



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA
DE AJO EN LA PARROQUIA PILAHUIN-AMBATO**

Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor.

Galora Saquinga Temistocles Israel

Tutor.

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro.

M.sc.

AMBATO– ECUADOR

2018

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

Yo, GALORA SAQUINGA TEMISTOCLES ISRAEL, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO EN LA PARROQUIA PILAHUIN-AMBATO**”, como requisito para optar al grado de **INGENIERO INDUSTRIAL** y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 10 días del mes de octubre de 2018, firmo conforme:

Autor: Galora Saquina Temistocles Israel.

Firma:

Número de Cédula: 1850229988

Dirección: Tungurahua, Ambato.

Correo Electrónico: tgalorasaquina69@gmail.com

Teléfono: 0984992449

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO EN LA PARROQUIA PILAHUIN-AMBATO**” presentado por GALORA SAQUINGA TEMISTOCLES ISRAEL, para optar por el Título INGENIERO INDUSTRIAL.CERTIFICO, que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 30 de agosto del 2018

.....

Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro; M.sc.

TUTOR.

DECLARACIÓN DE AUTORIA

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

Ambato, 30 de agosto del 2018

.....
Temistocles Israel Galora Saquina
1850229988

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO EN LA PARROQUIA PILAHUÍN-AMBATO”** previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 30 de octubre del 2018.

.....

Ing: Fernando David Saá Tapia; M.sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing: Juan Serafín Cruz Villacis; Mg.
VOCAL

.....

Ing: Myriam Cumbajín Alferez; M.sc.
VOCAL

DEDICATORIA

Dedicado en primer lugar a DIOS por permitirme con su bondad y amor alcanzar mi objetivo de vida.

A mi padre por su apoyo, sus valores y sus consejos, a mi madre por su paciencia, constancia y perseverancia, a mis hermanos por su amor incondicional quienes son el pilar fundamental del desarrollo de la presente tesis.

Temístocles Galora

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis compañeros con quienes compartí los mejores años de mi vida, a los ingenieros que supieron cómo ayudarme de una manera oportuna y eficiente.

Y a toda la Universidad Tecnológica Indoamérica en especial a la facultad de ingeniería y tecnología de la información y la comunicación que con sus autoridades y personal administrativo por su apoyo y comprensión.

Y un agradecimiento muy especial al Ingeniero Pedro Muzo por inculcarme sus conocimientos y en guiarme durante el desarrollo de la presente tesis.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción	1
Antecedentes	1
Justificación.....	3
Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivo específico.....	4

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual.....	5
Área de estudio.....	9
Modelo operativo	10
Desarrollo del modelo operativo	14

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	21
Resultados esperados	80
Cronograma de actividades	82
Análisis de costos	84

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	87
Recomendaciones.....	88
Bibliografía	
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Rendimiento de producción en base a la edad.....	6
Tabla 2: Cantidad de ajo desgranado dividido en horas.	7
Tabla 3: Cantidad de ajo desgranado dividido en horas de Jacinto Pacari.	8
Tabla 4: Cantidad de ajo desgranado dividido en horas de Patricio Siza	9
Tabla 5: Actividades durante el desarrollo del proyecto.....	10
Tabla 6: Actividades precedentes y duración para el diagrama Pert.	12
Tabla 7: Consumo de ajos desgranados trimestralmente.....	19
Tabla 8: Fuerza de desgrane de ajo.....	26
Tabla 9: Catálogo de bandas A	35
Tabla 10: Selección del valor Kc de la banda A46.....	35
Tabla 11: Selección de la Banda 4PK 950.....	41
Tabla 12: Selección del valor de Kc para la banda.	41
Tabla 13: Selección de la banda tipo B.....	45
Tabla 14: Selección del factor Kc de la banda B41.75	46
Tabla 15: Extracto de la norma IEC/EN 60947-4-1	64
Tabla 16: Selección de elementos eléctricos.....	65
Tabla 17: Adquisición de las componentes mecánicas y eléctricas.....	66
Tabla 18: Datos de producción de Jacinto Pacari y la máquina	80
Tabla 19: Cronograma de actividades.....	82
Tabla 20: Costos de los materiales.....	84
Tabla 21: Análisis de costos.	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Relación de desgranado de ajo y el tiempo de Carlos Pacari.	7
Gráfico 2: Relación del desgranado de ajo y el tiempo de Jacinto Pacari.	8
Gráfico 3: Relación del desgranado de ajo y el tiempo de Patricio Siza.	9
Gráfico 4: Cantidad de ajo para desgranar.	15
Gráfico 5: Quintales de ajo al día	15
Gráfico 6: Tiempo que se demora durante el desgranando de ajo.	16
Gráfico 7: Enfermedades ergonómicas con mayor frecuencia.	16
Gráfico 8: Producto final del desgranado manual.	17
Gráfico 9: Conoce de una máquina desgranadora mecánica	17
Gráfico 10: Dispuestos a pagar por una máquina.	18
Gráfico 11: Relación entre el tiempo de desgranado y su cantidad.	81

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Cabeza de ajo a utilizar.	5
Figura 2: Modelo operativo, diagrama Pert.	13
Figura 3: Diseño mediante solídworks	21
Figura 4: Diagrama Cinemático.....	22
Figura 5: Relación de transmisión 1	30
Figura 6: Selección de la sección de las correas clásicas	33
Figura 7: Representación de las fuerzas en el eje 2.	38
Figura 8: Relación de transmisión 2.	39
Figura 9: Selección de la banda para tipo B	40
Figura 10: Relación de transmisión 3	43
Figura 11: Selección de la sección de las correas clásicas tipo B.....	44
Figura 12: Relación de la transmisión 4	47
Figura 13: Diagrama de cuerpo libre	51
Figura 14: Esfuerzo cortante.....	51
Figura 15: Momento flector.....	51
Figura 16: Catálogo de chumaceras.....	53
Figura 17: Diagrama de cuerpo libre	54
Figura 18: Esfuerzo cortante.....	54
Figura 19: Momento flector.....	54
Figura 20: Catálogo de chumaceras.....	56
Figura 21: Diagrama de cuerpo libre	56
Figura 22: Esfuerzo cortante.....	56
Figura 23: Momento flector.....	57
Figura 24: Desplazamiento estático.....	59
Figura 25: Determinación del factor de seguridad.....	60
Figura 26: Análisis de fatiga.....	60
Figura 27: Análisis estático.....	61
Figura 28: Factor de seguridad del rodillo.....	62

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO EN LA PARROQUIA PILAHUIN-AMBATO”

AUTOR: Temistocles Israel Galora Saquina.

TUTOR: Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro. Msc.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo que se alcanzó con el proyecto fue diseñar, construir, ensamblar y poner en funcionamiento una máquina desgranadora de ajo, debido a la necesidad de la parroquia Pilahuin ubicada en el cantón Ambato, misma que cultiva y desgrana ajo de forma artesanal, por largas jornadas de trabajo. Al generar el diseño y construcción de una máquina desgranadora de ajo, se facilita el proceso y se reducen los costos de producción. La máquina fue diseñada luego de realizar los cálculos respectivos que permitieron escoger: su resistencia, los diámetros de las poleas, diámetros de ejes, las correas y el tipo de rodamiento que la conforman. Este diseño se digitalizó mediante el software SolidWorks, para pasar a su posterior construcción y ensamble. La máquina brinda tres etapas: una de desgranado del ajo, en la que el ajo es obligado a pasar por dos bandas que produce el desgrane; la segunda etapa mejora la limpieza del ajo, retiran la cáscara de las cabezas, al utilizar rodamientos de pupillos; la tercera etapa es la de clasificación del ajo, que pasa por una banda clasificadora de semilla. La máquina permite a la comunidad de Pilahuin, mejorar su sistema de producción al reducir el tiempo del proceso, con ello también se mejora la calidad de vida y salud de los pobladores evitando posibles problemas ergonómicos. Además de brindar una ventaja competitiva frente a otros mercados como lo es el sector de Chibuleo. La máquina tiene una capacidad de desgranar 5 quintales de ajo en 8 horas diarias, el costo de la maquinaria es de \$ 1.104,20. Para tener mayor rentabilidad se recomienda trabajar de forma continua y aplicar de forma correcta el manual de funcionamiento y mantenimiento.

DESCRIPTORES: ensamble, ergonomía, ajo, máquina, parroquia, semilla.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A GARLIC DEGRINE MACHINE IN PILAHUIN PARISH -AMBATO

AUTHOR: Temistocles Israel Galora Saquina.

TUTOR: Ing. Muzo Villacis Segundo Pedro. Msc.

ABSTRACT

The objective that was reached with the project was to design, build, assemble and put into operation a Garlic Sheller Machine, due to the need of the Pilahuin parish located in the city of Ambato, which cultivates and flakes garlic in an artisanal way for long Workdays. By generating the design and construction of a garlic shelling machine, the process is facilitated and production costs are reduced. The machine was designed after performing the respective calculations that allowed choosing: its resistance, the diameters of the pulleys, shaft diameters, the belts and the type of bearing that make it up. This design was digitized using 'SolidWorks' software, to be further constructed and assembled. The machine provides three stages: one of threshing of the garlic, in which the garlic is forced to pass through two bands that produces the threshing; the second stage improves the cleaning of the garlic, they remove the shell of the heads, when using pupil bearings; The third stage is the classification of garlic, which goes through a seed sorting band. The machine allows the community of Pilahuin to improve its production system by reducing the time of the process, thereby also improving the quality of life and health of the residents avoiding possible ergonomic problems. In addition to providing a competitive advantage over other markets such as the Chibuleo sector. The machine has a capacity to shed 5 quintals of garlic in 8 hours a day, the cost of the machinery is \$ 1,104.20. To be more profitable, it is recommended to work continuously, and correctly apply the operation and maintenance manual.

KEY WORDS: assembly, ergonomics, garlic, machine, parish, seed.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Para satisfacer a un mercado internacional de desgranado de ajo para semilla es necesario de maquinarias sumamente grandes con altas capacidades de producción. Las cuales son capaces de cubrir la demanda mundial de esta necesidad. Para la producción a nivel internacional en el desgranado de ajo para semilla, se requiere de igual manera máquinas de gran volumen, pero el traslado de estas máquinas hacia los diferentes países son extremadamente costosos.

Si bien Ecuador posee capacidad de adquisición de maquinaria agrícola, se presenta un grave problema cuando estas máquinas son de exportación, no solo por sus costos altos sino porque existe mucha burocracia en el ingreso de las mismas al país, sin considerar que la capacidad de producción de estas es en toneladas. Toneladas que el sector agrícola ecuatoriano no puede producir de forma total sino que es parcial, para el ajo de semilla.

Tungurahua es considerada un sector agrícola por excelencia, parroquias como la de Pilahuin tienen problemas en el momento de desgranar el ajo, debido a la capacidad adquisitiva de maquinaria que se ha visto truncada. Entonces no están disponibles en el mercado, ni mucho menos con una capacidad de producción acorde a la generada por los habitantes de la parroquia.

Antecedentes

Las necesidades de la población crecen día con día, lo que implica la generación de maquinaria para solventar las necesidades existentes. Una desgranadora de ajo de semilla simplifica el proceso de producción, recortando los tiempos y demoras, que se obtienen si este proceso se lo realizara de forma manual.

En la investigación titulada como “Desgranadora de ajo para pequeños productores”, manifiesta que, la máquina debe tener una calibración de 7 a 8 siendo estos que pueden desgranar las cabezas de ajo de 50 a 60 milímetros de diámetro. Y para retirar las impurezas utilizan un extractor en el proceso. Además de utilizar una canastilla para clasificar la semilla. (Reveles Hernandez , y otros, 2018)

Según la investigación de “Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz”; explica lo importante que es un eje en una máquina al diseñar de una forma que cumpla con su función para la que está diseñado y no produzca ningún daño al momento de desgranar el maíz, estos criterios serán tomados en cuenta durante la creación de la máquina desgranadora de ajo. (Pérez Silva , y otros, 2017)

Ahora bien la investigación titulada: “Estudio del sistema mecánico aplicado al desgranado de maíz suave seco para mejorar tiempos de producción en el cantón San Miguel provincia de Bolívar”; manifiesta que, debe tener en cuenta la humedad al momento de desgranar el maíz y también que los granos no sean suaves para así tener una mejor eficiencia de la máquina desgranadora de maíz. Mejorando además la producción, un producto limpio y sin residuos. (CAMACHO, 2010)

En la investigación de “Diseño y construcción de una máquina para el proceso de desgranado de maíz de la costa”; expresa que otro factor para determinar las propiedades del desgranado de maíz es su tipo entre ellos el tipo dentado es el más cultivado y por ende diseñar para este tipo, también expresa que otros tipos como los lisos, harinosos, dulces Pisingallos entre otros. (FROILAN, 2012)

En su tesis titulada: “Diseño de control semiautomático de una máquina desgranadora de maíz electrónica con opción de pesarlo”. Presenta que, es necesario tener en cuenta los diferentes tamaños y el grosor de los ajos y dice que antes de diseñar la máquina además de pesar al momento de ingresar la materia prima como al salir del proceso para distinguir la escala y precisión. (FUENTES, 2014).

En su tesis titulada: “Diseño y construcción de una máquina desgranadora de maíz con capacidad de 15qq/hora” enuncia que, la fuerza para desgranar el maíz es de 3,03 Kilogramos fuerza, además que el porcentaje de humedad para los granos de maíz son del 13 al 15%, para garantizar un buen desgranado. (CACUANGO, 2015)

Justificación

La **importancia** de crear una máquina desgranadora de ajo para semilla es aumentar el proceso de la producción del desgranado del mismo en la parroquia PILAHUIN, reduciendo los tiempos de desgranado de una forma más sencilla y menos costosa, ya que en la actualidad los agricultores del sector realizan la actividad de forma manual.

El **impacto** positivo que desea generar esta propuesta es aumentar los ingresos con una nueva forma de producción, gracias a la ayuda de la máquina desgranadora de ajo que realiza el trabajo de manera más fácil y sencilla, reduciendo los esfuerzos de la mano de obra cuando la tarea es realizada de forma manual.

Esto **beneficia** a los pequeños agricultores de la zona de Pilahuin, no solo como incremento de maquinaria para sus operaciones, sino que protege su salud en cuanto a evitar lesiones durante el desgranado, debido a que el desgranado implica ocasiona lesiones y enfermedades como el túnel carpiano por las posiciones forzadas para realizar el proceso. La máquina desgranadora de ajo permite conseguir un producto de buena calidad, sin imperfecciones, limpio y así mejorar la producción y comercialización y por ende los precios.

Esto es **útil** porque así se puede reducir tiempos de demora innecesarios al implementar un sistema semi automático, que aumente la producción del desgranado de ajo para semilla, mediante esto se deja de depender del método manual de desgranado que da problemas ergonómicos en los trabajadores y demoras en la producción.

Es **factible** ya que se cuenta con la información suficiente para la creación de la maquinaria desgranadora de ajo para semilla, además de contar con el apoyo de los agricultores y del presidente de la parroquia PILAHUIN, en donde aclaran que desean mejorar la calidad y cantidad del desgranado de los ajos que se utilizara

como semilla, para así poder expandir los mercados y ser una competencia frente a mercados internacionales. Y así poder satisfacer la calidad de vida de los agricultores y el incremento de los ingresos económicos.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar y construir una máquina desgranadora de ajo para la parroquia Pilahuin-Ambato.

Objetivo específico

- Diagnosticar la situación actual del proceso de desgranado de ajo.
- Determinar los parámetros previos al diseño de la máquina desgranadora de ajo.
- Construir la máquina desgranadora de ajo.
- Elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento para la máquina desgranadora de ajo.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO.

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Materia prima

En cuanto a la materia se utiliza el ajo blanco (SATIVUM) para el desgranado del ajo, este ajo tiene una clasificación previa en donde los ajos tienen un diámetro de cabeza de 25 a 30 mm o conocido también como ajo de tercera clase.

Una vez que el ajo este recortado una parte del tallo, se toma solo la cabeza que está constituido por dientes que van entre 6 a 10 dientes(A) y a estos los protege una cascara (B) y además tiene el sobrante del tallo (T) como se visualiza en la Figura 1.

