



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**Escuela Académico Profesional De Ingeniería Mecánica
Eléctrica**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA**

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
DESMUCILAGINADORA AUTOMATIZADA PARA
CAFÉ CON CAPACIDAD DE 500 Kg/h**

Autores:

Bach. Chavarria Castrejon Roly Anthony

Bach. Piscoya Caton Junior Alberto

Asesor:

Msc. Vives Garnique Juan Carlos

Línea de investigación:

Ingeniería De Procesos Productivos

Pimentel – Peru

2018

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA AUTOMATIZADA PARA
CAFÉ CON CAPACIDAD DE 500 Kg/h

Autores

Bach. Chavarria Castrejon Roly Anthony

Bach. Piscoya Caton Junior Alberto

Asesor

Msc. Vives Garnique Juan Carlos

Asesor de tesis

Aprobación de tesis

MSc. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Presidente del jurado de tesis

Msc. Alvarado Silva Carlos Alexis

Secretaria del jurado de tesis

Msc. Vives Garnique Juan Carlos

Vocal del jurado de tesis

Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis a mis padres, que me brindaron la posibilidad de estudiar y siempre me apoyaron en todas mis decisiones.

Chavarria Castrejon Roly Anthony.

Dedico este trabajo de tesis a Dios y a mis padres por todo el esfuerzo que realizaron para lograr que esto sea posible.

Piscoya Caton Junior Alberto

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mis padres por sus esfuerzos para brindarme esta profesión, a mis maestros por acompañarme durante mi desarrollo profesional, a mis compañeros de estudio, que no hubiese sido lo mismo la vida universitaria.

Chavarria Castrejon Roly Anthony.

Agradezco Dios por cuidarme y brindarme fuerzas para nunca rendirme, a mis padres por guiarme, darme los recursos para la universidad, a los docentes de esta por compartir sus conocimientos y formar grandes profesionales, a mis compañeros de estudio por estar todos estos años con su amistad.

Piscoya Caton Junior Alberto.

Índice general

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Índice de Ilustraciones.....	ix
Índice de tablas	xi
Índice de ecuaciones	xiii
Resumen	xvi
Abstract.....	xvii
I. INTRODUCCION.....	xviii
1.1. Realidad problemática	1
1.1.1 Nivel internacional	1
1.1.2 Nivel nacional	6
1.1.3 Nivel local	10
1.2 Antecedentes de estudio	10
1.2.1 Nivel internacional	14
1.2.2 Nivel nacional	16
1.2.3 Nivel local	20
1.3 Teorías relacionadas al tema	22
Etapas de producción de café	23
Máquina desmucilagadora de café.....	26
Tipos de máquinas desmucilagadora presentes en el mercado.	27
Diseño de desmucilagador	31
Definición de la terminología	33
1.4 Formulación del problema.....	37
1.5 Justificación e importancia de la investigación	37

Técnica	37
Social	37
Económica	37
Ambiental	38
1.6 Hipótesis	38
1.7 Objetivos	38
1.7.1 Objetivo general	38
1.7.2 Objetivos específicos	38
II. MATERIAL Y METODO	39
2.1 Tipo y diseño de investigación	39
Tipo de investigación	39
Diseño de investigación	39
2.2 Población y muestra	39
Población	39
Muestra	40
2.3 Variables Y Operacionalización	40
2.3.1 Variable independiente	40
2.3.2 Variable dependiente	40
2.3.3 Operacionalización	40
2.4 técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
Técnicas de recolección de datos	42
Instrumentos de recolección de datos	42
2.5 Procedimientos de análisis de datos	43
Diagrama de flujo de procesos	43
Descripción de procesos	44
Equipos materiales e instrumentos	46

Recursos humanos	46
Fórmulas de cálculo	47
Planos	47
Análisis estadístico e interpretación de los datos	47
2.6 Criterios éticos	48
2.7 Criterios de rigor científico	48
III.RESULTADOS	50
3.1 Resultados en tablas y figuras	50
Condiciones iniciales	50
Estructura de funciones para la maquina desmucilaginadora de café	51
Matriz morfológica	52
Cálculo del transportador helicoidal	53
Cálculo de altura de desmucilaginador	57
Cálculo de la potencia requerida	61
Dimensionado de poleas	69
Diseño del eje del Desmucilaginador	71
Selección de bandas de transmisión	89
Selección de rodamientos	99
Modelado 3D con software Solid Works	108
Sistema de protección eléctrica	116
Sistema hidráulico	119
Sistema automatizado	122
Método de elementos finitos	132
3.2 Discusión de resultados	137
3.3 Aporte practico	138
Propuesta de investigación	138

Especificaciones técnicas	138
Planos de máquina	138
Manual de usuario	139
Plan de mantenimiento	140
Presupuesto	145
Evaluación económica	147
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
4.1 Conclusiones	153
4.2 Recomendaciones	154
Referencias bibliográficas	156

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 2: Máquina beneficiadora de café</i>	23
<i>Ilustración 3: Granos de café desmucilaginado</i>	24
<i>Ilustración 4: Salida de máquina desmucilagadora</i>	26
<i>Ilustración 5: Máquina desmucilagadora con transporte por gravedad</i>	28
<i>Ilustración 6: Desmucilagadora continúa de flujo ascendente</i>	29
<i>Ilustración 7: Desmucilagadora de cepillo</i>	31
<i>Ilustración 8: Diseño de investigación</i>	39
<i>Ilustración 9: Diagrama de flujo de procesos</i>	44
<i>Ilustración 10: Estructura de funciones</i>	51
<i>Ilustración 11: Selección de paso de helicoidal</i>	54
<i>Ilustración 12: Vista isométrica de Helicoidal</i>	57
<i>Ilustración 13: Vista isométrica del limpiador</i>	58
<i>Ilustración 14: Área transversal del desmucilagador</i>	60
<i>Ilustración 15: Motor monofásico WEG</i>	68
<i>Ilustración 16: Selección del tipo de correa</i>	69
<i>Ilustración 17: Diagrama de cuerpo libre del eje</i>	73
<i>Ilustración 18: Grafica de fuerza cortante en el eje</i>	75
<i>Ilustración 19: Grafica de momento flector en el eje</i>	76
<i>Ilustración 20: Valor de sensibilidad a la muesca</i>	83
<i>Ilustración 21: Factor de concentrador de esfuerzos</i>	84
<i>Ilustración 22: Vista lateral del eje de desmucilagador</i>	88
<i>Ilustración 23: Selección de longitud estándar banda en V</i>	93
<i>Ilustración 24: Bandas en V - SKF</i>	98
<i>Ilustración 25: Polea y buge de sujeción - SKF</i>	99
<i>Ilustración 26: Propiedades físicas del eje con limpiadores</i>	100
<i>Ilustración 27: Distribución de las fuerzas en rodamiento</i>	101
<i>Ilustración 28: Vistas de dibujo de chumacera SKF</i>	108
<i>Ilustración 29: Vista isométrica tolva de carga</i>	109
<i>Ilustración 30: Vista isométrica de tapas</i>	110
<i>Ilustración 31: Vista de detalle de barra de soporte</i>	111

<i>Ilustración 32: Vista isométrica de panel delantero</i>	112
<i>Ilustración 33: Vista isométrica de panel trasero</i>	113
<i>Ilustración 34: Vista isométrica de estructura de soporte</i>	114
<i>Ilustración 35: Vista isométrica de guarda y tuerca de ajuste</i>	115
<i>Ilustración 36: Vista isométrica de salida</i>	116
<i>Ilustración 37: Llave termomagnética</i>	118
<i>Ilustración 38: Guardamotor</i>	119
<i>Ilustración 39: Electroválvula solenoide</i>	120
<i>Ilustración 40: Nipple macho roscado</i>	121
<i>Ilustración 41: Vista de detalle de sistema hidráulico</i>	121
<i>Ilustración 42: Fuente de poder</i>	122
<i>Ilustración 43: Placa programable Arduino UNO</i>	123
<i>Ilustración 44: Sensor ultrasónico</i>	124
<i>Ilustración 45: Modulo de relé</i>	124
<i>Ilustración 46: Caja de conexiones</i>	125
<i>Ilustración 47: Diagrama de conexiones eléctricas</i>	126
<i>Ilustración 48: Programación arduino</i>	127
<i>Ilustración 49: programación arduino (continuación)</i>	128
<i>Ilustración 50: Programación arduino (continuación)</i>	129
<i>Ilustración 51: Programación arduino (continuación)</i>	130
<i>Ilustración 52: Programación arduino (continuación)</i>	131
<i>Ilustración 53: Aplicación de fuerzas y factor de seguridad de eje desmucilagador</i>	133
<i>Ilustración 54: Aplicación de fuerzas en limpiador</i>	134
<i>Ilustración 55: Resultados del factor de seguridad para limpiador</i>	134
<i>Ilustración 56: Aplicación de fuerzas en helicoidal</i>	135
<i>Ilustración 57: Resultados del factor de seguridad para helicoidal</i>	135
<i>Ilustración 58: Aplicación de fuerzas en estructura de soporte</i>	136
<i>Ilustración 59: Resultados del factor de seguridad para estructura de soporte</i>	137
<i>Ilustración 60: Advertencia de riesgo eléctrico</i>	142
<i>Ilustración 61: Prohibición de mantenimiento en marcha</i>	142
<i>Ilustración 62: Pozas de fermentación de café</i>	152

Índice de tablas

Tabla 1: Variedades de café en Jaén	3
Tabla 2: Operacionalización de variable independiente	40
Tabla 3: Operacionalización de variable dependiente	41
Tabla 4: Equipos, materiales e instrumentos.....	46
Tabla 5: Recursos humanos.....	47
Tabla 6: Matriz morfológica	52
Tabla 7: Coeficiente de relleno según tipo de carga.....	54
Tabla 8: Coeficiente de carga según inclinación	55
Tabla 9: Factor de diámetro según diámetro exterior	62
Tabla 10: Factor según tipo de rodadura.....	63
Tabla 11: Tamaños estándar para poleas - SKF	70
Tabla 12: Propiedades mecánicas de los aceros	76
Tabla 13: Valores para factor de acabado superficial.....	79
Tabla 14: Factor de confiabilidad.....	81
Tabla 15: Factores de concentración de esfuerzos para diferentes variaciones	84
Tabla 16: Valores calculados para diámetros de eje	87
Tabla 17: Valores seleccionados para diámetros de eje	88
Tabla 18: Coeficiente de servicio según tipo de máquina	90
Tabla 19: Factor por incremento de velocidad.....	91
Tabla 20: Valores de potencia soportada por banda en V.....	94
Tabla 21: Factor de corrección C1 para banda en V	95
Tabla 22: Factor de corrección C3 para banda en V	96
Tabla 23: Codificación de poleas y buges SKF seleccionados.....	98

Tabla 24: Valores para los factores de carga X – Y para rodamientos.....	102
Tabla 25: cálculo del factor f_0 para rodamientos	103
Tabla 26: Vida promedio de funcionamiento según tipo de máquina	105
Tabla 27: Factor de carga según tipo de aplicación	106
Tabla 28: Características de la placa programable Arduino UNO	123
Tabla 29: Aplicación de fuerzas para análisis computacional	132
Tabla 30: Aplicación de fuerzas para análisis computacional	134
Tabla 31: Aplicación de fuerzas para análisis computacional	135
Tabla 32: Especificaciones técnicas de máquina desmucilagadora	138
Tabla 33: Presupuesto de máquina desmucilagadora.....	146
Tabla 34: Flujo de caja a 5 años.....	149

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Cantidad de flujo másico.....	53
Ecuación 2: Relación entre paso y diámetro	55
Ecuación 3: Calculo del diámetro requerido	55
Ecuación 4: Altura del helicoidal.....	56
Ecuación 5: Flujo volumétrico de máquina	58
Ecuación 6: Volumen requerido en tambor.....	59
Ecuación 7: Altura del desmucilagador.....	60
Ecuación 8: Área transversal entre eje y artesa	60
Ecuación 9: Potencia para mover el helicoidal en vacío.....	62
Ecuación 10: Potencia para transportar la carga.....	64
Ecuación 11: Torque para mover limpiadores	65
Ecuación 12: Calculo de aceleración angular.....	65
Ecuación 13: Velocidad angular final.....	66
Ecuación 14: Potencia para vencer la inercia de limpiadores.....	67
Ecuación 15: Potencia total requerida por la máquina	67
Ecuación 16: Relación de transmisión.....	69
Ecuación 17: Diámetro de polea del desmucilagador	70
Ecuación 18: Torque total en el eje	71
Ecuación 19: Fuerza radial en la polea	72
Ecuación 20: Reacción en punto B.....	74
Ecuación 21: Reacción en punto A.....	74
Ecuación 22: Momento máximo en punto B	75
Ecuación 23: Resistencia a la fatiga.....	77

Ecuación 24: Resistencia real a la fatiga	78
Ecuación 25: Factor de superficie	78
Ecuación 26: Factor de tamaño.....	80
Ecuación 27: Factor de tipo de carga	80
Ecuación 28: Factor de temperatura	81
Ecuación 29: Factor de confiabilidad.....	81
Ecuación 30: Factor de efectos varios.....	82
Ecuación 31: Relación entre factores de corrección.....	83
Ecuación 32: Diámetro según método de ASME Elíptica	86
Ecuación 33: Diámetro según método de Goodman	86
Ecuación 34: Potencia de diseño de banda en V	89
Ecuación 35: Parámetros mínimos para distancia entre centros.....	91
Ecuación 36: Longitud de banda en V	92
Ecuación 37: Radio de potencia para banda en V.....	94
Ecuación 38: Valor para selección del factor C3	96
Ecuación 39: Número de bandas en V	97
Ecuación 40: Peso soportado por el rodamiento	99
Ecuación 41: Carga radial equivalente	101
Ecuación 42: Vida de diseño para rodamientos	104
Ecuación 43: Carga dinámica de rodamiento	105
Ecuación 44: Parámetros de Weibull para 99% de confiabilidad.....	107
Ecuación 45: Intensidad del motor	116
Ecuación 46: Selección de corriente de protección	117
Ecuación 47: Caudal de regulación electroválvula	119

Ecuación 48: Ingresos anuales por venta de café 147

Ecuación 49: Valor actual neto 149

Ecuación 50: Tasa interna de retorno..... 150

Resumen

En la investigación titulada “DISEÑO DE UNA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA AUTOMATIZADA PARA CAFÉ CON CAPACIDAD DE 500 Kg/h” se describe la problemática que representa la remoción del mucilago de café actualmente en la comunidad de Huarangos provincia de Jaén, y los procesos empleados para el diseño mecánico y modelado 3D de una máquina capaz de remover el mucilago del café en un tiempo mucho menor comparado con las máquinas de tipo ELMU, máquinas desmucilaginadora de flujo ascendente y maquinas desmucilaginadora de cepillo, ya que estas no cuentan con un sensor automatizado para un óptimo trabajo , sus costos son muy elevados y también el consumo de agua es excesivo, teniendo en cuenta estos criterios el nuevo diseño de la maquina desmucilaginadora contara con un bajo consumo de agua y una capacidad de 500 kilogramos por hora.

Se empleó una metodología analítica y descriptiva, realizando trabajo de campo en las entrevistas realizadas a especialistas, encuestas a los pobladores y análisis de los documentos que se consideraron necesarios para el diseño, al inicio del proyecto se evaluaron las tecnologías que se emplean a nivel mundial para el proceso de desmucilaginado, seleccionando entre todas, la tecnología DESLIM, que es la que mejor se adecua a las necesidades encontradas.

La máquina desmucilaginadora de café es una maquina automatizada capaz de ahorrar agua y energía eléctrica ya que cuenta con un sensor ultrasónico capaz de detectar la presencia de granos de café en su tolva y por lo consiguiente activar el motor y la electroválvula para dar el paso del agua en el proceso de desmucilaginado, este circuito funciona gracias a una tarjeta ARDUINO UNO, su dimensionamiento de la maquina desmucilaginadora es de 0.46 metros de largo por 0.80 metros de ancho con una altura de 1.25 metros y un peso de 64.38 kg con una capacidad de 500 kg/h, una potencia de motor 2HP y un consumo de agua de 0.25 Lt/Kg. Los resultados fueron validados mediante el uso de análisis computacional por el método de elementos finitos en el software solid Works, finalmente se realizó una evaluación económica, con lo cual se culminaron los objetivos planteados.

Palabras clave: Desmucilaginadora, Café, Diseño mecánico, Solid Works

Abstract

In the report thesis titled "DESIGN OF A MACHINE MUCILAGE REMOVER AUTOMATED COFFEE WITH CAPACITY OF 500 Kg / h", the problem of the removal of the mucilage of coffee currently in the community of Huarangos province of Jaén is described, and the processes used for the design Mechanical and 3D modeling of a machine capable of removing the coffee mucilage in a much shorter time compared to ELMU type machines, upflow demux plant and brush demisting machines since they do not have an automated sensor for optimum Work, its costs are very high and also the water consumption is excessive, taking into account these criteria the new design of the machine demucilagation will count on a low water consumption and a capacity of 500 kilograms per hour.

An analytical and descriptive methodology was used, carrying out fieldwork in interviews with specialists, surveys of the inhabitants and analysis of the documents considered necessary for the design. At the beginning of the project we evaluated the technologies that are used worldwide for the process of demucilagation, selecting among all the DESLIM technology, which is the one that best suits the needs found.

The coffee mucilage machine is an automated machine capable of saving water and electric energy since it has an ultrasonic sensor capable of detecting the presence of coffee beans in its hopper and therefore activate the motor and solenoid valve to give the passage of the Water in the process of demucilage, this circuit works thanks to an ARDUINO UNO card, its size of the machine demucilaginadora is 0.46 meters long by 0.80 meters wide with a height of 1.25 meters and a weight of 64.38 kg with a capacity of 500 kg / h, a 2HP engine power and a water consumption of 0.25 Lt / kg. The results were validated through the use of computational analysis by the finite element method in the solid Works software. Finally, an economic evaluation was carried out, which led to the completion of the proposed objectives.

Keywords: Mucilage remover, Coffe, Mechanical design, Solid Works

I. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño de una máquina desmucilagadora automatizada para café con capacidad de 500 kg/h” presenta la metodología y desarrollo del diseño de una máquina para la remoción mecánica del mucilago en los granos de café despulpado, para brindar una solución más tecnológica a la población del Huarangos, San Ignacio – Perú. las justificantes que demuestran la necesidad de desarrollar la presente investigación, y los objetivos que se plantearon al momento de dar inicio al presente trabajo los antecedentes tenidos en cuenta se definen las bases teóricas relacionadas al proceso del desmucilagado de café, así como un recuento de las tecnologías que se emplean en la actualidad, se explica su importancia y la necesidad para el desarrollo de este trabajo, y se da una breve descripción de los instrumentos y materiales para la recolección y análisis de datos necesarios , se muestra la hipótesis que dará solución a la problemática mostrada. las variables y su operacionalización, y los procesos que se llevaran a cabo, haciendo uso de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, se diseñó los diferentes componentes que intervienen en el proceso de remoción del mucilago del café y en base a criterios de ingeniería, para cumplir con los requerimientos de la máquina, al final haciendo uso del diseño asistido por computadora, se modeló en 3D y evaluó por método de elementos finitos la máquina desmucilagadora diseñada. se hace una descripción, así como las características en conjunto de la misma, se presenta información necesaria para el usuario y las consideraciones que debe tener para el correcto mantenimiento de esta, al final se muestra el presupuesto que supondría la construcción de la máquina y la evaluación económica realizada al diseño, asimismo sea de mucha importancia para el estudio e ingeniería.

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Nivel internacional

Colombia (Sanz-Uribe, 2013)

En la historia de la agricultura la ingeniería ha jugado un importante papel, al desarrollar tecnologías que han permitido incrementar la producción, con aprovechamiento eficiente de la mano de obra y los insumos, la reducción de costos y el manejo sostenible de los recursos suelo y agua, especialmente en los últimos años. En Colombia los aportes a la producción de café, derivados de investigaciones en ingeniería, se concentran en las etapas de cosecha, beneficio y secado.

A finales de la década de los 60s fue creada la sección de Beneficio de Café de Cenicafé, la cual tenía como finalidad desarrollar tecnologías para hacer más eficiente el proceso utilizado para transformar los frutos en café pergamino seco, estado en el que se comercializa internamente este producto en Colombia. Posteriormente, a mediados de la década de los 80s la mencionada Sección cambió su nombre a Disciplina de Ingeniería Agrícola y su finalidad se centró en generar tecnologías apropiadas, competitivas y sostenibles para la cosecha y post cosecha de café, lo mismo que para la realización de labores agrícolas en este cultivo.

Uno de los factores importantes de la cosecha es el proceso de despulpado y La remoción de mucílago se realiza tradicionalmente por fermentación natural, para degradar el mucílago, y lavado vigoroso con diferentes implementos y agua limpia.

Un aporte importante de la ingeniería consiste en la tecnología para lavado de café en el tanque tina con cuatro enjuagues. Con este desarrollo se pasó

a un consumo específico de agua del 10% del consumo de agua tradicional. Una forma diferente de remover el mucílago consiste en el uso de enzimas para hacer más rápida y controlada la degradación del mucílago, sin afectar la calidad física y organoléptica del producto. Se determina que los costos del uso de la enzima son bajos, comparados con las ventajas de control de la calidad que trae consigo la aplicación de estos productos.

Otra manera de remover el mucílago consiste en utilizar medios mecánicos. En ese aspecto la ingeniería creó un desarrollo para remover mecánicamente el mucílago del café con un bajo requerimiento de energía y con un bajo consumo de agua. El sistema, denominado DESLIM, consiste en un desmucilagador de flujo ascendente, el cual somete los granos de café a esfuerzos cortantes y a colisiones entre ellos y con las partes fijas y móviles del aparato, con el fin de remover más del 97% del mucílago del café en segundos.

El café sale lavado por la parte superior y el mucílago sale por fuerza centrífuga a través de las perforaciones de la carcasa. Esta máquina tiene entradas de agua para diluir un poco el mucílago para que pueda ser expulsado esta tecnología colombiana se viene empleando hasta la actualidad y gracias a los avances tecnológico se podrá mejorar los procesos de desmucilado de café en el mundo.

Ecuador (Chaguamate, 2015)

El Ecuador tiene varias zonas agroecológicas aptas, como en el litoral y estribaciones occidentales y en las orientales de Los Andes, para producir cafés de especialidades, particularmente “gourmet”, “gourmet orgánico” y orgánico bajo sombra”. En consecuencia, hay la posibilidad cierta de alcanzar competitividad en el Mercado de Cafés Especiales.

Existen alrededor de 305.000 hectáreas de tierras dedicadas al cultivo y producción de café. Las principales provincias en donde se cultiva café, por variedad son:

Variedad de Café	Provincias
Arábigo Lavado	El Oro, Manabi, Loja, Guayas y Zamora Chinchipe
Arábigo Natural	Loja, Manabi, El Oro, Los Ríos y Guayas
Robusta	Pichincha, Orellana, Sucumbios, Guayas, Los Ríos y Napo

Tabla 1: Variedades de café en Jaén
Fuente: www.anacafe.org/

El cultivo, producción, comercialización, industrialización y exportación del café, son sectores importantes para la economía del Ecuador, por lo que es necesario.

Los sectores privado y público trabajen en conjunto, a fin de lograr un desarrollo sostenido y alcanzar un mejoramiento de las condiciones socio económico de los agricultores dedicados a esta actividad, así como el fortalecimiento y ampliación de las exportaciones y el incremento del aporte en divisas para la economía ecuatoriana.

El café ecuatoriano se exporta actualmente a cerca de cincuenta países, entre los cuales se encuentran Estados Unidos, España, Chile, Alemania,

Italia, Francia, Polonia, Japón, Bélgica, Canadá, Países Bajos, Argentina y Suiza. En Francia una libra de café ecuatoriano tipo gourmet cuesta en promedio \$ 10, pero el precio se incrementa según sus especificaciones, por ejemplo el proveniente de Loja, puede costar \$ 20 y el de Galápagos hasta \$ 30. Para el 2011 la producción total de café en el Ecuador fue de 23,829 toneladas métricas (Tm.) y las ventas fueron de 20,191 Tm.

Las hectáreas plantadas fueron de 110,474 y las cosechadas es de 98,347. Estas cifras revelan que ha habido una disminución en la producción y ventas del producto en comparación con anteriores, donde se puede ver que en el 2009 fue el año de mayor producción de los últimos 4 años con 33,624 Toneladas métricas de producción.

México (sagarpa, 2013)

En México se siembra poco más de 737 mil hectáreas de café, siendo el quinto cultivo con mayor superficie sembrada en el país después del maíz, sorgo, frijol y caña de azúcar. En ese año, la producción ascendió a 1.2 millones de toneladas de café cereza, con un valor de producción cercano a los 5 mil 600 millones de pesos.

en los últimos años la producción de café en México ha disminuido a pesar de que la superficie sembrada se ha incrementado. Es decir, la productividad se contrajo, pues se pasó de cosechar 2.5 toneladas por hectárea (tons/ha) en 1980 a 1.7 tons/ha en 2014. Esta caída en la productividad se ha debido principalmente a tres factores: plagas como la roya y broca, envejecimiento de los cafetos (edad promedio de entre 30 y 40 años) e impactos climáticos (sequías o lluvias abundantes a causa de huracanes).

Aunado a esto, los productores de café en México enfrentan una problemática seria de precios que desincentivan la inversión en este sector, que hoy emplea a más de 500 mil productores. Con cifras del SIAP y una consultoría de precios, se encontró que para 2013 el precio pagado al productor por la café cereza fue de 4.8 pesos por kilo, mientras que en su forma final de grano previo al tostado (precio libre a bordo a pie de bodega)

fue de 40.9 pesos. El precio en anaquel al consumidor final de café no soluble oscila entre los 60 y 80 pesos/kilo, dependiendo de su calidad y origen.

Es importante mencionar que en toda la fase de producción comercialización existen muchos intermediarios. Además, en la mayoría de los casos, el productor primario no es quién da el valor agregado a su producción, sino que se han desarrollado mercados secundarios para las distintas fases de su comercialización como pueden ser secado, lavado, desmucilaginado, tostado, embazado, distribución y exposición en punto de venta.

Brasil (Ortega, 2013)

La situación de la caficultura brasileña desde la perspectiva del consumo interno es igualmente interesante. Además de ser el principal productor del planeta, Brasil es también un gran consumidor de este producto, representando aproximadamente el 14% del consumo mundial. Este aspecto difiere frontalmente de la situación verificada en otros países exportadores, a por ejemplo de Vietnam y Colombia, donde el consumo interno es muy bajo comparado con el caso brasileño. en 2004 el consumo anual per cápita de este país alcanzó 5,64 kg de café en grano crudo o 4,51 kg de café tostado. Este dato se acerca al caso de Italia (5,63 kg/habitante/año), supera al de Francia (5,07 kg/habitante/año), quedando un poco inferior al de Alemania (5,86 kg/habitante/año). el consumo interno de café sigue creciendo en Brasil, El efecto simultáneo engendrado por la crisis económica mundial, con sus impactos directos sobre el nivel de las exportaciones, y el aumento de la demanda interna verificado en los últimos años contribuyeron para que hubiese un renovado interés expansionista por parte de los caficultores y de la industria nacional. En efecto, según las estadísticas de ABIC, desde 2008 las tasas de crecimiento del mercado doméstico brasileño han sido prácticamente el doble de las tasas de incremento de la producción exportada. Por otra parte, el aumento del nivel de las rentas de la población en general supuso la expansión del consumo

de los llamados “cafés finos”, en especial el segmento “gourmet” (la más alta gama de los cafés) que actualmente acaparan cerca del 4% del mercado interno. El resultado de dicha tendencia ha sido impulsar la incorporación de nuevas prácticas agrícolas y el perfeccionamiento de los procesos productivos por parte de los caficultores, lo que requiere una actuación más amplia e intensa desde de los servicios de asistencia técnica (pública o privada) prestada a los caficultores.

1.1.2 Nivel nacional

Junín (Business Tech, 2013)

El café es el principal producto agrícola de exportación en el Perú. Su cultivo se concentra en el café arábico (*Coffea arabica*), en las variedades Typica, Bourbon, Pache, Caturra y Catimor. Su producción directa genera 43 millones de jornales al año, a los que se suman 5 millones de jornales generados por los servicios de comercio, industria y transporte, que participan en la cadena productiva del café.

Hoy en día, el café peruano se está posicionando favorablemente en el mercado mundial. Hace diez años ocupaba el puesto 15 en la contienda exportadora, pero en el 2006 subió hasta el puesto 6. Estados Unidos fue históricamente el mayor comprador de café peruano, pero hace ocho ha sido desplazado por Alemania, que ha adquirido el 32 por ciento de nuestro café, mientras que los estadounidenses compran el 22 por ciento. Los siguen Holanda, Bélgica y Francia. Estos cinco países se llevan el 74 por ciento de nuestro café. Sus compradores son medianos y grandes tostadores, cada vez más interesados en nuestro producto, que se viene distinguiendo por la calidad de taza (aroma, cuerpo y sabor), similar y hasta mejor que la de los cafés centroamericanos. Los factores ambientales (microclimas y altitud de plantaciones) y un mejor manejo de pos-cosecha han sido determinantes para lograr la confianza del mercado.

La producción nacional de café en el año 2011 alcanzó 331 mil TM, como consecuencia de un crecimiento sostenido, a una tasa promedio anual de 5,4% entre el 2001 y 2011.

La producción en el 2012 registró un volumen de 303 mil TM declinando en un 7,6% respecto al año 2011, debido al efecto contractivo interanual ocasionado por el agotamiento de las plantaciones antiguas, la poca mano de obra disponible y la presencia inicial de la Roya Amarilla, que daña las hojas del cafeto, produciendo su caída, afectando la producción y calidad.

- Zona norte: El 43% de la producción se encuentra en, Cajamarca, Amazonas, San Martín.
- Zona central: El 34% de la producción se encuentra en Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali.
- Zona sur: El 23 % de la producción se encuentra en Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno.

El desarrollo de la tecnología en nuestro país está creciendo gracias a empresas extranjeras encargadas de elaborar proyectos relacionados al café dando la facilidad de poder mejorar un producto de calidad gracias a las máquinas como despulpadora, desmuciladora, zaranda de clasificación sin agua, sacadora de granos, trilladoras, tostadoras y enfriadores de café, molino para café y maíz, pica pasto, ensiladora, desintegradores y forrajeros, Tornillos sin fin para el traslado de pulpa de café, etc.

Este proceso hace la vida más fácil al emprendedor cafetero peruano pero uno de los grandes obstáculos que la gran mayoría de agricultores no cuentan con dichas máquinas por el motivo de costos ya que estas máquinas pueden costar miles de dólares en el mercado, por el cual todavía

se viene aplicando técnicas manuales de lavado, despulpado, desmucilado en mantos expuestas al sol.

Piura (Ángel García, 2013)

La producción de café en el distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba (Piura), ha disminuido debido al inadecuado manejo de cafetales y el cambio climático que ha hecho que aparezca la plaga de la roya amarilla, que según estadísticas afecta aproximadamente el 75 % de la producción cafetalera; además de la existencia de otras plagas, se necesita incorporar nueva tecnología, con instituciones involucradas en el tema para engrandecer el producto del café orgánico que se produce en Canchaque. Se tiene que realizar un manejo técnico adecuado para que las plagas de la roya amarilla no sigan perjudicando los cultivos, tanto del productor cafetalero como de todas las autoridades para lograr que Canchaque vuelva a tener un buen momento como el de los años 70" y 80", donde la producción era de 30 a 40 mil quintales de café.

Moyobamba (Dircetur, 2013)

La regio de Moyobamba se caracteriza por ser una zona productora de café, este territorio a diferencia de otras zonas productoras de café, se caracteriza porque tiene café especial, los granos de café son uno de los principales productos de origen agrícola que se comercializan en los mercados internacionales y a menudo supone una gran contribución a los rubros de exportación de las regiones. El cultivo del café esta culturalmente ligado a la historia y al progreso de muchos países que lo han producido por mas de un siglo por todo ello esta región se esta ganando la confianza de los países a donde se exporta este grano como son, USA, CANADA, EUROPA Y ASIA, el proceso para la cosecha se sigue utilizando métodos ancestrales contando con solo máquinas de uso rápido como despulpadoras y para desmucilaginado el método de fermentación de lavado tras lavado del cual todavía no existe maquinarias de uso para el beneficio del caficultor.

Pucallpa (Senasa, 2013)

Según la Dirección Estadística Agraria, en la región Ucayali se produce aproximadamente 4,529 toneladas de café por campaña, en 5,779 hectáreas cosechadas, de las variedades Catimor y Caturra.

Asimismo, se realiza el Monitoreo de Plagas Presentes mediante evaluaciones en los predios de agricultores y la Capacitación Convencional en Manejo Integrado Plagas (MIP) del Cafeto, que hasta la fecha llegó a 178 personas.

Con la finalidad de recopilar todos los aportes y recomendaciones de los agricultores, organizaciones y empresas del rubro cafetalero y la sociedad civil, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) amplió hasta el 6 de agosto el plazo para participar en la consulta pública del Plan Nacional de Acción del Café Peruano, documento que contendrá los objetivos y acciones estratégicas para promover la producción sostenible de este sector. De esta manera, estarán contribuyendo con la elaboración de este importante instrumento que establecerá los ejes prioritarios y metas hasta el año 2030 y que guiará las acciones de la caficultura en el Perú.

Cabe destacar que los lineamientos del Plan Nacional de Acción del Café Peruano están orientados a promover la producción sostenible del café, generando un cambio duradero en toda la cadena de suministro, desde los pequeños agricultores, sus organizaciones, hasta las grandes corporaciones, en beneficio de unas 223,482 familias que se dedican a su cultivo en 425,416 hectáreas agrícolas de 17 regiones del país.

El Plan Nacional del Café es una iniciativa del Ministerio de Agricultura y Riego, junto al Consejo Nacional del Café, con el apoyo del Programa de Commodities Verdes del PNUD mediante el apoyo la Cooperación Suiza (SECO).

Como parte de este proceso, desde hace un año, se han recogido aportes a sus objetivos y acciones a través de talleres realizados en la ciudad de Lima y en los principales distritos cafetaleros del país. Asimismo, se han recibido

las recomendaciones de especialistas y técnicos, reunidos en diversas plenarias, promovidas por el MINAGRI y el Consejo Nacional del Café. Esta Consulta Pública es la última etapa para concluir con el diseño del plan.

1.1.3 Nivel local

Jaén (Juan Puelles, 2013)

Es el epicentro de una nueva ruta turística que incluye la zona de producción del emblemático (y aromático) café cajamarquino. La producción no solo satisface la demanda nacional, sino que se exporta a varios países de la región, incluyendo Colombia, donde se da el lujo de competir con el célebre café local.

Las 85 mil hectáreas de cultivos de café de ambas provincias cajamarquinas rinden aproximadamente un millón 275 mil quintales, lo cual las convierte en uno de los principales productores peruanos. El eje comercial es Jaén, a donde se llega por una carretera asfaltada en unas seis horas desde Chiclayo.

Los diversos productores cafetaleros se han unido y han creado varias cooperativas, dentro de las que destaca la Central Fronteriza del Norte de Cafetaleros (Cenfrocafé), Asociación Provincial de Cafetaleros Solidarios de San Ignacio (Aprocassi), Unión de Cafetaleros Ecológicos (Unicafec), Cooperativa Prosperidad de Chirinos, Cooperativa Sol y Café y la Cooperativa del Valle del Alto (Coopvama).

Estas agrupan a unos cinco mil socios de las provincias de Jaén y San Ignacio, de Cajamarca y Utcubamba, en la vecina Amazonas, cuyas parcelas, ubicadas entre los 800 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, producen los llamados “café especiales”, que destacan por su intensidad y complejidad de sabor.

Huarango (Fernández, 2013)

es uno de los siete distritos de la Provincia de San Ignacio, ubicada en el Departamento de Cajamarca, Destaca por su gente laboriosa y por un gran valle productivo convirtiéndose en el pulmón del desarrollo de la provincia de San Ignacio, cuenta con trochas carrozables y vías no afirmadas. Las nuevas autoridades elegidas para el periodo 2015-2018 vienen trabajando para que este distrito muy productivo, mejore en diversos aspectos tanto en infraestructura, vías de comunicación, educación, salud, turismo, agricultura, entre otros.

Huarangos Hay expectativas sobre la posibilidad de nuevas actividades que puedan generar puestos de trabajo e ingresos, en el área de estudio existen numerosos atractivos que son importantes, que generan un turismo local por si solos pero que deben vincularse a San Ignacio y Jaén.

Existe un problema de acceso, tanto por las malas condiciones de las vías de comunicación como por la falta de buenos accesos a los diferentes atractivos ecoturísticos, los encuentros con turistas son mínimos, por lo tanto, se debe mejorar los diferentes atractivos y ofrecer más productos, para que los turistas permanezcan más días. En Huarangos las actividades es la agricultura, la siembra de café por tal motivo los pobladores carecen de muchas necesidades por las medidas que se ha mencionado. Actualmente la siembra de café y la cosecha se realiza manualmente con máquinas con bajo precio y de fácil manejo y También el uso de las pozas de fermentación artesanales , por el cual por la falta de tecnología a bajo precio no son muy populares y comerciales es importante hacer hincapié que esta zona solo se solventa por la agricultura y ganadería y alguno productos elaborados del mismo lugar, uno de los factores es la falta de uso de tecnologías para el proceso de selección, desmucilaginado y secado de café ya que solo cuentan con despulpadoras manuales y algunas máquinas trabajan con motor estacionario, es por este motivo que la cosechas de

café se hacen más costosas por la mano de obra y el tiempo que se asigna para el grano de café para su comercialización.

San Ignacio (Inpet,2014)

Logro reconocer e identificar los principales problemas y obstáculos del acceso a los servicios públicos de aseguramiento social y de la informalidad laboral cafetalera, como parte del proceso de autodiagnóstico que se lleva a cabo en el marco de las actividades del proyecto Café Correcto. El proceso de autodiagnóstico se viene realizando en las regiones de Cajamarca, Junín y Puno, regiones donde se viene implementando el proyecto, con el objetivo de que los/as trabajadores/as informales de la cadena del valor del café accedan a mecanismos de aseguramiento y formalización laboral. El primer taller de autodiagnóstico se realizó en Juliaca (Puno), el segundo en Jaén (Cajamarca) y próximamente se desarrollará en Pichanaki (Junín). Este proceso cuenta con la participación de los dirigentes de las organizaciones de cafetaleros para diseñar propuestas de solución en conjunto que permitan mejoras en la condición laboral de los/as trabajadores/as de la cadena de valor del café. Luego de este proceso de identificación del problema se establecerán talleres de devolución de información para compartir los resultados del autodiagnóstico y recoger comentarios y reflexiones, que sirvan para culminar el proceso de consulta. El Proyecto Café Correcto es una iniciativa co-financiada por la Unión Europea, en el que participa a cooperación italiana Progetto Mondo Mlal, la Junta Nacional del Café, Soluciones Prácticas, así como el Instituto de Promoción del Desarrollo Solidario (INPET) y la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fortalecer, con el objetivo de incrementar el empleo decente de trabajadores/as rurales informales que participan en la cadena de café en Perú y Bolivia.

Cajamarca (Manuel Hernández, 2014)

los productores para cultivar cafés de calidad. El arduo trabajo ha logrado colocar a Perú como un referente en granos especiales, al punto de que somos el segundo productor y exportador de café orgánico en la región.

“El café nuestro, de todos los días, es una maravilla, pero tenemos que incrementar el consumo. En esto tenemos, como Ministerio de Agricultura, que avanzar. el consumo de café y otros productos peruanos”, sostuvo el titular de este sector luego de inaugurar la Expo Café, que se lleva a cabo del 21 al 23 de octubre en el Parque de la Exposición.

Si bien es cierto Cajamarca es la tercera productora de café en el país (después de San Martín y Junín), entre enero y junio del presente sus envíos reportaron crecimientos consecutivos.

De esta manera, la región del norte del país creció 24% en enero (US\$ 20 millones); 148% en febrero (US\$ 11 millones); 51% en marzo (US\$ 5 millones); 48% en abril (US\$ 3 millones); 33% en mayo (US\$ 4 millones) y 17% en junio (US\$ 12 millones).

Cabe destacar que, en cuanto al volumen exportado, Cajamarca lidera también el listado de las regiones. De enero a junio, este departamento despachó 22 757 toneladas de café (+43%).

En el citado período también destacaron las exportaciones de café de Lambayeque (+29%) y de Amazonas (+8%). Ambas representan a la tercera y sexta región exportadora de este grano en el Perú.

1.2 Antecedentes de estudio

1.2.1 Nivel internacional

México (Reyes, 2013)

El uso de un Sistema de automatización se encuentran los PLC (programmable logic controller) elemento central para automatizar el proceso y acoplando actuadores lineales, sensores, para nivel de sólidos, detector de llama, entre otros, en conjunto se obtiene como resultado un proceso continuo capaz de generar diferentes niveles para el desmucilaginado y así obtener una mejor calidad del producto.

Cuba (Gómez, 2014)

La comercialización del café como un producto final implica una serie de procesos de transformación. El proceso productivo del café, va desde el cultivo del arbusto hasta la fabricación de los cafés tostado, molido y soluble los cuales tienen diferentes características. Desde el cultivo del grano, pasando por la etapa conocida como beneficio que consiste en el retiro de las capas que lo cubren, pulpa y película, para después seguir las fases que presentan un carácter industrial: el tostado del grano, que se conoce como torrefacción, el molido y la solubilización del grano. Existen dos especies principales de café: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. El *Coffea arabica* es una de las especies más antiguas del café que se consume en el mundo; sus variedades (typica, bournón, caturra, catuaí, mundo novo, maragogype y oro azteca), son las más exportadas por nuestro país. Aunque en la región de acopio prevista para el proyecto se contempla el arabica y descendiente, entre los que podemos mencionar el arabica, gernica, mundo novo, caturra.

Costa rica (Bendig, 2013)

Uno de los países con producción de maquinaria para el proceso del café es la marca BENDIG Maquinaria S.A es una empresa especializada en el campo de la metalmecánica. Sus equipos son reconocidos mundialmente por su durabilidad y calidad. El presidente de la compañía es el ing. Rodolfo Bendig Gonzales, quien funge como Gerente General. BENDIG cuenta con mas de 60 años de permanencia y presencia en el mercado nacional e internacional, convirtiendo a BENDIG en pionero y uno de los lideres latinoamericanos en el mercado mundial de la industria del café.

