Temperatura ambiente	-20...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...80 °C
Resistencia al fuego	960 °C conforme a IEC 60695-2-1
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m

Fig. B 20.1 guardamotor magnetotérmico para el motor monofásico de catálogo SCHNEIDER ELECTRIC.

Anexo No 23: FICHA TÉCNICA DE INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 3P.

Hoja de datos del producto A9F74310

Características

INT. TERMOMAGNETICO IC60N 3X10A -
CURVA



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	10 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 KA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a EN/ IEC 60947-2 10 KA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 20 KA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 6 KA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 36 KA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a EN/IEC 60947-2
Categoría de utilización	A conforme a EN 60947-2 A conforme a IEC 60947-2
Idoneidad para el seccionamiento	Si conforme a EN 60898-1 Si conforme a EN 60947-2 Si conforme a IEC 60898-1 Si conforme a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 IEC 60898-1 EN 60898-1 EN 60947-2

Complementario	
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	15 KA 75 % conforme a EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 KA 75 % conforme a EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 KA 75 % conforme a EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 KA 75 % conforme a IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 KA 75 % conforme a IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 KA 75 % conforme a IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 27 KA 75 % conforme a IEC 60947-2 - 12 ... 133 V CA 50/60 Hz 27 KA 75 % conforme a EN 60947-2 - 12 ... 133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % conforme a EN 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % conforme a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 10 KA 100 % conforme a IEC 60947-2 - 125 ... 180 V CC 10 kA 100 % conforme a EN 60947-2 - 125 ... 180 V CC
Clase de limitación	3 conforme a EN 60898-1 3 conforme a IEC 60898-1
Tensión asignada de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz conforme a EN 60947-2 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 KV conforme a EN 60947-2 6 kV conforme a IEC 60947-2
Indicación de contacto positivo	Sí
Tipo de control	Palanca de conmutación
Señalizaciones frontales	Indicador deseng.
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de juego de bar	Arriba o abajo: Sí
Pasos de 9 mm	6
Alto	85 mm
Ancho	54 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,375 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 ciclos
Endurancia eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal único (arriba o abajo) 1...25 mm ² rígido Terminal único (arriba o abajo) 1...16 mm ² flexible
Longitud de pelado de cable	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección de fugas a tierra	Bloque independiente
Entorno	
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529 IP20 conforme a EN 60529
Grado de contaminación	3 conforme a EN 60947-2 3 conforme a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 conforme a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % a 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Fig. B 21.1 interruptor termomagnético de 3P para el motor trifásico de catálogo SCHNEIDER ELECTRIC.

Anexo No 24: FICHA TÉCNICA DE GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO 3P.

Hoja de datos del producto Características

GV2ME10

Guardamotor MagnetoTérmico 3P 4/6.3A
100Ka



Principal

Distancia	TeSys
Nombre del producto	TeSys GV2
Modelo de dispositivo	GV2ME
Aplicación del dispositivo	Motor
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético

Complementario

Número de polos	3P
Tipo de red	CA
Categoría de utilización	AC-3 conforme a IEC 60947-4-1 A conforme a IEC 60947-2
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz conforme a IEC 60947-4-1
Modo de fijación	Perfil DIN simétrico de 35 mm: cortado Panel: con tornillos (Con placa adaptadora)
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Potencia del motor en kW	2,2 kW a 400/415 V CA 50/60 Hz 3 kW a 500 V CA 50/60 Hz 4 kW a 690 V CA 50/60 Hz
Poder de corte	100 kA Icu a 230/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 kA Icu a 400/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 3 kA Icu a 690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 50 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 50 kA Icu a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	100 % a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 230/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 100 % a 400/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 75 % a 690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Tipo de control	Pulsador
Corriente nominal	6,3 A
Thermal protection adjustment range	4...6,3 A
Corriente de disparo magnética	78 A
Tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Tensión asignada de aislamiento	690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
[Ith] Intensidad térmica convencional	6,3 A conforme a IEC 60947-4-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a IEC 60947-2
Potencia total disipada por polo	2,5 W
Endurancia mecánica	100000 ciclos
Endurancia eléctrica	100000 ciclos para AC-3 a 440 V
Maximum operating rate	25 cyc/h
Servicio nominal	Continuo conforme a IEC 60947-4-1
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...6 mm ² sólido Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1,5...6 mm ² flexible sin extremidad de cable Conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm ² flexible con

Par de apriete	1,7 N.m sobre conexión tornillo de estribo
Idoneidad para el seccionamiento	Sí conforme a IEC 60947-1
Sensibilidad a fallo de fase	Sí conforme a IEC 60947-4-1
Alto	89 mm
Ancho	45 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,26 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947-2 EN/IEC 60947-4-1 CSA C22.2 No 60947-4-1 UL 60947-4-1
Certificados de producto	IECEE CB Scheme UL CSA CCC EAC ATEX BV LROS (Lloyds register of shipping) DNV-GL RINA
Tratamiento de protección	TH
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK04
Temperatura ambiente	-20...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...80 °C
Resistencia al fuego	960 °C conforme a IEC 60695-2-1
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m

Fig. B 22.1 guardamotor magnetotérmico para el motor trifásico de catálogo SCHNEIDER ELECTRIC.