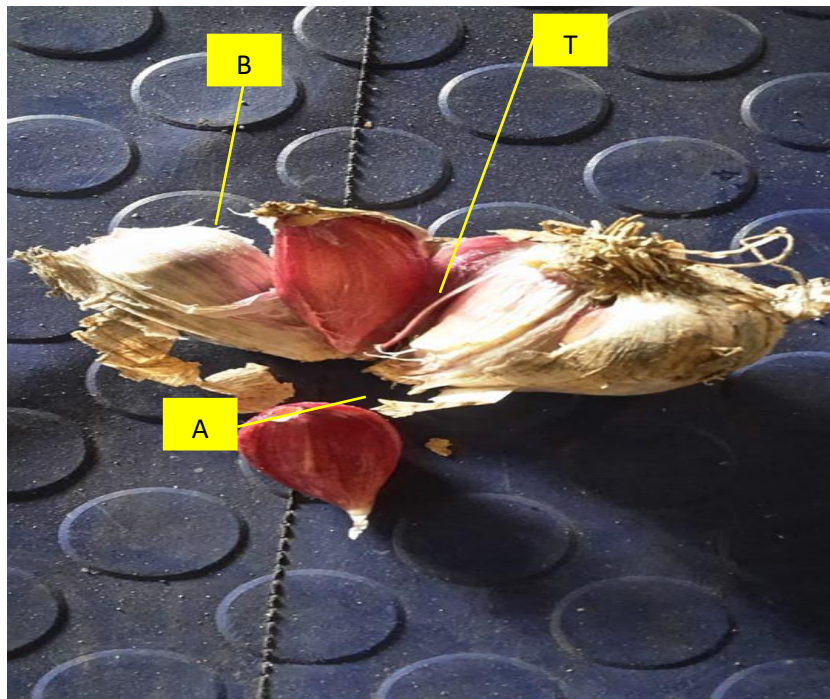


Figura 1: Cabeza de ajo a utilizar.

Fuente: Autor.

Mano de obra

Para el desgranado de ajo se utiliza a personas entre 14 y 75 años de edad, para el desgranado no requieren de experiencia, es un método sencillo y tradicional, requiere simplemente de las manos para el desgranado del ajo, por ello incluso podrían trabajar personas con capacidades especiales como en los miembros inferiores del cuerpo.

Debido a ello se presentan problemas tanto de la columna como de las manos y es debido a que hay que trabajar de una forma poco adecuada con posturas forzadas y también debido al exceso de tiempo arrodillado y parado.

Comparación del rendimiento de la mano de obra en relación con la edad tomando como referencia el promedio entre la producción realizada durante el día.

Tabla 1 Rendimiento de producción en base a la edad.

Nombre	Edad	Producción	Rendimiento
Carlos Pacari	14	71.6 Lb	23.86 %
Jacinto Pacari	34	140.8 Lb	46.93 %
Patricio Siza	73	87.6 Lb	29.2 %
Total		300 Lb	100 %

Fuente: Autor.

Interpretación

En la Tabla 1 determina el rendimiento del 46.93 % que tiene una persona de 34 años de edad trabajando 8 horas diarias, el rendimiento del 29.2 % que tiene una persona de 73 años de edad, el rendimiento del 23.86 % que tiene una persona de 14 años de edad, la tabla anterior determina que en su mayoría de los habitantes de Pilahuin no alcanzan a desgranar un saco de ajo.

Desgranado de ajo

Para esta actividad ciertos trabajadores adoptan una postura sentada a nivel del piso, en el transcurso de la actividad las personas cansadas adoptan una postura

semí parada pero con las manos a la altura de las rodillas y la espalda encorvada en este proceso utilizan las manos en el desgrane siendo la fuerza física un factor importante para desgranar los ajos, primero retiran la cascara que tiene el ajo y después retiran los granos de ajo dejando así solo el sobrante de tallo. A continuación se representa una relación entre el tiempo y la cantidad de desgranado por libras.

Tabla 2 Cantidad de ajo desgranado dividido en horas.

Carlos Pacari	
Tiempo (horas)	Cantidad de desgranado(Lb)
9:00-10:00	8.5
10:00-11:00	10.2
11:00-12:00	11
13:00-14:00	7.5
14:00-15:00	8.2
15:00-16:00	9
16:00-17:00	8.8
17:00-18:00	8.4

Fuente: Carlos Pacari.

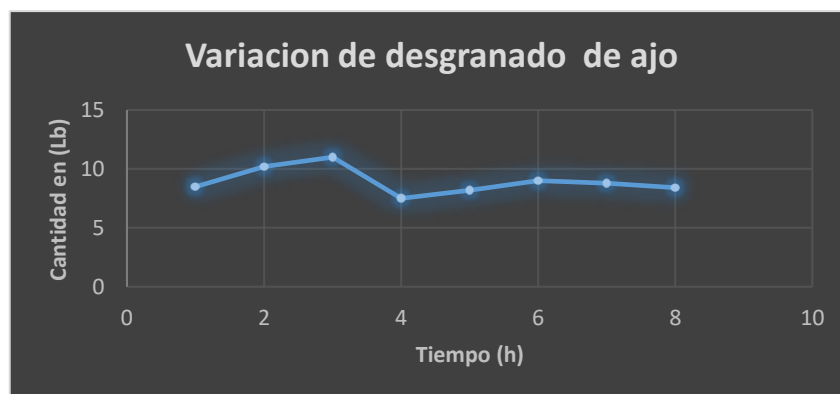


Gráfico 1 Relación de desgranado de ajo y el tiempo de Carlos Pacari.

Fuente: Carlos Pacari.

Interpretación

En el Gráfico 1, se observa su pico más alto que está entre las 10 a 11 de la mañana con una cantidad 10,2 libras de ajo desgranado y su pico más bajo es de la 1 hasta las 2 de la tarde con una cantidad de 7,5 libras en una hora, su producción no tiene un crecimiento no es constante pues está limitado a la capacidad de una persona y su habilidad al momento de aplastar las cabezas de ajos con las manos.

Tabla 3 Cantidad de ajo desgranado dividido en horas de Jacinto Pacari.

Jacinto Pacari	
Tiempo (horas)	Cantidad de desgranado(Lb)
9:00-10:00	17.6
10:00-11:00	18.9
11:00-12:00	19.5
13:00-14:00	16.8
14:00-15:00	18.2
15:00-16:00	15.5
16:00-17:00	16.1
17:00-18:00	17.4

Fuente: Jacinto Pacari.

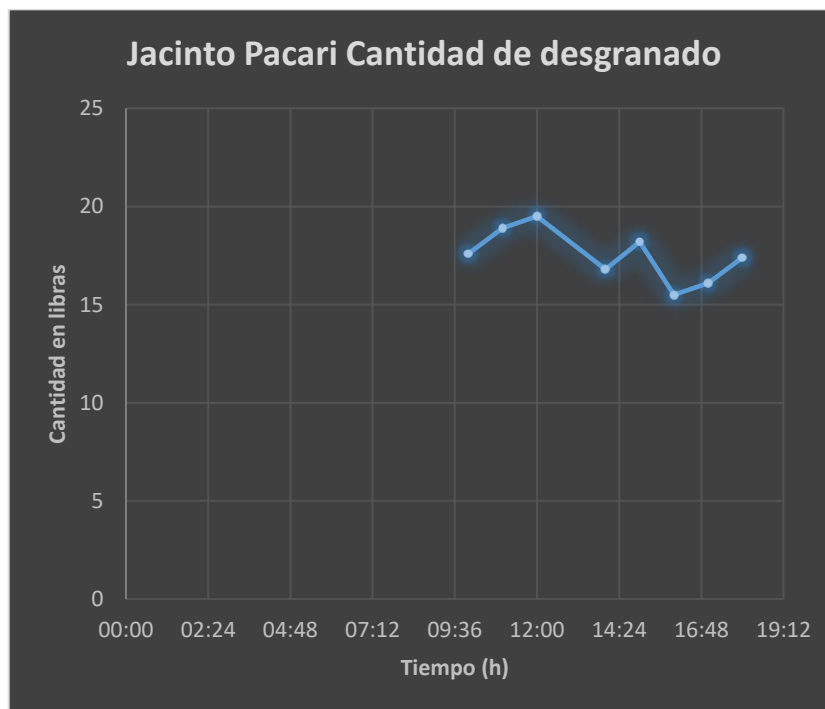


Gráfico 2 Relación del desgranado de ajo y el tiempo de Jacinto Pacari.

Fuente: Jacinto Pacari.

Interpretación

En el Gráfico 2, se puede apreciar su pico más alto esta entre las 11 a 12 de la mañana con una producción de 19,5 libras en una hora y su pico más bajo es de 3 a 4 de la tarde con una producción de 15,5 libras/hora y su producción no tiene un crecimiento no es constante.

Tabla 4 Cantidad de ajo desgranado dividido en horas de Patricio Siza

PATRICIO SIZA	
Tiempo (horas)	Cantidad de desgranado(Lb)
9:00-10:00	11.45
10:00-11:00	14.05
11:00-12:00	15.25
13:00-14:00	9.85
14:00-15:00	12.65
15:00-16:00	7.25
16:00-17:00	8.45
17:00-18:00	11.05

Fuente: Jacinto Pacari.

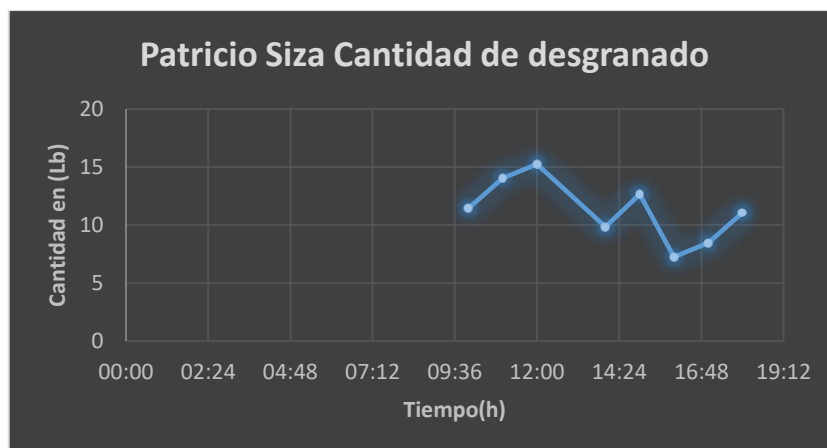


Gráfico 3 Relación del desgranado de ajo y el tiempo de Patricio Siza. .

Fuente: Jacinto Pacari.

Interpretación

En el Gráfico 3, su pico más alto esta entre las 11 a 12 de la mañana con una producción de 15,5 lb/h y su pico más bajo es de 3 a 4 de la tarde con una producción de 7,25 lb/h.

ÁREA DE ESTUDIO

Dominio: Tecnología y sociedad

Línea de investigación: Automatización, Diseño y construcción,

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Productividad

Aspecto: Aumento de producción

Objetivo del estudio: Diseñar y construir una máquina desgranadora de ajo para la parroquia PILAHUIN en la provincia Tungurahua.

Periodo de análisis: septiembre del 2017- septiembre del 2018.

Ubicación

La parroquia Pilahuin está ubicado en el cantón Ambato en la provincia de Tungurahua, sus coordenadas son: Latitud -1.28333 y Longitud -78.7167. Esta junto a la faldas del nevado Chimborazo, y está delimitado por el norte con la parroquias de Pasa y San Fernando; al sur con el cantón Tisaleo y provincia de Chimborazo; al este con las parroquias Juan Benigno Vela y cantones Tisaleo y Mocha; al oeste con la provincia de Bolívar, ver Anexo 10.

La población de la parroquia es de 12.218 habitantes, con una densidad poblacional de 29 habitantes por kilómetro cuadrado, en la cabecera parroquial está ubicado el 15% de los habitantes y en la zona rural el 85%. (Gobierno autonomo descentralizado parroquia de Pilahuin, 2015)

MODELO OPERATIVO

Creación del diagrama de Pert para determinar las actividades y ruta crítica en la creación de la máquina desgranadora de ajo para semilla.

A continuación se presenta las actividades que se deben desarrollar para la creación del diagrama PERT.

Tabla 5 Actividades durante el desarrollo del proyecto.

Actividades	CODIGO	Duración(D)
Requerimientos de la parroquia respecto a su necesidad	A	1

Actividades	CODIGO	Duración(D)
Levantamiento de datos y Diagnóstico de la situación	B	6
Encuesta con los productores de la parroquia Pilahuin	C	2
Propuesta de una máquina desgranadora de ajo	D	1
Cálculos para la capacidad de producción.	E	6
Diseño y simulación mediante el programa solidworks	F	10
Planos de la máquina desgranadora de ajo	G	3
Diagrama cinemático. Diseño y selección de los elementos.	H	10
Diagramación del circuito eléctrico.	I	15
Selección de elementos eléctricos.	J	10
Adquisición de los componentes mecánicos y eléctricos.	K	3
Ensamble mecánico de la máquina desgranadora de ajo	L	2
Ensamble eléctrico de la máquina desgranadora de ajo	M	2
Pruebas de funcionamiento.	N	5
Socialización de los beneficios de la máquina.	Ñ	1
Entrega del proyecto a la comunidad.	P	1

Fuente: Autor.

De la tabla 6 se toma las actividades y se procede a tomar sus actividades precedentes para posteriormente crear el diagrama de PERT.

Tabla 6 Actividades precedentes y duración para el diagrama Pert.

Actividad	Precedente	Duración
A	-----	1
B	A	6
C	B	2
D	B,C	1
E	B	6
F	E,C	10
G	E,F	3
H	G	10
I	G	15
J	I	10
K	G,H	3
L	K	2
M	K,L	2
N	M,J	5
Ñ	N	1
P	N,Ñ	1

Fuente: Autor

DIAGRAMA DE PERT

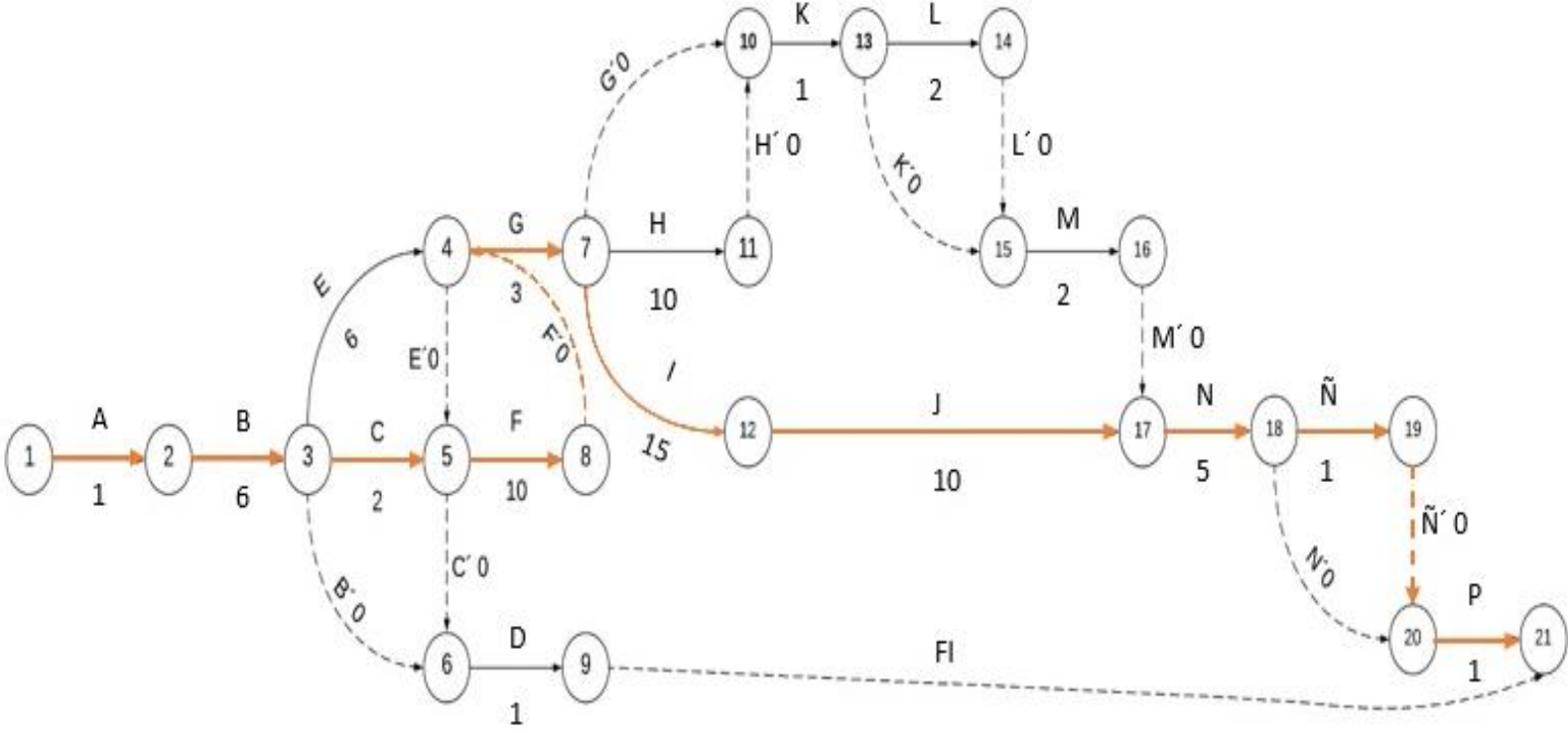


Figura 2 Modelo operativo, diagrama Pert.