Colombia (Péganos, 2013)

La colombiana Penagos es proveedora de empresas en 40 países y patentó sus máquinas en EE.UU.; las ventas externas representan un 60% de los ingresos de la firma Alrededor de 40 países, entre ellos Brasil, India, Tailandia y Vietnam, procesan su café con tecnología fabricada en Colombia, el mayor productor de grano suave del mundo, y por cuenta de una de sus empresas, un importante proveedor de tecnología para el sector.

Penagos Hermanos, una compañía fundada en la ciudad industrial de Bucaramanga ha logrado en sus 120 años de trayectoria convertirse en un reconocido proveedor de equipos para el procesamiento del café, no solo de la variedad arábica existente en el país sino de la llamada robusta.

La Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU. (USPTO, por su sigla en inglés) le concedió a esta firma en septiembre pasado dos patentes para sus equipos: el desmucilagador de café y la despulpadora, que ayudan a ahorrar tiempo y agua en el tratamiento del grano.

«Tener una patente de EE.UU. te protege para otros lugares debido a la alta afluencia del comercio» que tiene ese país, dijo el gerente de Investigación de Desarrollo de Penagos, Elías Ariza, quien señaló que hace 20 años recibieron otra patente para un desmucilagador.

El experto explicó que esta máquina remueve con fricción de forma «más ecológica y eficiente» el mucílago del grano lo que disminuye de 10 a uno los litros de agua usados para procesar un kilo de café y lavar inmediatamente el grano.

1.2.2 Nivel nacional

Lima (El café en el Perú, 2013)

El café llegó a América con los inmigrantes europeos en el siglo XVIII y ellos introdujeron su cultivo en Centro América y Sudamérica. Para mediados del siglo XVIII el café ya era producido en Chanchamayo, Moyobamba, Jaén, Huánuco y Cusco, para el consumo local y para la exportación a Alemania, Chile y Gran Bretaña. El primer café de Lima se abrió en 1791. Desde 1850 los inmigrantes europeos introdujeron el café al valle de Chanchamayo,

Desde fines del siglo XX, la producción de café peruano ha mejorado no solo en cantidad, sino en calidad. Debido a la tecnología que se utiliza, hoy en día los grandes exportadores de café exigen a la asociación de cafeteros de cada lugar tener la tecnología para la selección, lavado, despulpado, desmucilaginado y secado, que cuenten con máquinas capaces de cubrir la demanda a largo plazo para obtener un producto de calidad en un tiempo record. Las máquinas que se vienen empleando es la despulpadora con camiseta, la desmucilagadora con transporte por gravedad, desmucilagadora tipo ELMU y desmucilagadora de flujo continuo ascendentes, El café orgánico del Perú tiene una buena fama internacional. Perú ocupa hoy el octavo puesto a nivel mundial de producción de café en grano (1) subiendo siete puestos desde 1990 y dos puestos desde 2006. De acuerdo a la FAO – Organización de Agricultura y Alimentación de la ONU- Perú produjo 677 mil toneladas de café en 2008.

Chanchamayo (Concytec,2013)

La innovación tecnológica en el café servirá no solo para superar la producción sino la calidad de vida de la población en Chanchamayo la Comisión de Ciencia, Innovación y Tecnología, César Segura Izquierdo (FP), durante la segunda audiencia pública descentralizada desarrollada en esa parte del país.

El parlamentario señaló que su grupo de trabajo y este nuevo Congreso buscan articular esfuerzos entre las instituciones involucradas con la competitividad y el desarrollo. A la sesión descentralizada en Chanchamayo concurrieron también los legisladores, Federico Pariona, Moisés Guía Pianto, Israel Lazo Julca y Sonia Echevarría.

El acto fue inaugurado por el alcalde de Chanchamayo Hung Won Lung, quien destacó la presencia de los parlamentarios para promover el café orgánico en la zona. Entre los expositores Patricia Urquiza, supervisora del proyecto subvencionado de café del Concytec, explicó la política de esa institución y el financiamiento para la mejora de la producción del café.

Informó que el Concytec ha financiado a la Universidad Agraria de La Molina en proyectos relacionados con la plaga de la roya por 400 mil soles cada uno.

Uno de los proyectos destinado a determinar la presencia de la roya en la Selva Central; y el segundo para identificar la secuencia de ADN asociados a la resistencia de la roya amarilla.

Lorenzo Castillo, gerente de la Junta Nacional del Café, advirtió que el precio que se paga por quintal de café no cubre, en su mayoría, los costos de producción, lo cual es motivo de preocupación y descontento de los agricultores.

Huánuco (Minagri, 2013)

Con una inversión de S/. 1, 390,154, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través del Programa de Compensaciones para la Competitividad (AGROIDEAS), ha logrado tener un impacto socioeconómico positivo en la vida de 217 agricultores cafetaleros de la región Huánuco en los últimos cinco años.

Mediante la entrega de recursos no reembolsables a organizaciones de productores, AGROIDEAS tiene como objetivo estratégico incrementar la productividad agraria y reinsertar a estos grupos de forma competitiva, a los mercados nacionales e internacionales.

Hasta la fecha, se han implementado tres planes de negocios sostenibles de café en la región Huánuco, los que han permitido la asociación y formalización de productores, así como mejorar su gestión empresarial y adoptar mejoras tecnológicas.

Hay que resaltar que el café peruano se cultiva principalmente en siete regiones del país: Junín, San Martín, Cajamarca, Cusco, Amazonas, Huánuco y Pasco. Según la Cámara Peruana del Café y Cacao, en los últimos diez años, el ingreso de divisas por exportación de este grano fue de más de US\$ 7 mil millones. Los principales mercados son Estados Unidos, Alemania, Bélgica, Suecia y Canadá.

El MINAGRI tiene presencia en las cuatro provincias de la región Huánuco, siendo Leoncio Prado la de mayor cofinanciamiento en planes de negocio, con S/.4,025,777.82; destinados para productores de leche, papa, café, arroz y de vacunos de engorde. En total son 1, 686 pequeñas y medianas organizaciones productoras, beneficiadas.

Durante el periodo 2011 - 2017, Agroideas ha invertido S/. 75,381 millones para el cofinanciamiento de planes de negocios del rubro cafetalero a nivel nacional, beneficiando a más de 14 mil familias cafetaleras.

Cusco (Devida,2013)

El café que cultiva el cusqueño Dwigth Aguilar Masías fue elegido como el mejor café del Perú. Este reconocimiento lo obtuvo tras competir, con los mejores cafetaleros del país, en la segunda edición de la Taza de Excelencia que se realizó ayer durante la Expo Café 2017, en el Centro de Convenciones de Lima.

El café de Aguilar fue sometido al criterio de catadores internacionales, 24 jueces expertos para ser exactos, socios de la Alliance For Coffee Excellence (Ace), tostadores "top" de la industria de cafés especiales de diferentes partes del mundo, que tuvieron la tarea de elegir los mejores cafés peruanos

además de reconocer los mejores granos de café y promover la industria y el consumo interno de café. Asimismo, se realizó una Rueda de Negocios Nacional e Internacional, espacio en el que los compradores nacionales e internaciones interesados en el café peruano concretaron acuerdos comerciales de compra con productores/vendedores. Se espera generar negocios superiores a los 10 millones de dólares.

1.2.3 Nivel local

Jaén (Desmucilagadora de café,2014)

En las regiones de distritos de Jaén y san Ignacio existe la presencia de La Desmucilagadora BENDIG es la máquina en el mercado para remover mucílago y lavar el café. Permite desmucilagar sin alimentación de agua y separar el mucílago sin contaminar y sin calentar ni dañar el café. El interior de la lavadora BENDIG es finamente elaborada a mano para tratar cada grano con la suavidad que se requiere, garantizando un lavado excelente y la máxima calidad del café. Los agricultores de café vienen optando este modelo para la producción de café a gran escala ya que se fabrica desde hace 30 años lleva agua inyectada a presión por el eje a diferencia del nuevo modelo ecológico sin agua.

San Ignacio (Dizcetur,2014)

El café, o también llamado Oro Verde, es la principal actividad productiva de la provincia de San Ignacio, pero ahora sus autoridades quieren aprovechar esto para asociarla a otra que también es bastante lucrativa: el turismo ecológico.

La Dirección Zonal de Comercio Exterior y Turismo San Ignacio-Jaén (Dizcetur), diseñó un circuito turístico para complementar la actividad principal, a la cual denominaron la “Ruta de Café”.

La tecnología que aplican los caficultores es de costa rica conocida como BENDIG maquinarias, en procesos de despulpado, desmucilaginado, tostado, secado, esta tecnología es la más común pero no todos los agricultores lo tienen por ser muy costosas en el mercado.

Moyobamba (Casil, 2013)

Moyobamba y la región de san Martín. Es por ello que se crea la primera planta procesadora de café en Moyobamba, viendo la necesidad que existía en la región de contar con una planta que brinde los siguientes, comercialización el café pergamino húmedo y seco de buena calidad, café pilado, entre otros, el café también pasa por procesos tecnológicos para despulpado, desmucilaginado y secado.

la Cooperativa Agraria Cafetalera CASIL viene participando por tercer año en la Ruta Exportadora de PromPerú, lo que ha podido fortalecer su gestión comercial con visión internacional. Han participado exitosamente en las diversas ferias especializadas para cafés, misiones comerciales y ruedas de negocios.

Bagua Grande (Cac bagua, 2013)

La Cooperativa fue fundada el 16 de diciembre de 1978, con sede institucional en el distrito de Bagua Grande, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, Perú, cuyo objetivo principal fue la comercialización del café, con la necesidad de organizarse y poder exportar el café y tener poder de negociación frente a los comerciantes intermediarios. En la década de los 80 la cooperativa gracias a su gran auge logró la construcción de su local institucional. Actualmente la CAC Bagua Grande cuenta con una planta procesadora de café, siendo la primera en toda la región en contar con dicha tecnología. A finales de los años 90 se obtuvo las primeras certificaciones para cafés especiales y en la actualidad está conformada por más de 600 socios.

Los cafetaleros de la región de Amazonas concretaron la exportación de café grano verde valorizados en 200 mil dólares americanos al mercado de Irlanda, en beneficio de 500 pequeños y medianos productores de la zona, informó Sierra y Selva Exportadora (SSE).

1.3 Teorías relacionadas al tema

Manejo del café desmucilaginado mecánicamente.

La tecnología para el beneficio ecológico del café por vía húmeda, con manejo de los subproductos, BECOLSUB, fue desarrollada en Cenicafe para utilizar el agua estrictamente necesaria con el fin de realizar el beneficio de café y controlar más del 90% de la contaminación de las aguas.

El desmucilaginator mecánico, DESLIM, que hace parte fundamental de esta tecnología, se encarga de remover el mucilago del café por medios mecánicos, con lavado y limpieza adicionales de los granos, utilizando menos de un litro de agua por kilogramo de café pergamino seco. Con el desmucilaginator mecánico, trabajando los flujos de café y agua adecuados por cada modelo, se obtiene café lavado con más de 98% de remoción de mucilago, el cual puede llevarse inmediatamente al secador y así obtener café de alta calidad física y en taza.



*Ilustración 1: Máquina beneficiadora de café
Fuente: Penagos.com/desmucilaginador*

Etapas de producción de café

En esta etapa se cosechan únicamente los granos que alcanzan el estado de madurez completa, normalmente de color rojo o amarillo, ya que los verdes dañan el sabor de la taza de un café.

Todo este proceso se desarrolla de forma manual. Los frutos deben de clasificarse por densidad previo al despulpado para separar frutos brocados, flotes e impurezas. Es la etapa inicial de la fase húmeda del proceso. Consiste en desprender la pulpa y parte del mucilago adherido a ella, enviándola a depósitos para su posterior disposición hacia el proceso de desmucilaginado.

El despulpado de café maduro de calidad, debe realizarse el mismo día de su recolección; no debe pasar más de 10 horas porque inicia un proceso de fermentación inadecuada. Todo café debe ser despulpado el mismo día en que fue cortado, preferiblemente en un tiempo no mayor de 6 horas después de su recolección; si por alguna razón no es posible esto, para retardar el proceso de fermentación, el café debe de sumergirse en agua en un tiempo no mayor de 18 horas; si esto no es posible el café debe procesarse por la vía seca.

Características del grano para el proceso de desmucilaginado

Los microorganismos presentes en el momento de desmucilagar dependen de la población inicial en los frutos y granos despulpados, así como de las condiciones ambientales como la temperatura, CO₂, el pH, el potencial redox, la higiene, el tiempo transcurrido.

El mucilago se fermenta en forma natural en las condiciones ambiente de las zonas cafetaleras que presenta temperatura de 12 a 34°C, a mayor temperatura del ambiente mayor cambio de humedad en el mucilago.



Ilustración 2: Granos de café desmucilaginado
Fuente: www.anacafe.org/

Características del grano después del proceso de Despulpado

En el café los microorganismos provienen de diferentes fuentes como: suelo, aire, agua, vegetales, personas, animales, insectos, equipos, instalaciones y utensilios de beneficio. En el café despulpado se encuentran primordialmente levaduras y bacterias lácticas, además otro tipo de bacterias y algunos hongos.

En esta operación se quita la pulpa quedando el grano pergamino con mucilago, pero si se daña el pergamino, la almendra; este daño afectara a las siguientes fases del beneficiado, provocando problemas en el punto de fermento y secado, afectando de esta manera la calidad del café.

Estudio del proceso de desmucilaginado

El mucilago forma parte del fruto, está constituido en su mayoría por azúcares 50%, sustancias pépticas 33% , celulosas y cenizas 17%; que provocan una condición de hidrogel que dificulta el lavado del grano; el mucilago representa el 17 a 20% de peso del fruto fresco, es el responsable del 25% de la capacidad contaminante de la cereza.



*Ilustración 3: Salida de máquina desmucilagadora
Fuente: www.anacafe.org/*

Proceso de desmucilaginado

El desmucilaginado tiene el propósito de eliminar el mucilago que recubre el grano de café; se elimina este con el fin de facilitar el secado de grano sin que se deteriore la calidad por efectos de “fermentos” y “sobre fermentos”. Es un proceso delicado ya que cualquier error ocasiona daños irreparables en la calidad del grano. Existen varias formas de realizarlo.

Máquina desmucilagadora de café

La desmucilagadora de café fue desarrollada para remover mecánicamente el mucilago del café despulpado, con el mínimo de agua en el proceso, disminuyendo los efectos de contaminación del agua.

Permite remover el mucilago del café saliendo directamente del despulpador, sin agua que debe ser drenada en su tolva de entrada. Un pequeño volumen de agua es utilizado durante el proceso para ayudar en la salida del producto, pues la máquina posee su propia bomba para transporte

y distribución de agua. Posee exclusivo sistema de regulación y control para remoción del mucilago de acuerdo con el porcentaje deseado y necesario y un sistema auto – limpiante, donde el café retenido en la máquina será expelido para el depósito de limpieza, garantizando la producción de cafés de calidad.

Tipos de máquinas desmucilagadora presentes en el mercado.

Desmucilagadora con transporte por gravedad

Remueve mecánicamente el mucílago del café despulpado, con un mínimo de agua en el proceso, disminuyendo los efectos de contaminación del agua, sin necesidad de obra civil para la instalación.

El desmucilagador elevador lavador vertical ascendente DELVA recibe por gravedad el café despulpado y con solamente un litro de agua por kilo de café pergamino seco desprende el mucílago por fricción. El DELVA está constituido por cuatro etapas que trabajan en forma simultánea y progresiva en posición vertical para aprovechar la fuerza de gravedad.

La primera etapa, la de alimentación: el café llega por gravedad a la boca de la carcasa, al girar el rotor introduce a presión el café con el transportador de la rosca que tiene en la parte inferior.

La segunda etapa, es la de desmucilagado y separación de impurezas: el rotor tiene en su parte medios unos dedos de acero, los cuales coinciden con la posición de la canasta de forma poligonal, al girar el rotor estos dedos friccionan los granos entre sí obligando al mucílago y las impurezas a desprenderse.

La tercera etapa, la de lavado: el rotor en su parte superior, cuyo eje es tubular, posee unos agujeros en los cuales sale agua a presión para lavar los granos de café que han sido desmucilagado. El agua es suministrada por una bomba centrífuga, la cual debe estar en un nivel superior.

La cuarta etapa, la de graduación del desprendimiento del mucílago: Al subir y bajar el transportador de rosca graduable, ubicado en la parte superior del rotor, permite una graduación del desprendimiento de mucílago. Esta máquina es fabricada en Colombia por la firma Penagos.



*Ilustración 4: Máquina desmucilagadora con transporte por gravedad
Fuente: Penagos.com/desmucilagador*

Desmucilagadora tipo ELMU

Es una máquina de funcionamiento continuo, construida y experimentada en El Salvador y posteriormente en Costa Rica con algunas modificaciones. Básicamente, consiste en una batidora cilíndrica vertical con barras fijas y un eje con barras que giran a 530 r.p.m., impulsadas por un motor de 11 kW. El café avanza hacia la salida inferior por gravedad a través de 3 compartimientos. Está construida totalmente de acero inoxidable. En Costa Rica se aumentó a 4 el número de compartimientos y se busca dotarlas de un sistema de apertura para limpieza y reparaciones.

Desmucilagadora continúa de flujo ascendente

Con estas máquinas un alto porcentaje de mucilago es desprendido en los primeros segundos de agitación, originándose suspensiones altamente viscosas de granos de café-mucílago.

El café fluye en dirección vertical ascendente y las mieles desprendidas son expulsadas a través de las aberturas colocadas en Dirección tangencial, a medida que el producto avanza hacia la salida localizada en la parte superior.

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.



*Ilustración 5: Desmucilagadora continúa de flujo ascendente
Fuente: Penagos.com/desmucilagador*

Desmucilagadora de cepillo

En 1994 el Ingeniero Mecánico Aclolfo Barrios, diseñó un prototipo para eliminar mecánicamente y de forma continua el mucílago del café. Consistía en un cilindro totalmente hermético, un eje principal, tornillo "sin fin" transportador, un cepillo de fibra plástica, tolva de recepción, motor eléctrico trifásico de 3 hp. Se utilizaron materiales poco comunes en la agroindustria del café, como plásticos y madera, combinándolos con materiales metálicos que sirvieran de base.

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.

El grano era sometido a un efecto de fricción y limpieza, a través del cepillo y la lámina perforada del cilindro, eliminando la miel de manera continua. El cilindro puede inclinarse para variar el tiempo de retención del café dentro del mismo.



*Ilustración 6: Desmucilagadora de cepillo
Fuente: Penagos.com/desmucilagador*

Diseño de desmucilagador

En particular, el desmucilagado se logra por alguno de los siguientes métodos:

Fermentación: los granos con el mucílago se dejan reposando en un tanque con agua hasta que fermentan; enseguida se lavan para retirar la melaza formada y limpiar el café pergamino.

Mecánico: el retiro del mucílago es producido por la fricción de los granos contra alguna superficie rugosa y perforada; el mucílago es forzado a pasar a través de las perforaciones.

Consideraciones o factores de diseño

La resistencia de un elemento es muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento, en tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño. Suelen tenerse en cuenta los factores siguientes:

Resistencia, Confiabilidad, Condiciones térmicas, Corrosión, Desgaste, Fricción o rozamiento, Procesamiento, Utilidad, Costo, Seguridad, Ruido, Estilización, forma, Tamaño, flexibilidad, Control, Rigidez, acabado de superficies, Lubricación, Mantenimiento, Volumen.

Algunos de estos factores se refieren directamente a las dimensiones, al material, al procesamiento o procesos de fabricación o bien, a la unión o ensamble de los elementos del sistema.

Máquinas y equipos necesarios para el proceso

Bomba de agua:

La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc.

La transforma en energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

Motor Eléctrico:

Un motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica propiamente dicha en energía mecánica, que será la que se emplea para poner en movimiento el mecanismo del equipo en el que se instale.

Tornillo Sin fin:

Elemento constituido por un cilindro dotado de un roscado helicoidal con filetes de forma trapezoidal destinados a engranar con los dientes (también helicoidales) de una corona dentada o de transportar de materia prima.

Es el método empleado con más frecuencia, alternativamente con el par cónico, cuando se debe transmitir movimiento entre 2 árboles

perpendiculares y es especialmente indicado para grandes relaciones de desmultiplicación.

Motor reductor:

Un conjunto compuesto por un motor eléctrico y una caja de engranajes de reducción en una sola unidad que ayudan a aumentar el par motor.

Definición de la terminología

BECOLFER (Beneficio Ecológico y Fermentación): Tecnología de beneficio de café mediante la cual los subproductos tradicionalmente contaminantes, la pulpa y el mucílago, pueden ser manejados adecuadamente en el mismo momento en que se efectúa el beneficio mediante el proceso de descomposición de la pulpa en el llamado “procesador de pulpa”.

BECOLSUB (Beneficio Ecológico y Manejo de Subproductos): Tecnología de beneficio de café mediante la cual los subproductos tradicionalmente contaminantes, la pulpa y mucílago, pueden ser manejados adecuadamente en el mismo momento en que se efectúa el beneficio, para controlar más del 90% de la contaminación potencial.

Beneficiado ecológico: El conjunto de operaciones que se realizan para transformar el café uva en pergamino seco, conservando la calidad del café, cumpliendo con las normas de comercialización y evitando pérdidas de café. Además, se eliminan procesos innecesarios, se aprovechan los subproductos del grano, se consigue el mayor ingreso económico al caficultor y se minimiza la contaminación del ambiente.

Beneficiado húmedo: Se realiza mediante la utilización de agua. Comprende el despulpado, desmucilaginado o la fermentación y el lavado y

el secado. Por esta vía se obtienen los llamados cafés lavados, finos o suaves.

Beneficiado seco: Este método no utiliza agua en el procesamiento del grano. Contempla el trillado y selección del grano

Café pergamino: Es todo grano de café verde o crudo, cubierto por el endocarpio (pergamino), el cual se encuentra seco, listo para la trilla. El pergamino tipo Federación deberá ser fresco y presentar las características correspondientes.

Café ducto: Es el sistema de transporte de café cereza por tubería, utilizable en aquellas explotaciones en donde el cultivo está localizado en la parte alta del terreno, alejado de la beneficiadora. Requiere un suministro de agua. El terreno debe tener una buena pendiente que permita el transporte del grano por gravedad y con ayuda de la fuerza del agua.

Caficultura: Actividad agrícola cuyo objetivo es el cultivo y la producción de café. **CALIDAD:** Clasificación de los cafés de acuerdo a la altitud, variedad botánica, tipo de beneficiado, densidad, tamaño del grano, calidad de taza, color, imperfecciones del grano y la presencia de materia extraña. Cada país establece sus propios estándares de clasificación de la calidad.

Canal de correteo: Estructura que permite lavar y clasificar el café, en beneficiadoras que cuentan con buen suministro de agua. Tienen la ventaja de permitir desde ese mismo momento, una selección de los granos por diferencia de densidad (peso).

Canal semi – sumergido: El canal semi – sumergido en un equipo de lavado y clasificación. El sistema de funcionamiento está basado en los principios que rigen el transporte de materiales con agua en un canal abierto; en la misma forma como se transportan los materiales en los ríos.

Criterio de diseño: Son los conceptos y las normas necesarias y suficientes que integran la asociación del funcionamiento, la resistencia, la economía y la estética para la construcción de una obra. En café estos criterios se dividen en dos tipos: los básicos y los particulares.

Desmucilagador(a): Máquina o aparato mecánico para desprender el mucílago del café despulpado. Generalmente realizan el lavado en la misma operación.

Despulpadora: Son máquinas sencillas y de fácil manejo con las cuales se realiza la separación de la pulpa y el grano. Constan de una tolva, un cilindro vertical u horizontal que tiene adheridas unas láminas con “dientes” y una estructura o pechero para el ingreso del café en cereza y su salida sin la pulpa.

Fermentación: Proceso enzimático, microbiano y químico natural al que se somete el café luego de despulpado para que se digiera el mucílago y luego ser lavado.

Grano almendra o verde: Grano de café seco, sin el pergamino.

Lavado: Procedimiento que tiene por objeto eliminar con agua limpia todo el mucilago de la superficie del pergamino, con el objeto de obtener un pergamino áspero, de color apropiado y sin rastros de mieles en la hendidura del mismo.

Monofásico: Se dice de la corriente eléctrica alterna que circula por dos conductores, y también de los aparatos que se alimentan con esta clase de corriente.

Pulpa y mucílago: Productos orgánicos no tóxicos ni venenosos que salen del proceso del beneficio del café, que debidamente manejados representan un alto valor agregado para el caficultor.

Rendimiento del beneficio del café: Es la relación que existe entre la masa de café cereza recibida de los lotes de producción y el café pergamino seco, tipo Federación, obteniendo en el proceso de beneficio.

Secado: Operación que tiene como fin disminuir la humedad del grano, hasta un porcentaje tal que permita su almacenamiento (10-12%) sin adquirir mal olor o sabor. Es la etapa del beneficio donde se corre el mayor peligro de deteriorarse la calidad del grano. Debe iniciarse inmediatamente después del lavado y clasificado.

Solid Works: Es un programa de diseño asistido por ordenador (CAD "Computer Assisted Design"; en inglés, Diseño Asistido por Computadora) para dibujo en 2D y 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Dassault Systemes.

Tolva: dispositivo que permite recibir el café en cereza, para despulparlo inmediatamente. Puede ser construido en lámina, acero, material, madera o ferrocemento. Debe cumplir un requisito importante y es el de permitir un suministro eficiente y controlado de café a la despulpadora.

Automatizar: aplicar procedimientos automáticos a un proceso, a un mecanismo o a un dispositivo.

1.4 Formulación del problema

¿Es factible diseñar una desmucilaginadora automatizada de café con capacidad de 500kg/h?

1.5 Justificación e importancia de la investigación

Esta investigación se justifica por la gran importancia y necesidad en los procesos industriales y agrícolas cafetaleras, teniendo en cuenta el problema que se viene afectando hasta la actualidad en los factores de tiempo y calidad. Es por este motivo sé que realiza un estudio enfocado al diseño de una máquina desmucilaginadora para mejorar el proceso productivo del café del cual se obtienen los siguientes beneficios:

Técnica

Utilizando la automatización industrial podremos controlar el proceso de desmucilaginado del café en un periodo de tiempo, por tal motivo obtendremos mejores beneficio de la calidad del café.

Social

Se genera un impacto positivo en los caficultores porque optimiza el tiempo en el proceso productivo del café y permitiéndoles tener más tiempo libre para realizar otras actividades, de las cuales estarían más a menudo con sus familias y realizarían otras jornadas laborales, es por este motivo que generaría un gran beneficio.

Económica

Con respecto a lo económico mejorara la producción porque la maquina desmucilaginadora remplazara la mano de obra, por tal motivo se obtendrán mejores ingresos y ahorro para el caficultor por tal motivo mejorara la canasta familiar y dejando a tras los trabajos forzados de fermentación en pozas de café que solo hace consumir bastante agua y demora en el proceso de café, por tal motivo mejorara la calidad y proceso del café y con ello mejores beneficios económicos.

Ambiental

Es importante porque genera ahorro de agua en el desmucilaginado del café. Permitiendo así cuidar el recurso hídrico para la fauna y flora que consumen este recurso.

1.6 Hipótesis

El diseño de una máquina desmucilaginadora automatizada de café permitirá eliminar las pozas de fermentaciones mejorando el proceso de desmucilaginado en forma mecánica y de esta manera ayudará a disminuir los costos de mano de obra y ahorro de agua.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Diseñar una máquina desmucilaginadora automatizada para café de 500 kg/h de bajo consumo de agua.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar la capacidad de trabajo de la máquina.
- Diseñar la máquina desmucilaginadora de café.
- Calcular del sistema mecánico de la máquina desmucilaginadora de café.
- Calcular del sistema eléctrico de la máquina desmucilaginadora de café.
- Seleccionar el sistema de automatización para la maquina desmucilaginadora de café.
- Evaluar económicamente la máquina TIR /VAR.

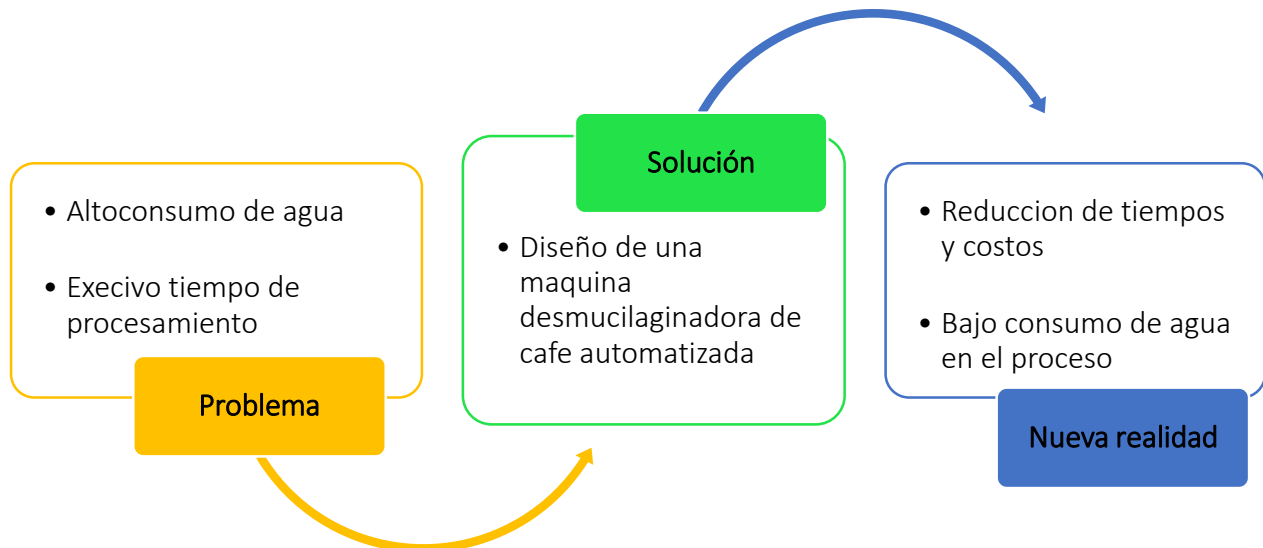
II. MATERIAL Y METODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es analítica y cuasi experimental, Porque a pesar que no se experimentará, éste tipo de investigación permitirá el manejo de la variable independiente, podremos comparar entre la situación actual y los cambios obtenidos luego de aplicar el proyecto.

Diseño de investigación



*Ilustración 7: Diseño de investigación
Fuente: Elaboración propia*

2.2 Población y muestra

Población

Nuestra investigación se basa al nivel del desmucilaginado de café del cual se tendrá en cuenta la producción de café de la provincia de san Ignacio con énfasis en el, tamaño de grano de café, resistencia, mucilago.

Muestra

En base a los criterios técnicos se tomara en cuenta como muestra la producción de café del centro poblado de Huarangos ubicado en la provincia de san Ignacio. Considerando en énfasis el, tamaño de grano de café, resistencia, mucilago.

2.3 Variables Y Operacionalización

2.3.1 Variable independiente

Proceso de desmucilaginado de café

2.3.2 Variable dependiente

El diseño de una máquina desmucilagadora de café.

2.3.3 Operacionalización

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de medición
Desmucilaginado de café	Almidón	Porcentaje de almidón	Guía de observación	Porcentaje de almidón
			Análisis de documentos	
	Flujo másico	Cantidad por intervalo de tiempo	Encuesta	Caudalímetro
			Observación	

Tabla 2: Operacionalización de variable independiente

Fuente: Elaboración propia

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de medición
----------------------	-------------	-------------	----------------------------------	--------------------------

Diseño de una máquina desmucilagadora de café	Sistema mecánico	Sistema de transmisión	Análisis de documentos	Torquimetro
	Sistema eléctrico	Potencia eléctrica	Análisis de documentos	vatímetro
		Frecuencia	Análisis de documentos	osciloscopio
		Amperaje	Análisis de documentos	Amperímetro
	Sistema automatizado	programación	Análisis de documentos	Arduino ONU

*Tabla 3: Operacionalización de variable dependiente
Fuente: Elaboración propia*

2.4 técnicas e instrumentos de recolección de datos

Analítico: Porque se descompone el objeto de estudio en sus partes para conocer sus riesgos y propiedades. En nuestro caso tenemos que conocer el proceso que se realiza en la desmucilagadora de café para poder determinar los parámetros de diseño.

Sintético: Porque analizaremos la situación actual de los caficultores en general., acerca de los procesos que se realizan al café luego de ser cosechado, plantearemos una solución: diseño de la máquina desmucilagadora de 500 Kg/h.

Inductivo: Porque después de haber logrado con éxito el dimensionamiento de la máquina desmucilagadora y haber realizado los estudios pertinentes al equipo mediante el software de diseño, determinamos la factibilidad y el correcto diseño para la máquina desmucilagadora de café.

Deductivo: Porque después de haber definido las variables independientes y sus parámetros se infirió la hipótesis para el diseño de la máquina desmucilagadora.

Técnicas de recolección de datos

a) Observación: Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, para tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

b) Entrevista: La entrevista es una técnica que nos permite la obtención de información mediante el diálogo, a través de preguntas que propone el investigador o entrevistador.

Consiste en una conversación entre una o más personas en la cual uno es el entrevistador y el otro u otros son los entrevistados o informantes clave.

c) Encuestas: La encuesta es una herramienta utilizada como un medio principal para conseguir información. De esta manera, las encuestas pueden realizarse para que el sujeto encuestado plasme por sí mismo las repuestas en papel.

d) Análisis documental: Para la revisión de la normatividad e información acerca de temas relacionados al presente proyecto y aplicarlos en el proyecto y ejecución.

Instrumentos de recolección de datos

a) Guías de observación

Las guías a utilizadas son unos documentos que nos permitieron encausar la acción de observar ciertos fenómenos en el tema de desmucilaginado de café con el fin de poder tener una base de datos.

b) Entrevista

La Hoja de entrevista consta de 10 preguntas con las cuales se entrevistó al ingeniero del proceso industrial del café de la empresa Altomayo.

Se realizó una visita a la empresa Altomayo con el fin de entrevistar al ingeniero a cargo del área del proceso industrial del café, con el fin de poder recolectar información para la realización del proyecto de desmucilaginadora de café.

c) Encuesta

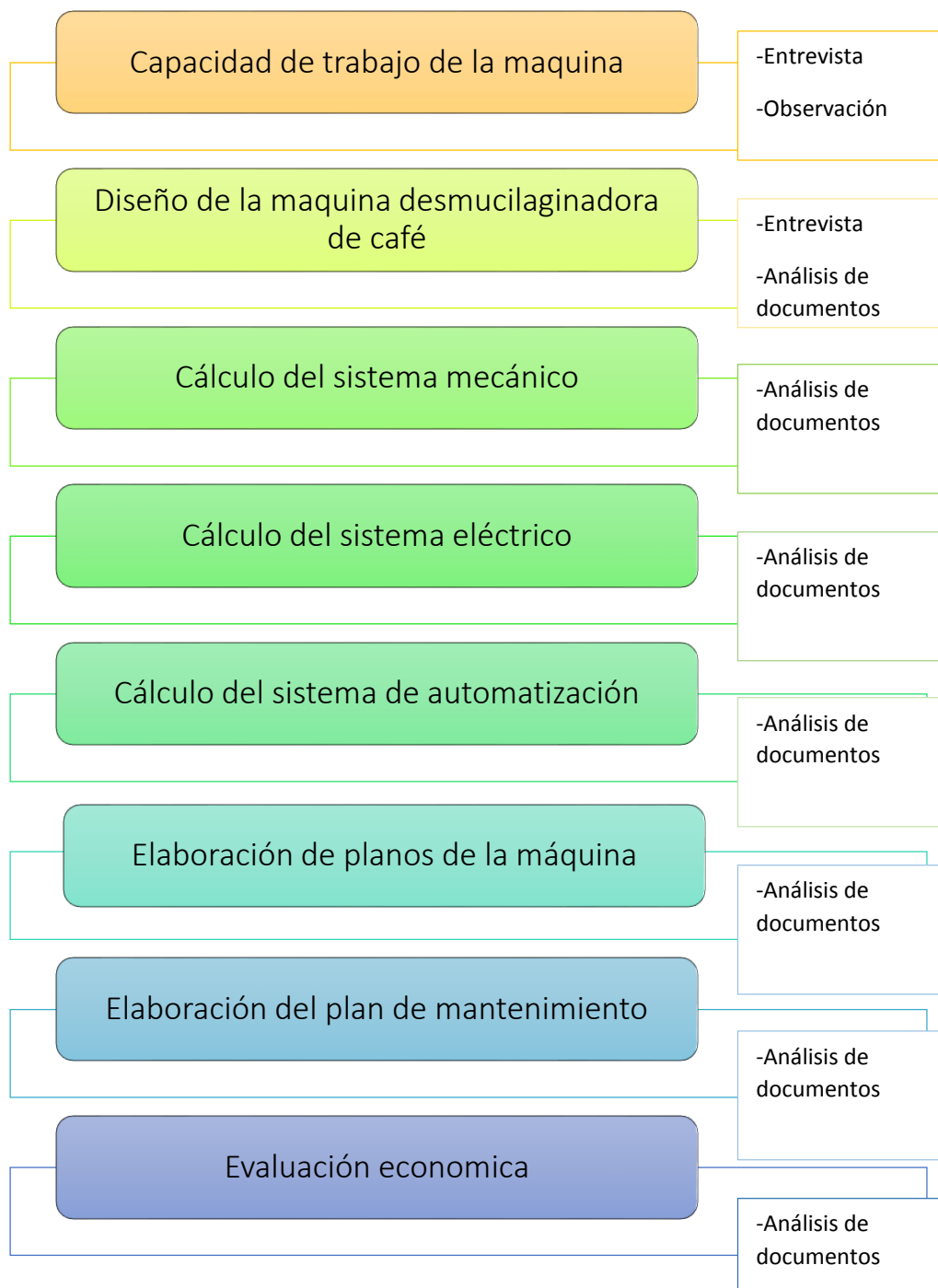
Se diseñó 01 encuesta con el fin de lograr determinar la producción aproximada, costos del cultivo y transporte, ingresos y ganancias del café en el Caserío el Huarangos (San Ignacio).

d) Guías de análisis de documentos

Se revisó normas técnicas y ambientales para el diseño de la máquina, dadas por INDECOPI, así como manuales, para la elección de los equipos por las necesidades que presentaron.

2.5 Procedimientos de análisis de datos

Diagrama de flujo de procesos



*Ilustración 8: Diagrama de flujo de procesos
Fuente: Elaboración propia*

Descripción de procesos

a) Capacidad de trabajo de la máquina

Para determinar la capacidad de la máquina se comparó con la capacidad de máquinas existentes de las cuales se pudo investigar e indagar para obtener datos con los cuales se pudo llevar a cabo la capacidad de la máquina de 500 Kg/h de tal manera para llegar a esto se obtuvo una guía de observación del alguna máquina existente y la realización de una encuesta a un caficultor del caserío de Huarangos (San Ignacio).

b) Diseño de la máquina desmuciladora de café

Para el diseño la máquina desmuciladora de café se realizó una entrevista en la empresa Altomayo al ingeniero a cargo de la parte del proceso del café, una vez obtenido información y referencias de funcionamiento se pudo tener la capacidad de diseñar la máquina desmuciladora de café con modelamiento CAD, considerando la capacidad y las normas correspondiente de diseño.

c) cálculo del sistema mecánico

Para el cálculo del sistema mecánico se realizó una guía de observación donde relacionaremos al nivel práctico el funcionamiento de una máquina industrial que tenga relación con el tipo de diseño a realizar como también información detallada de cálculo de diseño de sistemas mecánicos para la elaboración de este proyecto.

d) cálculo del sistema eléctrico

De tal manera para la realización del sistema eléctrico se realizó una guía de observación y una entrevista para obtener datos obtenidos tanto de la máquina y la persona que se entrevistó en el área de elaboración del proceso industrial del café.

e) cálculo del sistema de automatización

De igual manera para el cálculo del sistema automatizado se recopiló información bajo la guía de observación y la entrevista por la persona encargada de dicha área.

f) Elaboración de Planos de la máquina

Se elaboraron los planos de diseño de la máquina desmucilagadora de café.

g) Elaboración plan de mantenimiento

Para el Plan de mantenimiento se realizaron análisis de documentos y entrevistas a especialistas, se tuvo en cuenta el manual de fabricante y las condiciones de trabajo de los equipos.

h) Factibilidad económica

Se realizó la evaluación económica del diseño de la desmucilagadora de café, cumpliendo con el análisis de costos / beneficios.

Equipos materiales e instrumentos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
EQUIPOS	Laptop personal
	Cámara fotográfica
	Fuentes bibliográficas
	Manuales.
	Guías informativas
HERRAMIENTAS	Solid Works
	Ms Project
	AutoCAD
	Automatización (arduino ONU)
	Excel

*Tabla 4: Equipos, materiales e instrumentos
Fuente: Elaboración propia*

Personal	Número
Asesor Especialista	1
Ingeniero industrial	1
Asesor Metodológico	1
Tesista	2

*Tabla 5: Recursos humanos
Fuente: Elaboración propia*

Fórmulas de cálculo

Las fórmulas a utilizar serán las empleadas en múltiples bibliografías para el Diseño de Elementos de Máquina, para ejes, engranajes, chumaceras, fajas o cadenas, de acuerdo a los materiales elegidos en la matriz morfológica del Diseño de la Máquina.

A continuación presentaremos las fórmulas:

- Cálculos de Fatiga para ejes y engranajes.
- Cálculo de la Potencia del motor
- Fórmulas para los esfuerzos principales.

Planos

Se realizará los siguientes diagramas de circuitos utilizando el software correspondiente. Planos utilizando los software: AutoCAD y Solid Works.

- Planos con el detalle para cada pieza.
- Planos de Montaje o Ensamblaje.
- Plano para la máquina.
- Planos de automatización.

Análisis estadístico e interpretación de los datos

Se describe cómo se organizó estadísticamente la información obtenida, las técnicas de análisis estadístico utilizadas para procesar los datos que permitieron obtener los resultados, y cómo se analizó para llegar a las conclusiones mediante el uso del software Microsoft Excel.

2.6 Criterios éticos

Se tomó en cuenta la no adulteración de los datos obtenidos en la investigación de campo, transparencia en los mismos para fines netamente académicos y a la confidencialidad de los mismos, por motivos de seguridad en la localidad.