Anexo No 25: PLANO DE ESTRUCTURA DE MAQUINA DE CAFE.

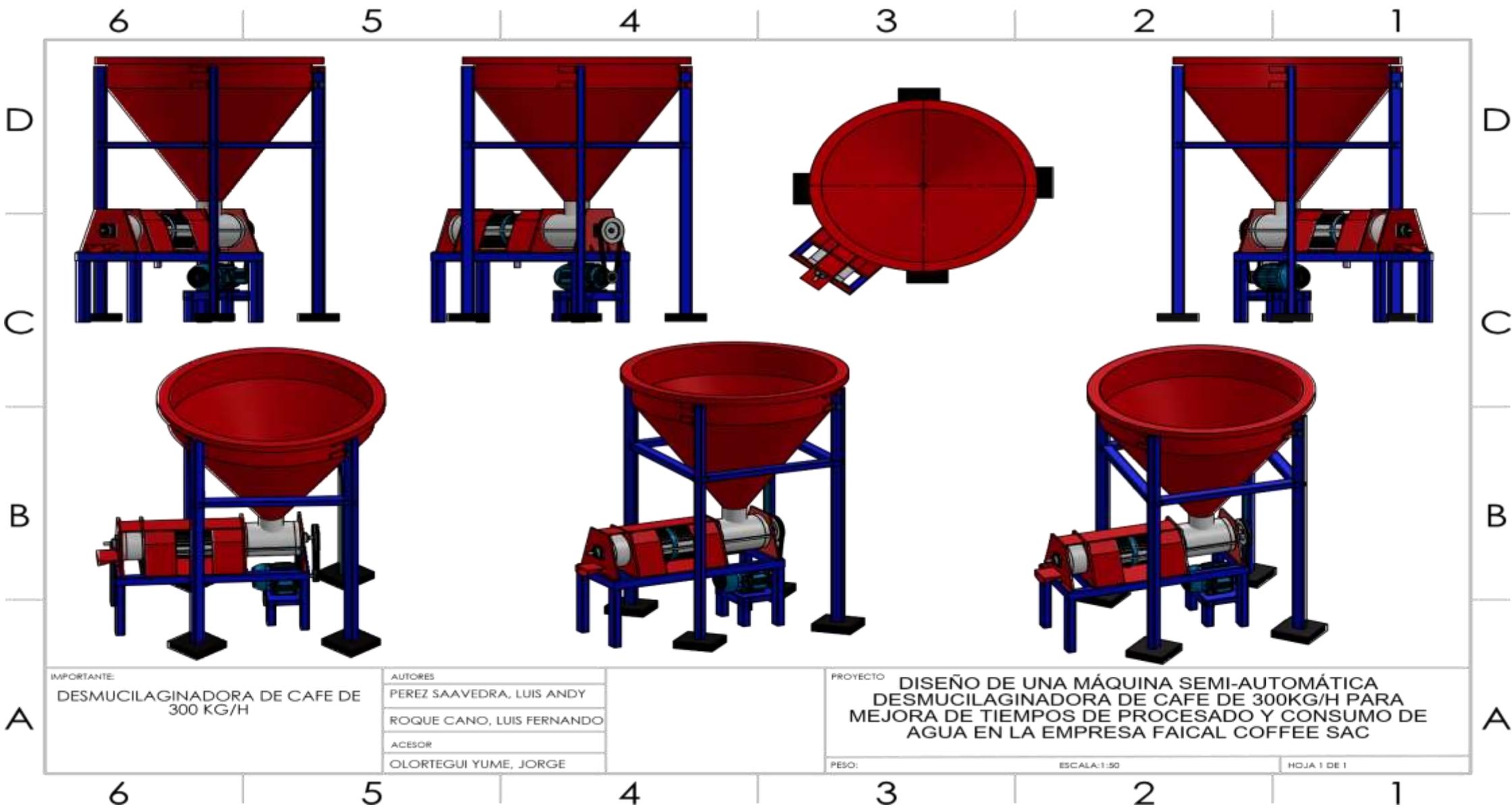


Fig. B 23.1 Plano máquina desmucilaginadora de café.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de una máquina semi-automática desmucilagadora de café de 300kg/h para mejora de tiempos de procesado y consumo de agua en la empresa FAICAL COFFEE SAC", cuyos autores son PEREZ SAAVEDRA LUIS ANDY, ROQUE CANO LUIS FERNANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 19 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
OLORTEGUI YUME JORGE ANTONIO DNI: 18072601 ORCID: 0000-0001-5734-040X	Firmado electrónicamente por: JOLORTEGUIY el 02- 08-2022 07:59:34

Código documento Trilce: TRI - 0352177