Fuente: Autor.

Interpretación del diagrama de Pert.

Las actividades indispensables y necesarias son: A, B, C, F, G, I, J, N, Ñ, P, que representan la ruta crítica que quiere decir la ruta más larga del proyecto en el diseño y construcción de la máquina desgranadora de ajo para semilla.

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

Requerimientos de la parroquia respecto a su necesidad.

Los habitantes de la parroquia Pilahuin expresan su necesidad frente al excesivo consumo de tiempo durante el desgranado de ajo y piden una solución pronta. Esto tardo un tiempo de un día en donde expresa la presidenta de la parroquia Pilahuin su inquietud.

Levantamiento de datos y Diagnóstico de la situación actual.

Determinar el tiempo que consume el desgranado de ajo con el procedimiento artesanal, Empleando el método de observación directa y continua de una tarea, mediante la utilización de un cronometro con el método vuelta a cero o lectura repetitiva, una balanza, un cuaderno y una lápiz, la toma de datos será de 6 días para tener mayor veracidad en la recolección de datos.

Las mediciones se realizan a una familia de forma aleatoria conformada por 5 personas, Carmen Siza (mamá), Jacinto Pacari(Papá), Carlos Pacari(hijo) Dario Pacari(hijo), Patricio Siza(abuelo). Expresa también Don Jacinto que en 500 m² entran 20 quintales de ajo.

Encuesta con los habitantes de la parroquia.

En la encuesta (véase el Anexo1) determina la cantidad de desgranado de ajo cada semana, la necesidad que tienen los habitantes de la parroquia Pilahuin con la implementación de una máquina mecánica, y qué posibilidades hay de adquirir la máquina, además de que enfermedad ergonómica es más sobresaliente en la parroquia.

Interpretación de las preguntas de la encuesta

La anterior encuesta tiene como finalidad determinar parámetros de diseño en las cuales se realizó a las 17 familias beneficiadas en la Parroquia Pilahuin dando como resultados:

1. Que cantidad de ajo tienen para desgranar



Gráfico 4 Cantidad de ajo para desgranar.

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico 4, expresa que el 70% de las personas encuestadas dicen que tienen que desgranar 3 quintales de ajo diarios, mientras que el 18% tienen 10 quintales a desgranar y tan solo el 12% tienen 7 quintales a desgranar diariamente.

2. Cuantos quintales de ajo desgranar al día.



Gráfico 5 Quintales de ajo al día

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico5, expresa que el 75% de las personas encuestadas dicen que pueden desgranar 1 quintales de ajo diarios, mientras que el 19% pueden desgranar 1/2

quintales a desgranar y tan solo el 6% pueden desgranar más de 1 quintales diariamente.

3. Cuánto tiempo se demora durante el desgranando de ajo.

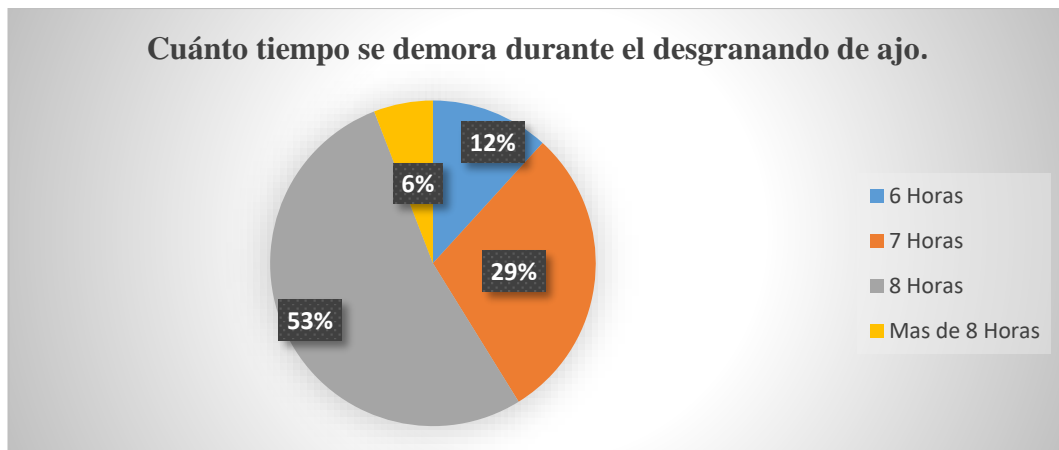


Gráfico 6 Tiempo que se demora durante el desgranando de ajo.

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico 6, expresa que el 53% de las personas encuestadas dicen que se demoran 8 horas en el desgranado del ajo, el 29% se demoran 7 horas al momento de desgranar su quintal de, el 12% pueden desgranar el quintal de ajo en tan solo 6 horas y el 6% se demora más de 8 horas por el desgranado de ajo.

4. Que enfermedades ergonómicas presenta por el desgranado de ajo artesanal.

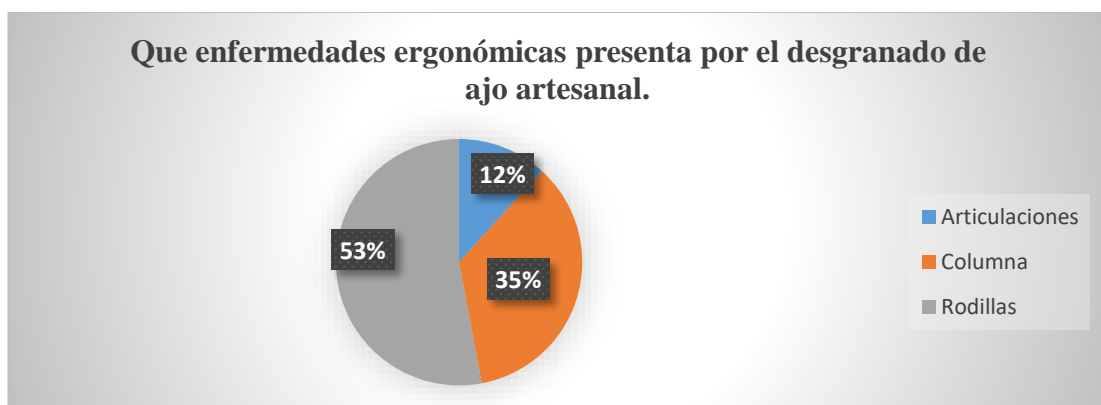


Gráfico 7 Enfermedades ergonómicas con mayor frecuencia.

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico 7, expresa que el 53% de las personas encuestadas dicen que se los dolores llegan a las articulaciones, mientras que el 35% presenta dolores en la columna vertebral y el 12% en cambio tiene dolores en las rodillas.

5. En el producto final del desgranado de ajo de forma artesanal tiene una calidad:

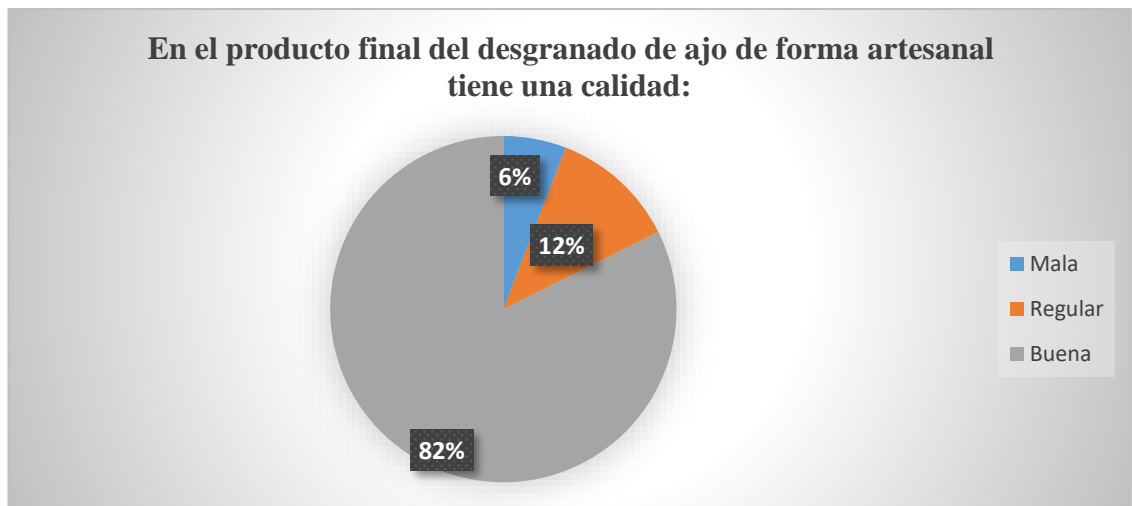


Gráfico 8 Producto final del desgranado manual.

Fuente: Autor

Análisis

En Grafico 8, expresa que el 82% de las personas encuestadas dicen que la calidad del desgranado de forma artesanal es buena, el 12% en cambio manifiestan que su calidad es regular y el 6% dice que su clasificación es mala.

6. Conoce usted una máquina desgranadora de ajo mecánica.



Gráfico 9 Conoce de una máquina desgranadora mecánica

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico 9, expresa que el 100% de las personas encuestadas dicen que no conocen una máquina desgranadora mecánica, manifiestan que nunca habían escuchado hablar sobre una máquina que ayude a desgranar el ajo.

7. Estaría dispuesto a pagar por una máquina desgranadora de ajo mecánica con producción de 5 quintales diarios.

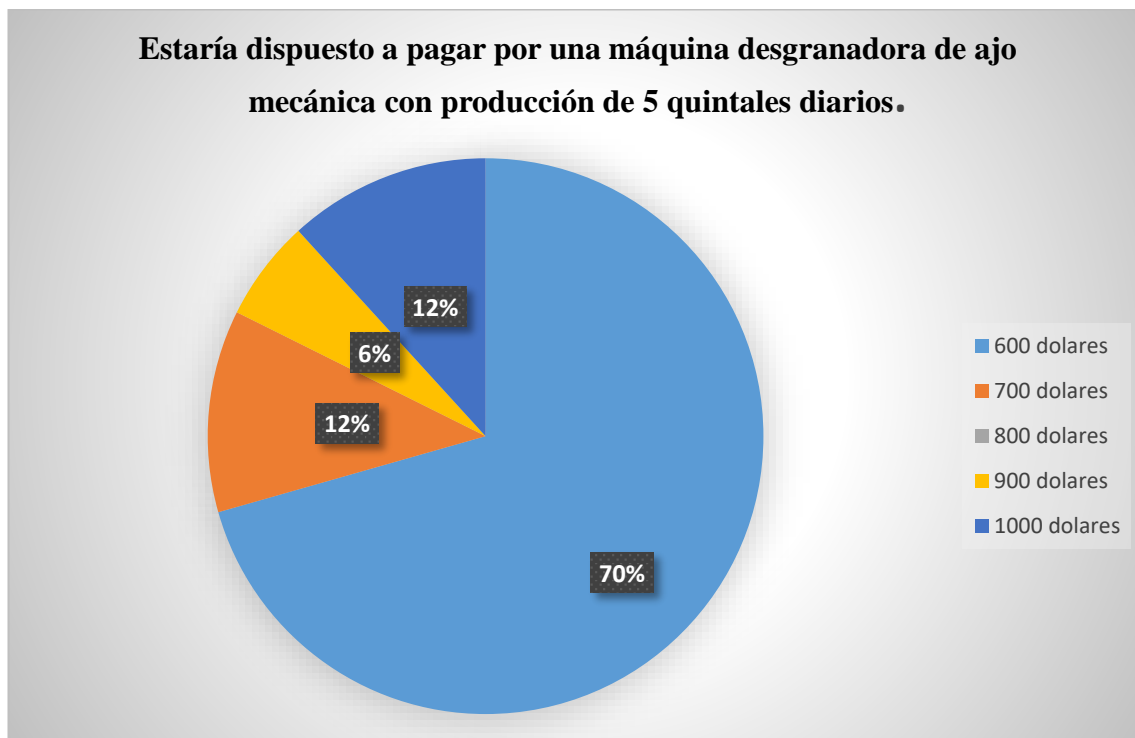


Gráfico 10 Dispuestos a pagar por una máquina.

Fuente: Autor

Análisis

En el Gráfico 10, expresa que el 70% de las personas encuestadas dicen que estarían dispuestos a pagar 600 dólares por la máquina, 12% expresa que si estaría dispuesto a pagar los 700 dólares, al igual que el mismo porcentaje de personas estarían dispuestos a pagar los 1000 dólares, el 6% dice que si están en las posibilidades de pagar 900 dólares por la máquina y ninguna persona pagaría por la máquina 800 dólares.

Cálculos para la capacidad de producción.

Los datos obtenidos durante las entrevistas del consumo de ajo para la siembra durante tres meses a cada familia en la parroquia de Pilahuin es:

Tabla 7 Consumo de ajos desgranados trimestralmente.

FAMILIAS	DEMANDAS (q) (TRIMESTRAL)
TOALOMBO	30
CAIZA	40
CAPUZ	35
LLANGANATE	25
AGUAGALLO	30
TASNA	40
PUZULLE	25
WASCO	40
TOALOMBO	20
PACARI	35
MASABANDA	30
TOALOMBO	25
MOPOSITA	35
PILAMUNGA	20
AGUALONGO	35
BARRIONUEVO	40
TIGSELEMA	30

Fuente: Parroquia Pilahuin.

En donde se determina que utilizaron durante los tres meses una cantidad de 505 quintales entre todas las familias.

$$P = \frac{505q}{60 \text{ dia}} = 7.01q/\text{dia}$$

Mediante esto se procede a construir una máquina desgranadora de ajo que pueda cubrir con esta demanda diaria de 8.41 quintales diarios.

Los datos obtenidos del PLAN DE DEDARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2015-2020) en la parroquia de Pilahuin, tiene unos datos en donde

especifica que la parroquia Pilahuin tiene un área de producción para el ajo de 117 hectáreas y sabiendo que para la siembra de una hectárea de terreno se consume 22 quintales de semilla de ajo, se procede a determinar la capacidad de producción.

$$\text{Cantidad de semilla necesaria anualmente} = \frac{22q}{he} * 117 he = 2574q$$

Los 2574 quintales que consumen durante un año se procede a dividir para los 240 días laborables del año se tiene:

$$\text{Cantidad de semilla} = \frac{2574q}{264\text{día}} = 9.75 q/\text{día}$$

Por lo tanto un parámetro de diseño se tomaría una cantidad de 10 quintales diarios, pero su diseño será de 5 quintales al día debido a costos y espacios.

Descripción de la máquina desgranadora de ajo.

Para el diseño y construcción de la máquina se pretende utilizar un motor eléctrico, poleas y rodamientos que nos ayuden en la transmisión de revoluciones y fuerza, además de utilizar materiales industriales no necesariamente inoxidable debido a que su producción es netamente para semilla y no de consumo.

También la selección de rodamientos será un factor muy importante para garantizar su buen funcionamiento.