En cuanto al conocimiento sobre la realidad problemática del procesamiento del café en la localidad, se desarrolló una investigación de campo amplia, a fin de conocer la realidad de cada uno de los caficultores de la localidad.

2.7 Criterios de rigor científico

Explicar qué criterios de rigor científico se tomaron en cuenta y que acciones o estrategias se realizaron para garantizarlos. Se consideraron los que se mencionan a continuación:

a) Validez

La adecuada operacionalización de las preguntas de investigación, de forma que las variables que se estudian sean relevantes y abarquen todas las dimensiones que incorporan las preguntas de la investigación.

b) Generalizabilidad

También llamada validez externa, consiste en que la muestra sea representativa. Para ello debe evitar sesgos a través de marcos muestrales adecuados y muestreos aleatorios

c) Fiabilidad

La medición ha de tener la precisión suficiente. Se relaciona con la minimización del error aleatorio y requiere de un tamaño de muestra suficiente.

d) Replicabilidad

Es la posibilidad de que se pueda repetir la investigación y que los resultados no se contradigan.

III. RESULTADOS

3.1 Resultados en tablas y figuras

Condiciones iniciales

- Tecnología seleccionada para retirar el mucilago del café pergamino del tipo DESLIM.
- La máquina desmucilagadora se diseñó para procesar una capacidad de 500 Kg/h de café pergamino.
- Densidad del café a la entrada del proceso de desmucilagado, 803.4 Kg/m^3 .
- Velocidad del eje de la máquina desmucilagadora para la tecnología DESLIM, 700 rpm
- Consumo de agua para el desmucilagado y lavado $0.15 - 0.25 \text{ litros/Kg}$

Estructura de funciones para la maquina desmucilagadora de café



Ilustración 9: Estructura de funciones
Fuente: Elaboración propia

Matriz morfológica







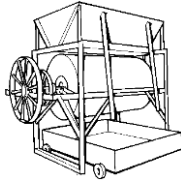


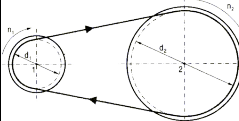
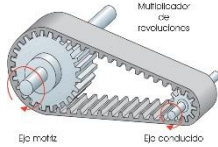





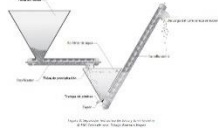






1	ALIMENTAR			
2	ALMACENAR			
3	GENERAR			
4	TRANSMITIR			
5	TRANSPORTAR			
6	ACONDICIONAR			
7	SECAR			
8	RECOGER GRANO			

Tabla 6: Matriz morfológica

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del transportador helicoidal

Para elevar el café con mucilago procedente de la tolva de alimentación, hacia los limpiadores encajados en el eje de la máquina, se realiza mediante un transportador vertical de tornillo helicoidal, en base a las condiciones de diseño se calculó el diámetro necesario, mediante la siguiente ecuación

$$\dot{Q} = 3600 \times \lambda \times \left(\frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \right) \times \left(\frac{P \times n}{60} \right) \times \gamma \times k$$

Ecuación 1: Cantidad de flujo másico

Fuente: ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos sin fin

Donde

- \dot{Q} : Flujo másico [Tn/Hr]
- λ : Coeficiente de relleno [-]
- D : Diámetro externo [m]
- d : Diámetro interno [m]
- P : Paso del helicoidal [m]
- n : Velocidad de giro [rpm]
- γ : Densidad del material [Tn/m^3]
- k : Coeficiente de inclinación [-]

El coeficiente de relleno se selecciona teniendo en cuenta el tipo de material que se va a desplazar, para este caso se trata de un material ligero y no abrasivo, teniendo en cuenta la siguiente tabla, se seleccionó un valor de 0.32

Tipo de carga	Coefficiente de relleno
Pesada y abrasiva	0.125
Pesada y poco abrasiva	0.25
Ligera y poco abrasiva	0.32
Ligera no abrasiva	0.4

Tabla 7: Coeficiente de relleno según tipo de carga

Fuente: Cantidad de flujo másico

Fuente: ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos sin fin

El diámetro interno d se asume por criterio de diseño teniendo en cuenta diseños de características similares, estableciendo el valor de este en 7 cm .

La densidad del café a la entrada del proceso de desmucilaginado se estableció en 803.4 Kg/m^3 , que al ser pasado a las unidades empleadas en la ecuación, se convierte en 0.8034 Tn/m^3 .

El paso de diseño teniendo en cuenta la elevación vertical y que el material tendrá características de fluido, se emplea un helicoidal sencillo de medio paso, como se indica en la siguiente imagen

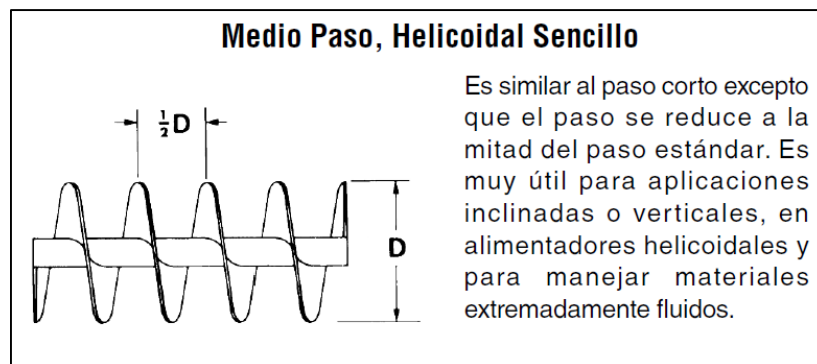


Ilustración 10: Selección de paso de helicoidal

Fuente: Screw Conveyor Engineering

El paso del helicoidal se establece en función del diámetro externo, el cual se está calculando, entonces se estableció la relación

$$P = \frac{D}{2}$$

Ecuación 2: Relación entre paso y diámetro
Fuente: Screw Conveyor Engineering

El coeficiente de inclinación para elevadores se selecciona según el ángulo de inclinación, teniendo en cuenta la siguiente tabla para un ángulo mayor a 20 grados se selecciona un valor de 0.08

Inclinación del tubo	Coficiente
0	0.33
15	0.19
30	0.13
45 a mas	0.08

Tabla 8: Coeficiente de carga según inclinación
Fuente: Screw Conveyor Engineering

La velocidad de giro para la tecnología DESLIM, su revolución en maquina 700 rpm, para una mejor remoción del mucilago en periodos más cortos, teniendo en cuenta lo antes mencionado se reordena la ecuación, para poder despejar el valor del diámetro externo, obteniéndose la siguiente ecuación

$$(D^2 - d^2)D = \frac{2 \times \dot{Q}}{15 \times \pi \times \lambda \times n \times \gamma \times k}$$

Ecuación 3: cálculo del diámetro requerido
Fuente: Screw Conveyor Engineering I

Al reemplazar los valores establecidos en la ecuación se obtiene

$$(D^2 - 0.07^2)D = \frac{2 \times 0.5}{15 \times \pi \times 0.4 \times 700 \times 0.8034 \times 0.08}$$

$$D^3 - 0.0049D = 0.001179$$

$$D = 0.12 \text{ m}$$

Según bibliografía consultada, se observa que generalmente se emplean 2 vueltas para la hélice del transportador helicoidal, para calcular la altura de este, se empleó la ecuación

$$H_{hel} = N_{vuelta} \times P$$

Ecuación 4: Altura del helicoidal
Fuente: Screw Conveyor Engineering

Donde

H_{hel} : Altura del helicoidal [m]

N_{vuelta} : Numero de vueltas del helicoidal [-]

P : Paso del helicoidal [m]

Reemplazando se tiene

$$H_{hel} = 2 \times 0.6$$

$$H_{hel} = 1.2 \text{ m}$$

Para la hélice del transportador helicoidal se emplea acero AISI 1020 CD, con un espeso de 1 mm, mediante el uso del software Solid Works, se modelo el transportador helicoidal con las dimensiones antes calculadas, el resultado se presenta en la siguiente imagen.

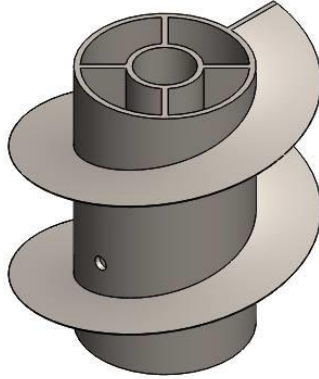


Ilustración 11: Vista isométrica de Helicoidal
Fuente: Elaboración propia

Cálculo de altura de desmucilaginador

La altura del desmucilaginador se tuvo en cuenta al volumen que debe contenerse entre la artesa (chapa perforada), y los limpiadores que removerán el mucilago.

La artesa está constituida por una chapa perforada, con un diámetro máximo de 14 *cm*, y un espesor de 1.5 *mm* esto para dejar pasar el agua con los restos de mucilago pero evitar que los granos de café salgan de la artesa de la máquina.

Los limpiadores se diseñaron de una altura de 2 *cm*, cuenta con 6 extrusiones, las cuales se encargan de friccionar los granos de café para remover el mucilago, las distancias se tomaron en base a catálogos consultados, a continuación se muestra una vista isométrica de los limpiadores para el sistema DESLIM



*Ilustración 12: Vista isométrica del limpiador
Fuente: Elaboración propia*

El tiempo necesario para remover el 100% del mucilago de los granos de café, se encuentra entre los 15 – 25 segundos para esta tecnología, para lograr la máxima eficiencia de limpieza, se dimensiono un valor de .25 segundos, en base a esto se determinó el volumen que debe contenerse en la máquina, mediante la siguiente ecuación

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{3600 \times \gamma}$$

*Ecuación 5: Flujo volumétrico de máquina
Fuente: Screw Conveyor Engineering*

Donde

\dot{q} : Flujo volumétrico [m^3/s]

\dot{Q} : Flujo másico [Tn/hr]

γ : Densidad del material [Tn/m^3]

Reemplazando se obtuvo

$$\dot{q} = \frac{0.5}{3600 \times 0.8034}$$

$$\dot{q} = 0.00173 \text{ m}^3/\text{s}$$

Teniendo en cuenta que el tiempo necesario para la remoción del mucilago es de 25 segundos, entonces el volumen necesario en la artes está dado por la ecuación

$$V_{art} = \dot{q} \times t$$

Ecuación 6: Volumen requerido en tambor

Fuente: mecanicadefluidos5.blogspot.com/2010/08/flujo-masico-y-flujo-volumetrico

Donde

V_{art} : Volumen necesario [m^3]

t : Tiempo necesario para el proceso [s]

Al reemplazar estos valores se obtiene el volumen necesario dentro de la artesa para un correcto proceso de desmucilaginado.

$$V_{art} = 0.00173 \times 25$$

$$V_{art} = 0.00432 \text{ m}^3$$

El volumen está en función del área comprendida entre la artesa y el perímetro de los limpiadores, multiplicada por la altura, de este modo se puede despejar la altura a calcular de la siguiente manera

$$H_{des} = \frac{V_{art}}{A_{art}}$$

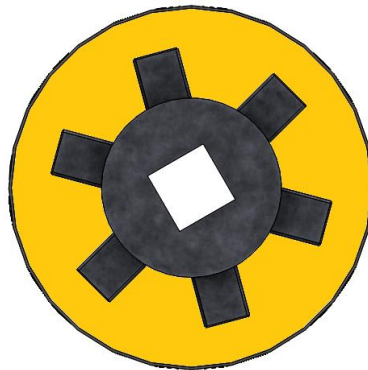
*Ecuación 7: Altura del desmucilagador
Fuente: Screw Conveyor Engineering*

El área comprendida entre la artesa y los limpiadores según la geometría seleccionada se puede escribir en función de los diámetros, obteniéndose

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

*Ecuación 8: Área transversal entre eje y artesa
Fuente: Screw Conveyor Engineering*

Esta fórmula representa al área comprendida entre la artesa (chapa perforada) y el perímetro de los limpiadores, para una mejor comprensión de esta se muestra en color naranja en la siguiente ilustración N°14.



*Ilustración 13: Área transversal del desmucilagador
Fuente: Elaboración propia*

Donde

D_A : Diámetro interno de la artesa [m]

D_L : Diámetro a la punta externa del limpiador [m]

d_L : Diámetro a la base del limpiador [m]

El diámetro de la artesa se estableció anteriormente en 14 cm mientras que para el diámetro a la punta externa del limpiador se diseñó en 11 cm y el diámetro a la base de las puntas es de 6 cm, reemplazando estos valores se pudo obtener

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

$$A_{art} = 0.00922 \text{ m}^2$$

Conociendo el área comprendida entre la artesa y el volumen requerido, se puede determinar la altura necesaria para la correcta remoción del mucilago, al reemplazar los valores en la ecuación N°7, se obtuvo

$$H_{des} = \frac{0.00432}{0.00922}$$

$$H_{des} = 0.468 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia requerida

Para el cálculo de la potencia mecánica requerida, se determinó de manera separada las potencias necesarias para mover el helicoidal vacío, la potencia necesaria para mover la carga de todo el conjunto y la necesaria para mover los componentes de limpieza de la inercia inicial

Potencia para mover el helicoidal vacío

Para el cálculo de la potencia requerida en el accionamiento del tornillo helicoidal sin carga, se empleó la siguiente ecuación

$$P_{HV} = \frac{H_{hel} \times n_{EJE} \times F_d \times F_b}{410}$$

Ecuación 9: Potencia para mover el helicoidal en vacío

Fuente: ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos sin fin.

Donde

- P_{HV} : Potencia para mover el helicoidal vacío [HP]
 n_{EJE} : Velocidad de giro del eje [rpm]
 F_d : Factor de diámetro del helicoidal [-]
 F_b : Factor de rodadura [-]

Los valores de longitud del tornillo helicoidal y la velocidad de giro del mismo ya se conocen de la sección anterior, el factor de diámetro se seleccionó de la siguiente tabla, teniendo en cuenta el diámetro exterior del helicoidal

Diámetro [mm]	F_d
50	0.5
80	0.7
100	1.2
150	1.8
225	3.1
300	5.5

Tabla 9: Factor de diámetro según diámetro exterior

Fuente: ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos sin fin.

Para nuestro caso, se tiene un diámetro exterior de 120 mm, para el cual por medio del método de interpolación, se obtuvo un valor de 1.44, el factor de rodadura se selecciona teniendo en cuenta el tipo de cojinetes que empleara la máquina, para este caso se seleccionan cojinetes de bolas, obteniéndose un factor de rodadura igual a 1, según la siguiente tabla

Factor de rodadura	F_b
Libre	1.2
De bolas	1
Bronce, grafito	1.7
Plástico	2
Hierro duro	4.4

*Tabla 10: Factor según tipo de rodadura
Fuente: carreras/elementosdemaquinas/cap07.*

Una vez seleccionados los factores para el cálculo y reemplazados en la ecuación N°9, y se obtuvo

$$P_{HV} = \frac{0.12 \times 700 \times 1.44 \times 1}{410}$$

$$P_{HV} = 0.295 \text{ HP}$$

Potencia para mover la carga

Una vez calculada la potencia para accionar el tornillo helicoidal, se procedió a calcular la potencia para transportar al carga desde la entrada del desmucilagador hasta la salida del mismo, para ello se empleó la ecuación

$$P_{CA} = \frac{(H_{hel} + H_{des}) \times \dot{q} \times \gamma}{186}$$

Ecuación 10: Potencia para transportar la carga

Fuente: ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos.

Donde

- P_{CA} : Potencia para mover la carga del conjunto [HP]
 \dot{q} : Flujo volumétrico [m^3/Hr]
 γ : Densidad del material [Kg/m^3]

Las alturas del helicoidal y los limpiadores se establecieron anteriormente en 12 y 49 cm, respectivamente al igual que la densidad del café con mucilago en $803.4 \text{ Kg}/m^3$, el flujo volumétrico se calculó anteriormente en $0.000173 \text{ m}^3/s$, que es similar a expresarlo a $0.622 \text{ m}^3/Hr$, al reemplazar estos valores se obtuvo

$$P_{CA} = \frac{(0.12 + 0.47) \times 0.622 \times 803.4}{186}$$

$$P_{CA} = 1.586 \text{ HP}$$

Potencia para mover los limpiadores

Para determinar la potencia necesaria para mover el conjunto de limpiadores, partiendo de la inercia, primero se determinó el torque necesario para esto se empleó la siguiente ecuación

$$T_{LI} = I_{LI} \times \alpha_{EJE}$$

Ecuación 11: Torque para mover limpiadores
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

Donde

- T_{LI} : Torque necesario para vencer la inercia [$N \times m$]
 I_{LI} : Momento polar de inercia del conjunto [$Kg \times m^2$]
 α_{EJE} : Aceleración angular del eje [rad/s^2]

Mediante el análisis computacional en el software Solid Works, se determinó el momento polar de inercia en $0.05634 \text{ Kg} \times m^2$, el cálculo de la aceleración angular se obtuvo de la siguiente ecuación

$$\alpha_{EJE} = \frac{\omega_f - \omega_0}{t}$$

Ecuación 12: Calculo de aceleración angular
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

Donde

- ω_f : Velocidad angular final [rad/s]
 ω_0 : Velocidad angular inicial [rad/s]
 t : Tiempo de aceleración [s]

Ya que el cálculo se realiza para vencer la inercia, entonces la velocidad inicial se considera como cero, mientras que la velocidad final se determina mediante la velocidad de diseño del eje, empleando la siguiente ecuación

$$\omega_f = \frac{\pi \times n}{30}$$

Ecuación 13: Velocidad angular final
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

$$\omega_f = \frac{\pi \times 700}{30}$$

$$\omega_f = 73.303 \text{ rad/s}$$

Reemplazando los valores obtenidos para la aceleración angular, asumiendo un tiempo de aceleración de 10 *segundos*, se pudo conocer el valor de la aceleración angular de la ecuación N°12 será

$$\alpha_{EJE} = \frac{73.303 - 0}{10}$$

$$\alpha_{EJE} = 7.33 \text{ rad/s}^2$$

Una vez calculada la aceleración angular se pudo determinar el torque necesario, reemplazando en la ecuación N°11

$$T_{LI} = 0.05634 \times 7.33$$

$$T_{LI} = 0.413 \text{ N} \times \text{m}$$

Para calcular la potencia necesaria para lograr aplicar el torque antes calculado se empleó la siguiente ecuación

$$P_{LI} = \frac{T_{LI} \times n_{EJE}}{7121}$$

Ecuación 14: Potencia para vencer la inercia de limpiadores
Fuente: fi Diseño de elementos de máquinas Mott

P_{LI}	:	Potencia para vencer la inercia [HP]
T_{LI}	:	Torque necesario para vencer la inercia [$N \times m$]
n_{EJE}	:	Velocidad de giro del eje [rpm]
7121	:	Constante para cambio de unidades [-]

Reemplazando los datos necesarios se obtuvo de la ecuación N°14.

$$P_{LI} = \frac{0.413 \times 700}{7121}$$

$$P_{LI} = 0.040 \text{ HP}$$

Potencia total

La potencia total necesaria para accionar la desmucilagadora se calcula mediante la suma de las potencias antes calculadas entre la eficiencia del sistema de transmisión seleccionado, como indica la siguiente ecuación

$$P_T = \frac{P_{HV} + P_{CA} + P_{LI}}{\eta_{tran}}$$

Ecuación 15: Potencia total requerida por la máquina
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

Donde

P_T : Potencia total requerida [HP]

η_{tran} : Eficiencia del tipo de transmisión [–]

Para la desmucilaginadora se seleccionó una transmisión por medio de poleas y correa en V, debido a la corta distancia entre los ejes, se asume una eficiencia de 0.96, que al reemplazar en la ecuación de la potencia total se obtuvo

$$P_T = \frac{0.295 + 1.586 + 0.040}{0.96}$$

$$P_T = 2.001 \text{ HP}$$

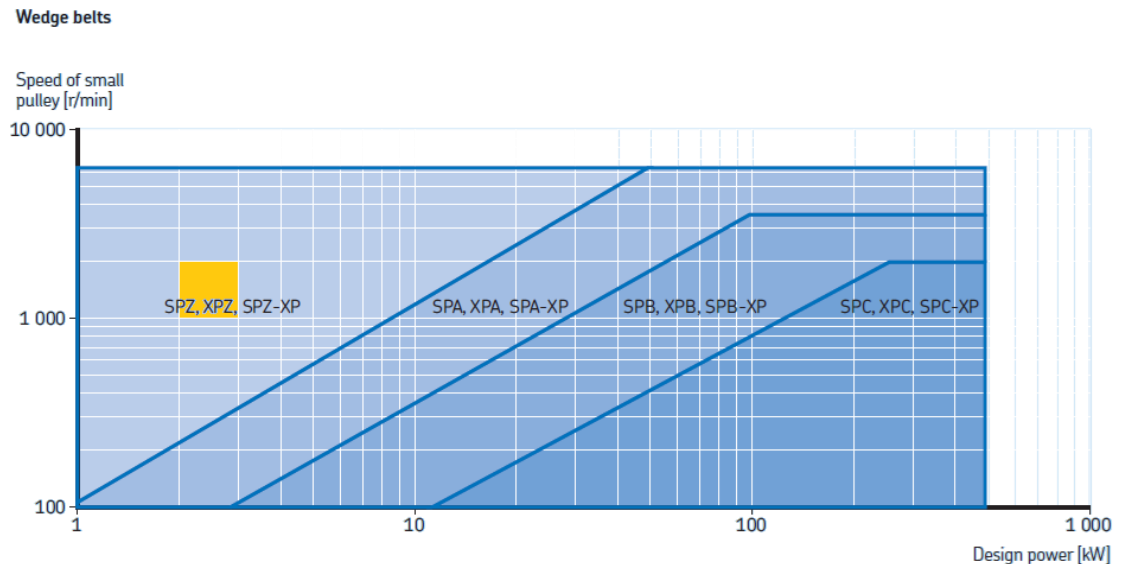
En base a la potencia obtenida se seleccionó un motor eléctrico monofásico de uso general con capacitor permanente con una potencia de 2 HP, de la marca WEG, modelo W22, cuya ficha técnica se presenta en el anexo N°05.



*Ilustración 14: Motor monofásico WEG
Fuente: Catalogo de motores monofásicos WEG*

Dimensionado de poleas

Para este caso se seleccionó un tipo de transmisión por poleas y banda tipo V, el tipo de perfil se seleccionó del siguiente grafico



*Ilustración 15: Selección del tipo de correa
Fuente: Catalogo general SKF*

Para potencias entre 2 – 3 kW y velocidades de la polea pequeña entre 1000 – 2000 rpm, se recomienda los perfiles SPZ, XPZ, SPZ – XP, para este caso se seleccionó trabajar con el perfil XPZ

Teniendo en cuenta la velocidad de giro del eje desmucilagador de 700 rpm y la velocidad en el eje del motor seleccionado de 1750 rpm, y se calculó la relación de transmisión

$$R_T = \frac{RPM_{motor}}{RPM_{des}}$$

*Ecuación 16: Relación de transmisión
Fuente: Catalogo general SKF*

$$R_T = \frac{1750}{700}$$

$$R_T = 2.5$$

Se seleccionó un tamaño estándar de poleas para el eje del motor, estableciendo el diámetro de esta en 80 mm

	Pulleys datum diameters								
	50	56	60	63	67	71	75	80	85
-	-								
Z	✓*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
A						✓*	✓	✓	✓
B									
C									
D									
SPZ/SPZ-XP					✓*	✓	✓	✓	✓
SPA/SPA-XP									
SPB/SPB-XP									
SPC/SPC-XP									

Tabla 11: Tamaños estándar para poleas - SKF
Fuente: Catalogo general SKF

Entonces el diámetro de la patea conducida está dada por la siguiente ecuación

$$DP_{des} = R_T \times DP_{motor}$$

Ecuación 17: Diámetro de patea del desmucilagador

Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott

$$DP_{des} = 2.5 \times 80$$

$$DP_{des} = 200 \text{ mm}$$

Diseño del eje del Desmucilaginador

Análisis estático

Para determinar las fuerzas a las que se ve sometido el eje, se realizó un análisis estático, en el cual se considera la fuerza ejercida por la polea, las reacciones radiales en los cojinetes y el troque producido por la potencia, a lo largo de todo el eje.

Fuerza ejercida por la polea

Primero se calculó el torque en el eje, ejercido por la acción de la potencia transmitida, para esto se empleó la siguiente ecuación:

$$T_{EJE} = \frac{7121 \times P_T}{n_{EJE}}$$

*Ecuación 18: Torque total en el eje
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Mott*

Donde el torque se encuentra en $N \times m$, y la potencia en HP , estos valores se conocen de cálculos anteriores, al reemplazar estos se obtuvo

$$T_{EJE} = \frac{7121 \times 2}{700}$$

$$T_{EJE} = 20.36 N \times m$$

La fuerza ejercida por la polea actúa de manera radial a lo largo del eje X positivo, el valor de esta fuerza fue calculado por la siguiente ecuación

$$F_p = 1.5 \times \left[\frac{2 \times T_{EJE}}{DP_{des}} \right]$$

Ecuación 19: Fuerza radial en la polea
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

- F_p : Fuerza ejercida por la polea [N]
 T_{EJE} : Torque en el eje [$N \times m$]
 DP_{des} : Diámetro de polea del desmucilagador [m]

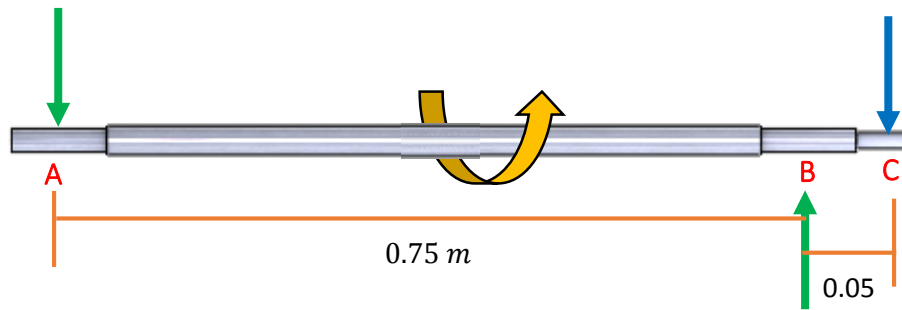
Al reemplazar los valores se obtuvo

$$F_p = 1.5 \times \left[\frac{2 \times 20.36}{0.20} \right]$$

$$F_p = 305.45 \text{ N}$$

Diagrama de cuerpo libre

Ya conocidas las fuerzas que actúan en el eje, se procede al diseño geométrico del eje, teniendo en cuenta las dimensiones antes calculadas, y asumiendo los diámetros de escalonamiento para el soporte de los componentes del equipo, a continuación se muestra una representación esquemática de los puntos de aplicación de las fuerzas en el eje



*Ilustración 16: Diagrama de cuerpo libre del eje
Fuente: Elaboración propia*

Teniendo en cuenta el gráfico anterior se puede establecer las siguientes consideraciones, para los puntos críticos en los que aplican las fuerzas o reacciones

A	:	Reacción en el rodamiento base	
B	:	Reacción en el rodamiento superior	
C	:	Punto de aplicación de fuerza por la polea	
\overline{AB}	:	Distancia entre A – B	: [0.75 m]
\overline{BC}	:	Distancia entre B – C	: [0.05 m]

Análisis de plano X – Y

En el DCL, se observa que las fuerzas y reacciones solo aplican en un plano de esta manera solo se realizara el dimensionamiento en base al plano X – Y, en donde la fuerza ejercida por la polea se encuentra en el eje Y negativo y las reacciones son iguales a las mostradas en la figura XX, de esta manera se procedió a calcular las reacciones mediante las siguientes ecuaciones

$$R_B = \frac{F_P \times (\overline{AB} + \overline{BC})}{\overline{AB}}$$

Ecuación 20: Reacción en punto B
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

$$R_A = R_B - F_P$$

Ecuación 21: Reacción en punto A
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

F_P : Fuerza ejercida por la polea [N/m]

R_A : Reacción en rodamiento A [N]

R_B : Reacción en rodamiento B [N]

\overline{AB} : Distancia entre A y B [m]

\overline{BC} : Distancia entre B y C [m]

Al reemplazar los valores se obtuvo

$$R_B = \frac{305.45 \times (0.75 + 0.05)}{0.75}$$

$$R_B = 325.81 \text{ N}$$

$$R_A = 325.81 - 305.45$$

$$R_A = 20.36 \text{ N}$$

El momento flector máximo se encuentra en el punto B, en donde se encuentra la variación de fuerza, para este caso se calculó mediante la siguiente ecuación

$$M_B = R_A \times \overline{AB}$$

Ecuación 22: Momento máximo en punto B
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

$$M_B = 20.36 \times 0.75$$

$$M_B = 15.272 \text{ N} \times \text{m}$$

A continuación se muestran las representaciones graficas de los resultados obtenidos, en fuerza cortante, y momento flector a lo largo del eje, distribuido en los tramos entre los puntos de aplicación de fuerza

Gráfico de fuerzas cortantes

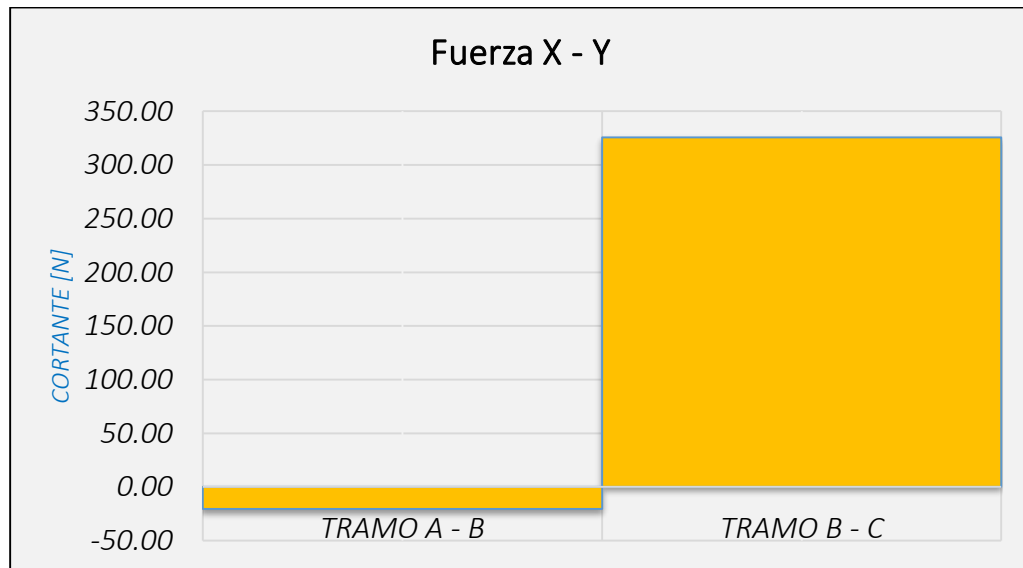
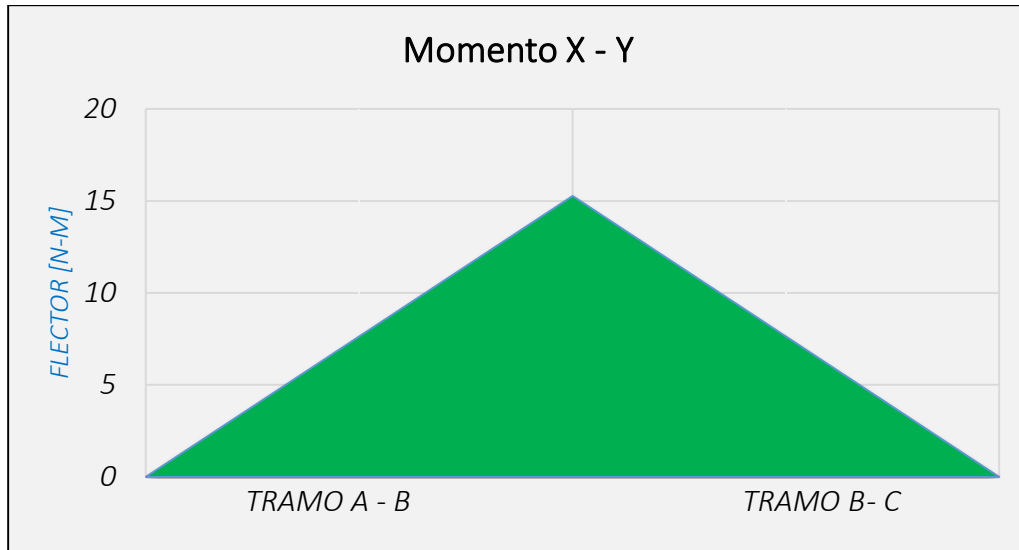


Ilustración 17: Grafica de fuerza cortante en el eje
Fuente: Elaboración propia

Grafica de momento flector



*Ilustración 18: Grafica de momento flector en el eje
Fuente: Elaboración propia*

Cálculos de esfuerzos en material

Para el diseño del eje se seleccionó un Acero AISI 1020 CD, para el cual se realizaron los cálculos para calcular las resistencias reales de este material, las propiedades mecánicas para este material son las siguientes

UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)
		CD	330 (48)	280 (41)
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)
		CD	370 (53)	300 (44)
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)
		CD	390 (56)	320 (47)
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)
		CD	440 (64)	370 (54)
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)
		CD	470 (68)	390 (57)
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)
		CD	520 (76)	440 (64)
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)
		CD	550 (80)	460 (67)
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)
		CD	590 (85)	490 (71)

*Tabla 12: Propiedades mecánicas de los aceros
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Donde

S_u : Resistencia a la tensión [MPa]

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa]

De la tabla N°11, se puede obtener los siguientes valores para las resistencias mecánicas

$$S_u = 470 \text{ MPa}$$

$$S_y = 390 \text{ MPa}$$

Como se cuenta con efectos flexionantes y cortantes, se realizara una análisis de cargas combinadas, para este caso el esfuerzo a la fatiga viene dado por la siguiente ecuación

$$S_n = 0.5 \times (S_u)$$

Ecuación 23: Resistencia a la fatiga
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

$$S_n = 235 \text{ Mpa}$$

El la realidad este valor se ve afectado por diversos factores, que modifican su valor para diversos casos, presentes en la práctica, estos son conocidos como factores de corrección, que se usan para encontrar el valor real de la resistencia a la fatiga S'_n , mediante la siguiente ecuación

$$S'_n = S_n \times K_a \times K_b \times K_c \times K_d \times K_e$$

Ecuación 24: Resistencia real a la fatiga
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

S'_n	:	Esfuerzo real a la fatiga [MPa]
S_n	:	Esfuerzo a la fatiga [MPa]
K_a	:	Factor de corrección de superficie [-]
K_b	:	Factor de corrección de tamaño [-]
K_c	:	Factor de corrección de tipo de carga [-]
K_d	:	Factor de corrección de temperatura [-]
K_e	:	Factor de corrección de confiabilidad [-]

Factores de corrección del esfuerzo a la fatiga

Los factores de corrección muestran valores, que se asumen según las características de funcionamiento de la máquina o condiciones de fabricación del material, de esta manera se tienen los siguientes factores

Factor de superficie K_a , se calculó empleando la fórmula:

$$K_a = a \times (S_u)^{-b}$$

Ecuación 25: Factor de superficie
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

- K_a : Factor de corrección de superficie [–]
 S_u : Resistencia a la tensión [MPa]
 a : Coeficiente 1 según acabado superficial [–]
 b : Coeficiente 2 según acabado superficial [–]

Los coeficientes se toman de la siguiente tabla, en base al acabado superficial del material seleccionado

Acabado superficial	Factor a S_{utr} MPa	Exponente b
Esmerilado	1.58	–0.085
Maquinado o laminado en frío	4.51	–0.265
Laminado en caliente	57.7	–0.718
Como sale de la forja	272.	–0.995

*Tabla 13: Valores para factor de acabado superficial
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

El material seleccionado AISI 1020 CD (laminado en frío), cuenta con los siguientes coeficientes [4.51] y [-0.265], respectivamente para a y b , al reemplazar estos valores se calculó

$$K_a = 4.51(470)^{-0.265}$$

$$K_a = 0.88$$

Factor de tamaño K_b , este factor se calcula teniendo el diámetro del eje, como en este caso se está calculando ese diámetro, se asume un valor tentativo, que no diste de los valores estándar, en este caso se asume un valor de 30 mm, para el cual se empleó la siguiente ecuación

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

Ecuación 26: Factor de tamaño
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

K_b : Factor de corrección de tamaño [-]
 d_e : Diámetro tentativo del eje [mm]

Reemplazando los valores asumidos, se calculo

$$K_b = \left(\frac{30}{7.62} \right)^{-0.107}$$

$$K_b = 0.86$$

Factor de tipo de carga K_c , el eje presenta cargas combinadas, flexionante y cortante, para este caso se recomienda un valor de 1 para este factor.

$$K_c = 1$$

Ecuación 27: Factor de tipo de carga
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Factor de temperatura K_d , la máquina desmucilagadora, no se ve afectada por fuentes de calor cercanas, de este modo no se ve afectada por este factor, seleccionándose un valor de 1, para que no modifique el esfuerzo a la fatiga

$$K_d = 1$$

Ecuación 28: Factor de temperatura
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Factor de confiabilidad K_e , se asume una confiabilidad del 99% para la máquina desmucilagadora, para asegurar un correcto funcionamiento, según la tabla N°13 para este valor de confiabilidad le corresponde un valor $K_e = 0.814$, entonces se establece que:

$$K_e = 0.814$$

Ecuación 29: Factor de confiabilidad
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Confiabilidad, %	Factor de confiabilidad
50	1.000
90	0.897
95	0.868
99	0.814
99.9	0.753
99.99	0.702
99.999	0.659
99.9999	0.620

Tabla 14: Factor de confiabilidad
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Reemplazando los valores para cada factor de corrección en la ecuación N° 24, se logró obtener el valor del esfuerzo real a la fatiga del material, con el cual se calculó los diámetros mínimos para cada escalón del eje, el valor obtenido es

$$S'_n = 235 \times 0.88 \times 0.86 \times 1 \times 1 \times 0.814$$

$$S'_n = 145.91 \text{ MPa}$$

Factor de efectos varios

El factor de efectos varios tiene en cuenta las variaciones por concentradores de esfuerzos, como son los chaflanes, ranuras para cuña, pasantes de sujeción y anillos de retención, combinados con la sensibilidad de la muesca, según el tipo de material, para este valor se emplea la siguiente ecuación

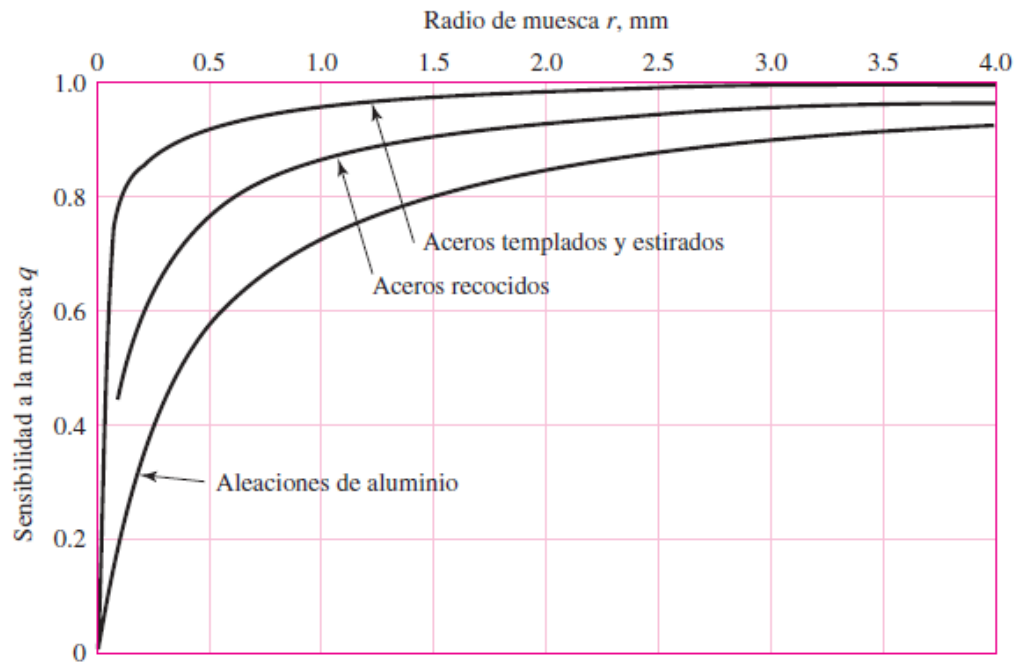
$$K_f = 1 + q \times (K_t - 1)$$

Ecuación 30: Factor de efectos varios
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

- K_f : Factor de corrección por efectos varios [–]
 q : Sensibilidad de la muesca [–]
 K_t : Factor de concentración de esfuerzos [–]

El valor de la sensibilidad a la muesca q , se toma de la ilustración N° 19, teniendo en cuenta los diámetros de redondeo, para este caso se seleccionó un diámetro redondeado de 3 mm, se observa que para este valor en aceros estirados y templados se tiene un valor aproximado de la unidad.