Para mantener la máquina en excelente estado se desarrollará un manual que ayude a la utilización de la desgranadora de ajo y otro manual que nos ayude al mantenimiento y revisión de la máquina.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Diseño mediante el programa sólídworks 2017

En este punto se utiliza un programa llamado sólídworks 2017 con la intención de plasmar el diseño que se tiene en mente. Dando como resultado el siguiente gráfico.

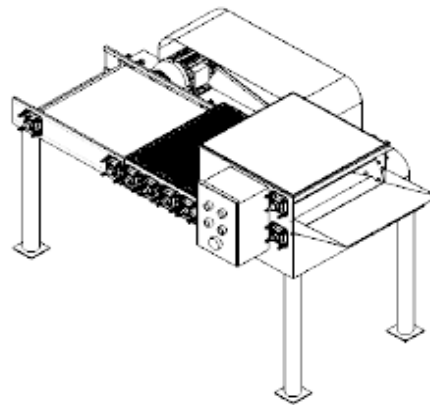


Figura 3 Diseño mediante sólídworks
Fuente: Autor

Planos de la máquina desgranadora de ajo

Con la ayuda del programa sólídworks se obtiene los planos, a continuación se presenta la vista frontal, superior y lateral de la máquina desgranadora de ajo, la cual se encuentra en el área de Anexos, detallando las medidas de los elementos utilizados, su peso y sobre todo la cantidad sé que requiere para la construcción de la máquina.

Diseño y selección de los elementos.

A continuación le presenta en unas hojas los elementos que fueron construidos y ensamblados en la máquina desgranadora de ajo.

Diseño y construcción de la máquina desgranadora de ajo.

Diseño

Construcción de una desgranadora de ajos, el peso estimado es de 10,24N durante el transcurso de los ajos y para desgranar las cabezas de ajo necesita soportar la banda un peso de 39,2N, la banda debe moverse a 0,13 m/s, 0,1 m/s cada velocidad corresponde a unas bandas diferentes siendo la primera banda una longitud total de 1,06 metros la siguiente banda una longitud total de 1,02 metros

Calcular la potencia del motor, los ejes, rodamientos, los diámetros de las poleas, las dimensiones de las bandas.

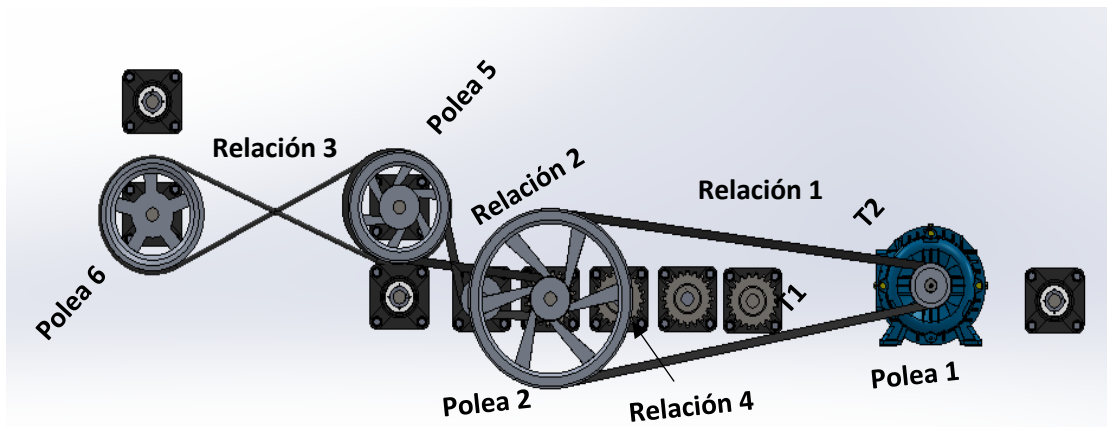


Figura 4 Diagrama Cinemático.

Fuente: Autor.

Cálculo de dosificación.

Cantidad=500Lb

Tiempo= 480 min

Para el cálculo de la dosificación que se debe realizar cada minuto se expresa en la siguiente formula tomada del libro Prontuario de agricultura de Mateo Box.

$$Dosificación = \frac{cantidad}{Tiempo} \quad (\text{Ec: 1})$$

$$\text{Dosificación} = \frac{500\text{Lb}}{480 \text{ min}} = 1,04\text{lb/min}$$

Datos:

$$V1 = 0,25 \frac{m}{s}$$

$$V2 = 0,13 \frac{m}{s}$$

$$V3 = 0,1 \frac{m}{s}$$

Cálculos de velocidades angulares

Para este apartado se utiliza una fórmula sacada del libro de de algebra y trigonometría de J Sullivan

$$V1 = W1r \quad (\text{Ec: 2})$$

En donde:

V1: Velocidad lineal.

W1: Velocidad angular.

r: Radio.

De la ecuación 2 se despeja la velocidad angular quedando de la siguiente manera.

$$W1 = \frac{v1}{r} \quad (\text{Ec: 3})$$

$$W1 = \frac{0,25 \frac{m}{s}}{0,035m}$$

$$W1 = 7,14 \frac{rev}{s} * 60$$

$$W1 = 428,57 \frac{rev}{min}$$

La velocidad angular para los rodillos de la primera etapa es de 428,57 rev/min, esta velocidad será igual a la velocidad de la banda superior.

$$V2 = Wr$$

$$W2 = \frac{v1}{r}$$

$$W2 = \frac{0,13 \frac{m}{s}}{0,035m}$$

$$W2 = 3,71 \frac{rev}{s} * 60$$

$$W2 = 222,85 \frac{rev}{min}$$

La velocidad angular para los rodillos de la segunda etapa es de 222,85 rev/min.

Esta velocidad permite retirar la cascara del ajo y dejar solo los granos.

$$V3 = W3r$$

$$W3 = \frac{V3}{r}$$

$$W3 = \frac{0,1 \frac{m}{s}}{0,035m}$$

$$W3 = 2,85 \frac{rev}{s} * 60$$

$$W3 = 171,43 \frac{rev}{min}$$

La velocidad angular para los rodillos de la tercera etapa es de 171,43 rev/min.

Esto permite que se pueda clasificar los ajos que presenten daños durante el desgranado de ajo o por lecciones durante la cosecha.

Calculo de la fuerza tangencial en el punto 1 y el punto 1.1

Para el cálculo de la fuerza tangencial se toma la siguiente fórmula extraída del libro diseño de ingeniería mecánica de Shigley.

$$Ft = \mu r * g * (m1 + mb + mr) \quad (\text{Ec: 4})$$

m1= Masa de los ajos en la banda.

mb= Masa de la banda.

mr= Masa de rodillo.

μr : Coeficiente de rozamiento.

g: Gravedad.

Peso de la banda

Fabricante de la masa de la banda=2,5 Kg/m²

Longitud total de la banda l= 106 cm=1,06m

Ancho de la banda l= 49cm=0,49m

La quinta ecuación permite calcular la masa de la banda a utilizar, tomada la ecuación del catálogo de bandas Rexon

$$mb = mbf * lt * a \quad (\text{Ec: 5})$$

En donde

Mbf= masa de la banda del fabricante

lt: longitud total de la banda.

a: Ancho de la banda.

$$mb = 2,5 \frac{Kg}{m^2} * 1,06m * 0,49m$$

$$mb = 1,29Kg$$

$$Peso\ banda = mb * g$$

$$Masa\ de\ la\ banda_1 = 1,29Kg$$

$$Gravedad = 9,8\ m/s^2$$

$$Peso\ banda = 1,29Kg * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$Peso\ banda = 12,72\ N$$

Entonces, se utiliza la ecuación 4 para determinar la fuerza tangencial:

$$F_{t1} = \mu r * (w_1 + w_b + 2w_r)$$

$$F_{t1} = 0,033 * (10,24N + 12,72N + 2(24,47N))$$

$$F_{t1} = 2,37N$$

$$F_{tT} = 4,75N$$

Calculo de la potencia

Para el cálculo de la potencia se toma la siguiente ecuación extraída del libro Diseño de ingeniería mecánica de Shigley.

$$P = F * v \quad (\text{Ec: 6})$$

En donde

P= Potencia

F= fuerza tangencial en la primera etapa del desgranado de ajo.

V= velocidad.

$$P = 4,75N * 0,13 \frac{m}{s} = 0,62Watts = 0,000827Hp$$

Calculo de la fuerza para aplastar los granos de ajo.

Tabla 8 Fuerza de desgrane de ajo.

Determinación de la fuerza del ajo al desgranarse.		
# de muestra	Área del ajo (mm ²)	Peso del ajo al aplastar.
1	25	8.2
2	22	7.7
3	29	8.1
4	30	9.9
5	32	10.3
6	32	10.1
7	28	9.1
8	25	8
9	24	7.8
10	29	9.4
11	27	8.2
12	27	8.1
13	33	10.2

Determinación de la fuerza del ajo al desgranarse.		
# de muestra	Área del ajo (mm ²)	Peso del ajo al aplastar.
14	26	8.1
15	25	8
16	25	7.8
17	29	8.8
18	30	10
19	22	7.1
20	27	8.1
Total		173

Fuente: Autor.

Promedio de fuerzas obtenidas al momento de aplastar= 8,65 Lb.

$F_t = \text{Peso del ajo al momento de aplastar}$

$F_t = \text{Peso del ajo al aplastar} * \# \text{ de ajos}$

$F_t = 39,2N * 35$

$F_t = 1372N$

Calculo de la potencia utilizando la ecuación 6.

$P = F * v$

$P = 1372N * 0,13 \frac{m}{s} = 178,36Watts = 0,24Hp$

Calculo de la fuerza tangencial en el punto 2 utilizando la ecuación 4.

$F_{t2} = \mu r * g * (m1 + mb + mr)$

$F_{t2} = \mu r * (w1 + wb + wr)$

$F_{t2} = 0,033 * (10,24N + 9,64N + 4(23,89N))$

$F_{t2} = 3,81N$

Calculo de la potencia utilizando la ecuación 6.

$$P = F2 * v$$

$$P = 3,81N * 0,25 \frac{m}{s} = 0,953Watts = 0,00127Hp$$

Calculo de la fuerza tangencial en el punto 3 utilizando la ecuación 4.

$$Ft = \mu r * g * (m1 + mb + mr)$$

Peso de la banda

Fabricante de la masa de la banda=2,5 Kg/m²

Longitud total de la banda 1= 102 cm=1,02m

Ancho de la banda 1= 49cm=0,49m

$$mb = mbf * lt * a$$

$$mb = 2,5 \frac{Kg}{m^2} * 1,02m * 0,49m$$

$$mb = 1,25Kg$$

$$Peso\ banda = mb * g$$

Masa de la banda1= 1,25Kg

Gravedad= 9,8 m/s²

$$Peso\ banda = 1,25Kg * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$Peso\ banda = 12,24 N$$

$$Ft = \mu r * (w1 + wb + wr)$$

$$Ft = 0,033 * (10,24N + 12,24N + 2(24,47N))$$

$$Ft = 2,36N$$

Calculo de la potencia utilizando la ecuación 6.

$$P = F * v$$

$$P = 2,36N * 0,1 \frac{m}{s} = 0,24Watts = 0,00032Hp$$

Calculo de los rendimientos.

Rendimiento de las bandas trapezoidales: 0,9

Rendimientos de los rodamientos: 0,9999

Rendimiento de las bandas planas: 0,98

$$\eta T = \eta_{bandas\ trapezoidales} * \eta_{bandas\ planas} * \eta_{rodamientos} \quad (\text{Ec: 7})$$

$$\eta T = (0,9^2) * (0,98^3) * (0,9999^20)$$

$$\eta T = 0,76$$

El rendimiento total que tiene la maquina después de multiplicar las eficiencias en los diferentes bandas y rodamientos es de 0,76.

Potencia total

$$PT = P1 + P2 + P3 + P4$$

$$PT = 0,2415\ hp$$

Potencia del motor.

Potencia de entrada

Para el cálculo de la potencia de entrada se toma la siguiente fórmula extraída del libro diseño de ingeniería mecánica de Shigley.

$$\eta T = \frac{P_{st}}{P_e} \quad (\text{Ec: 8})$$

En donde:

ηT : Rendimiento total.

P_{st} : Potencia de salida total

P_e : Potencia de entrada.

De la ecuación 8 se despeja la potencia de entrada y se reemplaza.

$$P_e = \frac{P_s}{\eta T} \quad (\text{Ec: 9})$$

$$P_e = \frac{0,2415hp}{0,76}$$

$$P_e = 0,317 hp$$

$$P_e = 0,5hp$$

Potencia de entrada de acuerdo a las motores eléctricos que existen en el mercado
= 0,5 hp

Coefficiente de seguridad

Para el cálculo del coeficiente de seguridad se toma la ecuación 8

$$\eta T = \frac{0,5Hp}{0,327Hp}$$

$$\eta T = 1,53$$

Esto expresa que se tiene un coeficiente de seguridad de 1,53 en el motor seleccionado.

Selección de bandas y poleas.

Relación de transmisión 1.

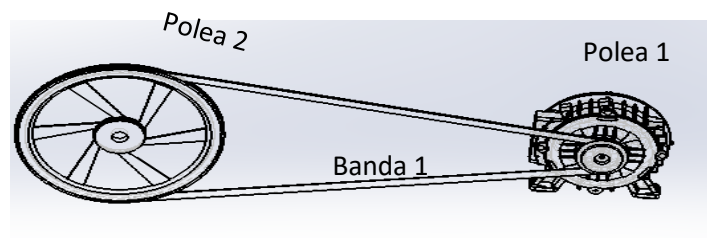


Figura 5 Relación de transmisión 1
Fuente: Autor.

Para el cálculo de la primera relación que está comprendida desde el motor con su primera polea (60mm) a la segunda polea (240mm). Esta ecuación se extrajo del libro de diseño de elementos de máquinas de Robert Mott.

$$i1 = \frac{\eta salida}{\eta entrada} \quad (\text{Ec:10})$$

En donde:

i1: relación de transmisión 1

η salida: Número de revoluciones de salida en minutos.

η entrada: Número de revoluciones de entrada minutos.

$$i1 = \frac{428,57 \frac{rev}{min}}{1750 \frac{rev}{min}}$$

$$i1 = 0,25$$

Al calcular la primera relación de transmisión se procede a calcular los diámetros sabiendo que el primer diámetro de la polea es de 60 mm, este valor es recomendado por las bandas STANDARD DIAMETER para así aumentar su vida útil. La ecuación se extrajo del libro de diseño de elementos de máquinas de Robert Mott.

$$\frac{D1}{D2} = i \quad \text{(Ec:11)}$$

En donde

D1= diámetro primario

D2= Diámetro secundario

i= Relación de transmisión.

De la ecuación 11 se despeja el diámetro 2 y se reemplaza los valores, entonces:

$$D2 = \frac{D1}{i} \quad \text{(Ec:12)}$$

$$D2 = \frac{60mm}{0,25}$$

$$D2 = 240mm$$

Como si existe en el mercado instalar esta polea con la dimensión exacta.

Número de revoluciones en el eje 2

Para el cálculo del número de revoluciones en la segunda polea, se utiliza la ecuación que se extrajo del libro de Diseño de elementos de máquinas de Robert Mott.

$$i = \frac{\eta2}{\eta1} \quad \text{(Ec:13)}$$

En donde

i: Relación de transmisión

η_2 : Número de revoluciones en la segunda polea

η_1 : Número de revoluciones en la Primera polea.

De la ecuación 12 se despeja el número de revoluciones en la segunda polea (**η_2**) y se procede a reemplazar los valores conocidos.

$$\eta_2 = i * \eta_1$$

$$\eta_2 = 0,25 * 1750 \frac{rev}{min}$$

$$\eta_2 = 437,5 \frac{rev}{min}$$

Determinación de la correa a utilizar en el punto entre el motor y la pole 1

Para esto hay que tomar en cuenta que es un motor eléctrico sincrónico en donde el valor de **K=1.0**:

Sabiendo que tiene un número de vueltas en el punto 1 es de: $W1 = 428,57 \frac{rev}{min}$

Y la relación de transmisión es de: $i = 0,25$

Las ecuaciones que se utilizan para el cálculo de las bandas son extraídas del libro de Diseño mecánico de Shigley.