*Ilustración 19: Valor de sensibilidad a la muesca
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Al desarrollar la ecuación N°30, con un valor de $q = 1$, se puede observar que el resultado del factor de efectos varios, es el mismo que el valor de los concentradores de esfuerzos, de esta manera para el caso de diseño, se establece que

$$K_f = K_t$$

*Ecuación 31: Relación entre factores de corrección
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Concentradores de esfuerzos

Los concentrados de esfuerzos se aprecian en las diferentes configuración o variaciones que se tiene a lo largo del eje, para casos especificaos se tiene valores estándar como es el siguiente caso

Variación	Tipo	Factor K_t
Asiento de rodamiento	Chaflán agudo	2.5
Transmisión de potencia	Cuña de perfil	2
Asiento de poleas	Chaflán redondeado	1.5

Tabla 15: Factores de concentración de esfuerzos para diferentes variaciones
Fuente: *Diseño de elementos de máquinas Mott*

En el presente diseño de eje se encuentra una perforación pasante que conectará el tornillo helicoidal al eje, para asegurar la transmisión de potencia hacia este, para este caso se selecciona el concentrador de esfuerzos de la siguiente gráfica

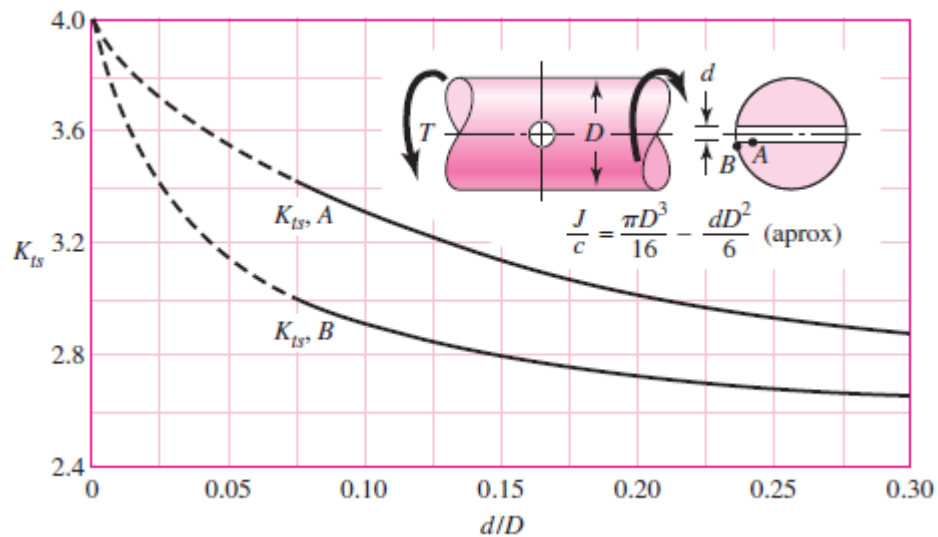


Ilustración 20: Factor de concentrador de esfuerzos
Fuente: *Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Continuando con los valores estimados, de un eje de 30 mm y un taladro pasante M6, se puede observar que el valor de las ordenas es de

$$x = \frac{0.006}{0.03}$$

$$x = 0.2 \Rightarrow K_t = 3$$

Guiándose de la gráfica, se seleccionó un valor de 3 para el concentrador de esfuerzos en el pasante del tornillo helicoidal.

Diseño de diámetros mínimos

El método de análisis que se seleccionó, se establece en los puntos medios de acción de las fuerzas, por eso se debe realizar un análisis a cada extremo de los puntos de manera separada, para posteriormente seleccionar el mayor diámetro entre ambos, de esta manera se tiene las siguientes variantes

<i>Sección Izquierda del punto A</i>	:	<i>Flotante</i>	<i>1</i>
<i>Sección Derecha del punto A</i>	:	<i>Chaflán agudo</i>	<i>2.5</i>
<i>Sección Izquierda del punto B</i>	:	<i>Pasante</i>	<i>3</i>
<i>Sección Derecha del punto B</i>	:	<i>Chaflán agudo</i>	<i>2.5</i>
<i>Sección Izquierda del punto C</i>	:	<i>Chaflán redondeado</i>	<i>1.5</i>
<i>Sección Derecha del punto C</i>	:	<i>Cuña de perfil</i>	<i>2</i>

Para aumentar la precisión de los cálculos los diámetros mínimos requeridos se obtuvieron teniendo en cuenta 2 criterios ampliamente empleados, el

método según ASME Elíptica y el método de Goodman, entre estos se empleara el diámetro mayor, las ecuaciones referentes a cada método son las siguientes

$$D_{ASME} = \left[\frac{32 \times N}{\pi} \times \sqrt{\left(\frac{K_f \times M_{Ti}}{S'_n} \right)^2 + \left(\frac{3}{4} \right) \times \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

*Ecuación 32: Diámetro según método de ASME Elíptica
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

$$D_{GOOD} = \left[\frac{16 \times N}{\pi} \times \left(\frac{2 \times K_f \times M_{Ti}}{S'_n} + \frac{\sqrt{3 \times T^2}}{S_u} \right) \right]^{\frac{1}{3}}$$

*Ecuación 33: Diámetro según método de Goodman
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Donde

D_{ASME}	:	Diámetro según el método ASME Elíptica [m]
D_{GOOD}	:	Diámetro según el método Goodman [m]
N	:	Factor de seguridad [-]
S_u	:	Resistencia a la tensión [Pa]
S_y	:	Resistencia a la fluencia [Pa]
S'_n	:	Resistencia real a la fatiga [Pa]
K_f	:	Factor de efectos varios
F_i	:	Fuerza en cada punto [N]
M_i	:	Momento flector en cada punto [N × m]
T	:	Torque total en el eje [N × m]

Al tratarse de ecuaciones similares con diferentes variables en esta se empleó una hoja de cálculo para simplificar la iteración de los cálculos, asumiendo un factor de seguridad $N = 2.5$, un valor recomendado para este tipo de máquinas, se logró obtener la siguiente tabla, que muestra los diámetros mínimos obtenidos para cada punto del eje, según cada método

Diseño de diámetros	K_f	F_i	M_i	D_{ASME} [mm]	D_{GOOD} [mm]
Sección a la izquierda del punto A	1	20.363	0	10.483	7.722
Sección a la derecha del punto A	2.5	20.363	0	10.483	7.722
Sección a la izquierda del punto B	3	325.810	15.272	20.065	15.409
Sección a la derecha del punto B	2.5	325.810	15.272	18.910	14.621
Sección a la izquierda del punto C	1.5	305.447	0	10.483	7.722
Sección a la derecha del punto C	2	305.447	0	10.483	7.722

*Tabla 16: Valores calculados para diámetros de eje
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Se observa que los valores mayores se obtienen con la ecuación ASME elíptica, para el dimensionamiento final de los ejes se deben tener en cuenta consideraciones geométricas y limitaciones en los componentes como rodamientos y poleas, cuyos diámetros se encuentran ya establecidos, de esta manera se logró seleccionar estos resultados

Diseño de diámetros	Diámetro mínimo	Diámetro seleccionado
Sección A la izquierda del punto A	10.48	20
Sección A la derecha del punto A	10.48	25
Sección A la izquierda del punto B	20.07	25
Sección A la derecha del punto B	18.91	20
Sección A la izquierda del punto C	10.48	20
Sección A la derecha del punto C	10.48	15

*Tabla 17: Valores seleccionados para diámetros de eje
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Se seleccionó un diámetro de 20 mm, en los puntos A y B donde se ubicaran los rodamientos, entre estos puntos se estableció un diámetro mínimo de 25 mm, para asegurar el escalonamiento, en este tramo se tendrá un cambio en el tipo de sección, de circular a hexagonal para transmitir la potencia a los limpiadores y agitadores, este cambio se da de en una geometría circunscrita, para no disminuir el diámetro seleccionado, en este tramo también se presenta la perforación M6 en el pasante para asegurar el tornillo helicoidal, en el punto A se seleccionó un diámetro de 15 mm, para montar la polea seleccionada, mediante sistema de sujeción por buge, a continuación se muestra un modelo del eje generado en el software Solid Works.



*Ilustración 21: Vista lateral del eje de desmucilagador
Fuente: Elaboración propia*

Selección de bandas de transmisión

Como me menciono en el apartado de selección de poleas, se optó por el perfil XPZ, de esta manera se procederá al cálculo de las bandas de transmisión necesaria y el dimensionamiento de estas, para empezar el dimensionado se debe conocer la potencia de diseño de la polea, esta se obtiene con la siguiente ecuación

$$P_{DB} = P_T \times C_2 \times F_I$$

Ecuación 34: Potencia de diseño de banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Donde

P_{DB}	:	Potencia de diseño de la banda [kW]
P_T	:	Potencia total requerida [kW]
C_2	:	Coefficiente de servicio [–]
F_I	:	Factor por incremento de velocidad [–]

La potencia total requerida se calculó anteriormente, esta expresada en unidades del SI es igual a 1.4927 kW, el coeficiente de servicio se selecciona según el tipo de máquina y el tiempo de funcionamiento, empleando la siguiente tabla

Types of driven machinery		Soft starts			Heavy starts		
		Duty time h/day 10 and under	Over 10 to 16	Over 16	Duty time h/day 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
Class 3 Heavy duty	Agitators and mixers (variable density), brick machinery, bucket elevators, compressors and pumps (reciprocating), conveyors (heavy duty). Hoists, mills (hammer), pulverisers, punches, presses, shears, quarry plant, rubber machinery, screens (vibrating), textile machinery.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6

*Tabla 18: Coeficiente de servicio según tipo de máquina
Fuente: Catalogo general SKF*

En este caso se trata de una máquina agitadora de densidad uniforme, y con un tiempo de operación menor de 10 horas, se toma un valor de 1.1, el factor por incremento de velocidad, se escoge teniendo en cuenta la relación entre los diámetros de las poleas, antes calcula en 2.5, según la siguiente tabla, para este valor se recomienda un factor de incremento de velocidad igual a 1.8

Speed increase ratio
For speed increasing drives of
Speed ratio 1,00–1,24 multiply service factor by 1,00
Speed ratio 1,25–1,74 multiply service factor by 1,05
Speed ratio 1,75–2,49 multiply service factor by 1,11
Speed ratio 2,50–3,49 multiply service factor by 1,18
Speed ratio 3,50 and over multiply service factor by 1,25

*Tabla 19: Factor por incremento de velocidad
Fuente: Catalogo general SKF*

Una vez seleccionados los factores que modifican la potencia de diseño se procede al cálculo de la misma, reemplazando los valores en la ecuación N° 34, se obtuvo

$$P_{DB} = 1.4927 \times 1.1 \times 1.18$$

$$P_{DB} = 1.9375 \text{ kW}$$

Se procede al diseño geométrico de la banda en V, para esto se debe seleccionar la distancia entre centros tentativa, para el diseño, teniendo en cuenta los siguientes criterios

$$D_c = \begin{cases} \min[0.7 \times (DP_{des} + DP_{motor})] \\ \max[2 \times (DP_{des} + DP_{motor})] \end{cases}$$

*Ecuación 35: Parámetros mínimos para distancia entre centros
Fuente: Catalogo general SKF*

Para este caso según la geometría de la máquina, se establece una distancia entre centros de 23 cm, en base a esta selección se calcula la longitud necesaria en la banda, para esto se emplea la siguiente ecuación

$$L_B = 2 \times (D_C) + \frac{\pi \times (DP_{des} + DP_{motor})}{2} + \frac{(DP_{des} - DP_{motor})^2}{4 \times (D_C)}$$

Ecuación 36: Longitud de banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Donde

- L_B : Longitud de la banda en V [m]
- D_C : Distancia entre centros de poleas [m]
- DP_{des} : Diámetro de polea del desmucilagador [m]
- DP_{motor} : Diámetro de polea del motor [m]

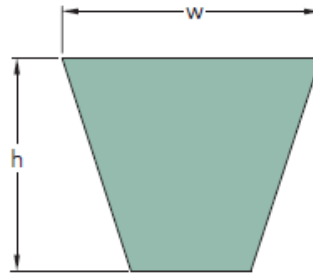
Al reemplazarlos valores seleccionados se obtiene la longitud de la banda necesaria

$$L_B = 2 \times (0.23) + \frac{\pi \times (0.20 + 0.08)}{2} + \frac{(0.20 - 0.08)^2}{4 \times (0.23)}$$

$$L_B = 0.91548 \text{ m}$$

En base al resultado obtenido se selecciona una longitud entre las medidas estándar ofrecida por el proveedor para el perfil XPZ, las cuales se muestran en la siguiente grafica

XPZ | XPA | XPB | XPC



Section	Dimensions			Designations
	Pitch length			
		w	h	
-	mm			-
XPZ	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

Ilustración 22: Selección de longitud estándar banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Mediante una selección por superior inmediato, se opta por la banda en V con designación PHGXPZ925, que cuenta con 0.925 m, el ajuste necesario para la tensión de la banda en el equipo se realizara mediante el ajuste de la posición del motor en la estructura de soporte.

Numero de banda en V

Una vez seleccionado el perfil y tipo de banda en V, se procede al cálculo del número total de bandas necesarias, para esto se debe conocer el límite de potencia soportado por la banda seleccionada, para esto se emplea la siguiente ecuación.

$$RP_B = PN_B \times C_1 \times C_3$$

Ecuación 37: Radio de potencia para banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Donde

- RP_B : Radio de potencia de la banda en V [kW]
 PN_B : Potencia nominal de la banda en V [kW]
 C_1 : Factor de corrección por longitud [–]
 C_3 : Factor de corrección por arco de contacto [–]

La potencia nominal de la banda es ofrecida por el proveedor, para las diferentes condiciones de funcionamiento, esta potencia está dada por el valor nominal en base a la velocidad del eje más rápido, el diámetro de la polea pequeña y un aumento según el radio de velocidad

Power ratings

Section XPZ/3VX

Faster 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	1,00 to 1,05	1,06 to 1,24	1,25 to 1,59	> 1,59
r/min	kW						kW			
1 400	1,41	1,58	1,74	1,94	2,14	2,35	0,02	0,08	0,14	0,17
1 440	1,45	1,62	1,78	1,99	2,20	2,40	0,02	0,09	0,14	0,17
1 500	1,50	1,67	1,85	2,06	2,28	2,49	0,02	0,09	0,15	0,18
1 600	1,58	1,77	1,95	2,18	2,41	2,64	0,02	0,10	0,16	0,19
1 700	1,67	1,86	2,06	2,30	2,54	2,78	0,02	0,10	0,17	0,20
1 800	1,75	1,95	2,16	2,42	2,67	2,92	0,02	0,11	0,18	0,21
1 900	1,83	2,05	2,26	2,53	2,80	3,06	0,03	0,11	0,19	0,23
2 000	1,91	2,14	2,36	2,64	2,92	3,20	0,03	0,12	0,20	0,24
2 100	1,99	2,23	2,46	2,75	3,05	3,33	0,03	0,13	0,21	0,25
2 200	2,07	2,32	2,56	2,87	3,17	3,47	0,03	0,13	0,22	0,26

Tabla 20: Valores de potencia soportada por banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Interpolando los valores para una velocidad de giro de 1750 rpm, un diámetro de polea pequeña de 80 mm, y un radio de velocidad de 2.5, se puede obtener que

$$PN_B = 2.36 + 0.205$$

$$PN_B = 2.565 \text{ kW}$$

Una vez obtenida la potencia nominal de la banda se procederá a multiplicar por los factores de modificación, para el factor por longitud de la banda, se debe emplear la siguiente gráfica

Belt length correction factor C_1			
Belt length	Correction factor		
	SPZ SPZ-XP XPZ 3V 3V-XP 3VX	SPA SPA-XP XPA	SPB SPB-XP XPB 5V 5V-XP 5VX
mm	-		
630	0,82	0,77	
710	0,84	0,79	
900	0,88	0,83	0,76
1 000	0,90	0,85	0,78
1 120	0,93	0,87	0,80
1 250	0,95	0,89	0,82

Tabla 21: Factor de corrección C_1 para banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Recordando que se seleccionó una banda en V de perfil XPZ y una longitud de 925 mm, y empleando el método de interpolación se estableció un valor

para C_1 igual a 0.885, el factor de arco de contacto se seleccionara empleando la siguiente figura

Arc of contact power correction factor C_3	
$\frac{D-d}{DC} *$	Arc of contact correction factor C_3
mm	-
0,45	0,93
0,50	0,93
0,55	0,92

Tabla 22: Factor de corrección C_3 para banda en V
Fuente: Catalogo general SKF

Se necesita conocer el valor de la diferencia de los diámetros de poleas, entre la distancia entre centros, de esta manera se tiene que

$$\frac{DP_{des} - DP_{motor}}{D_C}$$

Ecuación 38: Valor para selección del factor C_3
Fuente: Catalogo general SKF

$$= \frac{0.20 - 0.08}{0.23}$$

$$= 0.52$$

Mediante el método de interpolación se calculó que para un valor de 0.52 corresponde un factor C_3 igual a 0.926, obtenidos estos valores se pueden reemplazar en la ecuación N°37, para conocer el radio de potencia de la banda en V seleccionada

$$RP_B = 2.565 \times 0.885 \times 0.926$$

$$RP_B = 2.10 \text{ kW}$$

El número de bandas necesaria está dado por la división entre la potencia de diseño y el radio de potencia de la banda seleccionada, obedeciendo al siguiente ecuación

$$N_B = \frac{P_{DB}}{RP_B}$$

Ecuación 39: Número de bandas en V
Fuente: Catalogo general SKF

$$N_B = \frac{1.937}{2.10}$$

$$N_B = 0.92$$

Se observa que para la banda seleccionada anteriormente solo se necesita de una, para poder soportar las condiciones de funcionamiento de la máquina, a continuación se muestra una representación de la correa SKF seleccionada cuya ficha técnica se presenta en el anexo N°06



*Ilustración 23: Bandas en V - SKF
Fuente: Catalogo general SKF*

Una vez conocido el número de bandas necesarias y el perfil de estas se pudo seleccionar las poleas que se emplearan, y sus respectivos buges de sujeción al eje, para este caso se emplearan poleas de perfil SPZ de un canal, de la marca SKF y buges del tipo Taper, que corresponden con las dimensiones necesarias, a continuación se presenta una tabla con los componentes seleccionados

	Polea	Buge
Motor	PHP 1SPZ80TB	PHF TB1210X
Eje	PHP 1SPZ200TB	PHF TB2012X

*Tabla 23: Codificación de poleas y buges SKF seleccionados
Fuente: Elaboración propia*

La información técnica de los componentes seleccionados, se presentan en los anexos N°5, N°6, N°7, N°8, se muestra una representación de los componentes seleccionados



*Ilustración 24: Polea y buje de sujeción - SKF
Fuente: Catalogo general SKF*

Selección de rodamientos

La selección de los rodamientos empleados se base en el tipo de rodamiento, el diámetro interno y la carga dinámica que soportara, para este caso se debe calcular la carga en el punto crítico, para el punto B, se tiene la fuerza radial de la reacción y para el punto A se tiene la fuerza radial de la reacción en ese punto y la acción axial del peso del eje y los componentes de limpieza, la fuerza axial está dada por la siguiente ecuación

$$W_T = (M_{EJE} + M_{CARGA}) \times g$$

*Ecuación 40: Peso soportado por el rodamiento
Fuente: Elaboración propia*

Donde

- W_t : Peso total soportado por el rodamiento [N]
 M_{EJE} : Masa del eje y sus componentes [Kg]
 M_{CARGA} : Masa de la carga de café [Kg]
 g : Gravedad [m/s^2]

La masa del eje y los componentes se obtuvo mediante el modelamiento mecánico en el software Solid Works con un valor de 9423.13 *gramos* y la masa del café al interior de la máquina desmucilagadora se obtuvo al multiplicar el valor del volumen al interior de esta por la densidad del café pergamino, obtenidos 3472.2 *gramos*.

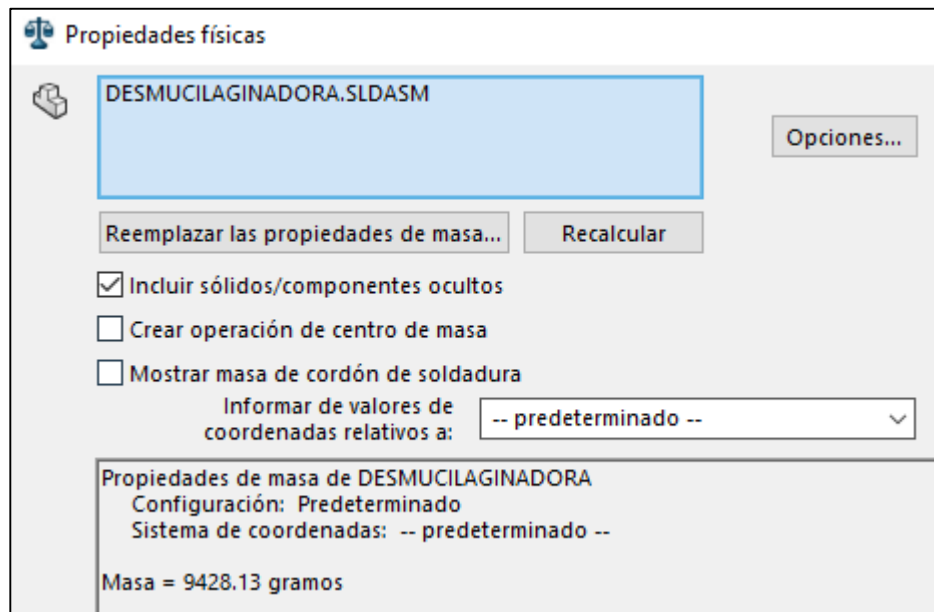


Ilustración 25: Propiedades físicas del eje con limpiadores

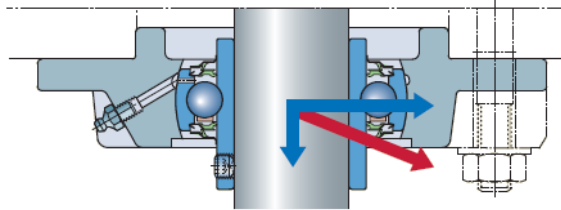
Fuente: Elaboración propia

Al reemplazar estos valores en la ecuación N°40, se obtuvo una carga axial

$$W_T = (9.423 + 3.472) \times 9.81$$

$$W_T = 126.48 \text{ N}$$

Una vez calculado el valor de total de la carga axial sobre el rodamiento, se procede a la transformación en el equivalente dinámico, para la posterior selección, el valor es la resultante según el ángulo de aplicación de la fuerza para cada rodamiento, como se muestra en la figura



*Ilustración 26: Distribución de las fuerzas en rodamiento
Fuente: Catalogo general SKF*

El valor de la carga equivalente está dado por la siguiente ecuación

$$C_E = X \times F_r + Y \times F_a$$

*Ecuación 41: Carga radial equivalente
Fuente: Catalogo general SKF*

Donde

- C_E : Carga equivalente [N]
- X : Factor de carga radial [-]
- F_r : Fuerza radial [N]
- Y : Factor de carga axial [-]
- F_a : Fuerza axial [N]

La fuerza radial está dada por el valor de la reacción en ese punto, con un valor de 20.36 N , y la fuerza axial por el peso de los componentes se calculó en 126.48 N , ahora se seleccionaran los factores radial y axial que modifican la carga equivalente, mediante la siguiente grafica

Calculation factors			
Relative thrust load $f_0 F_a / C_0$	Y-bearing series YAT, YAR, YET, YEL, YSA, YSP		
	e	X	Y
0,172	0,29	0,46	1,88
0,345	0,32	0,46	1,71
0,689	0,36	0,46	1,52
1,03	0,38	0,46	1,41
1,38	0,40	0,46	1,34
2,07	0,44	0,46	1,23

*Tabla 24: Valores para los factores de carga X – Y para rodamientos
Fuente: Catalogo general SKF*

Se necesita conocer el valor de la carga relativa real, el cual equivale a la multiplicación entre el factor f_0 por la fuerza axial entre la carga estática del rodamiento, según los catálogos del proveedor para rodamientos de 20 mm de diámetro interno se tiene un carga estática $C_0 = 6550\text{ N}$, el factor f_0 , se selecciona tentativamente de la siguiente grafica

Calculation factor f_0	
Y-bearing series (sizes)	Factor f_0
YAT, YAR, YET, YEL, YSA, YSP	
203 – 204	13
205 – 212	14
213 – 218	15
220	14

*Tabla 25: cálculo del factor f_0 para rodamientos
Fuente: Catalogo general SKF*

Al no conocer el rodamiento que se seleccionara, se asume un valor de 14, que es el valor máximo para rodamientos de 20 mm, reemplazando estos valores se calculó el valor de la carga real relativa

$$\frac{14 \times 126.48}{6550}$$

$$= 0.27$$

Interpolando este valor en la tabla N° 23, se obtuvieron valores de 0.46 y 1.88 para los factores X e Y respectivamente, que al reemplazarlos en la ecuación N°41, se obtuvo un valor de carga equivalente

$$C_E = 0.46 \times 20.36 + 1.78 \times 126.48$$

$$C_E = 225.65 \text{ N}$$

El siguiente paso para la selección de los rodamientos es el cálculo de la vida de diseño de los mismos para este caso se empleara la siguiente ecuación

$$x_D = \frac{60 \times L_D \times n_D}{60 \times L_R \times n_R}$$

Ecuación 42: Vida de diseño para rodamientos
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley

Donde

x_D	:	Vida de diseño del rodamiento [<i>hora</i>]
L_D	:	Vida según tipo de máquina [<i>hora</i>]
n_D	:	Velocidad de funcionamiento [<i>rpm</i>]
L_R	:	Vida nominal del rodamiento [<i>hora</i>]
n_R	:	Velocidad nominal [<i>rpm</i>]

El denominador de la ecuación anterior indica los valores nominales de funcionamiento de los rodamientos, este valor varía según cada proveedor para el caso de los rodamientos SKF seleccionados, la clasificación nominal es de 10^6 revoluciones, y la vida según el tipo de máquina se selecciona de la siguiente tabla, teniendo en cuenta que será una máquina de servicio de 8 horas, se asumió un valor de 20×10^3 horas.

Tipo de aplicación	Vida, kh
Instrumentos y aparatos de uso poco frecuente	Hasta 0.5
Motores de aeronaves	0.5-2
Máquinas de operación corta o intermitente, donde la interrupción del servicio resulta de poca importancia	4-8
Máquinas de servicio intermitente donde una operación confiable es de gran importancia	8-14
Máquinas para servicio de 8 h, que no siempre se usan completamente	14-20
Máquinas para servicio de 8 h, que se utilizan plenamente	20-30

*Tabla 26: Vida promedio de funcionamiento según tipo de máquina
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Al reemplazar los valores obtenidos del proveedor y los asumidos para el diseño en la ecuación N°42, se obtuvo la vida de diseño

$$x_D = \frac{60 \times 20000 \times 700}{10^6}$$

$$x_D = 840 \text{ horas}$$

Para la correcta selección del rodamiento se necesita conocer la carga dinámica, la cual deberá ser menor que la selección del catálogo, para esto se emplea la siguiente ecuación

$$C_{10} = a_f \times C_E \left[\frac{x_D}{x_0 + (\theta - x_0)(1 - R_D)^{\frac{1}{b}}} \right]^{\frac{1}{a}}$$

*Ecuación 43: Carga dinámica de rodamiento
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Donde

C_{10}	:	Clasificación SKF [kN]
a_f	:	Factor de carga [-]
C_E	:	Carga equivalente [kN]
x_D	:	Vida de diseño [$hora$]
x_0	:	Valor garantizado de la variante [-]
θ	:	Parámetro del percentil de la variante [-]
R_D	:	Confiabilidad [-]
a	:	Constante para rodamiento de bolas [-]
b	:	Parámetro de control del sesgo [-]

El factor de carga, para máquinas de impactos ligeros se asume de la tabla N°26, obteniéndose un valor máximo de 1.5 para este tipo de aplicación

Tipo de aplicación	Factor de carga
Engranajes de precisión	1.0-1.1
Engranajes comerciales	1.1-1.3
Aplicaciones con sellos deficientes en los cojinetes	1.2
Maquinaria sin impactos	1.0-1.2
Maquinaria con impactos ligeros	1.2-1.5
Maquinaria con impactos moderados	1.5-3.0

*Tabla 27: Factor de carga según tipo de aplicación
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

Para determinar los valores del parámetro de control del sesgo, el valor garantizado de la variante y el parámetro del percentil de la variante, se toman valores en función de la confiabilidad, para el caso de una

confiabilidad de 99% según Weibull, corresponden los siguientes parámetros

$$R_D = 0.99$$

$$x_0 = 0.02$$

$$\theta - x_0 = 4.439$$

$$b = 1.483$$

*Ecuación 44: Parámetros de Weibull para 99% de confiabilidad
Fuente: Diseño de elementos de máquinas Shigley*

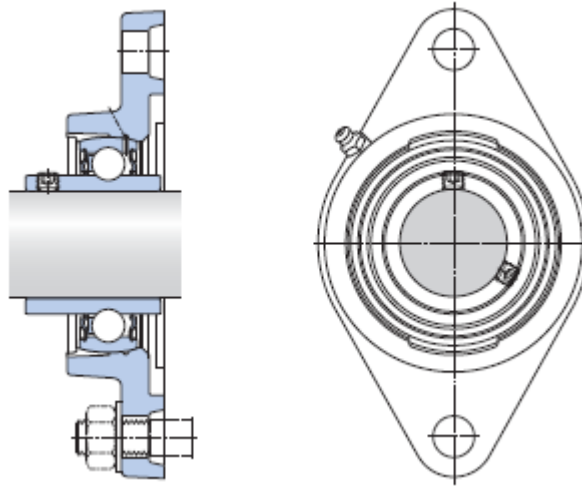
El valor de la constante para rodamientos de bolas se establece en 3, por el tipo de rodamiento, una vez conocidos todos los datos necesarios se procedió al cálculo de la carga dinámica del rodamiento

$$C_{10} = 1.5 \times 225.65 \left[\frac{840}{0.02 + 4.439(1 - 0.99)^{\frac{1}{1.483}}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$C_{10} = 5299.057 \text{ N}$$

$$C_{10} = 5.29 \text{ KN}$$

En base a los cálculos se seleccionó la chumacera ovalada FYTB 20 TR, que cuenta con un límite de carga dinámica de 12.7 KN, suficiente para soportar la carga ejercida en la máquina, la documentación técnica de la ficha técnica se presenta en el anexo 09.



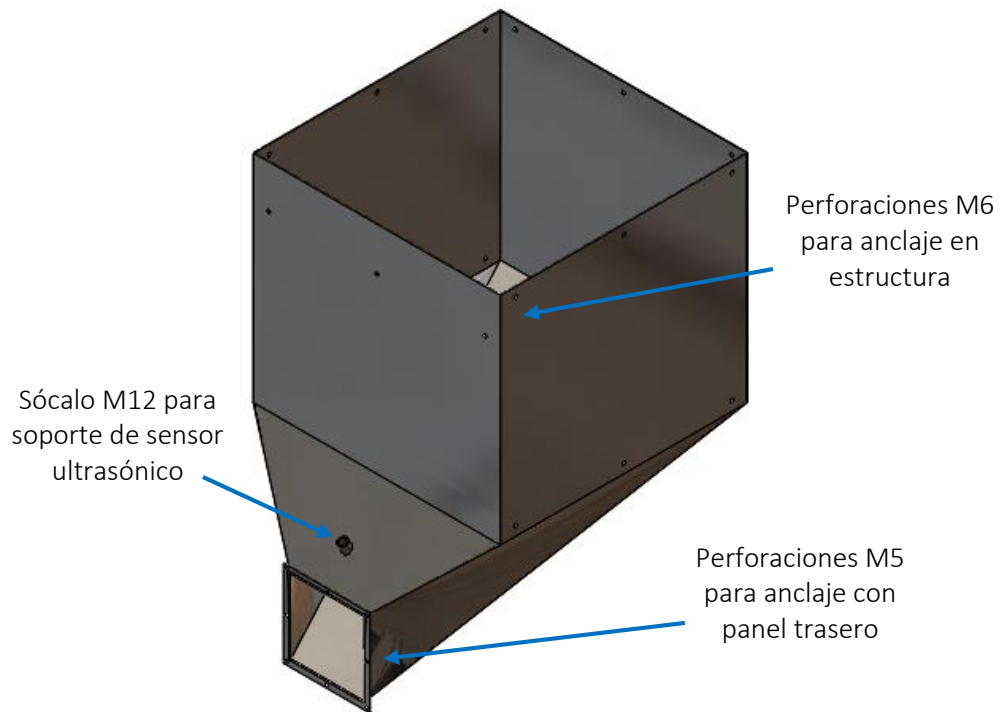
*Ilustración 27: Vistas de dibujo de chumacera SKF
Fuente: Catalogo general SKF*

Modelado 3D con software Solid Works

Los componentes restantes, al estar sometidos a menores esfuerzos y de requerirse dimensiones específicas para encajar los componentes, se optó por el dimensionado en el software Solid Works, para su posterior análisis mediante el método de elementos finitos.

Tolva de carga

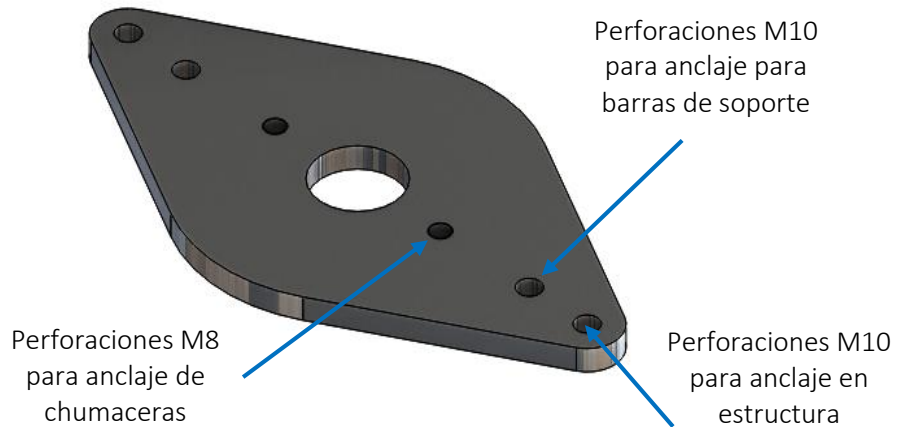
La tolva de carga, se diseñó en chapa de acero inoxidable de 1.5 mm de espesor, para una capacidad de 50 Kg, las dimensiones de diseño se presentan en los planos de la máquina, la tolva cuenta con una perforaciones para asegurarse a la estructura de soporte y el panel trasero, además de un sócalo roscado, para el sensor del sistema automatizado.



*Ilustración 28: Vista isométrica tolva de carga
Fuente: Elaboración propia*

Tapas de soporte

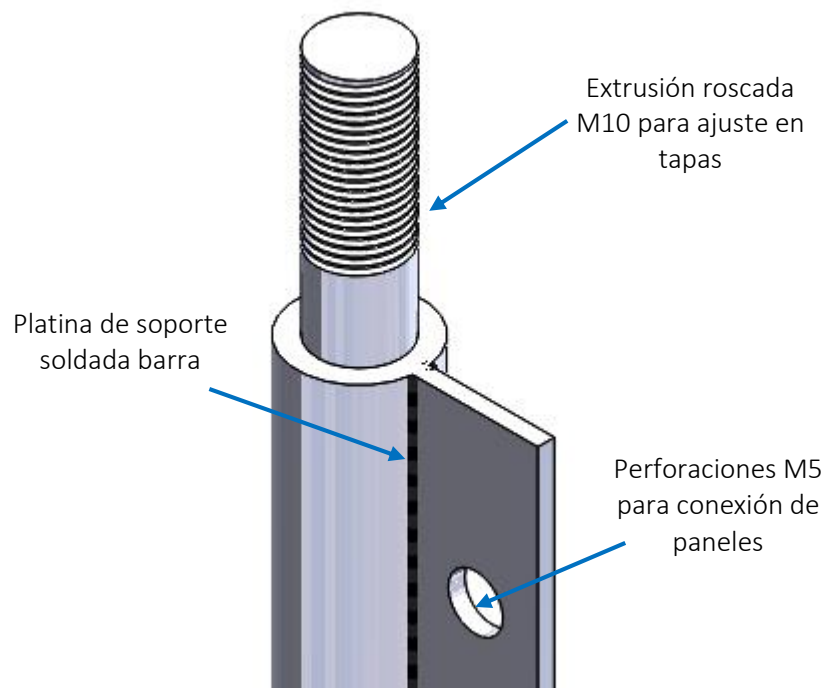
Se diseñó para cerrar el tambor de desmucilaginado por las partes superior e inferior y para soportar el peso total de la máquina, ya que estas se conectarán a la estructura de soporte, cuenta con un orificio central para el paso del eje y perforaciones M8 para ajustar las chumaceras, M10 para asegurar las barras de soporte y conexión a estructura.



*Ilustración 29: Vista isométrica de tapas
Fuente: Elaboración propia*

Barra de soporte

Son barras que proveerán de integridad estructural a los paneles que componen el tambor de desmucilaginado, estas van sujetas a las tapas superior e inferior por medio de ajuste en sus extremos rascado, también cuenta con una platina soldada y perforada para conectar los paneles por medio de ajuste con pernos.



*Ilustración 30: Vista de detalle de barra de soporte
Fuente: Elaboración propia*

Panel delantero

Los paneles que componen el tambor de desmucilaginado fueron diseñados en chapa de acero de 1 mm de espesor, y cuentan con perforaciones de 5 mm, las cuales permiten la salida del agua con mucilago y mantienen el grano de café al interior.

El panel delantero cuenta con una salida en la parte superior con una transformación de cuadrado a tubo circular de 2", para la conexión según convenga al usuario, cuenta con perforaciones para la conexión entre paneles con las barras de soporte.

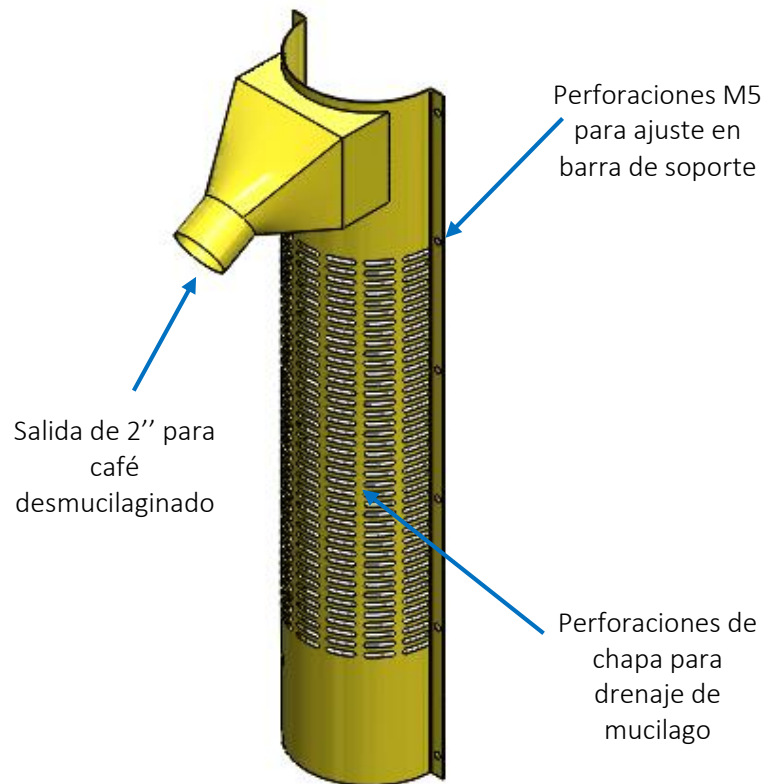


Ilustración 31: Vista isométrica de panel delantero
Fuente: Elaboración propia

Panel trasero

De igual manera que el panel delantero este cuenta con perforaciones para la salida del agua con mucilago y perforaciones para la conexión con la barra de soporte, pero este también es la entrada del café con mucilago al tornillo helicoidal, esta entrada se asegurará a la tolva de carga por medio de pernos M5, el ingreso de agua es por la parte superior del panel trasero, en esta parte se cuenta con una extrusión con rosca hembra de 3/8", la cual se conecta al sistema hidráulico detallado mas adelante

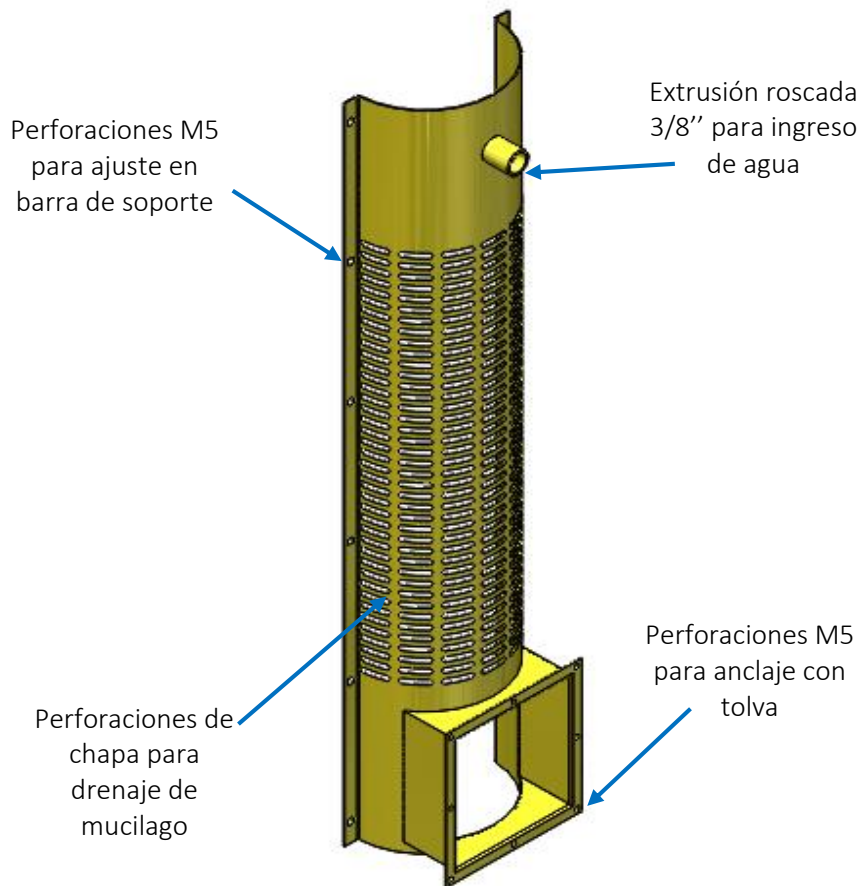
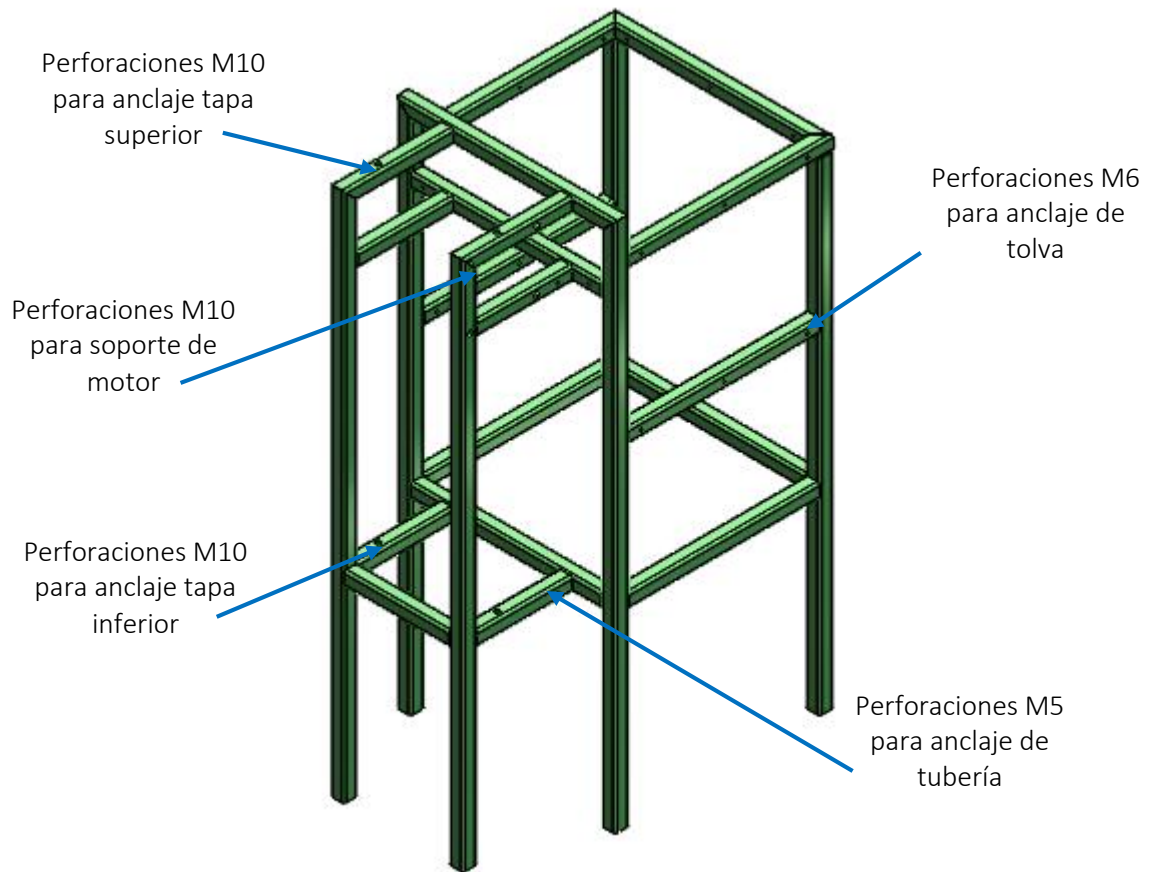


Ilustración 32: Vista isométrica de panel trasero
Fuente: Elaboración propia

Estructura de soporte

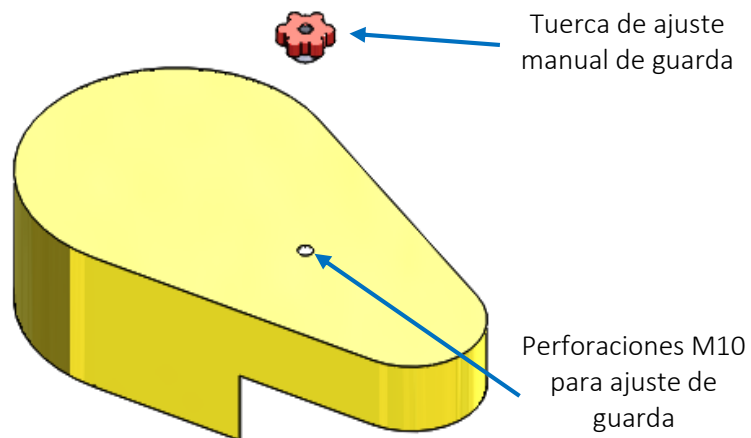
Para el diseño de la estructura de soporte se empleó tubo cuadrado de $30 \times 30 \times 2.6$, en acero AISI 1020 CD, en esta se asegura la tolva de carga, el tambor de desmucilagadora, el motor, la caja de conexiones y se anclara el sistema hidráulico, a continuación se representa la estructura y las diferentes perforaciones con las que cuenta, para mayor detalle se presentaran en los planos de diseño



*Ilustración 33: Vista isométrica de estructura de soporte
Fuente: Elaboración propia*

Guarda de poleas

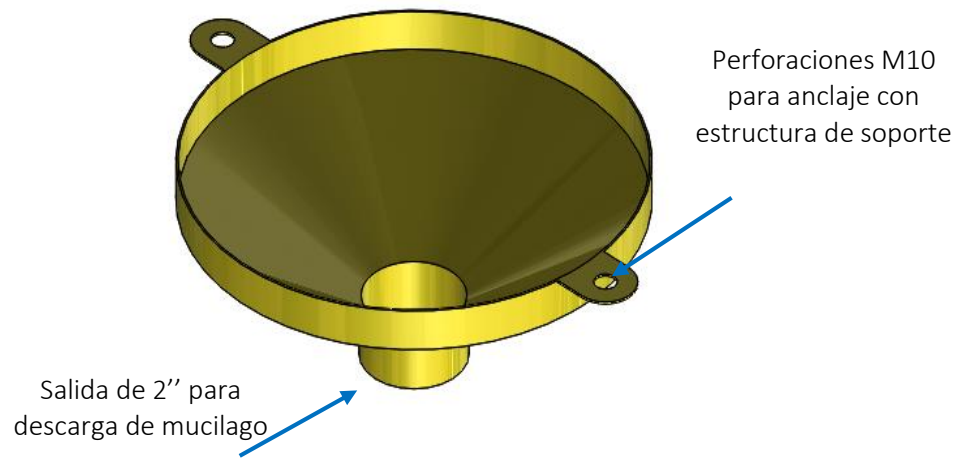
Para protección del usuario y la banda en V, se diseñó una guarda, con ajuste manual, mediante una tuerca en el centro de la guarda, se presenta una vista isométrica de este diseño



*Ilustración 34: Vista isométrica de guarda y tuerca de ajuste
Fuente: Elaboración propia*

Salida de residuos

Se considera como residuo el agua con mucilago, el cual sale de los paneles perforados, por método de gravedad se dirigirá a la parte inferior de la máquina en donde se encuentra una salida de 2", para el uso que quiera brindarle el usuario.