Potencia que se encuentra en el eje principal.

$$HPEJE 2 = HPentrada * \eta_{total} = \left(\frac{1}{2}\right) HP x 0,76 = 0.38 HP \quad (\text{Ec:14})$$

En donde:

HPeje2: Potencia en el eje 2 o eje principal.

HPentrada: Potencia de entrada.

η_{total} : Eficiencia total.

Calculo de la potencia efectiva creada en el eje principal.

$$HP_{efectiva} = HPEJE \times 2 \times K$$

En donde:

HP_{efectiva}: Potencia efectiva.

Hpeje2: potencia en el eje principal.

K: Constante por un motor síncrono

$$HP_{efectiva} = 0.38H_p \times 1.0 = 0.38H_p * \frac{0.7457KW}{H_p} = 0.283KW$$

En la Figura N° 6 se visualiza la selección del tipo de correa, misma que es verificada con el valor de HP efectiva antes calculado de 0,283 KW, para su comparación en la figura.

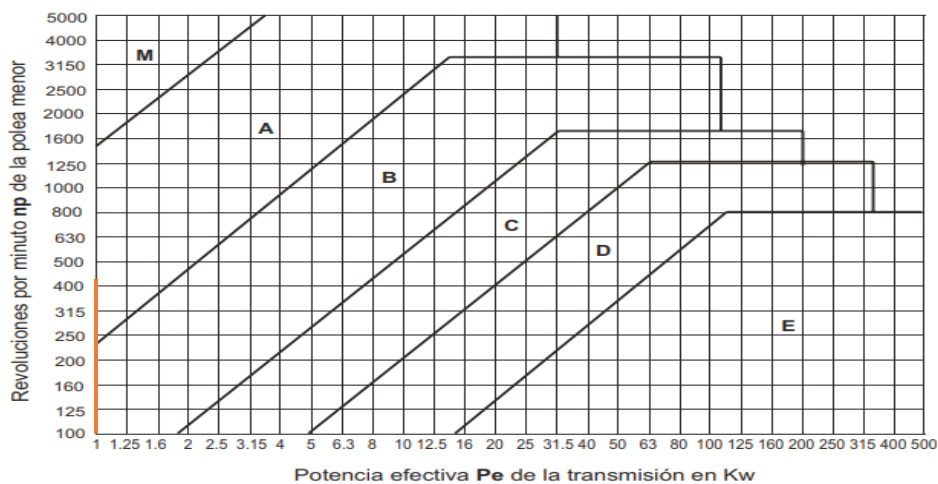


Figura 6 Selección de la sección de las correas clásicas

Fuente: (REXON, 2014)

Entonces para esta relación se toma la banda sección A tipo V

Para que la correa no se doble de una forma excesiva no se debe colocar una polea inferior a los mínimos recomendados, entonces con esta condición se selecciona la correa “STANDARD DIAMETER = 60 mm”

Con los diámetros de las poleas se puede calcular el largo de la correa que se necesita.

$$L = (2C) + (1.57 \times (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c} \quad \text{(Ec:15)}$$

En donde:

L: Longitud total de la correa.

C: Distancia entre centros.

D_{pm}: Distancia máxima

D_{pc}: Distancia mínima.

$$\text{Distancia minima} = 0.7 (D + d) \quad (\text{Ec:16})$$

En donde:

D: Diámetro mayor de las poleas.

d: Diámetro menor de las poleas

$$\text{Distancia minima} = 0.7(240 + 60) = 210 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia máxima} = 2(D + d) \quad (\text{Ec:17})$$

En donde:

D: Diámetro mayor de las poleas.

d: Diámetro menor de las poleas

$$\text{Distancia maxima} = 2(240 + 60) = 600 \text{ mm}$$

Para ello se toma una medida intermedia entre los dos valores siendo este de 305mm

Al despejar las incógnitas anteriores se procede a reemplazar los datos en la Ecuación 14.

$$L = (2C) + (1.57 \times (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c}$$

$$L = 2(305\text{mm}) + (1.57 \times (240 + 60)) + \frac{(240 - 60)^2}{4(305)}$$

$$L = 1154.77\text{mm} = 1.154\text{m}$$

Con la longitud obtenida se dirige al catálogo de correas industriales sección A y se tiene que la banda para este punto es una A46 con una longitud de 1168mm.

Tabla 9 Catálogo de bandas A

Tipo de banda	Distancia máxima	Distancia mínima.
A45	1143	1176
A45,50	1156	1189
A46	1168	1201
A46,50	1181	1214
A47	1195	1227

Fuente: (DAYCO, 2010)

Tensión en las bandas.

Velocidad en línea de paso de polea 2

$$v = \pi d n$$

(Ec:18)

En donde:

V: velocidad lineal.

d: Diámetro de la polea.

n: Número de revoluciones.

$$v = \pi (240mm) \left(428,57 \frac{rev}{min}\right) = 323134,18 \frac{mm}{min} = 1060,15 \frac{pies}{min}$$

Tabla 10 Selección del valor Kc de la banda A46

Sección de la banda	Kb	Kc
A	220	0,561
B	576	0,965
C	1600	1716

Fuente: (G BUDYNAS , y otros, 2008)

$$F_c = kc \left(\frac{v}{1000}\right)^2 \quad (\text{Ec:19})$$

En donde:

Fc: Tensión circunferencial debido a la fuerza centrífuga

Kc: Constante tomada de la tabla 8.

V: Velocidad lineal.

$$F_c = 0.561 \left(\frac{1060,15 \frac{\text{pies}}{\text{min}}}{1000} \right)^2 = 0,63 \text{ lbf}$$

Para determinar las tensiones que se generan en las correas se puede determinar mediante la siguiente ecuación 20.

$$\frac{F_2 - F_c}{F_1 - F_c} = e^{f\phi} \quad (\text{Ec:20})$$

En donde:

F1: Tensión Inicial

F2: Tensión Secundaria

Fc: Tensión circunferencial debido a la fuerza centrífuga

E: Constante de Euler

F: Factor de fricción entre la polea y correa.

ϕ: Ángulo de contacto

Para el cálculo del ángulo de contacto de una transmisión abierta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\phi = \theta d = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \frac{D-d}{2C} \quad (\text{Ec:21})$$

En donde:

ϕ: Ángulo de contacto

D: Diámetro de polea mayor.

d: Diámetro de polea menor.

C: Distancia entre centros.

Mediante la ecuación 21 se procede a reemplazar los datos para obtener el ángulo de contacto de las correas.

$$\theta d = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \left(\frac{240\text{mm} - 60\text{mm}}{2(305\text{mm})} \right)$$

$$\theta d = 2.54\text{rad}$$

$f=0.5123 \rightarrow$ Factor de fricción caucho sobre aluminio.

Al calcular la tensión circunferencial, el ángulo de contacto y su factor de fricción, se procede a reemplazar en la Ecuación 20.

$$\frac{F2 - 0.63}{F1 - 0.63} = e^{(0.5123 \times 2.54)}$$

$$\frac{F2 - 0.63}{F1 - 0.63} = 3.67$$

$$F2 - 0.63 = 3,67F1 - 2,31)$$

$$\text{Primera ecuación: } F2 = 3.67F1 - 1,68 \quad (\text{Ec:22})$$

Mediante la siguiente Ecuación 22 se obtiene la siguiente parte para determinar las tensiones de las correas.

$$Pe = \frac{(F2-F1)v}{33000} \quad (\text{Ec:23})$$

En donde:

Pe: Potencia de entrada

F1: Tensión Inicial

F2: Tensión secundaria.

V: Velocidad lineal.

De la Ecuación 23 se procede a despejar la tensión secundaria quedando como resultado la siguiente ecuación.

$$F2 - F1 = \frac{(33\ 000\ Pe)}{v} \quad (\text{Ec:24})$$

$$F2 - F1 = \frac{(33\ 000\ (0.5\text{hp}))}{1060,15 \frac{\text{pies}}{\text{min}}}$$

$$\text{Segunda ecuación: } F2 = 15.56 + F1 \quad (\text{Ec:25})$$

Al despejar las tensiones se procede a reemplazar la Ecuación 22 sobre la Ecuación 25, resultado de ello se presenta a continuación:

$$3.67F1 - 3.04 = 15.56 + F1$$

$$3,67F1 - F1 = 15.56 + 1,68$$

$$2.67F1 = 17,24$$

$$F1 = \frac{17,24}{2.67} = 6.45\text{ lbf}$$

Con este valor se reemplazó en la Ecuación 25 y se obtiene la tensión secundaria.

$$F2 = 15.56 + 6,45$$

$$F2 = 22,01\text{ lbf}$$

Una vez obtenido la tensión inicial y la tensión secundaria se procede a reemplazar en la ecuación 26. Para obtener la fuerza resultante.

$$Fr = F1 + F2 \quad (\text{Ec:26})$$

$$Fr = 6.45\text{ lbf} + 22.01\text{ lbf}$$

$$Fr = 28,46\text{ lbf}$$

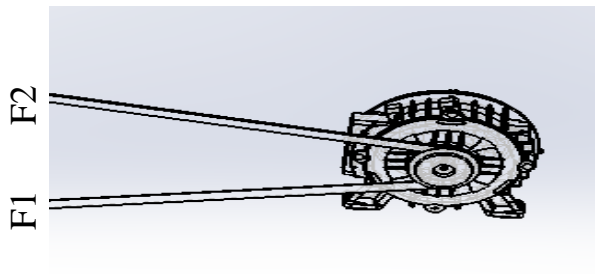


Figura 7 Representación de las fuerzas en el eje 2.
Fuente: Autor.

Relación de transmisión 2

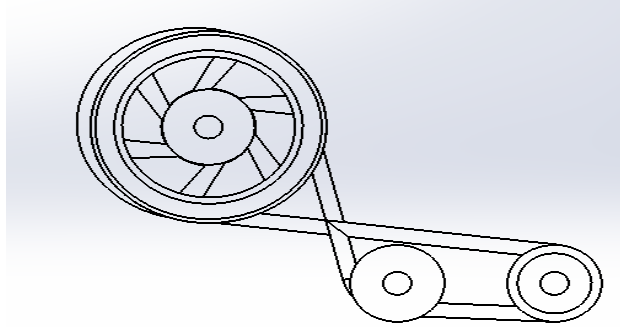


Figura 8 Relación de transmisión 2.
Fuente: Autor.

Para el siguiente cálculo se procede a utilizar la ecuación 10.

$$i2 = \frac{\eta \text{ salida}}{\eta \text{ entrada}}$$

$$i2 = \frac{222,85 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{428,57 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$i2 = 0,519$$

Determinación del diámetro 4 de la polea utilizando la ecuación 12.

$$\frac{D3}{D4} = i2$$

$$D4 = \frac{D3}{i2}$$

$$D4 = \frac{60\text{mm}}{0,519}$$

$$D4 = 115,387\text{mm}$$

El diámetro de este no se encuentra en el mercado por ende se utiliza un diámetro que se encuentre en stock siendo este de 150mm

Determinación de la correa a utilizar en el punto entre la polea 3 y la polea 5.
Para esto hay que tomar en cuenta que es un motor eléctrico sincrónico en donde el valor de **K=1.0**:

Sabiendo que tiene un número de vueltas en el punto 1 es de: $W2 = 222,85 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$

Y la relación de transmisión es de: $i_2 = 0,519$

$$HPEJE5 = HP_{entrada} * \eta_{total} = 0.38 \text{ HP} * 0,76 = 0.288 \text{ HP}$$

$$HP_{efectiva} = HPEJE5 * K$$

$$HP_{efectiva} = 0.288 \text{ HP} * 1.0 = 0.288 \text{ HP} * \frac{0.7457 \text{ KW}}{HP} = 0.21 \text{ KW}$$

En la Figura N° 9 se visualiza la selección del tipo de correa, misma que es verificada con el valor de HP efectiva antes calculado de 0,21 KW, para su comparación en la figura.

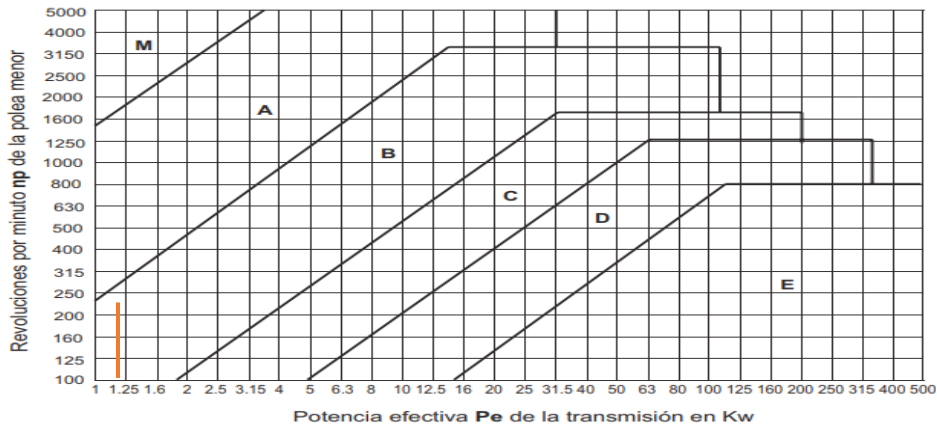


Figura 9 Selección de la banda para tipo B
Fuente: (REXON, 2014)

Entonces para esta relación se escoge la banda sección B tipo planas.

Con los diámetros de las poleas se puede calcular el largo de la correa que se necesita, para ello se utiliza la ecuación 15 y para la distancia mínima la ecuación 16 al igual que la distancia máxima se utiliza la ecuación 17.

$$L = (2C) + (1.57 * (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c}$$

$$\text{Distancia mínima} = 0.7 (D + d)$$

$$\text{Distancia mínima} = 0.7(150 + 60) = 147 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia máxima} = 2(D + d)$$

$$\text{Distancia máxima} = 2(150 + 60) = 420 \text{ mm}$$

Dados los rangos entre mayor y menor seleccione un valor entre estos dos valores siendo así: 290mm

$$L = (2C) + (1.57 \times (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c}$$

$$L = 2(290mm) + (1.57 \times (150 + 60)) + \frac{(150 + 60)^2}{4(290)}$$

$$L = 947,71mm = 0,9477m$$

Con la longitud obtenida se dirige al catálogo de correas industriales sección PK y se obtiene que la banda para este punto es una 4PK con una longitud de 950mm.

Tabla 11 Selección de la Banda 4PK 950.

Tipo de banda	Distancia
4PK 760	762
4PK 810	810
4PK 950	950
4PK1070	1070
4PK	1125

Fuente: (Dongil super star, 2003)

Tensión en las bandas.

Velocidad en línea del paso de patea 3 utilizando la ecuación 18.

$$v = \pi d n$$

$$v = \pi (60mm) \left(222,85 \frac{rev}{min} \right) = 42006,235 \frac{mm}{min} = 137,81 \frac{pies}{min}$$

Tabla 12 Selección del valor de Kc para la banda.

Sección de la banda	Kb	Kc
A	220	0,561
B	576	0,965
C	1600	1716

Fuente: (G BUDYNAS , y otros, 2008)

Para el siguiente cálculo se debe tener en cuenta la ecuación 19.

$$F_c = kc \left(\frac{v}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 0.965 \left(\frac{137,81 \frac{\text{pies}}{\text{min}}}{1000} \right)^2 = 0.018 \text{ lbf}$$

Para determinar las tensiones que se generan en las correas se puede determinar mediante la ecuación 20.

$$\frac{F_2 - F_c}{F_1 - F_c} = e^{f\phi}$$

Para el cálculo del ángulo de contacto de una transmisión abierta se determina mediante la ecuación 21.

$$\phi = \theta_d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C}$$

$$\theta_d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{150\text{mm} - 60\text{mm}}{2(200\text{mm})} \right)$$

$$\theta_d = 2,687 \text{ rad}$$

$f=0.5123 \rightarrow$ Factor de fricción caucho sobre aluminio.

$$\frac{F_2 - 0.018}{F_1 - 0.018} = e^{(0.5123 \times 2,687)}$$

$$\frac{F_2 - 0.018}{F_1 - 0.018} = 3,96$$

$$F_2 - 0.018 = 3,96(F_1 - 0.018)$$

Primera ecuación: $F_2 = 3,96F_1 - 0.052$ **(Ec:27)**

$$P_d = \frac{(F_2 - F_1)v}{33000}$$

$$F_2 - F_1 = \frac{(33000 P_d)}{V}$$

$$F_2 - F_1 = \frac{(33000 (0.5\text{hp}))}{137,81 \frac{\text{pies}}{\text{min}}}$$

$$\text{Segunda ecuación: } F2 = 119,73 + F1 \quad (\text{Ec:28})$$

Despeje de la tensión 1 reemplazando la ecuación 27 sobre la 28.

$$3,96F1 - 0,052 = 119,73 + F1$$

$$3,96F1 - F1 = 119,73 + 0,052$$

$$2,96F1 = 119,78$$

$$F1 = \frac{119,78}{2,96} = 40,46\text{ lbf}$$

Con este valor se reemplazó en la ecuación 28 y se obtiene la tensión 2.

$$F2 = 119,73 + F1$$

$$F2 = 160,19\text{ lbf}$$

Fuerza resultante para este procedimiento se utiliza la ecuación 26.

$$Fr = F1 + F2$$

$$Fr = 40,46\text{ lbf} + 160,19\text{ lbf}$$

$$Fr = 200,65\text{ lbf}$$

Relación de transmisión 3

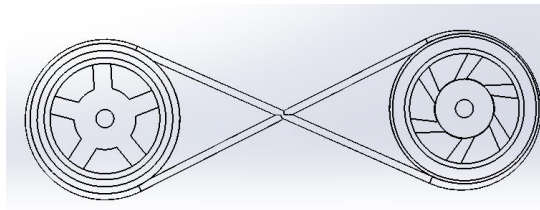


Figura 10 Relación de transmisión 3
Fuente: Autor.

$$i3 = \frac{\eta \text{ salida}}{\eta \text{ entrada}}$$

$$i3 = \frac{222,85 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{222,85 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$i3 = 1$$

$$\frac{D5}{D6} = i3$$

$$D6 = \frac{D5}{i3}$$

$$D6 = \frac{150\text{mm}}{1}$$

$$D6 = 150\text{mm}$$

Determinación de la correa a utilizar en el punto entre la polea 5 y la polea 6.
Para esto hay que tomar en cuenta que es un motor eléctrico sincrónico en donde el valor de $K=1.0$:

Sabiendo que tiene un número de vueltas en el punto 1 es de: $W2 = 222,85 \frac{rev}{min}$

Y la relación de transmisión es de: $i3 = 1$

$$HPEJE\ 6 = HP_{entrada} * \eta_{total} = 0.288\ \text{HP} * 0,76 = 0.218\ \text{HP}$$

$$HP_{efectiva} = HPEJE\ 6 * K$$

$$HP_{efectiva} = 0.218\ \text{HP} * 1.0 = 0.218\ \text{HP} * \frac{0.7457\ \text{KW}}{Hp} = 0.16\ \text{KW}$$

En la Figura N° 11 se visualiza la selección del tipo de correa, misma que es verificada con el valor de HP efectiva antes calculado de 0,16 KW, para su comparación en la figura.

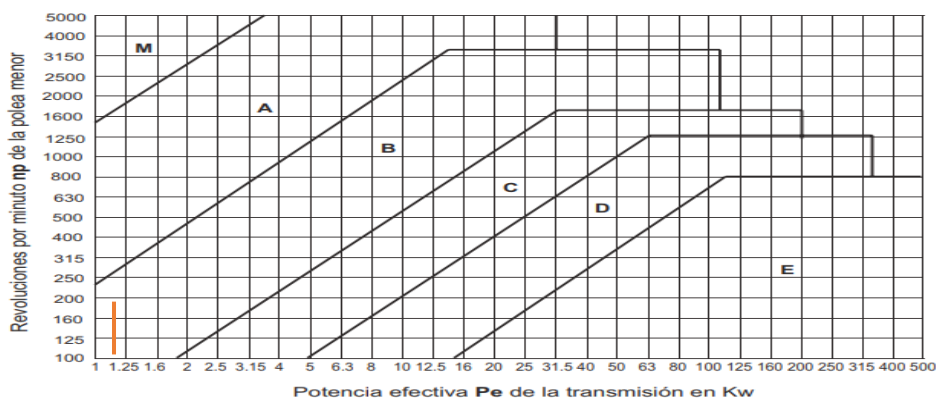


Figura 11 Selección de la sección de las correas clásicas tipo B
Fuente: (REXON, 2014)

Entonces para esta relación se escoge la banda sección A en tipo plana.

Con los diámetros de las poleas se puede calcular el largo de la correa que se necesita.

$$L = (2C) + (1.57 \times (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c}$$

$$\text{Distancia mínima} = 0.7 (D + d)$$

$$\text{Distancia mínima} = 0.7(150 + 150)\text{mm} = 210 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia máxima} = 2(D + d)$$

$$\text{Distancia máxima} = 2(150 + 150)\text{mm} = 600\text{mm}$$

Para ello se sacó un promedio entre las dos distancias y se tiene: 255mm

$$L = (2C) + (1.57 \times (D_{pm} + d_{pc})) + \frac{(D_{pm} - d_{pc})^2}{4c}$$

$$L = 2(255\text{mm}) + (1.57 \times (150 + 150)) + \frac{(150 - 150)^2}{4(255)}$$

$$L = 1244,38\text{mm} = 1,244\text{m}$$

Con la longitud obtenida se dirigió al catálogo de correas industriales sección B y se tuvo que la banda para este punto es una PK con una longitud de 1255mm.

Tabla 13 Selección de la banda tipo B.

Tipo de banda	Distancia
5PK	990
5PK	1105
5PK	1200
5PK	1255
5PK	1750

Fuente: (Dongil super star, 2003)

Tensión en las bandas.

Velocidad en línea de paso de polea 3

$$v = \pi d n$$

$$v = \pi (150\text{mm}) \left(222,85 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) = 105015,58 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 344,53 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

$$F_c = k_c \left(\frac{v}{1000}\right)^2$$

Tabla 14 Selección del factor Kc de la banda B41.75

Sección de la banda	Kb	Kc
A	220	0,561
B	576	0,965
C	1600	1716

Fuente: (G BUDYNAS , y otros, 2008)

$$F_c = 0.965 \left(\frac{344,53 \frac{\text{pies}}{\text{min}}}{1000}\right)^2 = 0.1145 \text{ lbf}$$

$$\frac{F_2 - F_c}{F_1 - F_c} = e^{f\phi}$$

$$\phi = \theta d = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C}$$

$$\theta d = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \left(\frac{150\text{mm} - 150\text{mm}}{2(243\text{mm})}\right)$$

$$\theta d = 3,1416\text{rad}$$

$f=0.5123 \rightarrow$ Factor de fricción caucho sobre aluminio.

$$\frac{F_2 - 0.1145}{F_1 - 0.1145} = e^{(0.5123 \times 3.1416)}$$

$$\frac{F_2 - 0.1145}{F_1 - 0.1145} = 5$$

$$F_2 - 0.1145 = 5(F_1 - 0.1145)$$

Primera ecuación: $F_2 = 5F_1 - 0,45$

(Ec:29)

$$P_d = \frac{(F_2 - F_1)v}{33000}$$

$$F2 - F1 = \frac{(33\ 000\ \text{Pd})}{V}$$

$$F2 - F1 = \frac{(33000\ (0.5\text{hp}))}{344,53\ \frac{\text{pies}}{\text{min}}}$$

Segunda ecuación: $F2 = 47,89 + F1$ **(Ec:30)**

Despeje de la tensión 1 reemplazando la Ecuación 29 sobre la Ecuación 30.

$$5F1 - 0,45 = 47,89 + F1$$

$$5F1 - F1 = 47,89 + 0,45$$

$$4F1 = 48,34$$

$$F1 = \frac{48,34}{4} = 12,08\text{bf}$$

Con este valor se reemplazó en la segunda Ecuación y se obtiene F2

$$F2 = 47,89 + F1$$

$$F2 = 59,97\text{bf}$$

Fuerza total

$$Fr = F_1 + F_2$$

$$Fr = 12,08\text{bf} + 59,97\text{bf}$$

$$Fr = 72,05\text{bf}$$

.Relación de transmisión 4



Figura 12 Relación de la transmisión 4
Fuente: Autor.

$$i4 = \frac{\eta\ \text{salida}}{\eta\ \text{entrada}}$$

$$i4 = \frac{428,57\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{428,57\ \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$i4 = 1$$

$$\frac{D7}{D8} = i4$$

$$D8 = \frac{D7}{i}$$

$$D8 = \frac{70mm}{1}$$

$$D8 = 70mm$$

Tomando como un módulo de 3 dientes

$$m = \frac{D7}{N} \quad (\text{Ec:31})$$

En donde:

m: Modulo de dientes

D7: Diámetro del engrane.

N: Número de dientes.

De la ecuación 31 se despeja el número de dientes quedando como resultado lo siguiente.

$$N = \frac{D7}{m}$$

$$N = \frac{70 \text{ mm}}{3} = 23 \text{ dientes, como los diametros son los mismos, } D1 = D2$$

Razón del diente.

$$mg = \frac{Ng}{Np} = \frac{23 \text{ dientes}}{23 \text{ dientes}} = 1 \quad (\text{Ec:32})$$

En donde:

mg: Razón de dientes en un engrane.

Np: Número de dientes primitivos

Ng: Número de dientes primarios.

Paso circular del diente:

$$p = \pi m = \frac{\pi d}{N} \quad (\text{Ec:33})$$

En donde:

p: Paso circular de los dientes.

d: Diámetro de los engranes.

N: Número de dientes.

$$p = \frac{\pi(70mm)}{23 \text{ dientes}} = 9,56 \frac{mm}{\text{dientes}}$$

Paso diametral del diente

$$p = \frac{N}{d} = \frac{23 \text{ dientes}}{\frac{70mm}{25,4mm} \text{plg}} = 8,34 \frac{\text{dientes}}{\text{plg}} \quad (\text{Ec:34})$$

En donde:

p: Paso diametral del diente.

N: Número de dientes en el engrane.

d: Diámetro del engrane.

Distancia entre centros de engranes

$$C = \frac{dp+dg}{2} \quad (\text{Ec:35})$$

En donde:

C: Distancia entre centros de engrane.

N_p: Número de dientes primitivos

N_g: Número de dientes primarios.

$$C = \frac{70mm + 70mm}{2}$$

$$C = 70mm$$

Adendum del diente.

$$a = 1 * m(\text{diente normal}) \quad (\text{Ec:36})$$

$$a = 1 * 3 = 3mm$$

Debendum del diente

$$b = 1,25 * m(\text{diente normal}) \quad (\text{Ec:37})$$

$$b = 1,25 * 3 = 3,75mm$$

Profundidad del diente.

$$h = 2,25 * m(\text{diente normal}) \quad (\text{Ec:38})$$

$$h = 2,25 * 3 = 6.75mm$$

Velocidad en la línea de paso del engrane tomando en cuenta la ecuación 18.

$$v = \frac{\pi dn}{12}$$

$$v = \frac{\pi \frac{70mm}{25.4mm} plg * 428,57 \frac{rev}{min}}{12} = 309,21 \frac{plg}{min} * \frac{1pie}{12plg} = 25,76 \frac{pies}{min}$$

Potencia de salida de los engranes

$$P_{sal-eng} = \text{Perdidas bandas} * \text{Perdidas de engranes} * \text{Perdidas rodamiento} * \text{potencia de entrada.}$$

$$P_{sal-eng} = 0,96^2 * 0,99^2 * 0,999^2 * 0.5hp = 0,47 hp$$

Fuerza tangencial

$$F_t = \frac{33000P}{V} \quad (\text{Ec:39})$$

En donde

Ft: Fuerza tangencial

P: Potencia requerida

V: velocidad lineal.

$$F_t = \frac{33000P}{V} = \frac{33000 * 0.47hp}{25.76 \frac{pies}{min}} = 602,09lbf = 273,6Kf$$

Calculo de diámetro del primer eje sabiendo que se utiliza un material SAE 4130.

Las propiedades del material se encuentran en el Anexo 11.

Para determinar el diámetro del eje a utilizar es necesario también calcular el momento torsión en este punto, sabiendo que la fuerza tangencial en este eje es de 3,81N y su radio es de 25mm, entonces:

$$M_t = F * d \quad (\text{Ec:40})$$

En donde:

Mt: Momento torsión

F: Fuerza
d: distancia.

$$M_t = 3,81N * 0,025m$$

$$M_t = 0,095Nm$$

Diagrama de cuerpo libre

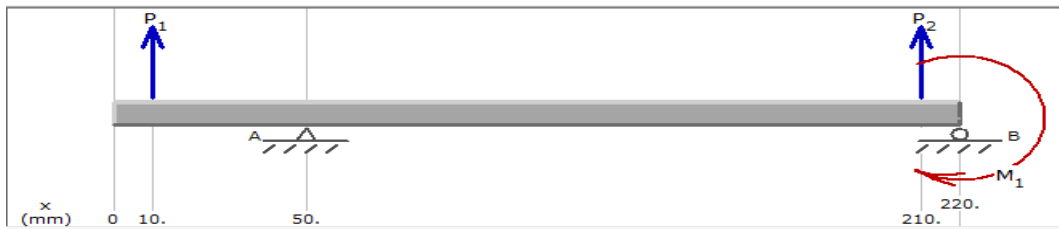


Figura 13 Diagrama de cuerpo libre
Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Esfuerzo cortante

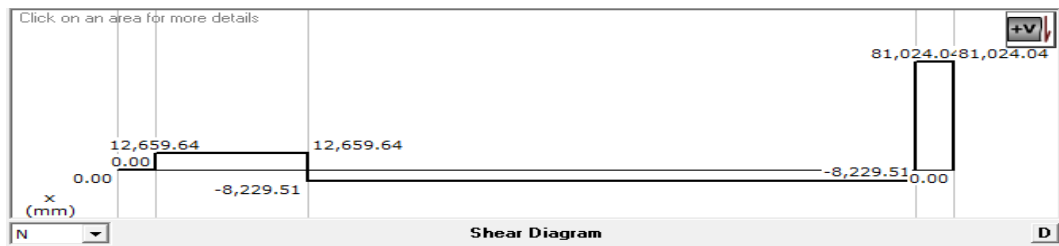


Figura 14 Esfuerzo cortante
Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la Figura 14 se determina con la ayuda de MDsolid 4.0 el esfuerzo cortante crítico es de 81.024N que es igual a 18,20Kg

Momento flector

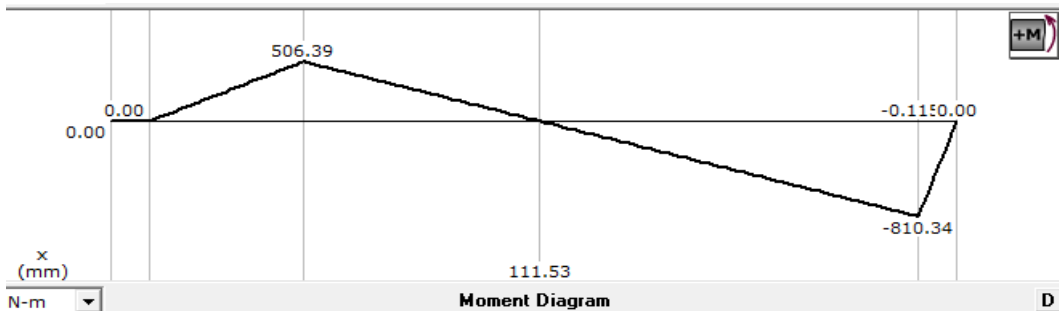


Figura 15 Momento flector.
Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la Figura 15 se termina con la ayuda de MDsolid 4.0 el momento flector crítico es de 111, 53 N m que es igual a 2506,29Kg-cm

Determinación del diámetro del eje.

Sabiendo que se utiliza un materia SAE 10-20 y cuyo coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32n}{\pi S_y} * (M^2 + \tau^2)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\} \quad (\text{Ec:41})$$

En donde:

d_{eje}: Diámetro del eje.

M: Momento flector.

τ : Esfuerzo cortante.

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32(0.76)}{\pi \left(2677 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} * \left((18,20\text{Kg})^2 + (2506,29\text{Kgcm})^2 \right)^{1/2} \right)^{1/3} \right\}$$

$$d_{eje} = 1.9 \text{ cm} = 19\text{mm}$$

Selección de rodamiento y cálculo de la vida útil.