*Ilustración 35: Vista isométrica de salida
Fuente: Elaboración propia*

Sistema de protección eléctrica

Para una correcta selección de equipos de protección eléctrica, se debe conocer primero la intensidad de corriente que circulara por los conductores, en este caso la mayor carga es el motor, ya que el sistema automatizado no representa gran consumo de corriente, se redondeara el resultado final al superior inmediato, para asegurar el correcto funcionamiento, la intensidad está dada por la siguiente ecuación

$$I_{MOT} = \frac{P_T}{V_{ALI} \times fp}$$

*Ecuación 45: Intensidad del motor
Fuente: Catalogo de protección SCHNEIDER*

Donde

I_{MOT}	:	Intensidad del motor [<i>Amp</i>]
P_T	:	Potencia total requerida [<i>Watts</i>]
V_{ALI}	:	Tensión de funcionamiento [<i>Volts</i>]
fp	:	Factor de potencia [-]

El motor WEG seleccionado cuenta con un factor de potencia de 0.90, la potencia total requerida se calculó anteriormente en 1.492 kW, y el voltaje de funcionamiento regulado es de 220 Volts, al reemplazar estos valores se obtuvo

$$I_{MOT} = \frac{1492}{220 \times 0.90}$$

$$I_{MOT} = 7.54 \text{ Amp}$$

Para la selección de sistemas de protección se recomienda un sobredimensionamiento no menor de 25% de la corriente consumida en funcionamiento, teniendo esto en cuenta se puede escribir que

$$I_{PROT} \geq I_{MOT} \times (1 + 25\%)$$

Ecuación 46: Selección de corriente de protección
Fuente: Catalogo de protección SCHNEIDER

$$I_{PROT} = 7.54 \times 1.25$$

$$I_{PROT} = 9.42 \text{ Amp}$$

Según lo calculado la corriente de protección no debe ser menor de 9.42 amperios, para la protección del sistema se empleará una llave

termomagnética bipolar, y para la protección del motor se empleara un guarda motor, entre estos se conectara el sistema de automatizado de la máquina.

Se seleccionó una llave termomagnética de la marca Schneider, modelo MCB - C60N – C10A, que cuenta con una intensidad de corte de 10 *amperios*, para conexión a 2 polos y con curva tipo C, para soportar la sobretensión en el arranque de motores, las especificaciones se presentan en la respectiva ficha técnica, en el anexo N°10.



*Ilustración 36: Llave termomagnética
Fuente: Catalogo de protección SCHNEIDER*

Para la protección del motor eléctrico WEG, se seleccionó un guardamotor de la marca Schneider, modelo GV2ME143, con una capacidad de corte regulable hasta 10 *amperios*, con conexión de 3 polos, las especificaciones se presentan en la respectiva ficha técnica, en el anexo N°11.



*Ilustración 37: Guardamotor
Fuente: catálogo de protección SCHNEIDER*

Sistema hidráulico

Para el accionamiento y regulación del flujo de agua hacia la máquina desmucilagadora, se empleará una electroválvula de solenoide, de la marca ASCO serie 238 normalmente cerrado con conexión roscada de 3/8", la cual funciona con una solenoide a 220 V - 60 Hz, la regulación de caudal se realizó mediante el siguiente cálculo

$$C_R = \dot{Q} \times S_A$$

*Ecuación 47: Caudal de regulación electroválvula
Fuente: Catalogo electroválvulas ASCO*

Donde

C_R : Caudal de regulación [Lt/Hr]

\dot{Q} : Flujo másico [Kg/Hr]

S_A : Consumo de agua [Lt/Kg]

El flujo másico de la música es igual a la capacidad de procesamiento, 500 Kg/Hr y el consumo de agua para la tecnología DESLIM se encuentra entre el rango de 0.1 – 0.25 Lt/Kg de café, para asegurar la limpieza del grano, se asume el máximo consumo recomendado, al reemplazar estos valores se cálculo

$$C_R = 500 \times 0.25$$

$$C_R = 125 \text{ Lt/Hr}$$

La electroválvula se regulara en 125 litros por hora, para evitar el desperdicio de agua en el proceso de remoción del mucilago, a continuación se presenta una imagen de la electroválvula seleccionada, cuya ficha técnica se presenta en el anexo N°12.



*Ilustración 38: Electroválvula solenoide
Fuente: Catalogo electroválvulas ASCO*

Para la conexión entre componentes se empleará un nipple macho roscado de 3/8", en la marca VANAMATIC, en acero inoxidable con ajuste por presión, la respectiva ficha técnica se presenta en el anexo 13.



Ilustración 39: Nipple macho roscado
Fuente: catálogo VANAMATIC

La representación de las conexiones en la estructura de soporte y el ingreso por la parte trasera del tambor de desmucilaginado, se presenta en la siguiente ilustración

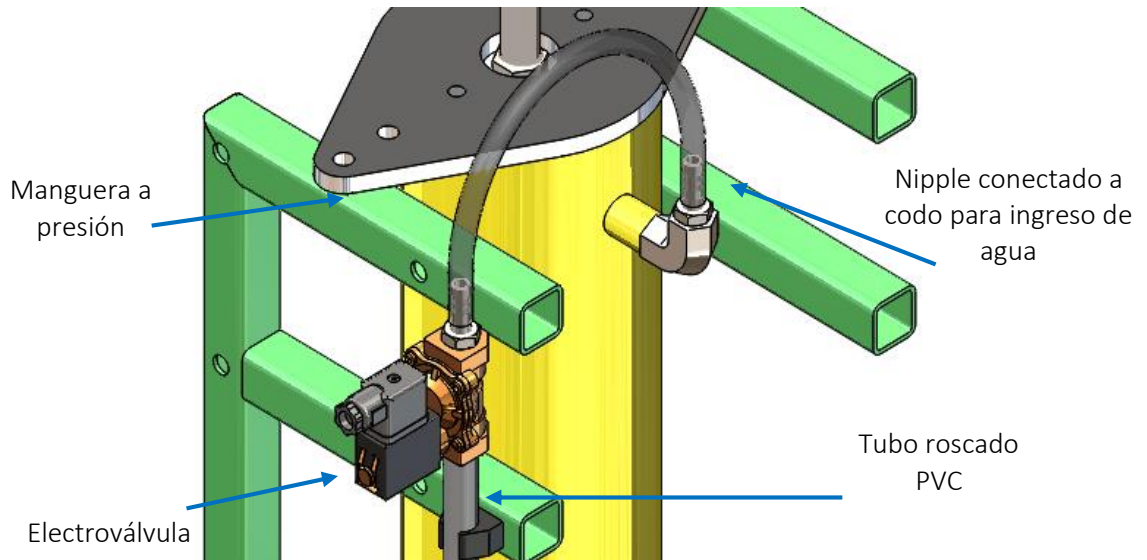


Ilustración 40: Vista de detalle de sistema hidráulico
Fuente: Elaboración propia

Sistema automatizado

El sistema automatizado se encarga de registrar el nivel del café mediante el uso de un sensor ultrasónico LEUZE, al detectar presencia de granos de café este activa la electroválvula y el motor, esto mediante el control de un relé encapsulado por medio de una placa programable Arduino UNO, a continuación se presentan los componentes empleados para el correcto funcionamiento del sistema automatizado.

Para alimentar la placa controladora se empleó una fuente de poder de $220\text{ V AC} - 12\text{ V DC}$, con una corriente máxima de 6 amperios , la codificación de esta es XK – 2512 DC, la correspondiente ficha técnica de esta se muestra en el anexo N°14.

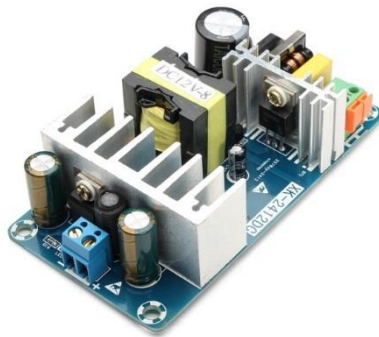


Ilustración 41: Fuente de poder

Fuente: ELECTROTEC

Para el control se empleará una placa Arduino Uno que funciona en base al microcontrolador ATmega328 – P, el cual cuenta con las siguientes características.

Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12 V
Voltaje de entrada (límite)	6 – 20 V
E / S digitales PIN	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para Pin I / O	20 mA
Corriente CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria flash	32 KB, 0,5 KB para el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
Led PIN	13
Longitud	68,6 mm
Anchura	53,4 mm
Peso	25 g

Tabla 28: Características de la placa programable Arduino UNO
Fuente: Arduino.com/es



Ilustración 42: Placa programable Arduino UNO
Fuente: Arduino.com/es

Para medir el nivel del café en la tolva de carga se empleará un sensor ultrasónico con supresión de fondo, de la marca Leuze Electronic, modelo HRTU – 412, con graduación entre 40 – 400 mm, el cual trabaja a 12 Volts,

generando una frecuencia de 380 KHz para detectar las distancias, la respectiva ficha técnica se presenta en el anexo N°16.



*Ilustración 43: Sensor ultrasónico
Fuente: Leuze Electronic's*

El actuador en el sistema automatizado es un relé encapsulado de la marca Songle, modelo SRD -05VDC-SL-C, con la capacidad de soportar corrientes de hasta 10 *amperios*, a una tensión de 220 *Volts*, se usara en la configuración normalmente abierta (NO), que conectara al detectarse presencia en el sensor ultrasónico, este a su vez cerrara el circuito del guardamotor y la electroválvula



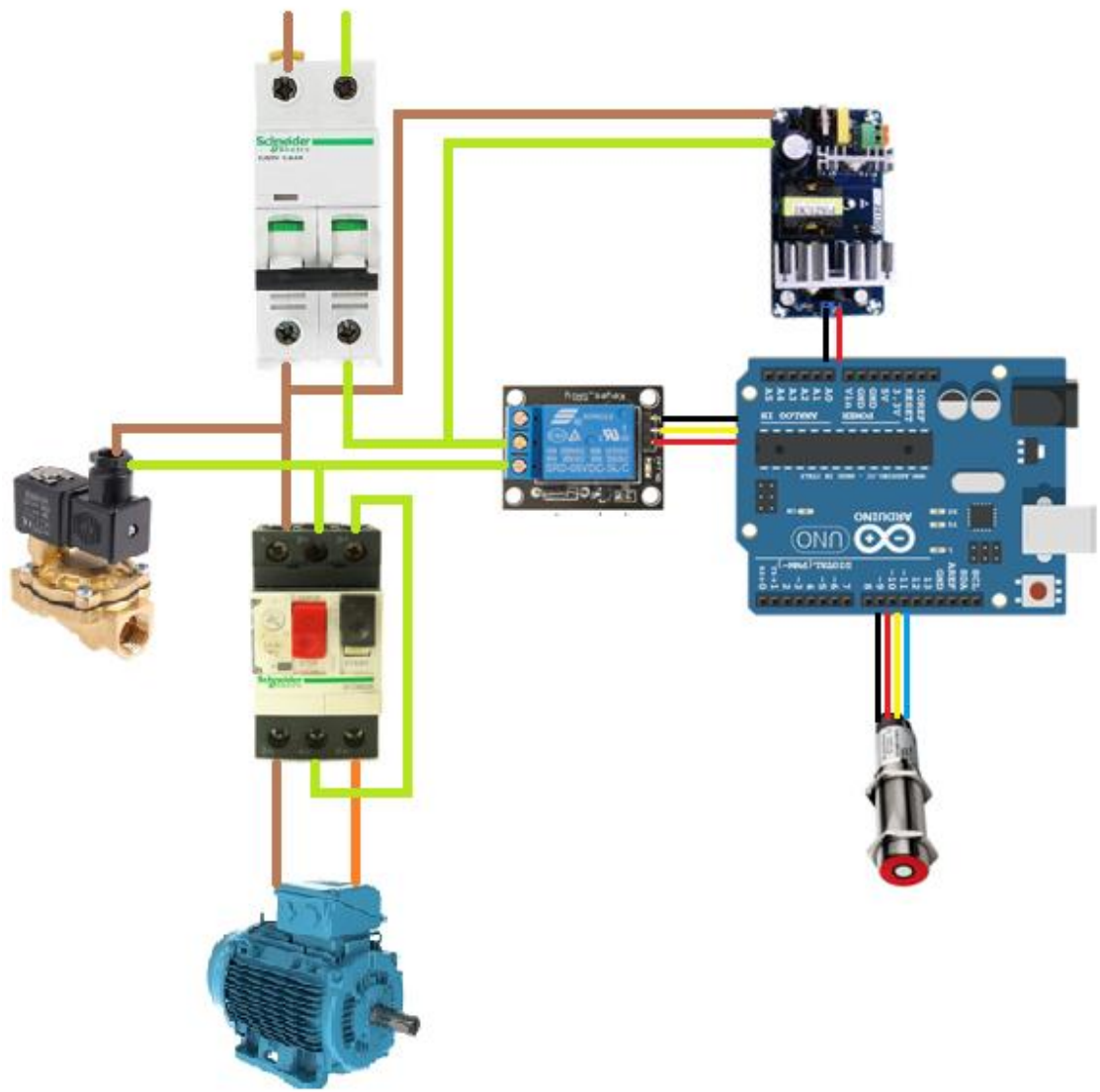
*Ilustración 44: Modulo de relé
Fuente: ELECTROTEC*

Para contener todos los elementos seleccionados se empleará una caja de conexiones de la marca Schneider modelo Kaedra de una fila y con capacidad de 8 módulos, con protección IP65, para protección de posibles filtraciones de agua y tapa delantera para acceso de control, la ficha técnica se muestra en el anexo N° 17



*Ilustración 45: Caja de conexiones
Fuente: Catalogo SCHNEIDER*

La conexión de los componentes eléctricos y de automatización se presenta a continuación, donde los cables verde y marrón representan corriente alterna a 220 Volts y los cables rojo y negro corriente continua a 12 – 5 Volts y los cables amarillo y azul representan la señal del sensor y relé.



*Ilustración 46: Diagrama de conexiones eléctricas
Fuente: Elaboración propia*

```
*/  
* Software: Desmucilagadora de café  
* Fecha: 30/10/2016  
* Autor: Chavarria Castrejon  
*/  
  
const int ON=1, OFF=0;  
const int RELAY=2; //Relay PIN 2  
const int TEACH=9, OUT=10; //TEACH PIN 9, OUT PIN 10  
  
long cm=0;  
int current_state=OFF, lap=0;  
int error_margin=2;  
int distance=2; //cm - maximum distance to start the relay  
int frequency=500; //milliseconds
```

Ilustración 47: Programación arduino

Fuente: Elaboración propia

```
void setup(){
    pinMode(RELAY, OUTPUT);
    pinMode(LED, OUTPUT);
    pinMode(TEACH, OUTPUT);
    pinMode(OUT, INPUT);
    digitalWrite(RELAY, HIGH); //OFF
    Serial.begin(9600);
}

//switch for the relay
void setRelay(int state){
    if (state==ON){
        if (current_state==OFF){
            digitalWrite(RELAY, LOW); //ON
        }
    }
}
```

*Ilustración 48: programación arduino (continuación)
Fuente: Elaboración propia*

```

        current_state=ON;
    }
}else{
    if (current_state==ON){
        digitalWrite(RELAY, HIGH); //OFF
        current_state=OFF;
    }
}
}

long ranging(){
    long duration;

    // LOW pulse beforehand to ensure a clean HIGH pulse.
    digitalWrite(TEACH, LOW);
    delayMicroseconds(2);
}

```

*Ilustración 49: Programación arduino (continuación)
Fuente: Elaboración propia*

```
// A HIGH pulse >=2 ms to trigger a ping
digitalWrite(TEACH, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TEACH, LOW);

duration = pulseIn(OUT, HIGH);
// The speed of sound is 340 m/s (29 ms/cm).
// The object distance is half of the total distance.
return duration / 29 / 2;
}

void loop(){
  //Get distance
```

Ilustración 50: Programación arduino (continuación)

Fuente: Elaboración propia


```
cm=ranging();  
Serial.println(cm);  
  
if (cm<=distance){  
    lap++;  
}else{  
    lap--;  
}  
  
if (lap>=error_margin){  
    lap=error_margin;  
    setRelay(ON);  
}  
  
if (lap<=-error_margin){  
    lap=-error_margin;  
    setRelay(OFF);  
}  
  
delay(frequency);  
}
```

Ilustración 51: Programación arduino (continuación)

Fuente: Elaboración propia

Método de elementos finitos

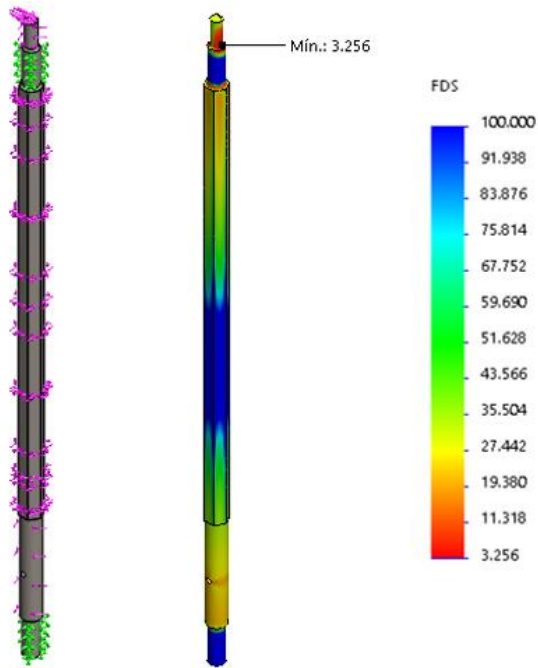
Para el cálculo computacional por método de elementos finitos se empleó el software de modelación 3D Solid Works, que mediante la herramienta Simulation (Cosmos Works), calcula los efectos de las fuerzas sobre los componentes de la máquina desmucilagadora, se analizaron los componentes de desmucilagado que son el eje principal, los limpiadores y el helicoidal de manera separada así mismo la estructura de soporte, a continuación se presentan los resultados más relevantes obtenidos.

Eje desmucilagador

Las condiciones son las descritas en el análisis numérico, fuerzas ejercidas por las poleas, sujeciones fijas en el contacto con los rodamientos, y el torque necesario para la remoción del mucilago se distribuye a lo largo del eje, el material empleado es acero AISI 1020, teniendo en cuenta estas consideraciones se obtuvieron los siguientes resultados. Considerando el método VON-MISES

Componente	Fuerza X	Fuerza Y	Torque
Eje	305.45	-	20.36

*Tabla 29: Aplicación de fuerzas para análisis computacional
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 52: Aplicación de fuerzas y factor de seguridad de eje desmucilagador
Fuente: Elaboración propia*

Limpiadores

Los limpiadores son los encargados de remover el mucilago de los granos de café, mediante el movimiento que generan estos en la concentración de granos al pasar por el desmucilagador, estos componentes solo están sometidos a los efectos del torque a lo largo del eje, en las siguiente ilustraciones se representa la aplicación de fuerzas y los resultados obtenidos en el análisis. Considerando el método VON-MISES

Componente	Fuerza X	Fuerza Y	Torque
Limpiador	-	-	20.36

Tabla 30: Aplicación de fuerzas para análisis computacional
Fuente: Elaboración propia

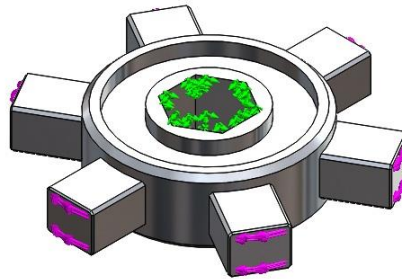


Ilustración 53: Aplicación de fuerzas en limpiador
Fuente: Elaboración propia

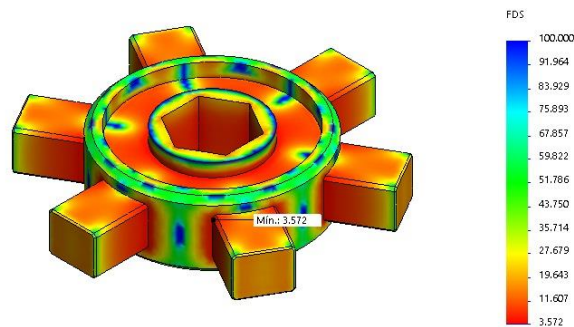


Ilustración 54: Resultados del factor de seguridad para limpiador
Fuente: Elaboración propia

Helicoidal

El tornillo helicoidal es el encargado de mover el café a través del eje y los limpiadores, este soporta el mismo torque que se distribuye por el eje pero también el peso del material transportado, que actúa en el eje z negativo, en la siguiente ilustración se representa la aplicación de fuerzas y los resultados para el factor de seguridad de este componente. Considerando el método VON-MISES

Componente	Fuerza X	Fuerza Y	Torque
Helicoidal	-	34.0407	20.36

Tabla 31: Aplicación de fuerzas para análisis computacional
Fuente: Elaboración propia

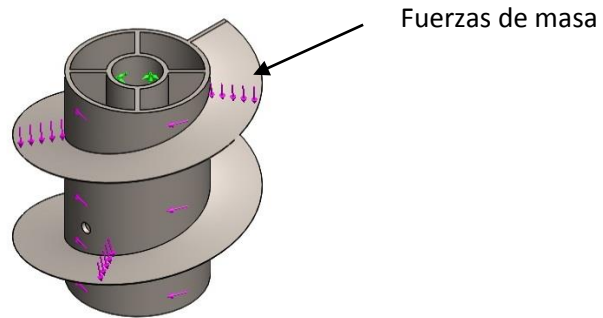


Ilustración 55: Aplicación de fuerzas en helicoidal
Fuente: Elaboración propia

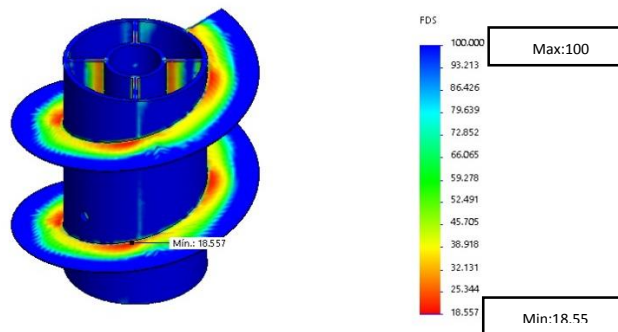
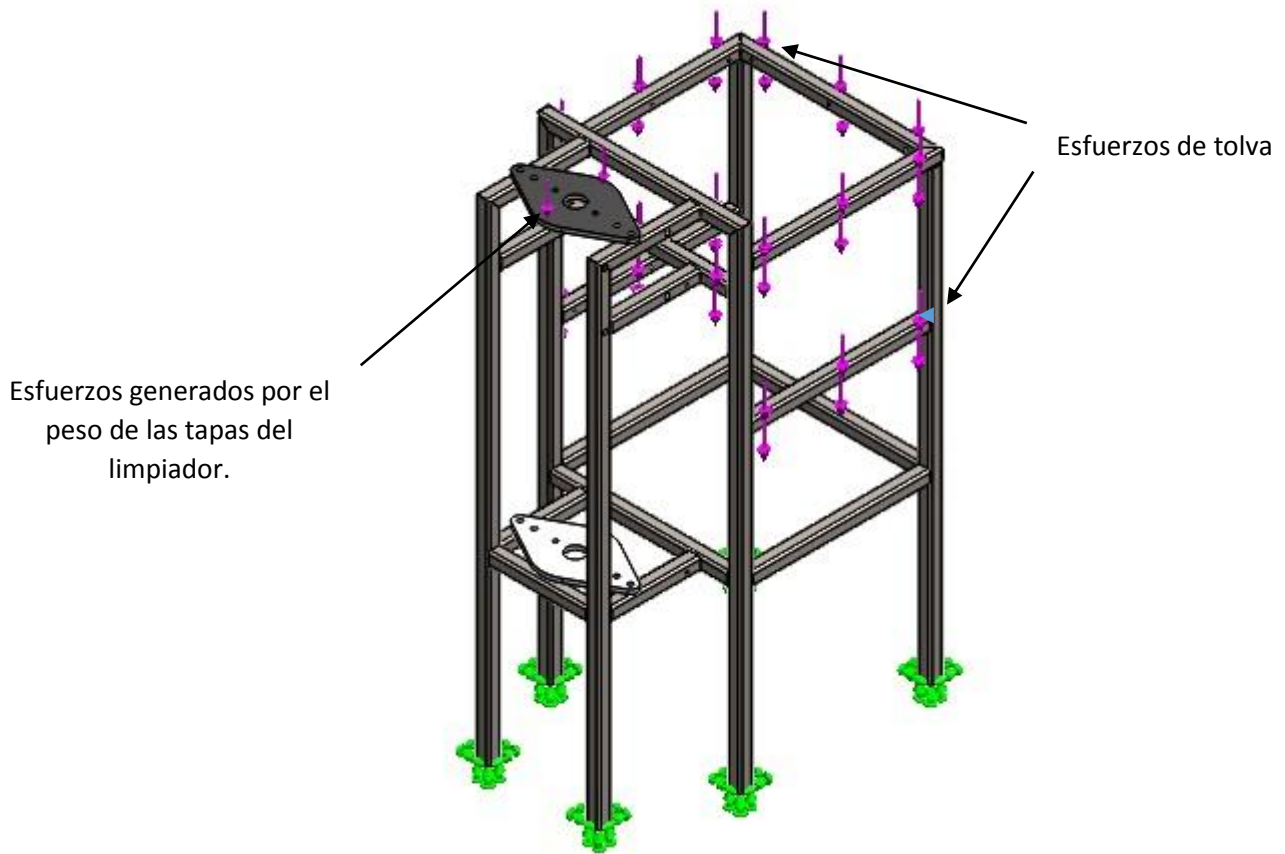


Ilustración 56: Resultados del factor de seguridad para helicoidal
Fuente: Elaboración propia

Estructura de soporte

Se analizó la estructura tubular, teniendo en cuenta el peso de los componentes del eje de desmucilaginado ejercido sobre las tapas y el peso de la tolva totalmente llena representada en las juntas, que es el caso más crítico para el equipo, las sujeciones fijas se encuentran en la base de la máquina. Considerando el método VON-MISES



*Ilustración 57: Aplicación de fuerzas en estructura de soporte
Fuente: Elaboración propia*

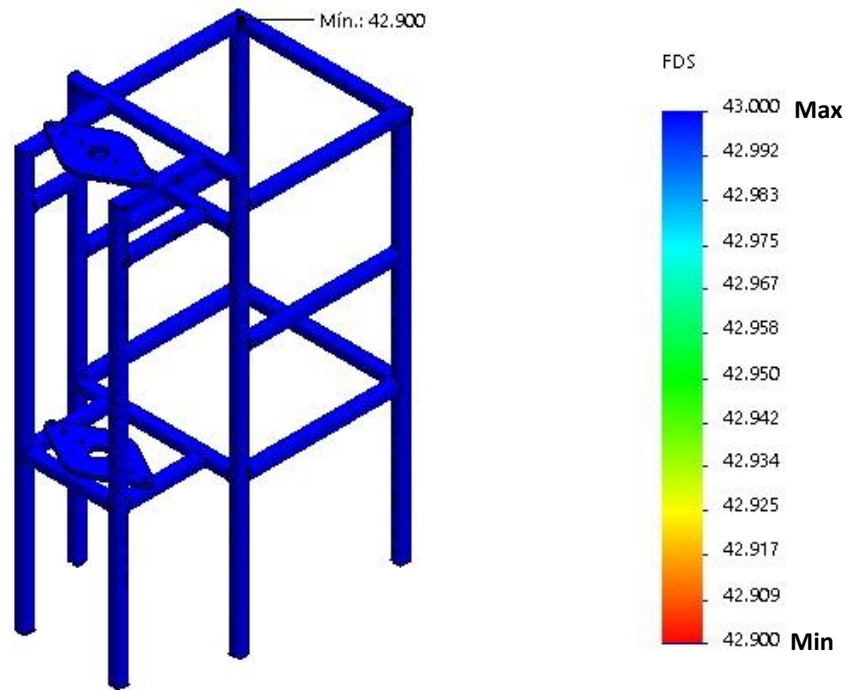


Ilustración 58: Resultados del factor de seguridad para estructura de soporte
Fuente: Elaboración propia

3.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos por medio del análisis de elementos finitos en el software Solid Works, muestran que los valores obtenidos para el factor de seguridad se encuentran entre los valores recomendados, no bajando de 2.5 y sin exceder por gran margen este valor, asegurando así que el dimensionamiento de los componentes calculados es el correcto.

Estos valores tampoco distan de los modelos tomados como referencia para el diseño del presente desmucilagador de café, ya que los equipos existentes, cuentan con características similares en relación al consumo de potencia y capacidad de la máquina, esto demuestra que el diseño concebido es viable, para asegurar esto se realizara una valuación económica en el siguiente capítulo.

3.3 Aporte Practico

Propuesta de investigación

Para la solución de la problemática presentada se propone el diseño de una máquina desmucilagadora automatizada con capacidad de procesamiento para 500 Kg/Hr, el cual reduce el tiempo de la remoción de mucilago actual, y sobre todo el consumo de agua, este cuenta con un sistema automatizado que regula el funcionamiento de la máquina solo cuando se detecta presencia de granos de café.

Especificaciones técnicas

Desmucilagadora de café	
Peso	64.38 Kg
Largo	0.46 m
Ancho	0.80 m
Alto	1.25 m
Voltaje de operación	220 V
Potencia de motor	2 HP
Capacidad	500 Kg/h
Consumo de agua	0.25 Lt/Kg

*Tabla 32: Especificaciones técnicas de máquina desmucilagadora
Fuente: Elaboración propia*

Planos de máquina

En el anexo N°17, se presenta la lista de los planos elaborados, en los cuales se muestran planos de diseño de cada uno de los componentes, planos de vistas explosionadas y el conjunto de la máquina.

Manual de usuario

Instalación de máquina desmucilagadora

Para la alimentación de la máquina desmucilagadora se requiere de una toma de corriente a 220 VAC ~ 60 Hz con toma de tierra para el buen funcionamiento de la máquina.

Para el sistema hidráulico se necesita la conexión a una toma de agua con un caudal mínimo de 127 *litros/hora*, ofrecido en condiciones normales de funcionamiento para suministro domiciliario.

Se deberán conectar a la salida del café desmucilagado el conducto hacia donde se almacenará el grano procesado, y para el sistema de salida se deberá colocar una canalización hacia el sistema de drenaje o posible almacenamiento de agua con mucilago, como desee el usuario.

Debe asegurarse la tensión y el correcto ajuste de la banda entre las poleas, y colocación de guarda con la tuerca de ajuste manual, para evitar posibles accidentes al usuario al momento de funcionamiento de la máquina desmucilagadora.

Funcionamiento de máquina desmucilagadora

La máquina desmucilagadora cuenta con un accionamiento automatizado, la energización de la máquina se da con el accionamiento de la llave termomagnética, que para este diseño hace las veces de interruptor, una vez energizado el sistema el funcionamiento de este solo empezara al detectar la presencia de granos de café en la tolva de carga.

Para accionar la máquina se deberá verter granos de café despulpado en la tolva de carga, la carga se realiza de manera manual o se puede conectar a

la salida de una máquina despulpadora de café, con igual o inferior capacidad de procesamiento que la desmucilaginadora para evitar desborde de material.

Plan de mantenimiento

El correcto funcionamiento de la máquina depende de las labores de mantenimiento que se efectúen, estas labores serán de manera periódica y realizadas por el usuario de la máquina o un técnico especialista, según el grado de dificultad de las mismas, a continuación, se presentan las labores que se tendrán en cuenta para el mantenimiento de la máquina desmucilaginadora.

Mantenimiento a cargo del usuario

El usuario de la máquina desmucilaginadora deber realizar las labores de funcionamiento descritas a continuación, estas de manera periódica

- Supervisión general, esta consiste de una revisión visual del correcto funcionamiento de la máquina desmucilaginadora, de observarse alguna falla, desconectar el equipo y atender.
- Evitar que la máquina desmucilaginadora quede con muchos restos de desechos al finalizar el funcionamiento de esta, la limpieza se realiza vertiendo agua en la tolva de carga y tambor de remoción de mucilago.
- Se deberá revisar el ajuste de los pernos de conexión, ya que se trata de una máquina desmontable casi en su totalidad este punto debe ser revisado semanalmente para evitar vibraciones en la máquina.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo asegura el correcto funcionamiento de la máquina con un costo muy bajo, por eso se recomienda este tipo de mantenimiento, las labores a desarrollar son

- Inspección visual del sistema de transmisión de potencia
- Inspección de la tensión en la banda en V
- Inspección de elementos de sujeción, pernos, arandelas, tuercas, el cambio de estas de encontrarse corroídas.
- Limpieza del equipo desmucilagador, lubricación de chumaceras

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se trata del reemplazo de los componentes cercanos al cumplimiento de su periodo de servicio, o presenten fracturas e inoperatividad, dentro de estas labores se debe cumplir con los siguiente.

- De operar en zonas lejanas a la ciudad o centros de abasteciendo en ferretería se deberá, contar con stock de banda en V, para el reemplazo inmediato del componente.
- Contar con stock de pernería en los calibres empleados en la máquina desmucilagadora.
- Se deberá empezar con la compra de los componentes a reemplazar, una semana antes de cumplido se periodo de funcionamiento, para en caso de avería, reemplazarlo de manera oportuna.

Seguridad en mantenimiento

El concepto de seguridad al momento de realizar el mantenimiento, debe ser comprendido por el usuario o técnico al momento de realizar labores en la máquina desmucilagadora, para esto se deberá tener en cuenta las siguientes advertencias, que deberán estar visibles en el equipo.



Prohibido desmontar o efectúe labores de mantenimiento mientras este equipo se encuentre conectado a la red eléctrica

*Ilustración 59: Advertencia de riesgo eléctrico
Fuente: Elaboración propia*



Prohibido realizar labores de mantenimiento o limpieza mientras este equipo se encuentre en funcionamiento

*Ilustración 60: Prohibición de mantenimiento en marcha
Fuente: Elaboración propia*

Tareas de mantenimiento

SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
Estructural		
	Diaria	
		Inspección visual de ausencia de fisuras
		Inspección visual de sistemas de soporte
		Limpieza de equipo al finalizar sus labores
	Mensual	
		Verificar correcto funcionamiento del equipo
		Limpieza general de estructura
	Anual	
		Inspección de posibles gritas o desgaste en estructuras
		Lijado y tratamiento contra corrosión de estructura

Tabla 33: Tareas de mantenimiento sistema estructural

Fuente: Elaboración propia

SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
Limpieza		
	Diaria	
		Inspección visual de ausencia de fuga de café
		Inspección visual de sistemas de soporte
		Limpieza de equipo al finalizar sus labores
	Mensual	
		Verificar correcto funcionamiento del equipo
		Limpieza de agitadores previniendo acumulación de material
		Limpieza del helicoidal
		Ajuste de elementos limpiadores
	Anual	
		Inspección de posibles gritas o desgaste en estructuras
		Tratamiento y limpieza de agitadores
		Reemplazar elementos desgastados por oxidación

Tabla 34: Tareas de mantenimiento sistema de limpieza

Fuente: Elaboración propia

SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
Motriz	Diaria	Comprobación de ruidos anómalos en motor
		Comprobación de vibraciones anómalas en piezas fijas
		Comprobar ausencia de defectos en grano de café
	Mensual	Comprobación de sujeción de motores
		Engrase de rodamientos
		Comprobar desgaste de fajas
		Control de estado de rodamientos y soportes
		Comprobar estado de alineación de ejes
	Anual	Revisiones de acuerdo a normativa
		Alineamiento de ejes
		Alineamiento de poleas
		Sustitución de fajas sometidas a desgaste

*Tabla 35: Tareas de mantenimiento sistema motriz
Fuente: Elaboración propia*

SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
Eléctrico	Diaria	Limpieza de tablero y sensores
		Verificación de conexiones
	Mensual	Revisión de integridad en cableados
		Verificar posibles fugas a tierra
	Anual	Desmontaje de elementos para limpieza general
		Calibración de sensor

*Tabla 36: Tareas de mantenimiento sistema eléctrico
Fuente: Elaboración propia*

SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
Hidráulico		
	Diaria	
		Verificación de continuidad en manguera de alimentación
		Verificar inexistencia de fugas en sistema de agua
		Verificación de correcto funcionamiento de válvulas
	Mensual	
		Limpieza de desperdicios acumulada
		Verificación de integridad de válvulas
		Mediciones de caudal y comprobación de eficiencia
		Inspección de manguera de alimentación
		Verificar que no se obstruyan los componentes
	Anual	
		Desmontaje de tuberías para limpieza general
		Tratamiento contra formación de sarro
		Cambio de válvulas y mangueras deficientes

*Tabla 37: Tareas de mantenimiento sistema hidráulico
Fuente: Elaboración propia*

Presupuesto

Para elaborar el presupuesto requerido para desarrollar este proyecto se tuvo en cuenta los precios estándar para los componentes seleccionados, consultados en proveedores por internet y catálogos de fabricante, se presentan los resultados encontrados en la siguiente tabla

N°	Componente	Precio unitario	Cantidad	Total
1	Agitador	S/. 25.00	3	S/. 75.00
2	Banda en V	S/. 30.00	1	S/. 30.00
3	Barra de soporte	S/. 35.00	2	S/. 70.00
4	Buge 1210	S/. 12.00	1	S/. 12.00
5	Buge 2013	S/. 15.00	1	S/. 15.00

6	Caja de conexiones	S/. 130.00	1	S/. 130.00
7	Chumacera SKF	S/. 90.00	2	S/. 180.00
8	Codo roscado 3/8	S/. 5.00	2	S/. 10.00
9	Conector roscado macho 3/8	S/. 3.00	2	S/. 6.00
10	Eje	S/. 70.00	1	S/. 70.00
11	Electroválvula 3/8" ASCO	S/. 45.00	1	S/. 45.00
12	Estructura	S/. 450.00	1	S/. 450.00
13	Fuente de poder	S/. 20.00	1	S/. 20.00
14	Guarda	S/. 25.00	1	S/. 25.00
15	Guardamotor	S/. 120.00	1	S/. 120.00
16	Limpiador	S/. 25.00	19	S/. 475.00
17	Llave termomagnética	S/. 75.00	1	S/. 75.00
18	Manguera	S/. 13.00	1	S/. 13.00
19	Motor WEG	S/. 300.00	1	S/. 300.00
20	Panel de salida	S/. 35.00	1	S/. 35.00
21	Panel delantero	S/. 55.00	1	S/. 55.00
22	Panel trasero	S/. 55.00	1	S/. 55.00
23	Polea 200	S/. 80.00	1	S/. 80.00
24	Polea 80	S/. 30.00	1	S/. 30.00
25	Relé	S/. 20.00	1	S/. 20.00
26	Sensor ultrasónico	S/. 45.00	1	S/. 45.00
27	Soporte de tubería	S/. 5.00	2	S/. 10.00
28	Tapa de tambor	S/. 25.00	2	S/. 50.00
29	Tarjeta arduino UNO	S/. 55.00	1	S/. 55.00
30	Tolva de carga	S/. 220.00	1	S/. 220.00
31	Tornillo helicoidal	S/. 80.00	1	S/. 80.00
32	Tubo PVC	S/. 10.00	1	S/. 10.00
33	Tuerca de ajuste manual	S/. 10.00	1	S/. 10.00
34	Tiempo de diseño	S/. 30.00	100	S/. 3,000.00
35	Mano de obra	S/. 2,000.00	1	S/. 2,000.00
36	Ferretería	S/. 100.00	1	S/. 100.00
37	Cableado	S/. 40.00	1	S/. 40.00
TOTAL				S/. 8,016.00

*Tabla 38: Presupuesto de máquina desmucilagadora
Fuente: Elaboración propia*

De la tabla anterior se puede establecer que el precio total para la fabricación de la máquina desmucilagadora es de S/. 8 016.00.