H_p= 0.5 H_p

n=1720rpm

$$L_{10} = \left(\frac{C1}{P} \right)^a$$

(Ec:42)

En donde:

P=Fuerza radial= 81.024N =R_a tomado de la gráfica del esfuerzo cortante.

C1= Carga estática= 1,27KN=1270N

a= 3 para rodamientos de bola.

L₁₀=vida de cálculo (expectativa de vida con el 90% de probabilidad.

$$L_{10} = \left(\frac{1270N}{81.024N} \right)^3 = 3850,96 \text{ rev.}$$

Vida útil efectiva básica expresada en horas (h).

$$L_h = \frac{10^6 L_{10}}{60n} \quad (\text{Ec:43})$$

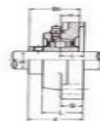
En donde:

L_n: Vida útil en horas (h)

n: Número de revoluciones.

$$L_h = \frac{10^6(3850,96 \text{ rev})}{60(1720 \text{ rev})} = 37315h = 4 \text{ años.}$$

Las chumaceras con un diámetro de 19,05mm debido a que el diámetro del eje calculado es de 19 mm.



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	C	C ₀	P ₀	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	—
12	21	5	1,74	0,915	0,039	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,91	1,46	0,062	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,1	60 000	38 000	0,021	‡ 6001
	30	8	5,07	2,36	0,1	60 000	38 000	0,026	‡ 6101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	‡ 6201
	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,06	‡ 6301
15	24	5	1,9	1,1	0,048	60 000	38 000	0,0065	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	‡ 6002
	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	‡ 6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	‡ 6202
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	‡ 6302
17	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	34 000	0,0075	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,016	‡ 61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	‡ 6003
	35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	‡ 6003

Figura 16 Catálogo de chumaceras

Fuente: (TIMKEN, 2015)

Mediante la Figura 16, se determina el diámetro del eje en la banda transportadora sabiendo el peso que soporta la banda al momento de aplastar es de 196 N que están distribuidos por una longitud de 490 mm

Diagrama de cuerpo libre

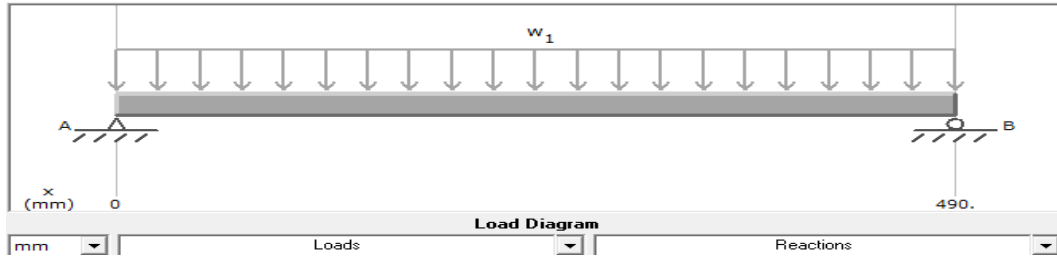


Figura 17 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Esfuerzo cortante

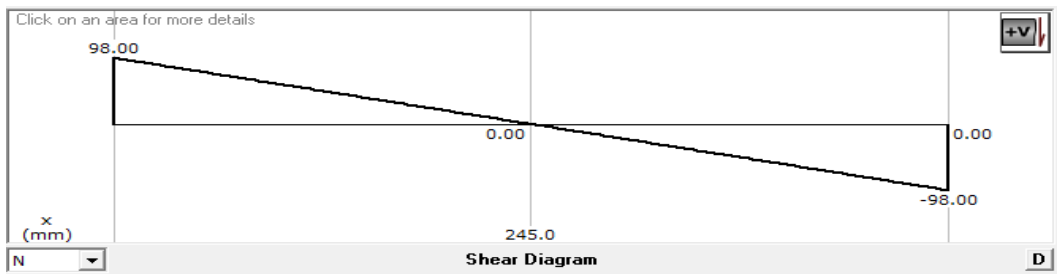


Figura 18 Esfuerzo cortante

Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la Figura 18, se determina con la ayuda de MDsolid 4.0 el esfuerzo cortante crítico es de 98N que es igual a 1000Kgf

Momento flector

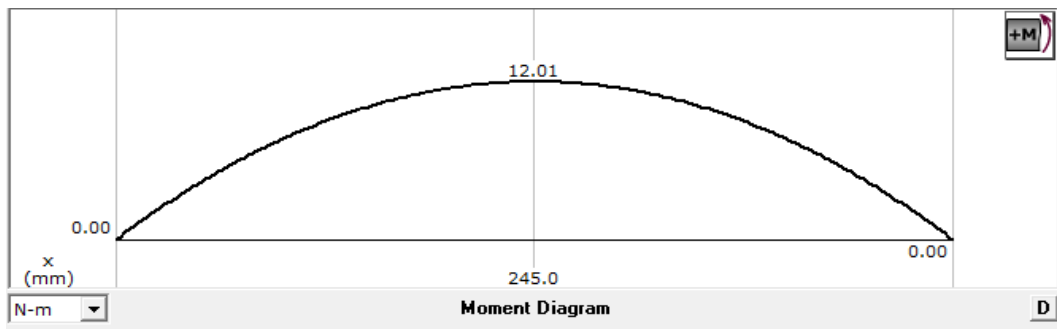


Figura 19 Momento flector.

Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la Figura 19, se determinó con la ayuda de MDsolid 4.0 el momento flector crítico es de 12.01 N m que es igual a 122.55 Kg-cm

Determinación del diámetro del eje.

Sabiendo que se utiliza un materia SAE 10-20 y cuyo coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32n}{\pi S_y} * (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32(0.76)}{\pi \left(2677 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} * ((1000\text{Kg})^2 + (122.55 \text{Kgcm})^2)^{1/2} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

$$d_{eje} = 1.4 \text{ cm} = 14\text{mm}$$

Selección de rodamiento y cálculo de la vida útil.

$$H_p = 0.5 H_p$$

$$n = 1720 \text{rpm}$$

P=Fuerza radial = 98N = Ra tomado de la gráfica del esfuerzo cortante.

C= Carga estática = 1.27KN = 1270N

a = 3 para rodamientos de bola.

L₁₀ = vida de cálculo (expectativa de vida con el 90% de probabilidad.

$$L_{10} = \left(\frac{C_1}{P} \right)^a$$

$$L_{10} = \left(\frac{1270\text{N}}{98\text{N}} \right)^3 = 2176 \text{ rev.}$$

Vida útil efectiva básica expresada en horas (h).

L_n = Vida útil en horas (h)

$$L_h = \frac{10^6 L_{10}}{60n}$$

$$L_h = \frac{10^6 (2176 \text{ rev})}{60 (1720 \text{ rev})} = 21088 \text{ h} = 2.4 \text{ años.}$$

Las chumaceras con un diámetro de 19,05mm aun sabiendo que el diámetro es de 14 mm y es debido a que su accesibilidad es más probable.

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-
12	21	5	1,74	0,915	0,039	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,91	1,46	0,062	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,1	60 000	38 000	0,021	* 6001
	30	8	5,07	2,36	0,1	60 000	38 000	0,026	* 16101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	* 6201
15	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,06	* 6301
	24	5	1,9	1,1	0,048	60 000	38 000	0,0065	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	* 16002
	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	* 6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	* 6202
17	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	* 6302
	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	34 000	0,0075	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,016	* 61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	* 16003
35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	* 6003	

Figura 20 Catálogo de chumaceras
Fuente: (TIMKEN, 2015)

BANDA DE TRANSPORTE 2

Determinar el diámetro del eje en la banda transportadora sabiendo el peso que soporta la banda al momento de transportar al ajo es de 10.24 N que están distribuidos por una longitud de 0.49 m

Diagrama de cuerpo libre

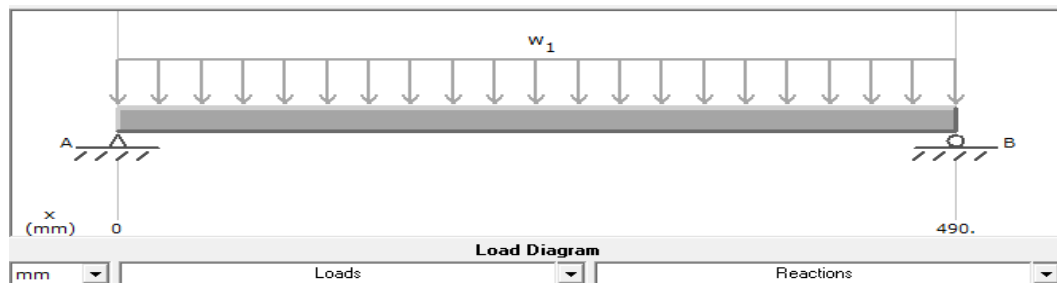


Figura 21 Diagrama de cuerpo libre
Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Esfuerzo cortante

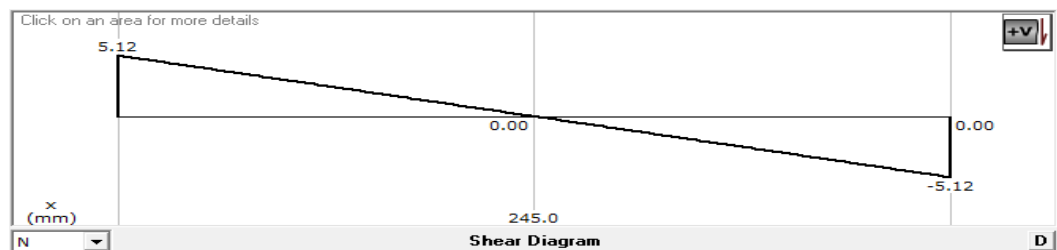


Figura 22 Esfuerzo cortante
Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la figura 35 se determinó con la ayuda de MDsolid 4.0 el esfuerzo cortante crítico es de 5.12 N que es igual a 52.24 Kgf.

Momento flector

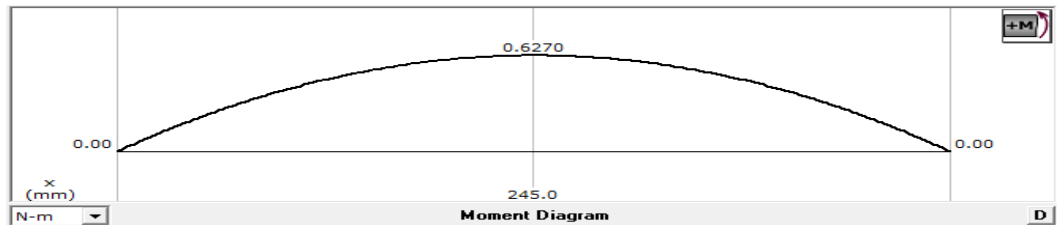


Figura 23 Momento flector.

Fuente: (Somosmecatronica, 2013)

Análisis

En la Figura 23 con la ayuda de MDsolid 4.0 se determina que el momento flector crítico es de 0.627 Nm que es igual a 6.39 Kg-cm

Determinación del diámetro del eje.

Sabiendo que se utiliza un materia SAE 10-20 y cuyo coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32n}{\pi S_y} * (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right) \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d_{eje} = \left\{ \left(\frac{32(0.76)}{\pi \left(2677 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} * ((52.24 \text{Kg})^2 + (6.39 \text{Kgcm})^2)^{\frac{1}{2}} \right) \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d_{eje} = 0.53 \text{ cm} = 5 \text{ mm}$$

Selección de rodamiento y cálculo de la vida útil.

$$H_p = 0.5 H_p$$

$$n = 1720 \text{ rpm}$$

P=Fuerza radial= 85.12 N=Ra tomado de la gráfica del esfuerzo cortante.

$$C = \text{Carga estática} = 1.1 \text{ KN} = 1100 \text{ N}$$

a= 3 para rodamientos de bola.

L₁₀=vida de cálculo (expectativa de vida con el 90% de probabilidad.

$$L_{10} = \left(\frac{C1}{P}\right)^a$$

$$L_{10} = \left(\frac{1100N}{85.12N}\right)^3 = 2158 \text{ rev.}$$

Vida útil efectiva básica expresada en horas (h).

L_n = Vida útil en horas (h)

$$L_h = \frac{10^6 L_{10}}{60n}$$

$$L_h = \frac{10^6(2158 \text{ rev})}{60(1720 \text{ rev})} = 20912h = 2.3 \text{ años.}$$

Las chumaceras con un diámetro de 19,05mm aun sabiendo que el diámetro es de 5 mm y es debido a que su accesibilidad.

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales	Masa	Designación	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.	kg	--	
12	21	5	1.74	0.915	0.039	70 000	43 000	0.0063	61801
	24	6	2.91	1.46	0.062	67 000	40 000	0.011	61901
	28	8	5.4	2.36	0.1	60 000	38 000	0.021	6001
	30	8	5.07	2.36	0.1	60 000	38 000	0.026	6101
	32	10	7.28	3.1	0.132	50 000	32 000	0.037	6201
	37	12	10.1	4.15	0.176	45 000	28 000	0.06	6301
15	24	5	1.9	1.1	0.048	60 000	38 000	0.0065	61802
	28	7	4.36	2.24	0.095	56 000	34 000	0.016	61902
	32	9	5.85	2.85	0.12	50 000	32 000	0.03	6002
	35	11	8.06	3.75	0.16	43 000	28 000	0.045	6202
	42	13	11.9	5.4	0.228	38 000	24 000	0.082	6302
17	26	5	2.03	1.27	0.054	56 000	34 000	0.0075	61803
	30	7	4.62	2.55	0.108	50 000	32 000	0.016	61903
	35	8	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	0.038	6003
	35	10	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	0.038	6003

Fuente: (TIMKEN, 2015)

Fuente: Autor.

Diseño de la estructura

Para este punto se diseña en el programa Solidworks mediante en el cual hay que tener en cuenta el tipo de material que se utiliza en la estructura, este acero es AISI SAE 4130.

Análisis estático de la estructura de la maquina desgranadora de ajo.

Para el análisis de la estructura se debe tener en cuenta los apoyos que van a soportar un peso de 26314.64 N, este peso será distribuido en todo el área de la estructura.

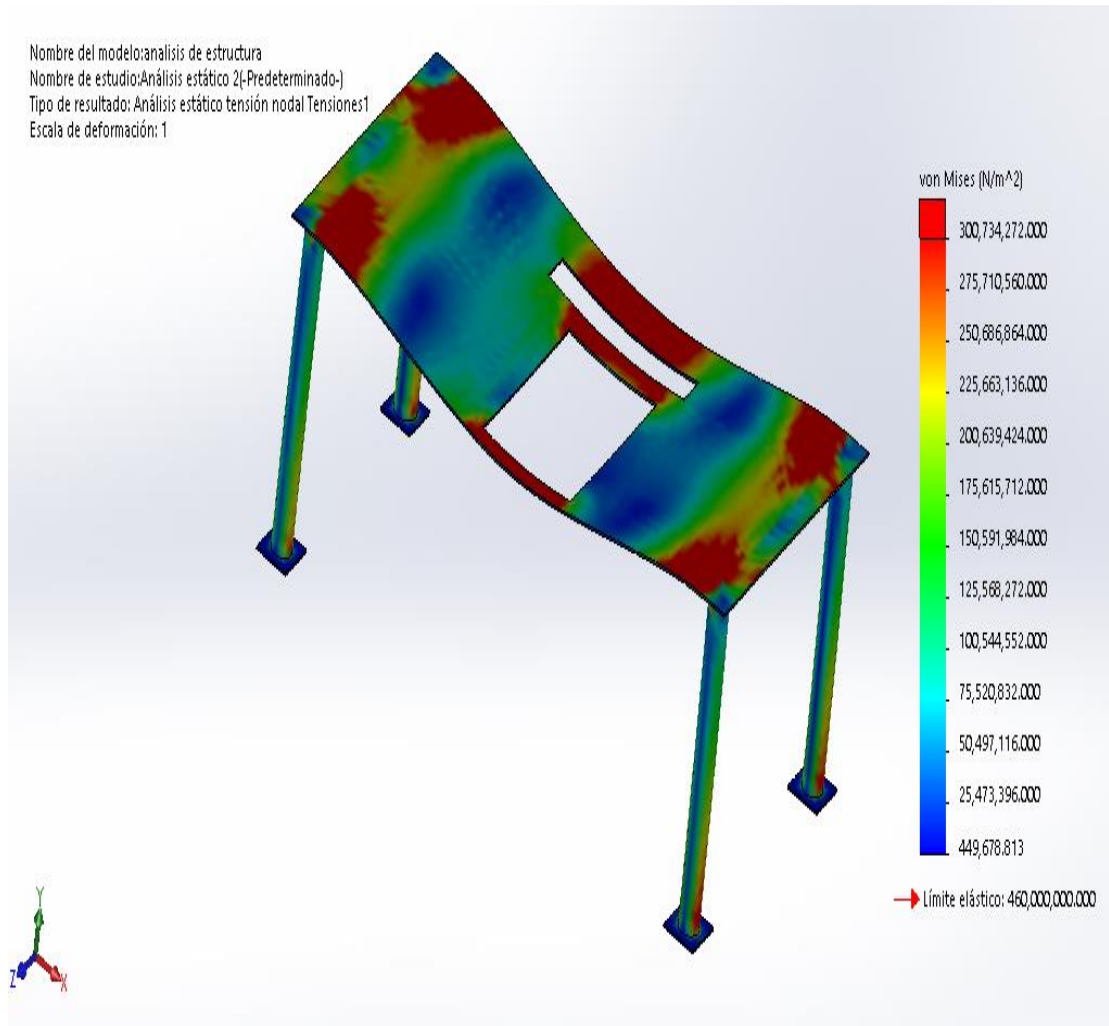


Figura 24 Desplazamiento estático

Fuente: Autor.