Evaluación económica

Ingresos

Los ingresos obtenidos vienen directamente de la venta del café beneficiado, para este caso se compra o cosecha, el café en grano y se aplican los diversos procesos para lograr un producto acabado, en estos procesos se encuentran el seleccionado, despulpado, desmucilaginado y lavado, ya que el producto se seguirá vendiendo de igual manera y al mismo precio, los beneficios de emplear la máquina desmucilaginadora se ven reflejados en la reducción del tiempo de producción y el ahorro en consumo de agua.

La evaluación económica se realizará con los ingresos obtenidos durante los periodos entre cosechas, que para el caso del café se da cada año, el ingreso viene dado por la siguiente formula:

$$I_{ANUAL} = Q_{PROC} \times (P_{PROC} - P_{GRANO})$$

*Ecuación 48: Ingresos anuales por venta de café
Fuente: Elaboración propia*

Donde

- I_{ANUAL} : Ingresos anuales por venta de café [S/.]
 Q_{PROC} : Cantidad de café procesado [Quintal]
 P_{GRANO} : Precio de café en grano [S/. /Quintal]
 P_{ROC} : Precio de café beneficiado, procesado [S/. /Quintal]

Según los datos obtenidos en las visitas de campo, se estableció que un productor de café en promedio cosecha 120 Quintales al año, que equivalen a 12 000 Kg, el precio del café en grano es de S/. 295.00 el quintal y el precio del café beneficiado, se vende a un precio de S/. 450.00 el quintal.

$$I_{CO} = 120 \times (450 - 295)$$

$$I_{CO} = S/. 18\,600.00$$

Se observa que anualmente se obtiene una gran cantidad en ganancias por la venta de café beneficiado, esto no debería significar ningún problema para financiar la fabricación de la máquina desmucilaginadora.

Egresos

Los egresos producidos anualmente se asumen principalmente en mantenimiento del equipo, según las tareas rutinarias de mantenimiento preventivo, estas son de ejecución por parte del usuario, lo cual no incurre un gran gasto, por este motivo se asume un costo anual de mantenimiento en S/. 500.00, los cuales se creen serán suficientes para prever cualquier recambio necesario en la máquina

Flujo de caja

El flujo de caja es la representación del balance entre ingresos y egresos para un determinado periodo, en este caso se estableció un periodo de 5 años de proyección.

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Quintales de café	S/. 120	S/. 120	S/. 120	S/. 120	S/. 120	S/. 120
Precio del café						
En grano	S/. 295	S/. 295	S/. 295	S/. 295	S/. 295	S/. 295
Seco	S/. 450	S/. 450	S/. 450	S/. 450	S/. 450	S/. 450
Ganancias por cosecha	S/. 18,600	S/. 18,600	S/. 18,600	S/. 18,600	S/. 18,600	S/. 18,600

Egresos							
Costos energéticos	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70
Costo en bandas	S/. 130	S/. 130	S/. 130	S/. 130	S/. 130	S/. 130	S/. 130
Costo de mantenimiento	S/. 300	S/. 300	S/. 300	S/. 300	S/. 300	S/. 300	S/. 300
Egresos totales	S/. 500	S/. 500	S/. 500	S/. 500	S/. 500	S/. 500	S/. 500

Flujo de caja						
		S/. 18,100	S/. 18,100	S/. 18,100	S/. 18,100	S/. 18,100

Valor Actual Neto						
		S/. 8,439	S/. 23,397	S/. 36,996	S/. 49,359	S/. 60,597
Tasa de interés	10%					
Tasa interna de retorno	58%					

*Tabla 39: Flujo de caja a 5 años
Fuente: Elaboración propia*

Valor actual neto

Se calculó la inversión con una tasa (i) del 10%, para un periodo de 3 años, teniendo en cuenta una cosecha de café anual, para calcular el valor actual neto se empleó la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^3 \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + 10\%)^t} - 8\,016.00 = 0$$

*Ecuación 49: Valor actual neto
Fuente: Wikipedia.com/Valor_actual_netto*

$$VAN_{3 \text{ años}} = S/. 36\,996.021$$

Interpretación del Valor Actual Neto

Valor	Significado	Decisión a tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	La decisión debería basarse en otros factores.

Tabla 40: Interpretación del VAN

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Valor_actual_net

Tasa interna de retorno

Es un indicador de la rentabilidad del proyecto evaluado, para este caso se tomó un tiempo de evaluación de 3 años, al igual que el periodo de cálculo para el VAN, la fórmula que se empleó para el cálculo de la tasa interna de retorno es:

$$\sum_{t=1}^3 \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + TIR)^t} = 8\,016.00$$

Ecuación 50: Tasa interna de retorno

Fuente: [Wikipedia.com/tasa_interna_de_retorno](https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_de_retorno)

$$TIR_{\text{años}} = 58\% \text{ anual}$$

Interpretación de la Tasa interna de retorno

Valor	Significado
$TIR > k$	El proyecto es factible
$TIR < k$	El proyecto no es factible
$TIR = k$	El proyecto es indiferente

Tabla 41: Interpretación del TIR

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_retorno

Interpretación del Análisis Económico

Los resultados obtenidos de la evaluación económica fueron satisfactorios, debido a que el valor actual neto (VAN) tiene un valor de S/.36 996.02 superando a la inversión, la tasa interna de retorno (TIR) cuenta con un valor de 58% anual, siendo así mayor que la tasa de interés. Se llegó a la conclusión que el diseño de la máquina es factible.

Análisis del consumo de agua

El proceso de remoción de mucilago se puede realizar de diferentes maneras, al momento de beneficiar el café, cada una de estas tiene sus ventajas y desventajas, pero en los últimos tiempos, se ha dado mayor importancia al ahorro de agua en procesos de producción, por esta razón, este indicador se vuelve importante al momento de seleccionar la manera de procesar el grano de café, generalmente se empleaba el método de fermentación natural.

El método de fermentación natural, consiste en degradar el mucilago de café, en pozas de fermentación, en algunos casos se agrega enzimas o químicos que ayudan al proceso, esto demora entre 12 a 48 horas según las características del grano y se consume de 25 a 30 litros de agua por cada kilogramo de café en pergamino, y los residuos de este proceso no pueden

ser procesadores de manera adecuada, generando problemas de contaminación y altos consumos de agua.



*Ilustración 61: Pozas de fermentación de café
Fuente: Café de Colombia*

En la siguiente tabla se puede observar la comparación del consumo de agua por cada kilogramo de café a desmucilaginarsse, en comparación con el método de fermentación tradicional frente al uso de la maquina desmucilaginadora de flujo ascendente.

Consumo de agua en desmucilaginado Litros/Kilo	
Método tradicional	Desmucilaginadora
25 - 30	0.25 - 1

*Tabla 42: Comparación en consumo de agua
Fuente: Café de Colombia*

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Se determinó el diseño de la máquina desmucilagadora de café con una capacidad de 500 Kg/hr , para cumplir las necesidades de la localidad, según los datos obtenidos en las encuestas de la población de Huarangos.
2. Se diseñó la máquina desmucilagadora de café seleccionando para esto la tecnología DESLIM, siendo en la actualidad la mejor tecnología para la remoción de mucilago del café. La máquina cuenta con un peso aproximado de 64.38 kg; 0.46 metros de largo, 0.80 metros de ancho una altura de 1.25 metros con un voltaje de operación de 220 voltios una potencia de 2HP y un consumo de agua de 0.25 Lt/Kg.
3. Se realizaron los cálculos mecánicos, teniendo en cuenta la bibliografía consultada en el diseño mecánico para el correcto dimensionamiento de los componentes que forman parte de la máquina desmucilagadora de café, y la selección de los componentes ofrecidos por proveedores.
4. Se calcularon y seleccionaron los componentes del sistema eléctrico, para ofrecer la potencia a la máquina se empleara un motor monofásico WEG de 2HP, para asegurar la protección eléctrica de los componentes se seleccionó una llave termomagnética de la marca Schneider, modelo MCB –C60N – C10A y una guardamotor de la marca Schneider, modelo GV2ME143.
5. Se diseñó y dimensiono el sistema de automatización, optando por la opción más rentable empleando sensores de ultrasónico que se

encontrara instalado en la tolva de la máquina desmucilaginadora de café y una placa programable basada en Arduino UNO.

6. El presupuesto establecido para la máquina es de S/. 8 016.00, para el cual mediante la evaluación económica se obtuvieron los resultados de S/. 36 996.02 para el valor actual neto y 58% anual para la tasa interna de retorno, revelando la viabilidad económica del proyecto.

4.2 Recomendaciones

1. Se recomienda el funcionamiento de la máquina a la capacidad de diseño, para evitar funcionamientos en vacío o consumo de energía cuando no se está a plena carga.
2. El diseño puede mejorarse para conectar los diferentes procesos antes y después del desmucilaginado de café, para aumentar los beneficios de la máquina desmucilaginadora trabajando en una línea de proceso.
3. Los cálculos mecánicos se realizaron con métodos numéricos, y el análisis computacional se elaboró para los componentes por separado, de contarse con los medios necesarios, se recomienda el análisis computacional de la máquina desmucilaginadora en conjunto.
4. Los componentes eléctricos seleccionados para el sistema eléctrico y su protección a su vez hacen las funciones de control, de poderse implementar se recomienda tener la botonería de la máquina de manera separada.

5. El sistema implementado se basa en el circuito programable Arduino UNO, si se desea reducir costos y se cuenta con los conocimientos necesarios, se puede optar por una alternativa basada en microcontroladores PIC.

6. De desearse la manufactura de la máquina, se recomienda revisar tener en cuenta los montajes descritos en los planos y los modelamientos 3D para no incurrir en errores al momento de la fabricación del equipo.

7. Para el correcto funcionamiento y conservación de la máquina desmucilagadora de café se recomienda tener presente las labores de mantenimiento descritas en este documento.

8. Según la evaluación económica realizada, se recomienda la construcción de la máquina desmucilagadora de café, ya que es viable económicamente.

Referencias bibliográficas

(s. F.), café, Wikipedia. La enciclopedia libre, en línea

<http://es.wikipedia.org/wiki/café>

CONVEYORS, Screw Conveyor Engineering. China American English.

ALVARADO ROJAS, g. 1998. El cultivo y beneficiado del café. Editorial universidad Estatal a distancia, san José, costa rica. 160 p.

CARLOS, ingeniería-mecánica/ingeniería-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos sin fin, departamento de ingeniería mecánica universidad Carlos III de, Madrid.

ALVAREZ g, j. (1991). Despulpado de café sin agua. Avances técnicos 0164. Revista Cenicafe. Cenicafe. Chinchiná, caldas, Colombia.

ARAGON MEDINA, Iván, análisis de mecanismos, Colombia: universidad inca de Colombia. Facultad de ciencias técnicas e ingeniería. Ingeniería mecánica, 2004

BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de proyectos. 4ta edición, mc. Graw Hill, interamericana editores, México, DF., 2001, p. 383.

BARANOV, g.g., curso de la teoría de mecanismos y máquinas, Rusia: editorial MIR, 1979

BRANDO Carlos. 2004. Nuevas tecnologías para el proceso de cafés especiales. Boletín promecafe. IICA/promecafe. Guatemala.

BUDYNAS, Richard & NISBEITH Keitt. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México 2008. 1092 pp.

CALLE VÉLEZ Hernán. 1977. Subproductos del café. Centro nacional de investigaciones en café. Cenicafe. Federación nacional de cafeteros. Chinchiná, caldas, Colombia

Catálogo general SKF. (2014). 1306 pp.

Catálogo general SCHNEIDER. (2016).958 pp.

Catálogo Motores monofásicos WEG. (2015). 36 pp.

Centro de investigaciones ecológicas del sur (CIES). 1994. Diagnóstico de la contaminación en las aguas de los beneficios húmedos de café en el soconusco, Chiapas, México. 13 p.

CLEVES s., r. (1995). Tecnología en beneficiado de café. Costa Rica. Consejo internacional del café. (2002). resolución 409 - ICC 407. Londres, Inglaterra: organización internacional del café.

CORREA P. Arturo. Manual de beneficio del café para producciones hasta 1500 arrobas. 1ª edición. Medellín: editorial FERIVA s.a., 1998, 25 p.

FAIRES, Virgil. (2006). Diseño De Elementos De Máquinas. (4 ° Edición).Barcelona: Montaner Y Simón

GAITÁN YAEGGY, d. L. 1998. Estudio de factibilidad para un sistema de producción de café con beneficio húmedo ecológico en honduras. El zamorano, Hond., escuela agrícola panamericana. 11 p.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, José Manuel. Apuntamientos acerca de la comercialización del café mexicano, (monografía para licenciatura), universidad veracruzana, 2003, p. 190.

HAGLER BAILLY. (2001). Guía de prevención de la contaminación para el beneficiado de café en el salvador. San salvador: USAID.

HIDALGO UGALDE Gerardo, VÁSQUEZ MORERA rolando. 1993. Influencia del desmucilaginado mecánico y de diferentes períodos de espera al secado sobre la calidad. Centro de investigaciones en café. Instituto del café de costa rica.

LIBREROS ALARCÓN, Hilda josefina. Café acondicionamiento y reestructuración del beneficio de la facultad de ingeniería química de la uv, (tesis para licenciatura), universidad veracruzana, 1998, p. 197.

MENCHÚ j francisco. 1985. Manual de beneficiado de café. ANACAFE. Guatemala. Oliveros t., roa m. 1995. Desmucilaginado mecánico del café. Avances técnicos

MOTT, Robert. (2006). Diseño De Elementos De Máquinas. (8 ° Edición).México: Pearson

NORTON, Robert I. Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos / Robert I. Norton. - 4a ed, México: McGraw-Hill interamericana editor, s.a., c2009.

OLIVEROS RAMÍREZ. Separador de tolva con tornillo sinfín (stt - 600) y recirculación de agua para Café en cereza. In: centro nacional de investigaciones de café – Cenicafe. Chinchiná. Colombia. Informe anual de actividades de la disciplina de ingeniería agrícola 2003-2004. Chinchiná, Cenicafe, 2004. 4 p.

RIVAS, Roberto. La administración de una planta beneficiadora y exportadora de café verde, (monografía para licenciatura), universidad veracruzana, 2004, p. 145.

RIVERA SÁNCHEZ Bernardo. 2000. Impacto ambiental, económico y social de la implementación del desmucilaginado mecánico en el beneficio del café en el departamento de caldas. Universidad de caldas. Caldas, Colombia

WILBAUX, R. (1964). El beneficio húmedo del café. Roma, Italia: estudios agropecuarios de la FAO. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.

ZAMBRANO f., d.a. Fermente y lave su café en el tanque tina. Avances técnicos Cenicafe No. 197:1-8. 1993.

Anexos

Anexo 01	Formateo de entrevista	142
Anexo 02	Hoja de encuesta	143
Anexo 03	Guía de observación	147
Anexo 04	Guía de análisis de documentos	148
Anexo 05	Ficha técnica motor eléctrico WEG	149
Anexo 06	Ficha técnica banda en V SKF	153
Anexo 07	Ficha técnica poleas SKF	156
Anexo 08	Ficha técnica buges SKF	158
Anexo 09	Ficha técnica chumaceras SKF	160
Anexo 10	Ficha técnica llave termomagnética SCHNEIDER	164
Anexo 11	Ficha técnica guardamotor SCHNEIDER	166
Anexo 12	Ficha técnica electroválvula ASCO	168
Anexo 13	Ficha técnica conector macho VANAMATIC	170
Anexo 14	Ficha técnica fuente de poder MEAN WELL	172
Anexo 15	Ficha técnica ARDUINO UNO	174
Anexo 16	Ficha técnica sensor ultrasónico LEUZE	176
Anexo 17	Ficha técnica relé SONGLE	178
Anexo 18	Ficha técnica caja de conexiones KAEDRA	180
Anexo 19	Listado de planos	183

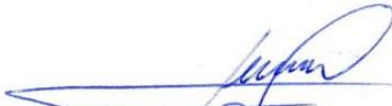
ANEXO 01 – FORMATEO DE ENTREVISTA

Entrevista para el Operario de Altomayo

OBJETIVO: Recopilar información general sobre los procesos realizados

ENTREVISTADO: Tec. José Malaver Mendoza

1. ¿Cuáles son los procesos que se le da al café en una planta procesadora?
2. ¿Qué variables miden durante el procesado de café?
3. ¿Cómo miden la calidad del grano desmucilaginado de café?
4. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza a las máquinas de desmucilaginado?
5. ¿Qué método de desmucilaginado de café conoce?
6. ¿Son automatizados los procesos del desmucilaginado del café?
7. ¿De qué material son las máquinas de desmucilaginado de café?
8. ¿Cuenta con alguna máquina de desmucilaginado de café en la empresa Altomayo?
9. ¿conoce alguna máquina desmucilaginadora de café en el mercado?
10. ¿Qué cantidad de café vende anualmente Altomayo?


JUAN CARLOS VIVES GARNIQUE
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP. N° 147403


 LIC. MANDU AYAYA CHES
MTE DE TALLERES DE FERRERÍA Y SOLDADURA

ANEXO 02 – HOJA DE ENCUESTA

OBJETIVO: Recopilar información relativa a la caficultura en la localidad

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

Instrucción: Marque el casillero en blanco con una **X** para responder las siguientes preguntas.

1. ¿Cuántos miembros en su familia?

	De 1 a 2		De 4 a 5	
	De 2 a 3		De 5 a 6	
	De 3 a 4		Más de 6 especifique cantidad	

2. ¿Cuántos miembros de su familia se dedican a la caficultura?

	De 1 a 2		De 4 a 5
	De 2 a 3		De 5 a 6
	De 3 a 4		Ninguno
	Más de 6 especifique cantidad		

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

	Menor a 1 Hectárea
	De 1 a 2 Hectáreas
	2 a 3 Hectáreas
	3 a 4 Hectáreas
	De 4 a 5 Hectáreas
	Mayor a 5 Hectáreas

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

	30 a 35 qq/ha
	35 a 40 qq/ha
	40 a 45 qq/ha
	45 a 50 qq/ha
	50 a 55 qq/ha
	55 a 60 qq/ha

5. ¿Cuánto café cosecha al año en su chacra?

	Menor a 20 quintales
	20 a 30 Quintales
	30 a 40 Quintales
	40 a 50 Quintales
	50 a 60 Quintales
	Más de 60 quintales

6. ¿Cuánto invierte usted desde la siembra hasta cosecha del café?

	Menor a 1000 soles		De 3000 a 3500 soles
	De 1000 a 1500 soles		De 3500 a 4000 soles
	De 1500 a 2000 soles		De 4000 a 4500 soles
	De 2000 a 2500 soles		De 4500 a 5000 soles
	De 2500 a 3000 soles		De 5000 soles a más

7. ¿Cuánto le cuesta el transporte del café?

	Menor a 50 soles		
	De 50 a 75 soles		De 150 a 200 soles
	De 75 a 100 soles		De 200 a 300 soles
	De 100 a 125 soles		De 300 a 400 soles
	De 125 a 150 soles		De 400 soles a más

8. ¿Qué cantidad de café lleva a vender usted?

	Menor a 20 quintales
	20 a 30 Quintales
	30 a 40 Quintales
	40 a 50 Quintales
	50 a 60 Quintales
	60 quintales a más

9. ¿A qué precio vende el café?

	250 a 300 soles/quintal
	300 a 350 soles/quintal
	350 a 400 soles/quintal
	400 a 450 soles/quintal
	450 a 500 soles/quintal

10. ¿Cuánto es su ganancia aproximada de café con mala temporada?

	Menor a 2000 soles
	De 2000 a 2500 soles
	De 2500 a 3000 soles
	De 3000 a 3500 soles
	De 3500 a 4000 soles
	Mayor a 4000 soles

11. ¿Cuánto es su ganancia aproximada de café con buena temporada?

	Menor a 5000 soles
	De 5000 a 5500 soles
	De 5500 a 6000 soles
	De 6000 a 6500 soles
	De 6500 a 7000 soles
	De 7000 a más


JUAN CARLOS VIVES GARNIQUE
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP. N° 147403



Lic. MANUEL MAYA CHEC
RPE DE INGENIEROS MECANICOS

ANEXO 03 – GUÍA DE OBSERVACIÓN

Fases	Tiempo	Herramienta	Equipo	Instrumento de medición	Responsable	Cantidad de café desmucilaginado	Calidad de café desmucilaginado
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Piscoya catón junior Alberto		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Chavarría Castrejón Roly		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Piscoya catón junior Alberto		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Chavarría Castrejón Roly		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Piscoya catón junior Alberto		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Chavarría Castrejón Roly		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Piscoya catón junior Alberto		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Chavarría Castrejón Roly		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Piscoya catón junior Alberto		
Desmucilaginado	1 Hor	Observación	Desmucilaginadora de café	Higrómetro testo	Chavarría Castrejón Roly		

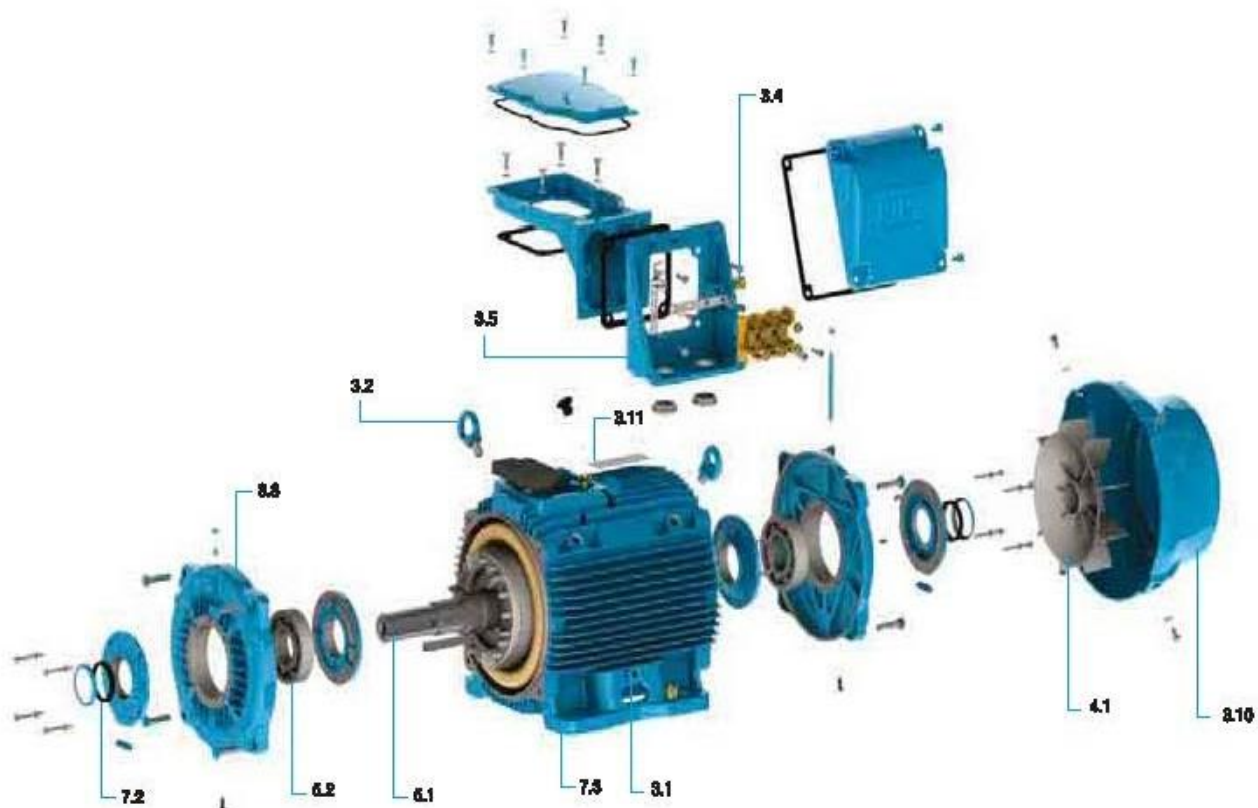
ANEXO 04 – GUÍA DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

Ítem	Finalidad	Aplicación
Norma AISI 304	Finalidad estructural; equipos para la industria química y naval, válvulas y piezas de tuberías, industria gasfitero, almacenes de agua	La estructura y componentes estarán compuestos de acero inoxidable AISI 304
ISO 9001	Es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC)	Se usaran para determinar la calidad de la máquina a diseñar y el producto
OHSAS 18001	Seguridad y Salud Ocupacional para cada empleado y empleador, la seguridad y salud en el lugar de trabajo son claves para cualquier organización	Se tendrá en cuenta dicha normal para el diseño de la máquina en cuanto a la salud ocupacional del operario

ANEXO 05 – FICHA TÉCNICA MOTOR ELÉCTRICO WEG



Índice Visual



3.1	Carcasa	Página 8
3.2	Cáncamos de braje	Página 9
3.4	Terminales de Puesta a Tierra	Página 9
3.5	Caja de Conexiones	Página 9
3.8	Tapas	Página 11
3.10	Tapa Deflectora	Página 11
3.11	Placa de Identificación	Página 11
4.1	Sistema de Refrigeración	Página 12
6.1	Eje	Página 13
6.2	Rodamientos	Página 14
7.2	Sello	Página 19
7.3	Pintura	Página 19

Tabla 1 - Índice visual

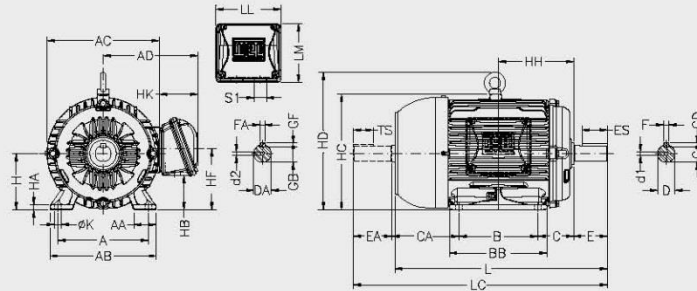
W22 - IE2 High Efficiency - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal (kgm)	Corriente con rotor trabado I _L /I _n	Par con rotor trabado T _L /T _n	Par máximo T _b /T _n	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB(A)	220 V						Corriente nominal I _n (A)	
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			Factor de potencia				
												RPM		Rendimiento		Factor de potencia			
kW	HP											50	75	100	50	75	100		
IV Poles																			
0,12	0,16	63	0,068	4,6	2,5	3,1	0,0004	37	81	6,2	48	1715	50,0	57,0	61,0	0,44	0,55	0,64	0,807
0,18	0,25	63	0,103	4,7	2,4	2,9	0,0006	30	66	7,2	48	1705	57,0	64,0	67,0	0,47	0,59	0,68	1,04
0,25	0,33	63	0,143	5,0	2,6	3	0,0007	25	55	8,2	48	1705	62,0	68,0	70,0	0,47	0,60	0,69	1,36
0,37	0,5	71	0,215	4,6	2,4	2,5	0,0007	35	77	8,0	47	1680	68,0	71,0	72,0	0,50	0,63	0,72	1,87
0,55	0,75	71	0,319	5,1	2,9	2,9	0,0008	31	68	11,5	47	1680	71,0	74,5	75,0	0,50	0,63	0,72	2,67
0,75	1	80	0,423	7,3	3	3,2	0,0029	16	35	13,5	48	1725	79,0	82,0	82,6	0,61	0,72	0,80	2,98
1,1	1,5	90S	0,612	7,5	2,2	3	0,0049	16	35	18,5	51	1750	81,0	83,5	84,0	0,57	0,70	0,78	4,40
1,5	2	90S	0,835	7,1	2,2	3	0,0049	11	24	18,5	51	1750	81,0	83,5	84,2	0,57	0,70	0,78	6,00
2,2	3	L90L	1,22	7,4	2,8	3,1	0,0077	11	24	25,0	51	1750	86,0	86,5	87,5	0,61	0,74	0,81	8,12
3	4	100L	1,70	6,7	2,8	3	0,0096	16	35	33,0	54	1720	86,4	87,2	87,5	0,61	0,74	0,81	11,1
3,7	5	100L	2,08	8,0	3	3,6	0,0104	11	24	34,0	54	1735	85,0	87,0	88,0	0,59	0,72	0,80	13,8
4,5	6	112M	2,52	6,2	2,1	2,8	0,0155	19	42	42,0	56	1740	88,0	88,5	88,5	0,62	0,74	0,81	16,5
5,5	7,5	112M	3,08	6,3	2,1	2,7	0,0180	15	33	44,0	56	1740	88,4	89,1	90,0	0,59	0,72	0,79	20,4
7,5	10	132S	4,15	7,9	2	3,2	0,0489	12	26	68,0	58	1760	90,0	90,8	91,0	0,66	0,78	0,84	25,8
9,2	12,5	132M	5,09	8,0	2	3,1	0,0601	9	20	75,0	58	1760	90,0	90,8	91,0	0,67	0,79	0,84	31,6
11	15	150L	6,09	8,2	2,1	3,2	0,0638	8	18	80,0	58	1760	90,5	91,2	91,7	0,67	0,79	0,85	37,0
15	20	160M	8,23	6,8	2,7	3	0,1188	11	24	120	64	1775	91,0	92,4	92,4	0,64	0,75	0,81	52,6
18,5	25	160L	10,2	6,8	2,7	3	0,1397	10	22	135	64	1765	92,0	92,8	92,8	0,64	0,75	0,81	64,6
22	30	180M	12,1	6,4	2,3	2,7	0,1657	19	42	168	64	1765	92,5	92,8	93,0	0,71	0,81	0,84	74,0
30	40	200M	16,5	6,2	2	2,3	0,2406	18	40	195	66	1770	92,7	93,2	93,4	0,72	0,81	0,85	99,2
37	50	200L	20,4	6,2	2,5	2,6	0,3074	14	31	227	66	1770	93,0	93,2	93,6	0,72	0,80	0,85	122
45	60	225S/M	24,7	7,2	2,4	2,6	0,4931	12	26	367	67	1775	93,5	93,7	94,1	0,76	0,83	0,86	146
55	75	225S/M	30,2	7,2	2,4	2,6	0,5670	12	26	386	67	1775	93,9	94,2	94,4	0,77	0,84	0,87	176
75	100	250S/M	41,0	7,2	2,4	2,8	0,8740	12	26	470	68	1780	94,0	94,5	94,6	0,71	0,81	0,85	244
90	125	280S/M	49,1	7,2	2,1	2,6	1,56	20	44	636	73	1785	94,0	94,8	94,9	0,73	0,82	0,85	292
110	150	280S/M	60,0	7,3	2,1	2,6	1,87	18	40	684	73	1785	94,3	94,8	95,2	0,75	0,83	0,86	352
132	180	315S/M	71,8	7,1	2,1	2,4	2,57	18	40	903	75	1790	94,0	95,0	95,3	0,74	0,82	0,85	428
150	200	315S/M	81,6	7,0	2,2	2,3	2,89	20	44	947	75	1790	94,5	95,5	95,5	0,75	0,83	0,86	480
185	250	315S/M	101	7,0	2,2	2,3	3,44	18	40	1019	75	1790	95,0	95,5	95,7	0,77	0,84	0,87	584
200	270	355M/L	109	7,0	2,2	2,2	4,88	20	44	1291	78	1790	94,8	95,6	95,8	0,77	0,84	0,86	638
220	300	355M/L	120	7,2	2,2	2,3	5,42	23	51	1350	78	1790	95,2	95,8	95,9	0,77	0,84	0,86	700
260	350	355M/L	141	7,3	2	2,2	6,30	15	33	1431	78	1790	95,4	96,0	96,0	0,77	0,84	0,87	816
300	400	355M/L	163	7,0	2,4	2,3	7,20	14	31	1527	78	1790	95,7	96,1	96,1	0,77	0,84	0,87	942
330	450	355M/L	180	7,0	2,1	2,3	8,61	19	42	1662	78	1790	96,0	96,1	96,1	0,77	0,83	0,86	1050
370	500	355M/L	201	7,6	2,6	2,6	10,2	12	26	1833	78	1790	96,0	96,1	96,1	0,75	0,82	0,85	1190
400	550	355M/L	218	7,3	2,5	2,6	11,1	14	31	1916	78	1790	96,1	96,4	96,4	0,74	0,82	0,86	1270
440	600	355M/L	239	7,1	2,2	2,5	11,6	16	35	1966	78	1790	96,2	96,4	96,5	0,74	0,82	0,86	1430
480	650	355A/B ¹	261	7,4	2,5	2,7	12,7	22	48	1993	81	1790	96,0	96,5	96,6	0,71	0,81	0,85	1530
515	700	355A/B ¹	280	7,4	2,6	2,7	13,4	26	57	2079	81	1790	96,2	96,5	96,6	0,71	0,81	0,85	1650
550	750	355A/B ¹	299	7,6	2,7	2,7	14,6	22	48	2246	81	1790	96,3	96,6	96,7	0,70	0,80	0,85	1760
High-output design																			
2,2	3	100L	1,23	7,6	3,2	3,5	0,0082	19	42	30,0	54	1740	85,0	87,0	87,5	0,57	0,70	0,78	8,46
45	60	200L	24,8	6,3	2,1	2,5	0,3316	12	26	237	66	1770	93,0	93,6	93,6	0,67	0,78	0,83	152
75	100	225S/M	41,0	7,9	2,6	2,8	0,7101	8	18	424	67	1780	94,0	94,5	94,6	0,71	0,81	0,85	244
132	180	280S/M	72,0	7,2	2	2,4	2,18	15	33	729	73	1785	94,5	95,0	95,3	0,76	0,84	0,86	422
150	200	280S/M	81,8	7,7	2,3	2,6	2,49	15	33	776	73	1785	94,8	95,4	95,5	0,76	0,84	0,86	480
200	270	315S/M	109	7,0	2,3	2,4	3,76	20	44	1062	75	1790	94,8	95,4	95,7	0,74	0,82	0,85	646



Datos Mecánicos

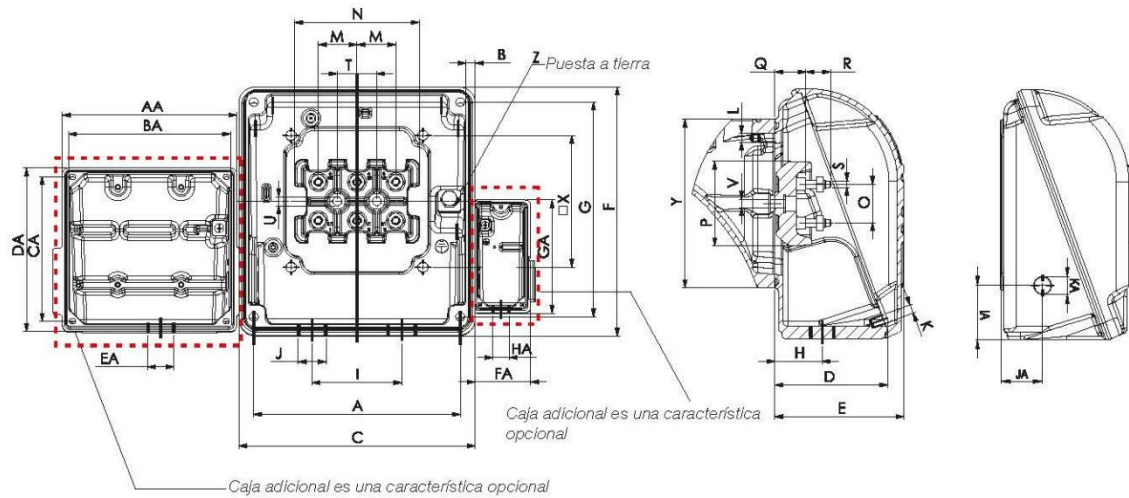
Carcasas 63 hasta 132M/L



Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	AD'	B	BA	BB	BD	C	CA	Eje											
													D	DA	E	EA	ES	F	FA	G	GB	GD	GF	TS
63	100	25,5	116	125	122	122	80		95		40	78	11j6	9j6	23	20	14	4	3	8,5	7,2	4	3	12
71	112	28,5	132	141	130	130	90		113,5		45	88	14j6	11j6	30	23	18	5	4	11	8,5	5	4	14
80	125	30,5	149	159	139	139			125,5		50	93	19j6	14j6	40	30	28	6		15,5	11	6		18
90S							100		131			104												
L90S												135							5					
90L	140	36,5	164	179	157	157			156		56		24j6	16j6	50	40	36			20	13		5	28
L90L							125					104												
100L												135						8						
L100L	160	40	188	199	167	167			173		63		22j6		60	50	45							
112M							140					118												
L112M	190	40,5	220	222	192	192			177		70		28j6	24j6						24	18,5		6	36
132S									187			162									20			
132M	216	45	248	272	218	218			225		89	150	38k6	28j6	80	60	63	10		33	24		7	45
132M/L							178/203		250															
160M							210		254															
160L	254	64	308	329	264	264		63	298		108	174	42k6	42k6						37	37		8	80
180M							241		294						110	110	80							
180L	279	78	350	360	279	279		70	332		121	200	48k6	48k6						42,5	42,5	9	9	
200L	318	82	385	402	317	317	305	82	370		133	222	55m6							49		10		

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	K	L	LC	LL	LM	S1	D1	D2	Rodamientos	
																		D.E.	N.D.E.
63	63	7	25,5	129		68,5		80		7	216	241				EM4	EM3	6201 ZZ	
71	71		33	145		76		90	59		250	276	108,5	99	2xM20x1,5	DM5	EM4	6202 ZZ	
80	80	8	43,5	163		87		100			276	313				DM6	DM4	6204 ZZ	6203 ZZ
90S								106			304	350							
L90S											335	381							
90L	90	9	45	182		90					329	375							
L90L								118,5	67		360	406	115	104	2xM25x1,5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
100L											376	431							
L100L	100		61,5	205	244	106,4		133			420	475							
112M											393	448							
L112M	112	10	54,5	235	280	112		140			423	478				DM10	DM8	6207 ZZ	6206 ZZ
132S								159	80		452	519	140	133	2xM32x1,5				
132M								178			490	557				DM12	DM10	6308 ZZ	6207 ZZ
132M/L	132	16	75	266	319	132		190,5			515	582							
160M								213			598	712							
160L	160	22	79	327	374	168		235	101	14,5	642	756	198,5	190	2xM40x1,5	DM16	DM16	6309 C3	6209 Z-C3
180M								241,5			664	782							
180L	180	28	92	363	413	180		260,5			702	820							
200L	200	30	119	405	464	218		285,5	119,5		767	880	230	220					

Datos Mecánicos de la Caja de Conexiones



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
63																						
71	90	8	108,5	50	59	99	85	27	42	2xM20x1,5	M5x0,8	M5x0,8	16	53	16	35	15,5	12	M4x0,7	20	5,8	
80																						
90	98	7	115	58	67	104	91	31		2xM25x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5	
100																						
112	117		140	69	80	133	117	36	54	2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5	
132																						
160	175	8,5	198,5	86	101	190	175	46	84	2xM40x1,5	M8x1,25	M8x1,25	28	90	28	60	21,5	20,5	M6x1,0	28	6,6	
180																						
200	204	9,5	230	101,5	119,5	220	204	56	94	2xM50x1,5	M8x1,25	M8x1,25	35	112	35	74	24	24	M8x1,25	35	9,5	
225S/M																						
250S/M	235	12,5	269	127	153	285	260	68	110	2xM63x1,5	M10x1,5	M10x1,5	44	140	44	94	32,5	28	M10x1,5	45	10,5	
280S/M	275	13,5	314	130	147	312	275	126														
315S/M	340	14,5	379	156	176	382	345	82	160	M12x1,75	M12x1,75	M12x1,75	45	153	45	108	35,5	40	M12x1,75	65	10,5	
315L	365		404	195,5	220	436	390	97	200													
355M/L	415		460	250	290	544	480	127	160	2xM80x1,5	M10x1,5	M14x2,0	65	210	65	146	51	45	M16x2,0	65	-	-
355A/B																						

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HÁ	IA	JÁ	KA	Cantidad de conectores					
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción			
63	M5x0,8	56	77	0,5-6 mm ²	108,5	90	85	96	M20x1,5							4	16				
71			78																		
80			81																		
90			77																		
100			81																		
112	70	107	2-10 mm ²	138,5	117	117	130	M20x1,5							12	26	4				
132																					
160	M6x1,0	110	144	5,2-25 mm ²	198	175	175	187,5	M20x1,5	67,5	102		47	40	M20x1,5	16	26	4			
180			140																		
200			155	5,2-35 mm ²																	
225S/M	M10x1,5	150	192	25-50 mm ²	198	175	175	187,5	M20x1,5	133			62	48	M20x1,5	16	26	4			
250S/M			207																		
280S/M			207	35-70 mm ²																	
315S/M			200	260																	
315L			260	305															85-120 mm ²		
355M/L	260	305																			
355A/B	-	290																			

ANEXO 06 – FICHA TÉCNICA BANDA EN V SKF

Construction details

Insulation rubber

Insulation rubber provides good adhesion between the tension members (cords) and the rubber cushion.

Tension members

The tension cords are made from polyester yarn. Pre-loading the cords during their rubber impregnation process results in low stretch during operation.

Rubber cushion

The rubber cushion is a fibre loaded giving good transverse belt rigidity.

Wrapping fabric

Heavy duty industrial fabric.

Features:

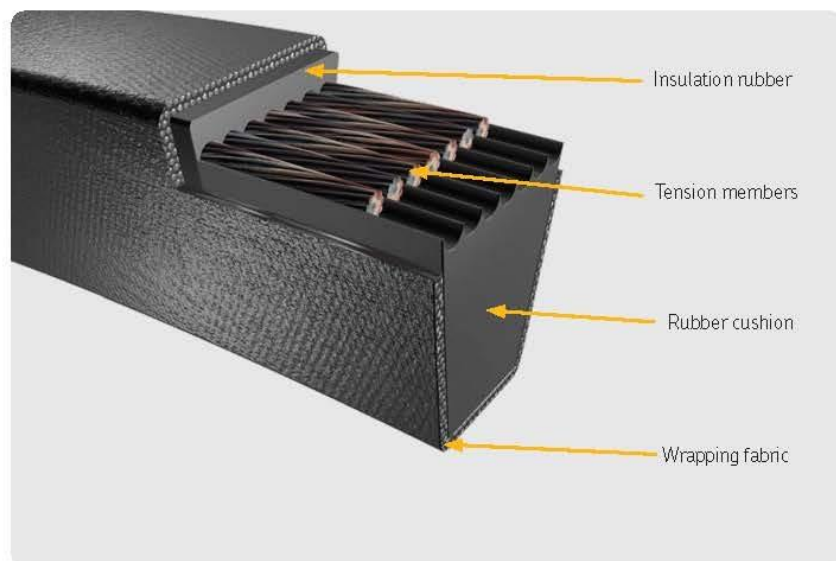
- High transverse rigidity minimizes heat generation
- Chloroprene rubberized wrapping fabric resists abrasion
- Moderately oil-resistant
- Temperature range from -35 to +65 °C
- Belts are anti-static per ISO 1813
- Constant length $L = L$ per ISO matching set tolerances

Applications

SKF Wrapped and Narrow Wedge Belts have been designed to accommodate all industrial applications and some agricultural machines.

Standards

ISO 4184



SKF Wrapped Wedge and Narrow Wedge Belts

Section	Width	Height
—	mm	
SPZ	9,7	8
SPA	12,7	10
SPB	16,3	13
SPC	22	18
3V	9	8
5V	15	13
8V	25	23

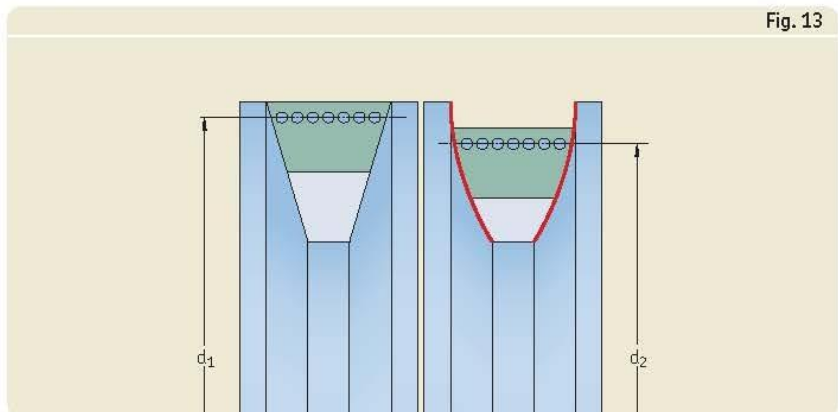
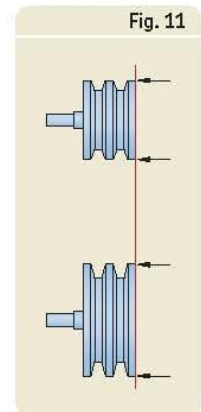
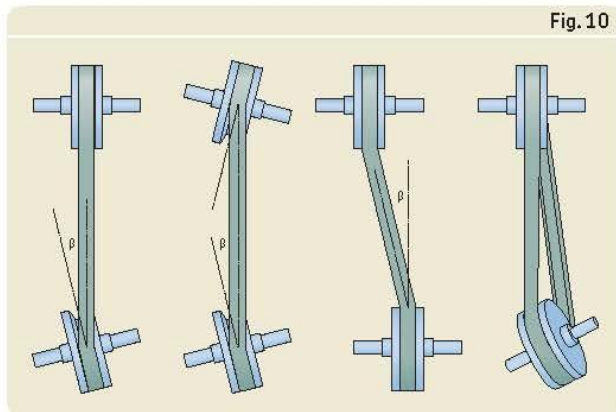


Installation and maintenance

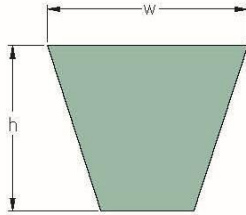
All SKF V-belts are produced to be set free, i.e. you can take any belt of the same designation from the shelf and put it on a multiple groove drive. Proper tensioning will compensate small length deviations and make all belts carry equal load on the drive.

Before installing a new belt, make sure that:

- 1 Pulleys are properly aligned. Maximum allowable misalignment β is $0,3^\circ$ or 5 mm / 1 m of centre distance. Values greater than those listed will reduce the belt service life and cause edge wear. Misalignment is represented by the ways shown in **fig. 10**. A straight edge should be used to check proper alignment as in **fig. 11**.
A more precise way to check alignment, particularly over long distances, is the SKF Belt Alignment Tool (\rightarrow **fig. 12**).
- 2 Make sure that all pulley grooves are of the same size. Uneven wear of grooves causes belts running on different diameter levels in the pulley. That generates excessive slip of the belts on one side and bad effects similar to mismatched belts on the other side (\rightarrow **fig. 13**).



SKF Cogged Raw Edge Wedge Belts
 XPZ | XPA | XPB | XPC

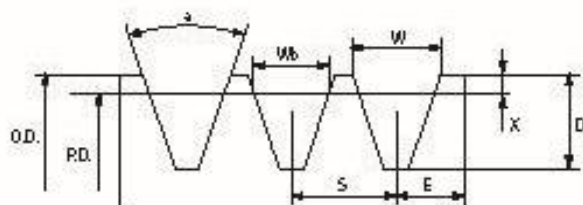


Section	Dimensions			Designations	Section	Dimensions			Designations	Section	Dimensions			Designations	
	Pitch length					Pitch length					Pitch length				
	w		h		w		h		w		h		w		h
	mm				mm				mm				mm		
XPZ	630	9,7	8	PHG XPZ630	XPZ	1412	9,7	8	PHG XPZ1412	XPA	1282	12,7	10	PHG XPA1282	
	637	9,7	8	PHG XPZ637		1420	9,7	8	PHG XPZ1420		1307	12,7	10	PHG XPA1307	
	662	9,7	8	PHG XPZ662		1487	9,7	8	PHG XPZ1487		1320	12,7	10	PHG XPA1320	
	670	9,7	8	PHG XPZ670		1500	9,7	8	PHG XPZ1500		1332	12,7	10	PHG XPA1332	
	687	9,7	8	PHG XPZ687		1512	9,7	8	PHG XPZ1512		1357	12,7	10	PHG XPA1357	
	710	9,7	8	PHG XPZ710		1520	9,7	8	PHG XPZ1520		1400	12,7	10	PHG XPA1400	
	737	9,7	8	PHG XPZ737		1537	9,7	8	PHG XPZ1537		1482	12,7	10	PHG XPA1482	
	750	9,7	8	PHG XPZ750		1587	9,7	8	PHG XPZ1587		1500	12,7	10	PHG XPA1500	
	760	9,7	8	PHG XPZ760		1600	9,7	8	PHG XPZ1600		1507	12,7	10	PHG XPA1507	
	762	9,7	8	PHG XPZ762		1700	9,7	8	PHG XPZ1700		1532	12,7	10	PHG XPA1532	
	772	9,7	8	PHG XPZ772		1800	9,7	8	PHG XPZ1800		1582	12,7	10	PHG XPA1582	
	787	9,7	8	PHG XPZ787		1850	9,7	8	PHG XPZ1850		1600	12,7	10	PHG XPA1600	
	800	9,7	8	PHG XPZ800		1900	9,7	8	PHG XPZ1900		1700	12,7	10	PHG XPA1700	
	812	9,7	8	PHG XPZ812		2000	9,7	8	PHG XPZ2000		1800	12,7	10	PHG XPA1800	
	837	9,7	8	PHG XPZ837		2030	9,7	8	PHG XPZ2030		1900	12,7	10	PHG XPA1900	
	850	9,7	8	PHG XPZ850		2120	9,7	8	PHG XPZ2120		2000	12,7	10	PHG XPA2000	
	862	9,7	8	PHG XPZ862		2240	9,7	8	PHG XPZ2240		2120	12,7	10	PHG XPA2120	
	875	9,7	8	PHG XPZ875		2280	9,7	8	PHG XPZ2280		2240	12,7	10	PHG XPA2240	
	887	9,7	8	PHG XPZ887		2360	9,7	8	PHG XPZ2360		2360	12,7	10	PHG XPA2360	
	900	9,7	8	PHG XPZ900		2410	9,7	8	PHG XPZ2410		2500	12,7	10	PHG XPA2500	
912	9,7	8	PHG XPZ912	2500	9,7	8	PHG XPZ2500	2650	12,7	10	PHG XPA2650				
925	9,7	8	PHG XPZ925	2540	9,7	8	PHG XPZ2540	2800	12,7	10	PHG XPA2800				
937	9,7	8	PHG XPZ937	2650	9,7	8	PHG XPZ2650	3000	12,7	10	PHG XPA3000				
950	9,7	8	PHG XPZ950	2800	9,7	8	PHG XPZ2800	3150	12,7	10	PHG XPA3150				
962	9,7	8	PHG XPZ962	3000	9,7	8	PHG XPZ3000	3350	12,7	10	PHG XPA3350				
987	9,7	8	PHG XPZ987	3150	9,7	8	PHG XPZ3150	3550	12,7	10	PHG XPA3550				
1000	9,7	8	PHG XPZ1000	3350	9,7	8	PHG XPZ3350								
1010	9,7	8	PHG XPZ1010	3550	9,7	8	PHG XPZ3550								
1012	9,7	8	PHG XPZ1012	XPA	757	12,7	10	PHG XPA757	XPB	1250	16,3	13	PHG XPB1250		
1037	9,7	8	PHG XPZ1037		782	12,7	10	PHG XPA782		1260	16,3	13	PHG XPB1260		
1060	9,7	8	PHG XPZ1060		800	12,7	10	PHG XPA800		1320	16,3	13	PHG XPB1320		
1077	9,7	8	PHG XPZ1077		832	12,7	10	PHG XPA832		1340	16,3	13	PHG XPB1340		
1080	9,7	8	PHG XPZ1080		850	12,7	10	PHG XPA850		1400	16,3	13	PHG XPB1400		
1087	9,7	8	PHG XPZ1087		857	12,7	10	PHG XPA857		1410	16,3	13	PHG XPB1410		
1112	9,7	8	PHG XPZ1112		882	12,7	10	PHG XPA882		1500	16,3	13	PHG XPB1500		
1120	9,7	8	PHG XPZ1120		900	12,7	10	PHG XPA900		1590	16,3	13	PHG XPB1590		
1137	9,7	8	PHG XPZ1137		907	12,7	10	PHG XPA907		1600	16,3	13	PHG XPB1600		
1140	9,7	8	PHG XPZ1140		932	12,7	10	PHG XPA932		1690	16,3	13	PHG XPB1690		
1162	9,7	8	PHG XPZ1162	950	12,7	10	PHG XPA950	1700	16,3	13	PHG XPB1700				
1180	9,7	8	PHG XPZ1180	957	12,7	10	PHG XPA957	1800	16,3	13	PHG XPB1800				
1187	9,7	8	PHG XPZ1187	982	12,7	10	PHG XPA982	1900	16,3	13	PHG XPB1900				
1200	9,7	8	PHG XPZ1200	1000	12,7	10	PHG XPA1000	2000	16,3	13	PHG XPB2000				
1202	9,7	8	PHG XPZ1202	1007	12,7	10	PHG XPA1007	2020	16,3	13	PHG XPB2020				
1212	9,7	8	PHG XPZ1212	1030	12,7	10	PHG XPA1030	2120	16,3	13	PHG XPB2120				
1237	9,7	8	PHG XPZ1237	1060	12,7	10	PHG XPA1060	2150	16,3	13	PHG XPB2150				
1250	9,7	8	PHG XPZ1250	1082	12,7	10	PHG XPA1082	2240	16,3	13	PHG XPB2240				
1262	9,7	8	PHG XPZ1262	1107	12,7	10	PHG XPA1107	2280	16,3	13	PHG XPB2280				
1270	9,7	8	PHG XPZ1270	1120	12,7	10	PHG XPA1120	2360	16,3	13	PHG XPB2360				
1287	9,7	8	PHG XPZ1287	1157	12,7	10	PHG XPA1157	2500	16,3	13	PHG XPB2500				
1312	9,7	8	PHG XPZ1312	1180	12,7	10	PHG XPA1180	2530	16,3	13	PHG XPB2530				
1320	9,7	8	PHG XPZ1320	1207	12,7	10	PHG XPA1207	2650	16,3	13	PHG XPB2650				
1337	9,7	8	PHG XPZ1337	1232	12,7	10	PHG XPA1232	2680	16,3	13	PHG XPB2680				
1340	9,7	8	PHG XPZ1340	1250	12,7	10	PHG XPA1250	2800	16,3	13	PHG XPB2800				
1362	9,7	8	PHG XPZ1362	1257	12,7	10	PHG XPA1257	3000	16,3	13	PHG XPB3000				
1400	9,7	8	PHG XPZ1400					3150	16,3	13	PHG XPB3150				
								3350	16,3	13	PHG XPB3350				
								3550	16,3	13	PHG XPB3550				

ANEXO 07 – FICHA TÉCNICA POLEAS SKF



Pulleys



Wedge belt pulleys

Belt series	Pitch Diameter Range	Groove angle		Dimensions					
		α	β	W	W _b	D	X	S	E
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
SPZ	Up to 80	34		9,7	8,5	11	2	12	8
	Over 80	38							
SPR	Up to 118	34		12,7	11	13,8	2,75	15	10
	Over 118	38							
SFB	Up to 190	34		14,2	14	17,5	3,5	17	12,5
	Over 190	38							
SPC	Up to 315	34		22	19	23,8	4,8	25,5	17
	Over 315	38							

Classical V-belt pulleys

Belt series	Pitch diameter range	Groove angle		Dimensions				
		α	β	W	D	X	S	E
				Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
A-B	3,4 - 4,8	34°		0,412	0,425	0,175	0,75	0,5
	Over 4,8	38°		0,425				
C	7,0 - 7,99	34°		0,879	0,78	0,2	1,00	0,688
	8,0 - 12,0	34°		0,887				
	Over 12,0	38°		0,895				
D	12,0 - 12,99	34°		1,259	1,05	0,3	1,428	0,875
	13,0 - 17,0	34°		1,271				
	Over 17,0	38°		1,283				
E	18,0 - 24,0	34°		1,527	1,3	0,4	1,75	1,23
	Over 24,0	38°		1,542				

Narrow wedge belt pulleys

Belt series	Pitch diameter range	Groove angle		Dimensions				
		α	β	W	D	X	S	E
				Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
3V	Under 3,5	34°		0,250	0,250	0,025	0,407	0,344
	3,5 - 4	38°						
	4,01 - 12	40°						
5V	Under 10	34°		0,600	0,600	0,050	0,688	0,500
	10 - 14	40°						
	Over 14	42°						
8V	Under 16	34°		1,000	1,000	0,100	1,125	0,750
	16 - 22,4	40°						
	Over 22,4	42°						



Wedge belt pulleys

SPZ taper bushed

1 Groove SPZ

Pitch Diameter	OD	Pulley Type	Bush No.	Bore		F	G	K	L	M	H	Weight* kg	Designation
				Min	Max								
50	54	9	1008	9	25	37	28	15	22	-	-	0,3	PHP 1SPZ50TB
56	60	9	1008	9	25	37	23	15	22	-	-	0,5	PHP 1SPZ56TB
60	64	9	1008	9	25	22	-	-	22	-	-	0,3	PHP 1SPZ60TB
63	67	1	1108	9	28	16	-	-	22	6	62	0,3	PHP 1SPZ63TB
67	71	1	1108	9	28	16	-	-	22	6	62	0,3	PHP 1SPZ67TB
71	75	1	1108	9	28	16	-	-	22	6	62	0,4	PHP 1SPZ71TB
75	79	1	1108	9	28	16	-	-	22	6	62	0,4	PHP 1SPZ75TB
80	84	1	1210	11	32	16	-	-	25	9	75	0,5	PHP 1SPZ80TB
85	89	1	1210	11	32	16	-	-	25	9	75	0,7	PHP 1SPZ85TB
90	94	1	1210	11	32	16	-	-	25	9	75	0,7	PHP 1SPZ90TB
95	99	1	1210	11	32	16	-	-	25	9	75	0,8	PHP 1SPZ95TB
100	104	1	1210	11	32	16	-	-	25	9	75	0,9	PHP 1SPZ100TB
106	110	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,0	PHP 1SPZ106TB
112	116	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,1	PHP 1SPZ112TB
118	122	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,2	PHP 1SPZ118TB
125	129	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,3	PHP 1SPZ125TB
132	136	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,5	PHP 1SPZ132TB
140	144	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	1,7	PHP 1SPZ140TB
150	154	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	2,0	PHP 1SPZ150TB
160	164	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	2,2	PHP 1SPZ160TB
170	174	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	2,2	PHP 1SPZ170TB
180	184	1	1610	14	42	16	-	-	25	9	80	2,1	PHP 1SPZ180TB
190	194	8	1610	14	42	16	161	-	25	9	80	2,7	PHP 1SPZ190TB
200	204	4	2012	14	50	16	172	-	32	16	100	3,4	PHP 1SPZ200TB
224	228	4	2012	14	50	16	196	-	32	16	100	3,6	PHP 1SPZ224TB
250	254	4	2012	14	50	16	222	8	32	8	100	4,6	PHP 1SPZ250TB
280	284	4	2012	14	50	16	252	8	32	8	100	5,5	PHP 1SPZ280TB
315	319	4	2012	14	50	16	287	8	32	8	100	6,7	PHP 1SPZ315TB
355	359	4	2012	14	50	16	326	8	32	8	112	6,8	PHP 1SPZ355TB
400	404	4	2012	14	50	16	371	8	32	8	112	6,9	PHP 1SPZ400TB
450	454	4	2517	16	60	16	421	14,5	45	14,5	120	7,2	PHP 1SPZ450TB

2 Groove SPZ

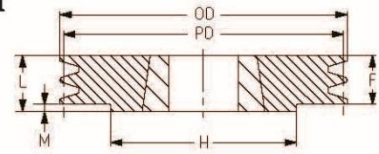
Pitch Diameter	OD	Pulley Type	Bush No.	Bore		F	G	K	L	M	H	Weight* kg	Designation
				Min	Max								
50	54	9	1008	9	25	49	28	27	22	-	-	0,4	PHP 2SPZ50TB
56	60	9	1108	9	28	49	35	27	22	-	-	0,5	PHP 2SPZ56TB
60	64	9	1108	9	28	49	36	27	22	-	-	0,7	PHP 2SPZ60TB
63	67	6	1108	9	28	28	40	6	22	-	-	0,3	PHP 2SPZ63TB
67	71	6	1108	9	28	28	42	6	22	-	-	0,4	PHP 2SPZ67TB
71	75	6	1108	9	28	28	42	6	22	-	-	0,5	PHP 2SPZ71TB
75	79	6	1210	11	32	28	51	3	25	-	-	0,5	PHP 2SPZ75TB
80	84	6	1210	11	32	28	51	3	25	-	-	0,6	PHP 2SPZ80TB
85	89	6	1610	14	42	28	60	3	25	-	-	0,6	PHP 2SPZ85TB
90	94	6	1610	14	42	28	61	3	25	-	-	0,7	PHP 2SPZ90TB
95	99	6	1610	14	42	28	66	3	25	-	-	0,8	PHP 2SPZ95TB
100	104	6	1610	14	42	28	71	3	25	-	-	0,9	PHP 2SPZ100TB
106	110	6	1610	14	42	28	76	3	25	-	-	1,1	PHP 2SPZ106TB
112	116	6	1610	14	42	28	84	3	25	-	-	1,3	PHP 2SPZ112TB
118	122	6	1610	14	42	28	90	3	25	-	-	1,5	PHP 2SPZ118TB
125	129	6	1610	14	42	28	97	3	25	-	-	1,7	PHP 2SPZ125TB
132	136	6	1610	14	42	28	104	3	25	-	-	2,0	PHP 2SPZ132TB
140	144	6	1610	14	42	28	112	3	25	-	-	2,4	PHP 2SPZ140TB
150	154	1	2012	14	50	28	-	-	32	4	100	2,6	PHP 2SPZ150TB
160	164	1	2012	14	50	28	-	-	32	4	100	3,1	PHP 2SPZ160TB
170	174	1	2012	14	50	28	-	-	32	4	100	2,8	PHP 2SPZ170TB
180	184	8	2012	14	50	28	152	-	32	4	100	2,9	PHP 2SPZ180TB
190	194	8	2012	14	50	28	161	-	32	4	100	3,1	PHP 2SPZ190TB
200	204	8	2012	14	50	28	171	-	32	4	100	3,4	PHP 2SPZ200TB
224	228	8	2012	14	50	28	196	-	32	4	100	4,5	PHP 2SPZ224TB
250	254	4	2012	14	50	28	222	2	32	2	100	5,4	PHP 2SPZ250TB
280	284	4	2012	14	50	28	252	2	32	2	100	6,2	PHP 2SPZ280TB
315	319	4	2012	14	50	28	286	2	32	2	100	7,2	PHP 2SPZ315 TB
355	359	4	2012	14	50	28	326	2	32	2	112	8,6	PHP 2SPZ355TB
400	404	4	2517	16	60	28	371	8,5	45	8,5	120	9,9	PHP 2SPZ400TB
450	454	4	2517	16	60	28	421	8,5	45	8,5	120	11,2	PHP 2SPZ450TB

Dimensions in mm unless otherwise stated

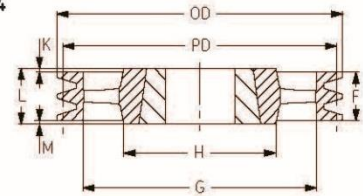
* Weights do not include bushings

Non-functional dimensions may vary slightly

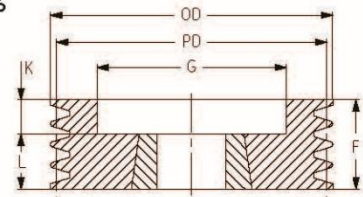
Type 1



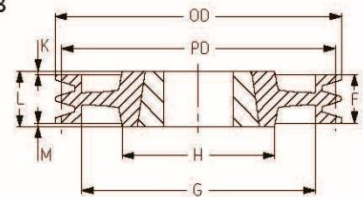
Type 4



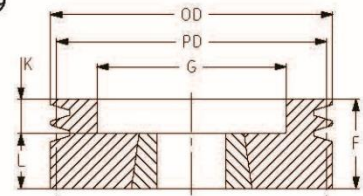
Type 6



Type 8



Type 9





Taper bushings

Dimensions

Metric Bores and keyway

Bore diameter mm	Keyway		Shallow keyway depth	Bore sizes available																
	Width mm	Depth mm		1008	1108	1210	1610	1615	2012	2517	3020	3030	3525	3535	4030	4040	4535	4545	5040	5050
9	3	1,4	-	*	*															
10	3	1,4	-	*	*															
11	4	1,8	-	*	*	*														
12	4	1,8	-	*	*	*														
14	5	2,3	-	*	*	*	*													
15	5	2,3	-	*	*	*	*													
16	5	2,3	-	*	*	*	*	*												
18	6	2,8	-	*	*	*	*	*	*											
19	6	2,8	-	*	*	*	*	*	*	*										
20	6	2,8	-	*	*	*	*	*	*	*										
22	6	2,8	-	*	*	*	*	*	*	*										
24	8	3,3	1,3	**	*	*	*	*	*	*										
25	8	3,3	1,3	**	*	*	*	*	*	*	*									
28	8	3,3	1,3	*	**	*	*	*	*	*	*									
30	8	3,3	-	*	*	*	*	*	*	*	*									
32	10	3,3	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
35	10	3,3	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
38	10	3,3	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
40	12	3,3	1,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
42	12	3,3	1,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
45	14	3,8	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
48	14	3,8	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
50	14	3,8	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
55	16	4,3	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
60	18	4,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
65	18	4,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
70	20	4,9	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
75	20	4,9	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	22	5,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
85	22	5,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
90	25	5,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
95	25	5,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	28	6,4	4,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
105	28	6,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
110	28	6,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
115	32	7,4	5,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
120	32	7,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
125	32	7,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
130	32	7,4	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
140	32	8,4	6,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Bushing comes with a shallow keyway

ANEXO 09 – FICHA TÉCNICA CHUMACERAS SKF

Loads

The magnitude of the load is the factor that usually determines the size of the Y-bearing unit to be used. Generally, units with housings made from grey cast iron or composite material can withstand heavier loads than units with pressed sheet steel housings. Magnitude of load is defined as:

- $P \leq 0,02 C$ – very light load
- $0,02 C < P \leq 0,035 C$ – light load
- $0,035 C < P \leq 0,05 C$ – moderate load
- $0,05 C < P \leq 0,1 C$ – normal load
- $P > 0,1 C$ – heavy load

Radial loads

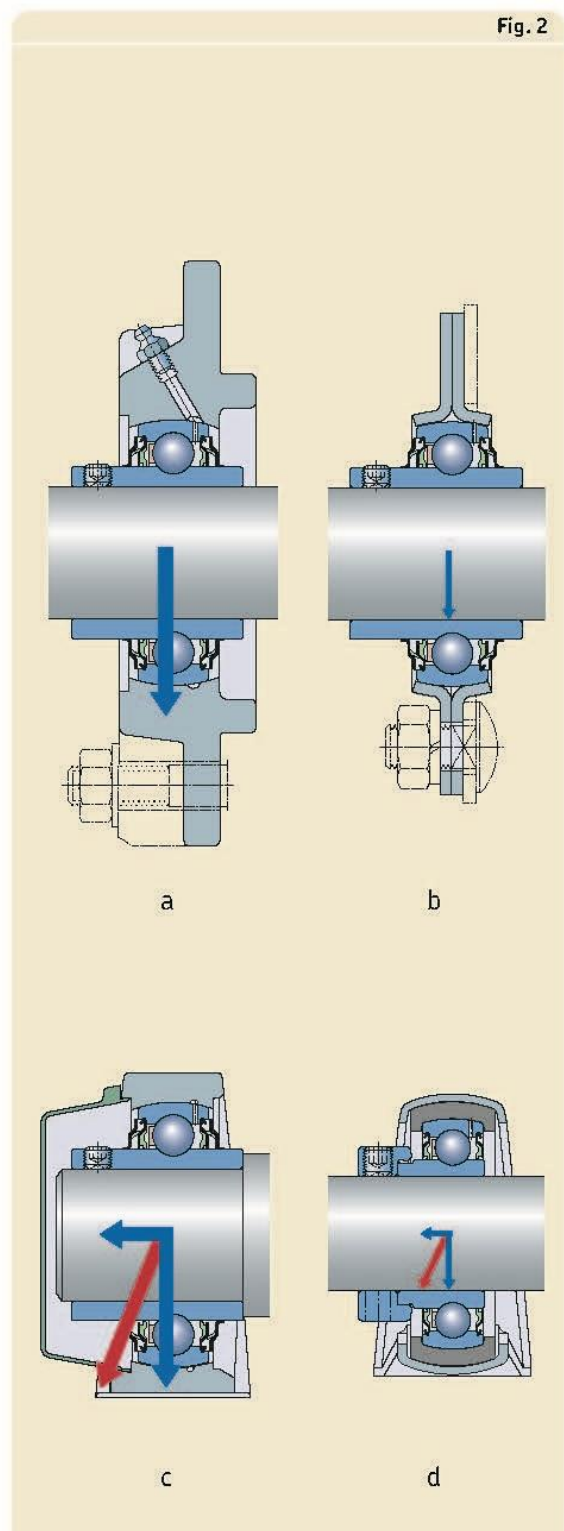
In applications where normal to heavy loads occur, only Y-bearing units with housings made from grey cast iron or composite material should be used. These units are able to withstand the same dynamic and static loads as their insert bearings and are less sensitive to shock loads (→ **fig. 2a**).

Y-bearing units with a pressed steel housing are designed to withstand light to moderate loads and are not able to accommodate shock loads (→ **fig. 2b**).

Axial loads

The axial load carrying capacity of a Y-bearing depends not as much on its internal design as on the way it is locked onto the shaft (→ **fig. 2c**) as described in the chapter *Axial load carrying ability*, **page 34**. In general, Y-bearing units with housings made from grey cast iron or composite material are more suitable for heavier or alternating axial loads.

Y-bearing units with a pressed sheet steel housing are only intended for light axial loads, in particular the plummer block units incorporating a rubber seating ring (→ **fig. 2d**).



Speeds

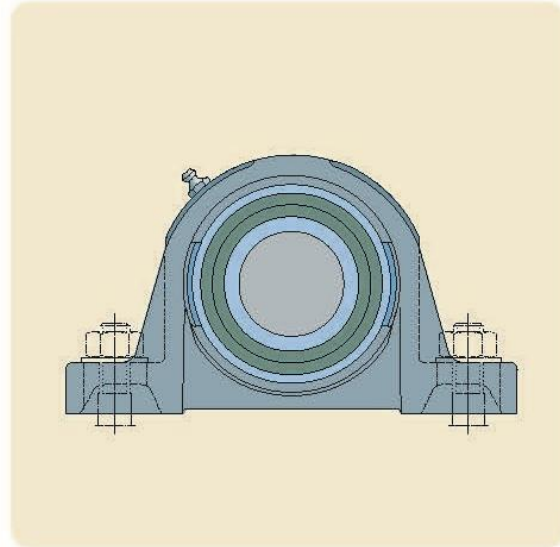
The speed at which a Y-bearing or a Y-bearing unit can operate depends mainly on:

- the method used to attach it to the shaft
- the sealing arrangement

For Y-bearings that are locked onto a shaft with grub screws or an eccentric locking collar, the permissible speed of the bearing is determined by its fit on the shaft. The looser the fit, the lower the speed.

If a Y-bearing is mounted on an adapter sleeve, with an interference fit (bearings in the 17262(00) or 17263(00) series), or with SKF ConCentra locking, the permissible speed is much higher than if another locating method is used. Their concentric fit also provides a low vibration level and quiet running (→ chapter *Speeds*, starting on **page 38**).

Because of the relubrication requirements in applications with relatively high speeds (→ chapter *Lubrication and maintenance*, starting on **page 48**), SKF recommends using Y-bearing units that can be relubricated.



Application note

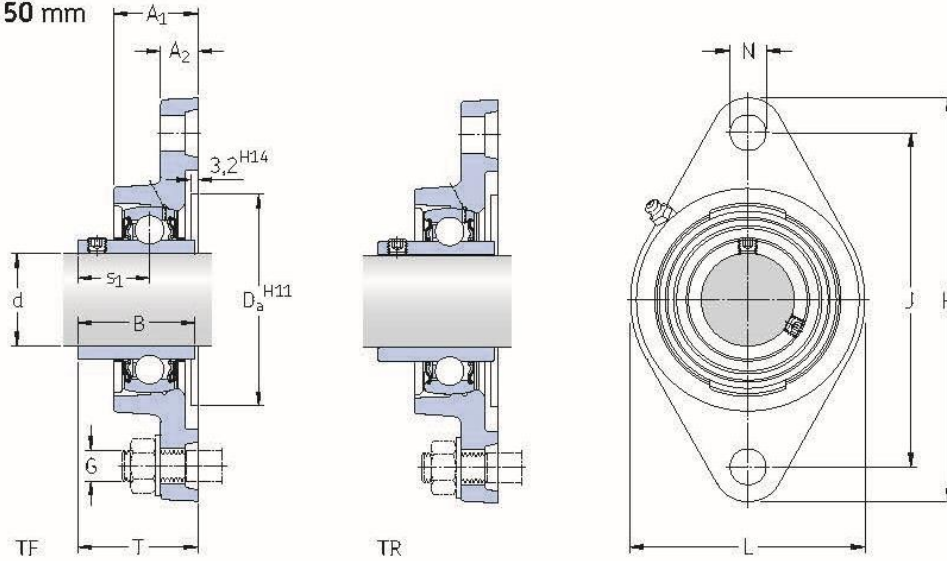
Because of their special properties, SKF Y-bearing units are used in applications in virtually every industry. If however, they are to be used in an application where health, safety, or the environment is at risk, the SKF application engineering service should be contacted during the design phase.

This is also true for applications with relatively high speeds and where machine downtime can cause significant problems.

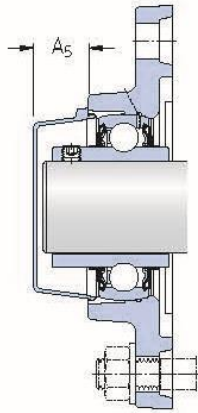


Flanged Y-bearing units with a cast housing with an oval flange and grub screws, metric shafts

d 12 – 50 mm



Dimensions												Basic load ratings		Fatigue load limit	Limiting speed	Designation
d	A ₁	A ₂	B	D _a	H	J	L	N	G	s ₁	T	dynamic C	static C ₀	P ₀	with shaft tolerance h6	Bearing unit
mm												kN		kN	r/min	-
12	26	11	27,4	50,8	98,5	76,5	57	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FYTB 12 TF
15	26	11	27,4	50,8	98,5	76,5	57	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FYTB 15 TF
17	26	11	27,4	50,8	98,5	76,5	57	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FYTB 17 TF
20	29,5	11	31	50,8	112	90	60,5	11,5	10	18,3	37,3	12,7	6,55	0,28	8 500	FYTB 20 TF
	25,5	12	31	50,8	112	90	60	12	10	18,3	33,3	12,7	6,55	0,28	8 500	FYTJ 20 TF
	29,5	11	31	50,8	112	90	60,5	11,5	10	18,3	37,3	12,7	6,55	0,28	5 000	FYTB 20 TR
25	30	12	34,1	63,5	124	99	70	11,5	10	19,8	38,8	14	7,8	0,335	7 000	FYTB 25 TF
	27	14	34,1	63,5	130	99	68	16	14	19,8	35,8	14	7,8	0,335	7 000	FYTJ 25 TF
	30	12	34,1	63,5	124	99	70	11,5	10	19,8	38,8	14	7,8	0,335	4 300	FYTB 25 TR
30	32,5	13	38,1	76,2	141,5	116,5	83	11,5	10	22,2	42,2	19,5	11,2	0,475	6 300	FYTB 30 TF
	30,5	13,5	38,1	76,2	148	117	80	16	14	22,2	40,2	19,5	11,2	0,475	6 300	FYTJ 30 TF
	32,5	13	38,1	76,2	141,5	116,5	83	11,5	10	22,2	42,2	19,5	11,2	0,475	3 800	FYTB 30 TR
35	34,5	13	42,9	88,9	156	130	96	14	12	25,4	46,4	25,5	15,3	0,655	5 300	FYTB 35 TF
	34	16	42,9	88,9	161	130	96	16	14	25,4	44,4	25,5	15,3	0,655	5 300	FYTJ 35 TF
	34,5	13	42,9	88,9	156	130	96	14	12	25,4	46,4	25,5	15,3	0,655	3 200	FYTB 35 TR
40	38,5	14	49,2	88,9	171,5	143,5	102	14	12	30,2	54,2	30,7	19	0,8	4 800	FYTB 40 TF
	36	16	49,2	88,9	175	144	100	16	14	30,2	51,2	30,7	19	0,8	4 800	FYTJ 40 TF
	38,5	14	49,2	88,9	171,5	143,5	102	14	12	30,2	54,2	30,7	19	0,8	2 800	FYTB 40 TR
45	39	14	49,2	98,4	178,5	148,5	111	16	14	30,2	54,2	33,2	21,6	0,915	4 300	FYTB 45 TF
	38	18	49,2	98,4	188	148	108	19	16	30,2	52,2	33,2	21,6	0,915	4 300	FYTJ 45 TF
	39	14	49,2	98,4	178,5	148,5	111	16	14	30,2	54,2	33,2	21,6	0,915	2 400	FYTB 45 TR
50	43	15	51,6	101,6	189	157	116	18	16	32,6	60,6	35,1	23,2	0,98	4 000	FYTB 50 TF
	40	18	51,6	101,6	195	157	115	19	16	32,6	54,6	35,1	23,2	0,98	4 000	FYTJ 50 TF
	43	15	51,6	101,6	189	157	116	18	16	32,6	60,6	35,1	23,2	0,98	2 200	FYTB 50 TR



Designations Bearing unit	Separate components		Mass Bearing unit	Appropriate end cover	
	Housing	Bearing		Designation	Dimension A ₅
-			kg	-	mm
FYTB 12 TF	FYTB 503 M	YAR 203/12-2F	0,42	-	-
FYTB 15 TF	FYTB 503 M	YAR 203/15-2F	0,40	-	-
FYTB 17 TF	FYTB 503 M	YAR 203-2F	0,39	-	-
FYTB 20 TF	FYTB 504 M	YAR 204-2F	0,50	ECY 204	18,5
FYTJ 20 TF	FYTJ 504	YAR 204-2F	0,43	-	-
FYTB 20 TR	FYTB 504 M	YAR 204-2RF	0,50	ECY 204	18,5
FYTB 25 TF	FYTB 505 M	YAR 205-2F	0,63	ECY 205	18
FYTJ 25 TF	FYTJ 505	YAR 205-2F	0,58	-	-
FYTB 25 TR	FYTB 505 M	YAR 205-2RF	0,63	ECY 205	18
FYTB 30 TF	FYTB 506 M	YAR 206-2F	0,93	ECY 206	20
FYTJ 30 TF	FYTJ 506	YAR 206-2F	0,93	-	-
FYTB 30 TR	FYTB 506 M	YAR 206-2RF	0,93	ECY 206	20
FYTB 35 TF	FYTB 507 M	YAR 207-2F	1,25	ECY 207	22
FYTJ 35 TF	FYTJ 507	YAR 207-2F	1,15	-	-
FYTB 35 TR	FYTB 507 M	YAR 207-2RF	1,25	ECY 207	22
FYTB 40 TF	FYTB 508 M	YAR 208-2F	1,65	ECY 208	23,5
FYTJ 40 TF	FYTJ 508	YAR 208-2F	1,55	-	-
FYTB 40 TR	FYTB 508 M	YAR 208-2RF	1,65	ECY 208	23,5
FYTB 45 TF	FYTB 509 M	YAR 209-2F	1,80	ECY 209	23
FYTJ 45 TF	FYTJ 509	YAR 209-2F	2,20	-	-
FYTB 45 TR	FYTB 509 M	YAR 209-2RF	1,80	ECY 209	23
FYTB 50 TF	FYTB 510 M	YAR 210-2F	2,15	ECY 210	29,5
FYTJ 50 TF	FYTJ 510	YAR 210-2F	3,10	-	-
FYTB 50 TR	FYTB 510 M	YAR 210-2RF	2,15	ECY 210	29,5



ANEXO 10 – FICHA TÉCNICA LLAVE TERMOMAGNETICA SCHNEIDER

Product data sheet Characteristics

24449
miniature circuit breaker - C60N - 2 poles - 10
A - C curve



Main

Circuit breaker application	Distribution
Range of product	C60
Device short name	C60 UL1077
Poles description	2P
Number of protected poles	1
Neutral position	Left
Network type	AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	C
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2

Complementary

[In] rated current	10 A (30 °C)
[Ue] rated operational voltage	480Y/277 V AC
Magnetic tripping limit	7...10 x In
Breaking capacity	AIR 10 kA at 240 V AC conforming to UL 1077 AIR 5 kA at 480Y/277 V AC conforming to UL 1077 AIR 10 kA at 65 V DC conforming to UL 1077 Icu 20 kA at 240 V AC conforming to IEC 60947-2 Icu 10 kA at 415 V AC conforming to IEC 60947-2 Icu 6 kA at 440 V AC conforming to IEC 60947-2 Icu 10 kA at 125 V DC conforming to IEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Operating handle
Local signalling	Positive break indication
Mounting mode	Fixed
Mounting support	35 mm symmetrical DIN rail
9 mm pitches	4
Product weight	0.22 kg
Mechanical durability	20000 cycles
Connections - terminals	Tunnel type terminals 2.5...25 mm ²
Tightening torque	2.5 N.m

Environment

Standards	CSA C22.2 No 235-04 IEC 60947-2 UL 1077
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
Tropicalisation	2
Relative humidity	95 % (55 °C)
Operating altitude	2000 m
Ambient air temperature for operation	-30...70 °C

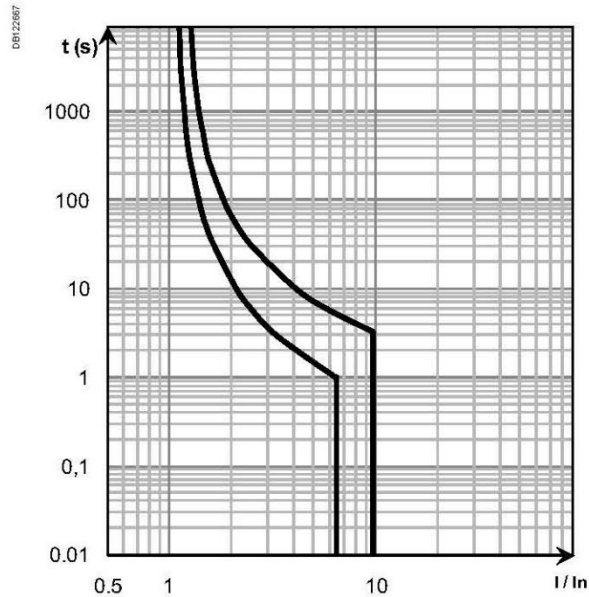
The C60H-DC supplementary protectors are used in direct current circuits (Industrial control and automations, transport, renewable energy...). They combine the following functions of circuit protection against short-circuit and overload currents, control and isolation.

IEC / EN 60947-2 UL1077 GB 14048.2

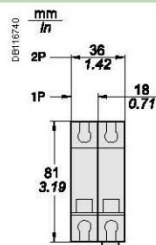
Tripping curves

C curve as in standard IEC 60947.2

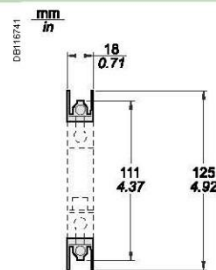
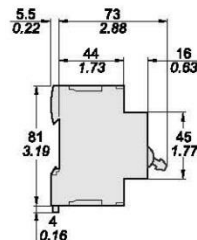
- The operating range of the magnetic release is as follows between 7 In and 10 In.
- The curves show the cold thermal tripping limits when poles are charged and the electromagnetic tripping limits with 2 charged poles.
- The curves are used without any derating.



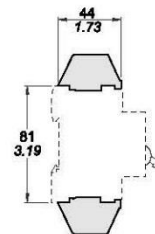
Dimensions



C60H-DC



Kit for ring terminals



Provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. It is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. Such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

ANEXO 11 – FICHA TÉCNICA GUARDAMOTOR SCHNEIDER

Product data sheet Characteristics

GV2ME143

TeSys GV2 - Circuit breaker - thermal-magnetic - 6...10 A - spring terminals



Product availability: Stock - Normally stocked in distribution facility



Main

Commercial Status	Commercialised
Range of product	TeSys GV2
Device short name	GV2ME
Product or component type	Circuit breaker
Circuit breaker application	Motor protection
Poles description	3P
Network type	AC
Utilisation category	Category A conforming to IEC 60947-2 AC-3 conforming to IEC 60947-4-1
Network frequency	50/60 Hz conforming to IEC 60947-4-1
Breaking capacity	I _{cu} = 100 kA at 400/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 I _{cu} = 100 kA at 230/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 I _{cu} = 15 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 I _{cu} = 3 kA at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 I _{cu} = 10 kA at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	100 % at 400/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 75 % at 690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 230/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 100 % at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Thermal protection adjustment range	6...10 A
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Magnetic tripping current	138 A

Complementary

Mounting mode	By clips By screws
Mounting support	Rail
Mounting position	Horizontal Vertical
Motor power kW	5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 500 V AC 50/60 Hz 4 kW at 400/415 V AC 50/60 Hz 3 kW at 400/415 V AC 50/60 Hz

This documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. It is intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. The user is responsible for performing the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Schneider Electric and its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Power dissipation per pole	2.5 W
Mechanical durability	100000 cycles
Electrical durability	100000 cycles for AC-3 at 440 V
Operating rate	25 cyc/h
Rated duty	Continuous conforming to IEC 60947-4-1
Connections - terminals	Spring terminals 2 cable(s) 0...0.01 in ² (1.5...4 mm ²) - cable stiffness : flexible - without cable end Spring terminals 2 cable(s) 0...0.01 in ² (1...6 mm ²) - cable stiffness : solid
Mechanical robustness	Shocks 30 Gn for 11 ms conforming to IEC 60068-2-27 Vibrations 5 Gn, 5...150 Hz conforming to IEC 60068-2-6
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-1
Phase failure sensitivity	Yes conforming to IEC 60947-4-1
Height	3.98 in (101 mm)
Width	1.77 in (45 mm)
Depth	3.08 in (78.2 mm)
Product weight	0.62 lb(US) (0.28 kg)

Environment

Standards	EN 60204 IEC 60947-1 IEC 60947-2 IEC 60947-4-1 NF C 63-120 NF C 63-650 NF C 79-130 UL 508 VDE 0113 VDE 0660 CSA C22.2
Product certifications	ATEX BV CCC CEBEC CSA DNV EZU GL GOST RINA SETI TSE UL LROS
Protective treatment	TH
IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK04
Ambient air temperature for operation	-4...140 °F (-20...60 °C)
Ambient air temperature for storage	-40...176 °F (-40...80 °C)
Fire resistance	1760 °F (960 °C) conforming to IEC 60695-2-1
Operating altitude	6561.68 ft (2000 m)

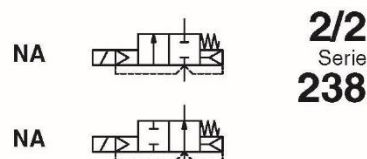
Ordering and shipping details

Category	22367 - MANUAL STR PROTECTOR - GV2
Discount Schedule	I11
GTIN	00785901212171
Nbr. of units in pkg.	1
Package weight(Lbs)	0.70
Product availability	Stock - Normally stocked in distribution facility
Returnability	Y
Country of origin	FR

ANEXO 12 – FICHA TÉCNICA ELECTROVÁLVULA ASCO



ELECTROVÁLVULA de mando asistido piloto integrado, membrana separada 3/8 a 2



PRESENTACIÓN

- Funcionamiento de la electroválvula con un ΔP mínimo de 0,3/0,5 bar
- Electroválvula de dos vías para el pilotaje automático de agua, aire y gases neutros y otros fluidos compatibles con los materiales propuestos
- Intercambiabilidad de las cabezas magnéticas en CA y CC
- Electroválvula conforme a las Directivas CE aplicables

INFORMACIÓN GENERAL

Presión diferencial	Ver «Selección del material» [1 bar = 100 kPa]						
Rango de temperatura ambiente	-10°C a +60°C						
Viscosidad máx. admisible	40 cSt (mm ² /s)						
Tiempo de respuesta	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
a la apertura (ms)	25	30	55	70	300	300	1500
al cierre (ms)	40	90	110	200	1000	1000	2000

fluidos (*)	rango de temperatura (TS)	guarniciones (*)
DN ≤ 25: aire, gases neutros y agua	-10°C a +85°C	NBR (nitrilo)
DN > 25: aire y agua		FPM (elastómero fluorado)

MATERIALES EN CONTACTO CON EL FLUIDO

(*) Verifique la compatibilidad del fluido con los materiales en contacto

Cuerpo	Latón
Piezas internas	Acero inox y latón
Resortes	Acero
Membrana & clapet válvula	NBR
Juntas & clapet piloto	FPM (3/8 a 1), NBR (1 1/4 a 2)
Anillo de desfasado	Cobre

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Clase de aislamiento de bobina	F
Conector	Desenchufable (cable Ø 6-8 mm o Ø 6-10 mm)
Conformidad conector	
para potencia bobina: 4 W/6,9 W	DIN 43650, 11 mm, norma industrial B
para potencia bobina: 5W/6,9W-8W/9W	ISO 4400 / EN 175301-803, forma A
Conformidad eléctrica	CEI 335
Protección eléctrica	Moldeado IP65 (EN 60529)
Tensiones standard	CC (-): 24V - 48V
(Otras tensiones y 60 Hz bajo demanda)	CA (-): 24V - 48V - 115V - 230V / 50 Hz

prefijo opción	consumos nominales			rango temp. ambiente cabeza magnética ⁽¹⁾ (TS)	bobina de recambio		tipo ⁽¹⁾	
	inicial ~	mantenido ~	caliente/frío =		~	=		
	(VA)	(VA)	(W)		(W)	(C°)		230 V/50 Hz
SC	12	6	4	5/6,9	-10 a +60	400127-197	400127-142	01 ⁽²⁾
	10,4	6	5	5/6,9	-10 a +60	400727-117	400727-185	02
	23	14	8	7,5/9	-10 a +50	43005275	43005272	03

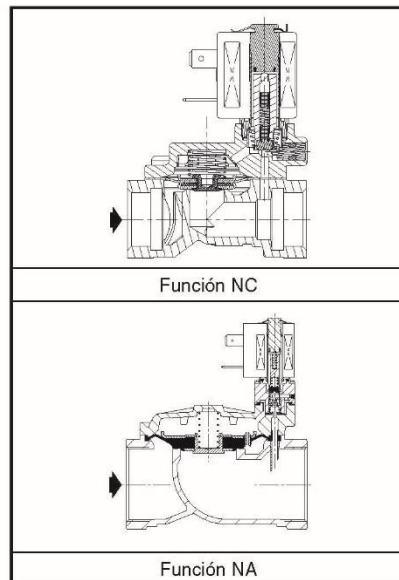
⁽¹⁾ Ver dimensiones en página siguiente

⁽²⁾ Certificados UL/CSA

SELECCIÓN DEL MATERIAL

Ø racor- daje	Ø de paso (mm)	coeficiente de caudal Kv		presión diferencial admisible (bar)	potencia bobina (W)		código	opciones				
		(m ³ /h)	(l/min)		min.	máx. (PS)		Mó manual mantenido	FPM	EPDM		
		~	=			aire / agua (*)						
NC - Normalmente cerrada												
G* 3/8	12	2,4	40	0,3	10	10	4	6,9	SCE238D001	MO	V	E
					16	16	5	6,9				
G* 1/2	12	2,4	40	0,3	10	10	4	6,9	SCE238D002	MO	V	E
					16	16	5	6,9				
	15	4,2	70	0,3	10	10	4	6,9	SCE238D003	MO	V	E
					16	16	5	6,9				
G* 3/4	20	6,6	110	0,3	10	10	4	6,9	SCE238D004	MO	V	E
					16	16	5	6,9				
G* 1	25	9,9	165	0,3	10	10	4	6,9	SCE238D005	MO	V	E
					16	16	5	6,9				
G 1 1/4	30	15	250	0,5	10	10	8	9	SCG238C016	MO	V	-
G 1 1/2	45	27	450	0,5	10	10	8	9	SCG238C017	MO	V	-
G 2	45	34	566	0,5	10	10	8	9	SCG238C018	MO	V	-

y dimensiones pueden ser modificadas sin previo aviso. Todos los derechos reservados.




OPCIONES

- Estas electroválvulas pueden ser suministradas con guarniciones, membrana y clapets de FPM (elastómero fluorado), EPDM (etileno-propileno) Añadir el sufijo opcional en el código
- Cabezas magnéticas según directiva ATEX 94/9/CE, zonas 1/21-2/22, categorías 2-3 (ver sección "Atmósferas Explosivas")
- Aplicación oxígeno, sufijo NV, ejemplo: SCE238C002NVMO (Salvo Ø racordaje G 1 1/4, G 1 1/2 y G 2)
- Conector con visualización y protección eléctrica integradas o con cable de longitud 2 m (ver Bobinas y Accesorios)

INSTALACIÓN

- Posibilidad de montaje de las electroválvulas en todas las posiciones
- Los orificios de racordaje (G*) son conforme a las normas ISO 228/1 e ISO 7/1. Los orificios (G) son conforme a la norma ISO 228/1
- Las instrucciones de instalación/mantenimiento están incluidas con cada electroválvula

PIEZAS DE RECAMBIO

código	código piezas de recambio ⁽¹⁾	
		
	~/=	~/=
SCE238D001/002/006/007	C131600	C140262V
SCE238D003/D008	C131618	C140262V
SCE238D004/D009	C131606	C140262V
SCE238D005/D010	C131609	C140262V

⁽¹⁾ Los sufijos standard también son aplicables a los kits

EJEMPLOS DE PEDIDOS:

SC	E	238	D	001	230V / 50 Hz
SC	E	238	D	008	V 115V / 50 Hz
SC	E	238	D	004	E 24V / CC
SC	G	238	C	016	230V / 50 Hz

Diagram showing: prefijo (SC), rosca orificio (E), código de base (238), sufijo (V, E), and tensión (230V / 50 Hz).

EJEMPLOS DE PEDIDOS DE KITS:

C131600 ⁽¹⁾	
C131618	V
C140262	E

Diagram showing: código de base (C131600, C131618, C140262) and sufijo (V, E).

DIMENSIONES (mm), PESOS (kg)



TIPO 01
Cabeza prefijo "SC"
Moldeado epoxy
CEI 335 / DIN 43650
IP65

SCE238D001/002/004/005
SCE238D003



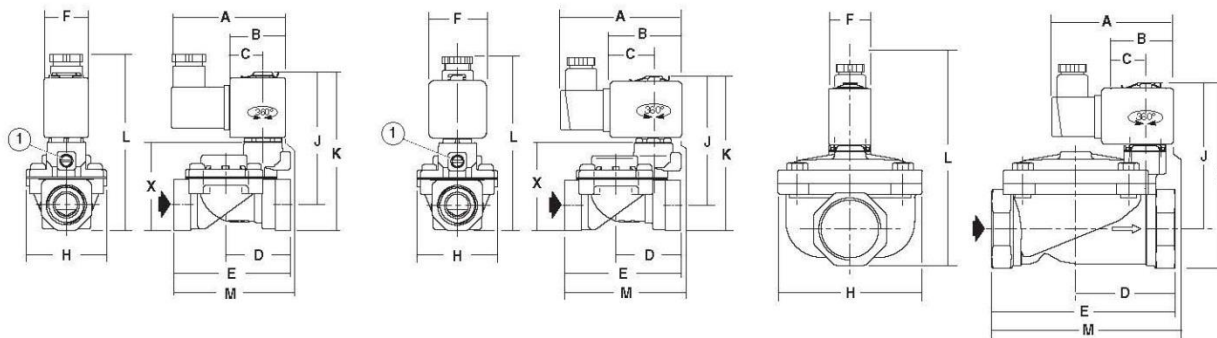
TIPO 02
Cabeza prefijo "SC"
Moldeado epoxy
CEI 335 / ISO 4400
IP65

SCE238D006/007/009/010
SCE238D008



TIPO 03
Cabeza prefijo "SC"
CEI 335 / ISO 4400
IP65

SCG238C016/017/018
SCG238C019/020/021










tipo	prefijo opción	código	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	X	peso ⁽³⁾
01	SC	SCE238D001/002	60,5	27,5	17	34,5	62	22	43	68,5	81	98	57,5	47	0,4
		SCE238D003	60,5	27,5	17	45,5	81,5	22	57	71	83,5	100	73,5	49,5	0,5
		SCE238D004	60,5	27,5	17	53	95	22	68	79,5	94,5	111	85,5	60,5	0,8
		SCE238D005	60,5	27,5	17	58	105,5	22	87	84,5	104	121	93	70	1,0
02	SC	SCE238D006/007	76	38	23	34,5	62	30	43	69,5	83	100,5	61,5	47	0,5
		SCE238D008	76	38	23	45,5	81,5	30	57	72	85,5	103	77,5	49,5	0,6
		SCE238D009	76	38	23	53	95	30	68	80,5	96,5	114	89,5	60,5	0,9
		SCE238D010	76	38	23	58	105,5	30	87	85,5	106	123,5	97	70	1,1
03	SC	SCG238C016	76	41,5	21,6	63	113	32	81	109 ⁽³⁾	135 ⁽³⁾	150	106	-	1,7
		SCG238C017	76	41,5	21,6	80	140	32	110	112 ⁽³⁾	142 ⁽³⁾	157	129	-	2,6
		SCG238C018	76	41,5	21,6	85	157	32	110	117 ⁽³⁾	153 ⁽³⁾	168	129	-	2,9
		SCG238C019	76	41,5	21,6	63	113	32	81	127	153	168	106	-	1,9
		SCG238C020	76	41,5	21,6	80	140	32	110	130	160	175	129	-	3,0
		SCG238C021	76	41,5	21,6	85	157	32	110	135	171	186	129	-	3,4

① Mando manual

4 IES-2013/R01 especificaciones y dimensiones pueden ser modificadas sin previo aviso. Todos los derechos reservados.

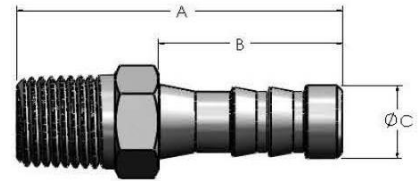
Specifications & Pricing Guide

Push-On Barb Coupling	
Push-On Barb x Male NPT	
Thick Wall Barb x Male NPT	
Thick Wall Barb x Female NPT	
Thick Wall Barb x Male NPT (Heat Treated)	
Twist Jaw Hose Coupling	
Interlocking Hose Clamp	

2000 Series Band Type Nipples

Steel - Aluminum - Stainless Steel

*Economy High Flow
Shanks designed to be used with band clamps
Large bores for maximum flow rates
C12L14 Steel, 2024-T351 Alum, 304 or 316 SS*



General Specifications Description	Part Number Series	Dimensions					
		Length (A)	Length (B)	Dia. (C)		Stock Size	Bore Size
1/4" hose to 1/8" Male NPT	212x	1-11/16"	1.050	.30		9/16" H	.16"
1/4" hose to 1/4" Male NPT	213x	1-7/8"	1.050	.30		9/16" H	.16"
1/4" hose to 3/8" Male NPT	214x	1-7/8"	1.050	.30		11/16" H	.16"
1/4" hose to 1/2" Male NPT	215x	2-1/8"	1.050	.30		7/8" H	.16"
5/16" hose to 1/4" Male NPT	223x	1-7/8"	1.050	.362		9/16" H	.22"
5/16" hose to 3/8" Male NPT	224x	1-7/8"	1.050	.362		11/16" H	.22"
5/16" hose to 1/2" Male NPT	225x	2-1/8"	1.050	.362		7/8" H	.22"
3/8" hose to 1/8" Male NPT	232x	1-11/16"	1.050	.425		9/16" H	.25"
3/8" hose to 1/4" Male NPT	233x	1-7/8"	1.050	.425		9/16" H	.25"
3/8" hose to 3/8" Male NPT	234x	1-7/8"	1.050	.425		11/16" H	.25"
3/8" hose to 1/2" Male NPT	235x	2-1/8"	1.050	.425		7/8" H	.25"
1/2" hose to 1/4" Male NPT	243x	1-7/8"	1.050	.550		9/16" H	.38"
1/2" hose to 3/8" Male NPT	244x	1-7/8"	1.050	.550		11/16" H	.38"
1/2" hose to 1/2" Male NPT	245x	2-1/8"	1.050	.550		7/8" H	.38"
1/2" hose to 3/4" Male NPT	246x	2-3/16"	1.050	.550		1 1/8" H	.38"
5/8" hose to 1/2" Male NPT	255x	2-5/8"	1.550	.675		7/8" H	.50"
5/8" hose to 3/4" Male NPT	256x	2-11/16"	1.550	.675		1-1/8" H	.50"
3/4" hose to 1/2" Male NPT	265x	2-5/8"	1.550	.800		7/8" H	.56"
3/4" hose to 3/4" Male NPT	266x	2-11/16"	1.550	.800		1 1/8" H	.56"
3/4" hose to 1" Male NPT	267x	2-15/16"	1.550	.800		1-3/8" H	.56"
1" hose to 3/4" Male NPT	276x	2-11/16"	1.550	1.050		1 1/8" H	.69"
1" hose to 1" Male NPT	277x	2-15/16"	1.550	1.050		1 3/8" H	.75"
1-1/4" hose to 1" Male NPT	287x	2-15/16"	1.550	1.300		1 3/8" H	.94"
1-1/4" hose to 1-1/4" Male NPT	288x	2-15/16"	1.550	1.300		1 3/4" H	.94"
1-1/2" hose to 1-1/2" Male NPT	299x	2-15/16"	1.550	1.550		1 7/8" H	1.25"

ANEXO 14 – FICHA TÉCNICA FUENTE DE PODER MEAN WELL



25W Dual Output Switching Power Supply

PD-25 series



■ Features :

- Universal AC input / Full range
- Low leakage current < 0.5mA
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Cooling by free air convection
- 100% full load burn-in test
- Fixed switching frequency at 100KHz
- Low cost
- High reliability
- 2 years warranty

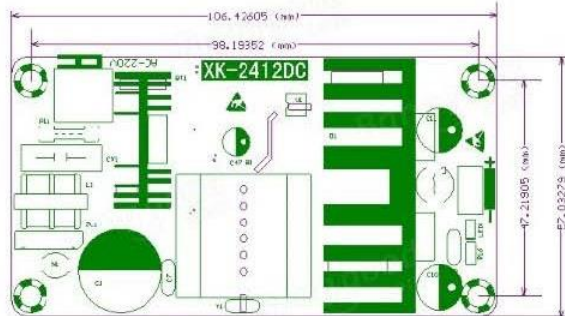


SPECIFICATION

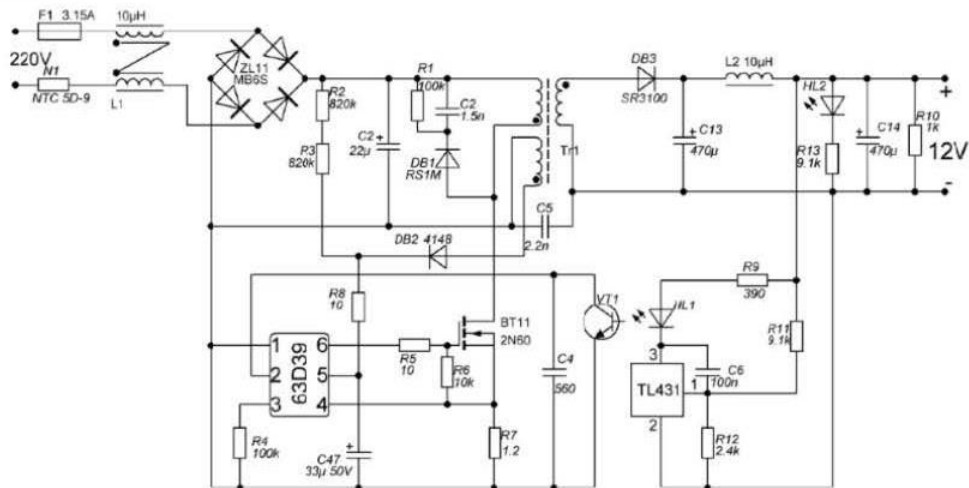
MODEL	PD-25A		PD-25B		PD-2505		PD-2512		PD-2515		
OUTPUT	OUTPUT NUMBER	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2
	DC VOLTAGE	5V	12V	5V	24V	5V	-5V	12V	-12V	15V	-15V
	RATED CURRENT	2.1A	1.2A	1.2A	0.8A	2.5A	2.5A	1A	1A	0.8A	0.8A
	CURRENT RANGE	0.2 ~ 2.5A	0.1 ~ 1.5A	0.2 ~ 2A	0.1 ~ 1A	0.1 ~ 3A	0.1 ~ 2.5A	0.1 ~ 1.2A	0.1 ~ 1.2A	0.1 ~ 1A	0.1 ~ 1A
	RATED POWER	24.9W		25.2W		25W		24W		24W	
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	50mVp-p	150mVp-p	50mVp-p	200mVp-p	50mVp-p	50mVp-p	50mVp-p	50mVp-p	50mVp-p	50mVp-p
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±6.0%	±2.0%	±6.0%	±6.0%	±6.0%	±4.0%	±4.0%	±4.0%	±4.0%
	LINE REGULATION	±0.5%	±2.0%	±0.5%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±4.0%	±1.0%	±4.0%	±4.0%	±4.0%	±3.0%	±3.0%	±3.0%	±3.0%
	SETUP, RISE TIME	250ms, 50ms/230VAC		250ms, 30ms/115VAC at full load							
HOLD UP TIME (Typ.)	100ms/230VAC		16ms/115VAC at full load								
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC		120 ~ 370VDC							
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz									
	EFFICIENCY(Typ.)	71%		77%		73%		74%		75%	
	AC CURRENT (Typ.)	0.65A/115VAC		0.4A/230VAC							
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 32A									
	LEAKAGE CURRENT	<0.5mA / 240VAC									
PROTECTION	OVERLOAD	Above 105% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed									
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	5.75 ~ 6.75V	27.6 ~ 32.4V	5.75 ~ 6.75V	-5.75 ~ -6.75V	13.8 ~ 16.2V	-13.8 ~ -16.2V	17.3 ~ 20.3V	-17.3 ~ -20.3V
	OVER TEMPERATURE	Tj 135°C typically (U1) detect on main control IC Protection type : Shut off o/p voltage, clamping by zener diode Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover									
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10 ~ +60°C (Refer to "Derating Curve")									
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing									
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-20 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH									
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C) ON CH1 output									
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes									
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved									
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC I/P-FG:1.5KVAC O/P-FG:0.5KVAC									
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH									
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2,-3									
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5, light industry level, criteria A									
OTHERS	MTBF	507.9Khrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)									
	DIMENSION	107*61*28mm (L*W*H)									
	PACKING	0.15Kg; 96pcs/15.9Kg/1.3CUFT									
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com) 5. Heat Sink HS1,HS2,HS3 can not be shorted.										

■ Mechanical Specification

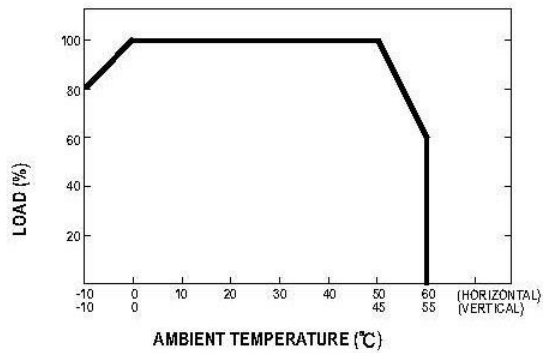
Unit: mm



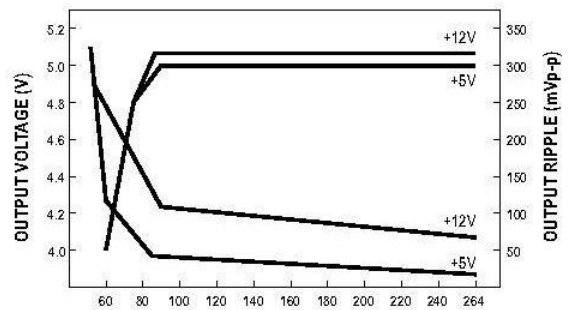
■ Block Diagram



■ Derating Curve



■ Static Characteristics (A)



ANEXO 15 – FICHA TÉCNICA ARDUINO UNO

Technical Specification

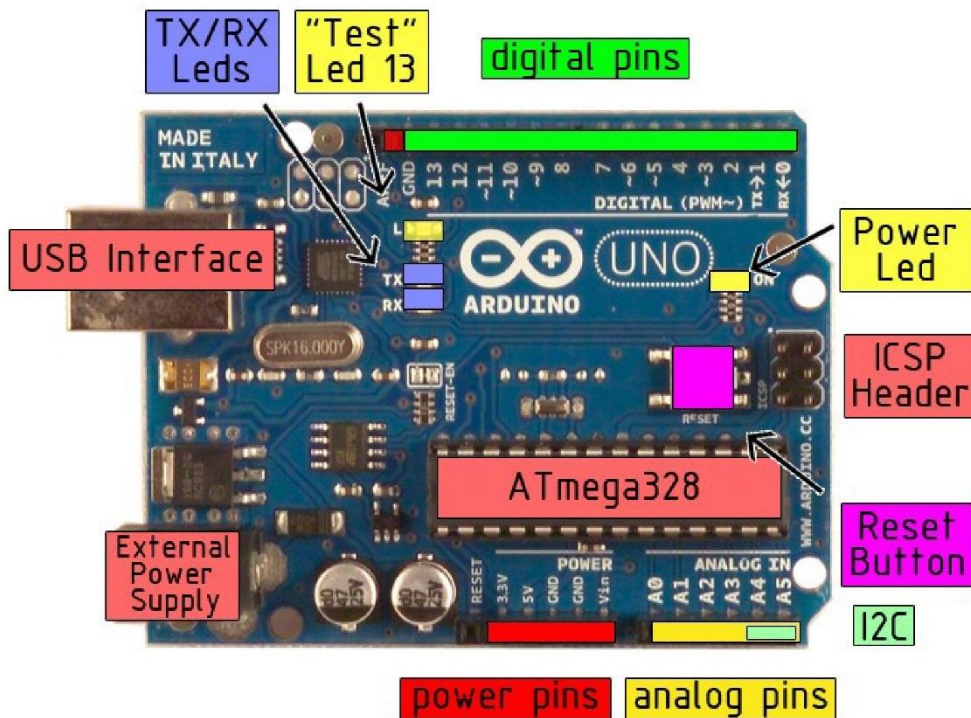


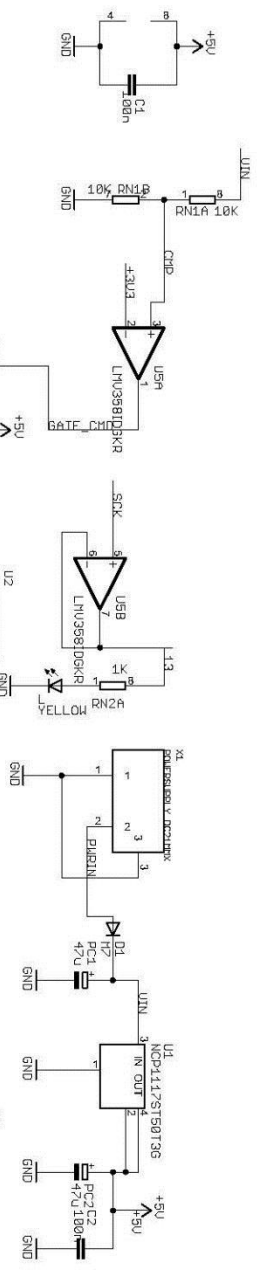
EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

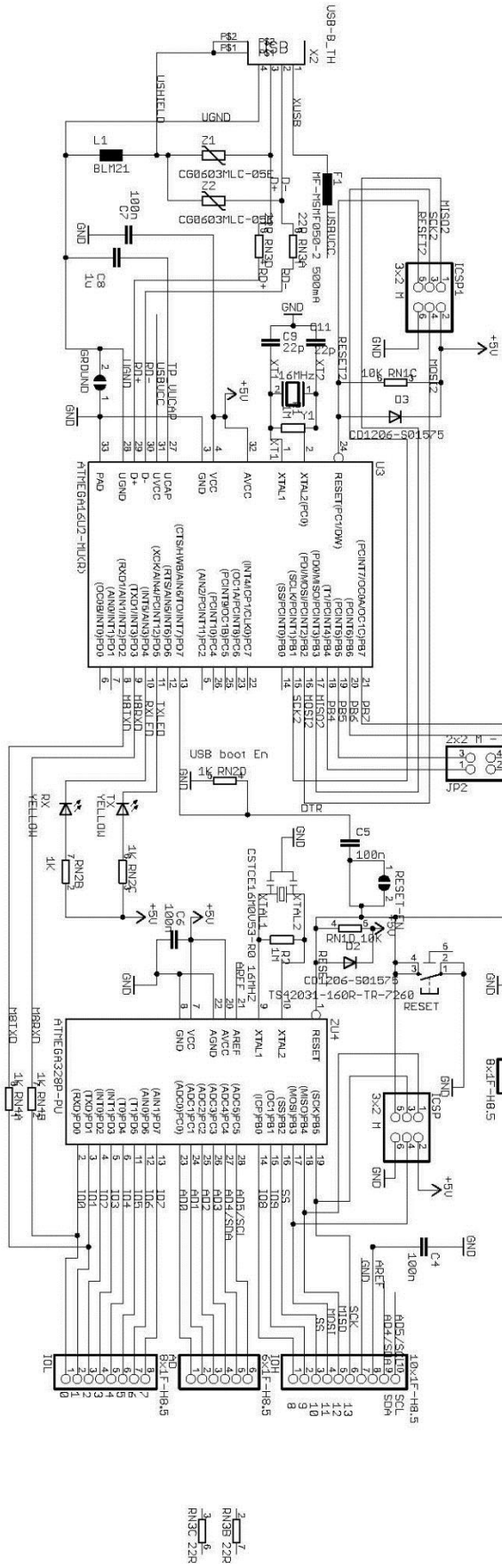
Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board





Arduino(TM) UNO Rev3



Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to the product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information. ARDUINO is a registered trademark.

Use of the ARDUINO name must be compliant with <http://www.arduino.cc/en/Main/Pol>

ANEXO 16 – FICHA TÉCNICA SENSOR ULTRASONICO LEUZE

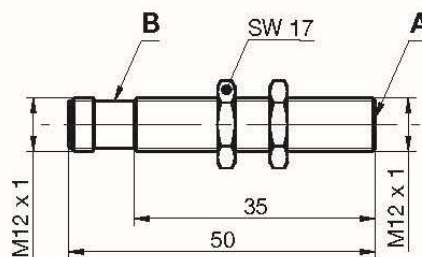


HRTU 412

Sensor de ultrasonido con supresión de fondo



Dibujo acotado



10 ... 200 mm
40 ... 400 mm



- Sensor de ultrasonido pequeño en carcasa redonda con índice de protección IP 67
- Ángulos de abertura y geometrías de cono acústico distintas
- Propiedades de conmutación en gran parte independientes de la superficie
- Ajuste preciso del punto de conmutación mediante Teach-In a través de cable

- A Superficie activa
B Diodo indicador verde

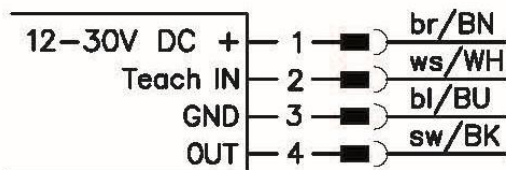
Conexión eléctrica



Accesorios:

(disponible por separado)

- Conectores M12 (KD ...)
- Cables confeccionados (K-D ...)



Datos técnicos

Datos de ultrasonido

	HRTU 412/...-S...	HRTU 412/...
Alcance de palpado de operación	10 ... 200mm	40 ... 400mm
Rango de ajuste del punto de conmut.	30 ... 200mm	60 ... 400mm
Ángulo de abertura	estrecho	estándar
Frecuencia sónica	380kHz	290kHz
Repetibilidad	≤ 0,5mm (con respecto al punto de conmutación)	
Deriva de temperatura	≤ 0,18%/K (con respecto al punto de conmutación)	
Histéresis	típ. 4% (con respecto al punto de conmutación)	

Respuesta temporal

	50Hz	20Hz
Frecuencia de conmutación	≤ 10ms	≤ 25ms
Tiempo de respuesta	≤ 10ms	≤ 25ms
Tiempo de retardo	≤ 10ms	≤ 25ms
Tiempo de inicialización	≤ 200ms	

Datos eléctricos

Alimentación U_B ¹⁾	12 ... 30VDC considerando la ondulación residual
Rizado residual	≤ 10% de U_B
Corriente en vacío	≤ 35mA
Salida de conmut./función	.../4NO... pin 4: transistor PNP, contacto de cierre (NO)
	.../4NC... pin 4: transistor PNP, contacto de apertura (NC)
	.../2NO... pin 4: transistor NPN, contacto de cierre (NO)
	.../2NC... pin 4: transistor NPN, contacto de apertura (NC)
	≤ 200mA
	$C_{max} = 10nF, L_{max} = 20\mu H$
	pin 2: active high
	≥ $(U_B - 2V) \leq 2V$

Corriente de salida
Carga
Entrada Teach
Tensión de señal high/low

Indicadores

LED verde	estado de conmutación (encendido = objeto detectado)
LED verde parpadeo lento	proceso Teach activo
LED verde parpadeo rápido	error Teach

Datos mecánicos

Carcasa	latón niquelado
Superficie activa	plástico (PC)
Objeto de medición estándar ²⁾	15 x 15mm 30 x 30mm
Fijación	en orificio pasante o rosca M12x1
Peso	aprox. 10g
Tipo de conexión	conector redondo M12, de 4 polos

Datos ambientales

Temp. ambiental (operación/almacén)	-10°C ... +60°C / -40°C ... +85°C
Circuito de protección ³⁾	1, 2, 3
Clase de protección VDE	III
Índice de protección	IP 67
Sistema de normas vigentes	IEC/EN 60947-5-2
Certificaciones	UL 508

- 1) Observe las normas de seguridad e instalación referentes a la alimentación de energía y al cableado; en aplicaciones UL: sólo para el uso en circuitos de corriente «Class 2» según NEC
- 2) Alineado en posición perpendicular respecto al eje de referencia del sensor
- 3) 1=protección contra inversión de polaridad, 2=protección contra cortocircuitos, 3=protección contra sobrecarga para todas las salidas

Notas

● **Uso conforme:**

Este producto debe ser puesto en funcionamiento únicamente por personal especializado, debiendo utilizarlo conforme al uso prescrito para él. Este sensor no es un sensor de seguridad y no sirve para la protección de personas.

Tablas

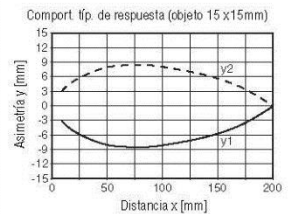
1	10	200
2	40	400

1	HRTU 412/...-S...
2	HRTU 412/...

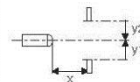
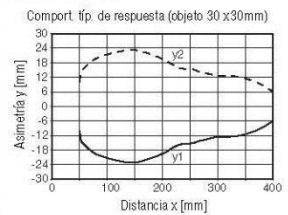
Alcance de palpado de operación [mm]

Diagramas

HRTU 412/...-S...



HRTU 412/...



ANEXO 17 – FICHA TÉCNICA RELÉ SONGLE

SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	<h1>SRD</h1>
---	---------------	--------------



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

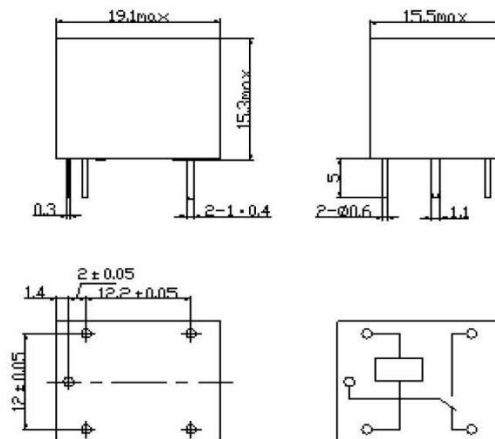
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03, 05, 06, 09, 12, 24, 48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

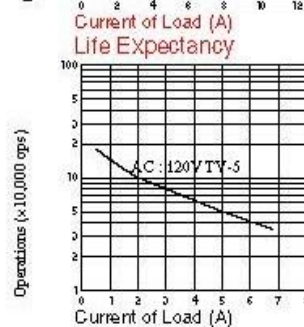
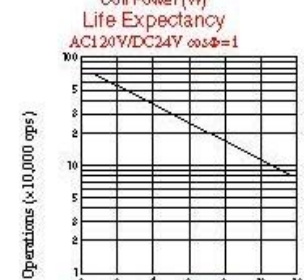
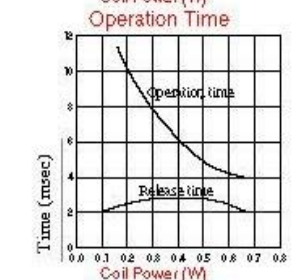
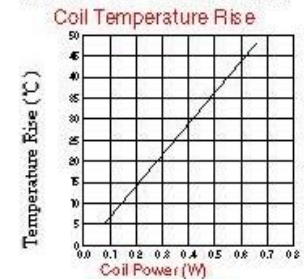
7. CONTACT RATING

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load ($\cos\Phi=1$)		10A 125VAC 7A 240VAC	10A 240VAC
Inductive Load ($\cos\Phi=0.4$ L/R=7msec)		3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100m Ω Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 M Ω Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ operations. Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

9. REFERENCE DATA



ANEXO 18 – FICHA TÉCNICA CAJA DE CONEXIONES KAEDRA

Product data sheet Characteristics

13959

mini Kaedra enclosure - for modular switchgear
- 195 x 200 mm - 8 modules



Main

Enclosure type	Weatherproof enclosure
Range of product	Kaedra
Device short name	Kaedra for modular devices
Accessories included with enclosure	1 marking kit 1 terminal block 8 holes 1 terminal block support

Complementary

Enclosure mounting	Surface
Type of front cover	Transparent
Number of horizontal rows	1
Number of 18 mm modules per row	8
Total number of 18 mm modules	8
Type of rail	DIN
Number of pre-cutouts PG ISO	5
Number of terminal blocks	1 with 8 outgoing
Distribution block outgoing	4 x 10 mm ² 4 x 16 mm ²
Locking options description	Optional keylock
Enclosure material	Plastic
Width	195 mm
Height	200 mm
Depth	112 mm
Colour	Door : transparent green Enclosure : light grey (RAL 7035)

Environment

Standards	EN 50102 EN 50262 IEC 60439-3 IEC 60529 IEC 670
Fire resistance	750 °C
IP degree of protection	IP65 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK09 conforming to EN 50102
Electrical shock protection class	Class II
Ambient air temperature for operation	-25...60 °C
RoHS EUR conformity date	0648
RoHS EUR status	Compliant

: documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. It is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. The integrator must perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. SAS and its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

ANEXO 19 – LISTADO DE PLANOS

Lámina 01.- Limpiador

Lámina 02.- Agitador

Lámina 03.- Helicoidal

Lámina 04.- Eje

Lámina 05.- Barra

Lámina 06.- Panel delantero

Lámina 07.- Panel trasero

Lámina 08.- Tapa

Lámina 09.- Tolva

Lámina 10.- Salida

Lámina 11.- Guarda

Lámina 12.- Estructura

Lámina 13.- Vista explotada Tubería

Lámina 14.- Vista explotada Guarda

Lámina 15.- Vista explotada Tambor

Lámina 16.- Vista explotada Tolva

Lámina 17.- Vista isométrica Desmucilagadora