En la Figura 24, se puede apreciar que con un material AISI SAE 4130 una deformación máxima de 37,7 mm, en la parte central de la estructura en donde su ancho es menor, este material tiene un límite elástico de 460 MPa, y el límite elástico que se genera durante la simulación es de 300 MPa, lo que demuestra que la estructura soporta la carga de funcionamiento. Las medidas de la estructura de la desgranadora de ajo se encuentran en el Anexo 16.

En el análisis de factor de seguridad los valores obtenidos son:

Máximo de 10 FDS y un mínimo de 0.44 FDS, estos datos ayudan a entender cuál es el factor de seguridad crítico siendo de 0.44 FDS y el óptimo de 10 FDS. Este valor garantiza que el modelo es confiable para la carga que soporta.

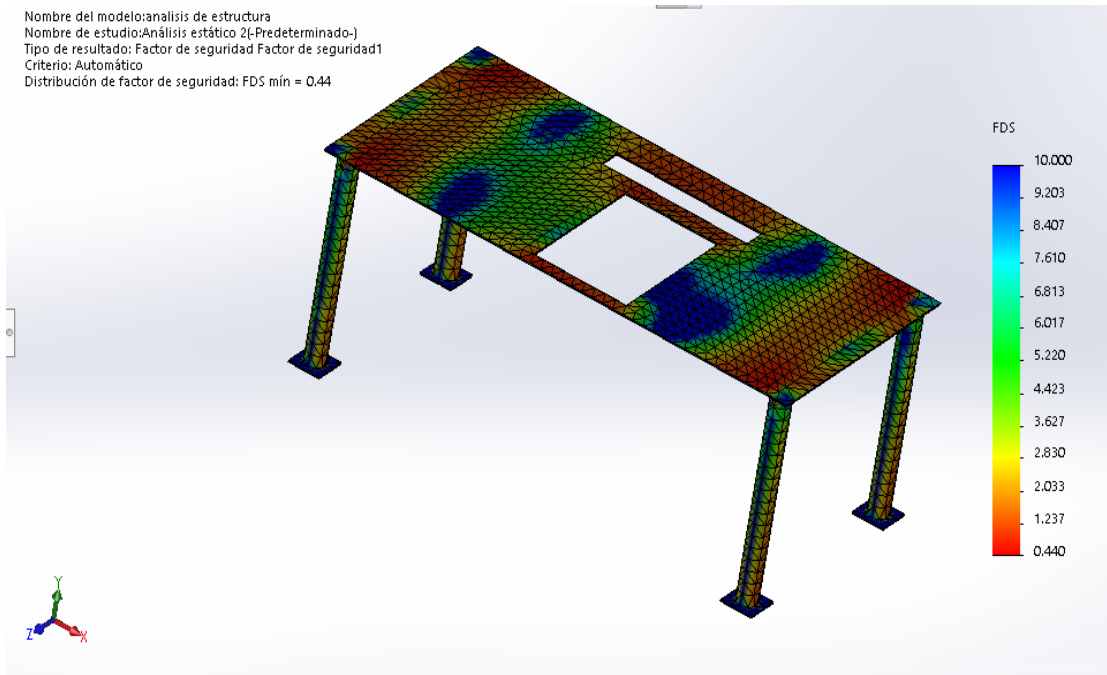


Figura 25 Determinación del factor de seguridad
 Fuente: Autor.

Análisis por fatiga

En la Figura 26 se puede apreciar el análisis de fatiga, como la estructura puede soportar la carga fluctuante de los ajos durante el proceso del desgranado de ajo. En donde se puede apreciar que su % mínimo de daño es de 0.200 en la estructura. Y la carga de fatiga máxima es 542,680 ciclos, siendo la fatiga máxima para diseño de 1000 ciclos, entonces no existe daños.

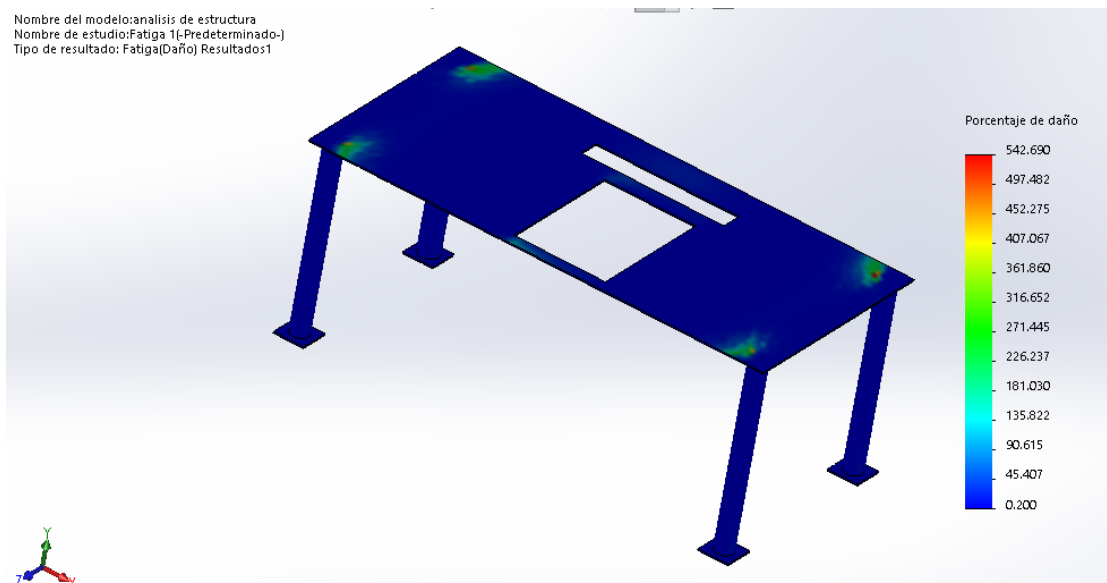


Figura 26 Análisis de fatiga
 Fuente: Autor.

Análisis estático del rodillo secundario

Para el análisis de la estructura se debe tener en cuenta los apoyos que van a soportar un peso de 126.64N, estos apoyos se encuentran a los extremos del rodillo, para esto se utiliza el análisis de esfuerzo por Von Mises.

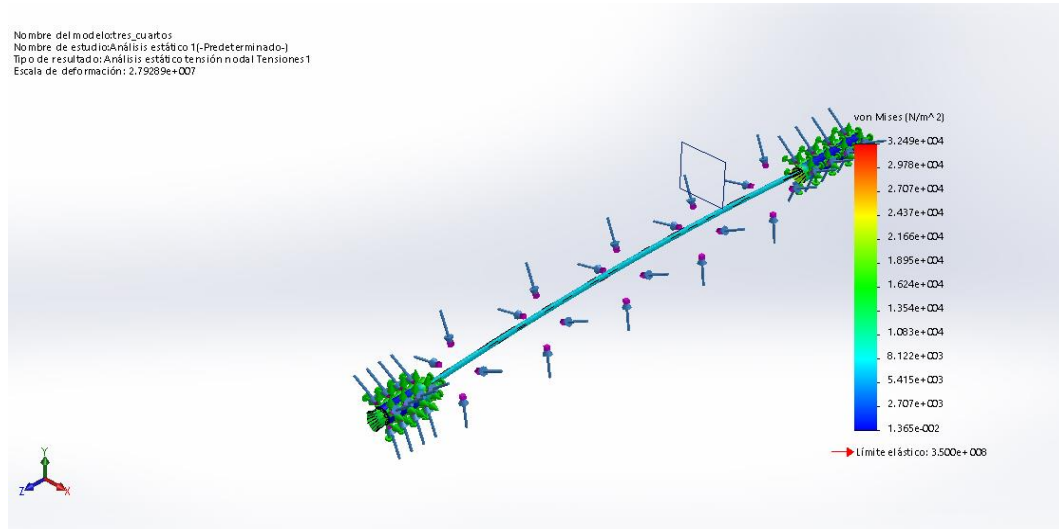


Figura 27 Análisis estático.

Fuente: Autor.

Interpretación.

En la figura 27, se observa una deformación máxima de 0.2 mm, en la parte central del eje, este material tiene un límite elástico de 350 MPa, y el límite elástico que se genera durante la simulación es de 324 MPa, lo que demuestra que el eje soporta la carga de funcionamiento

Factor de seguridad.

Después de ingresar las condiciones de funcionamiento del software se procede a ejecutar la simulación en donde expulsa los siguientes datos

En el análisis de factor de seguridad los valores obtenidos son los siguientes, Un máximo de 25 FDS y un mínimo de 10 FDS, este valor de coeficiente de seguridad puede garantizar que el modelo es confiable para la carga que soporta. En el Anexo 18, se puede apreciar las medidas de la Figura 28.

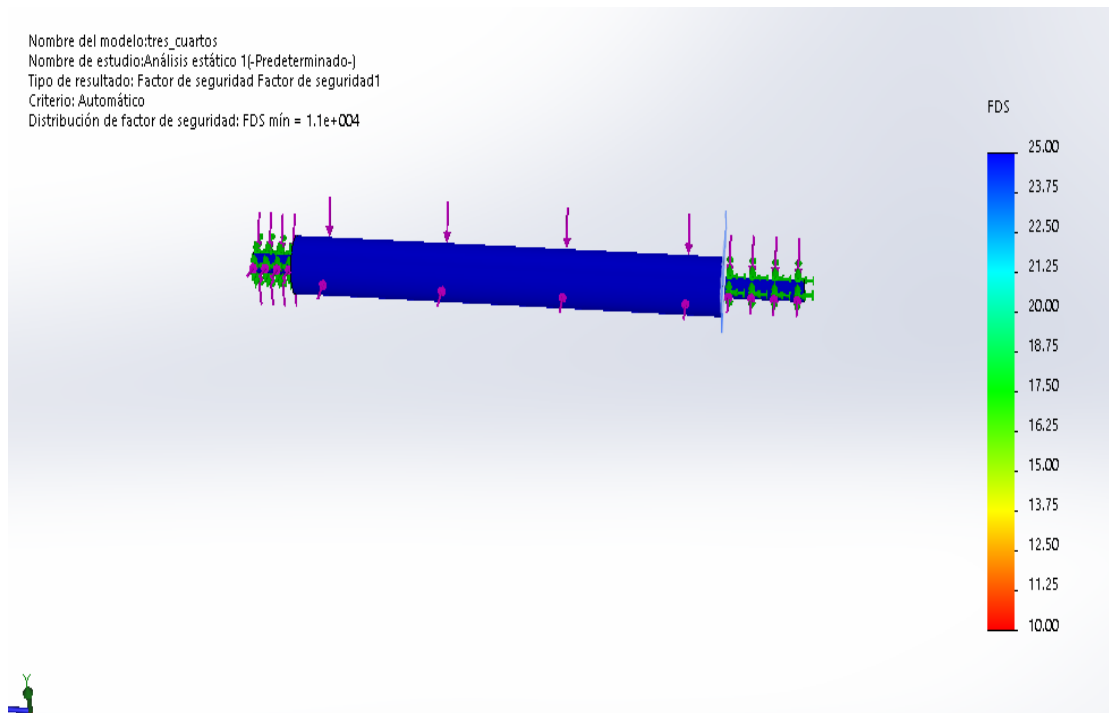


Figura 28 Factor de seguridad del rodillo.
 Fuente: Autor.

Diagramación y selección de instalaciones eléctricas.

Diagrama de control

El diagrama de control está constituido por un disyuntor (Q1) que ayuda a la protección de los elementos de sobrecargas leves con la ayuda de un relé térmico. También tiene un Pulsador normalmente cerrado (S3), este sirve como paro de emergencia el cual se utiliza cuando existe un altercado durante el proceso. Contiene un contacto normalmente cerrado (F1) luego un pulsador normalmente cerrado (S1), este pulsador funciona como arranque del motor.

Luego está el pulsador normalmente abierto (S2), que cumple la función de paro, también se tiene un contacto auxiliar (K1). Luego se tiene un foco de color verde que se enciende cuando está en un funcionamiento normal y por ultimo un foco rojo que se enciende cuando existe un paro de emergencia.

Todo esto está conectado por un cable de AWG 14 de color rojo para la línea de fase y un cable AWG 14 de color azul para la línea neutra. Ver Anexo 12.

Diagrama de potencia.

Para el diagrama de control utiliza el disyuntor (Q1), luego se utiliza un contactor (K1) y por ultimo un relé térmico que ayude a la protección del motor(F1) y por ultimo un motor de ½ Hp. Para esta conexión se utiliza un cable AWG 14 de color rojo para la fase, para la línea neutra se utiliza un cable de color azul y para la línea de tierra se utiliza un cable de color verde. Véase el Anexo 13.

Adquisición de los componentes mecánicas, eléctricas y electrónicas.

Selección del motor.

Para la selección del motor se toma los siguientes criterios.

Potencia.

Esto permite saber que fuerza puede generar el motor para mover los rodillos a una determinada velocidad y estos permitan desgranar los ajos. En este caso se necesitó una potencia de 0.5 Hp determinado mediante los cálculos anteriores

Rotación

Esto quiere decir el número de giros que realiza en un determinado tiempo que se expresa en RPM. En donde el motor tiene 1720 RPM.

Tensión Monofásica

El motor estará conectado a una red eléctrica de 110 v además de tener en cuenta que en Ecuador la frecuencia eléctrica es de 60 Hz.

Grado de protección

La protección que el motor tiene ante el ingreso de elementos como son el polvo, pedazos de cascara de ajo, entre otros. Además de tener cierta resistencia ante golpes o la penetración del agua. Este debe tener un IP55 que quiere decir que está protegido contra la acumulación de polvos que pueden perjudicar al motor, también tiene una protección contra chorros de agua que pueden prevenir por diferentes direcciones.

Selección de Pulsadores

Permite ser instalado sobre cajas de mando, para dar una mayor seguridad a los operarios debe ser el material de plástico y su grado de protección de IP20.

Selección de un relé térmico.

Debe trabajar con una frecuencia de 60 Hz

Intensidad que va a trabajar con un factor de potencia de 0,95

$$I = \frac{P}{\sqrt{3*V*cos\phi}} \quad (\text{Ec:44})$$

En donde:

I: intensidad

P: Potencia

V: Velocidad.

$$I = \frac{378,85watt}{\sqrt{3 * 110 v * 0,95}}$$

I=21,05 A

Entonces con este valor se revisa en la tabla 16 y selecciona la clase 30 en donde tiene un tiempo de disparo entre 9 a 30 segundos.

Tabla 15 Extracto de la norma IEC/EN 60947-4-1

Clase de disparo	Tiempo de disparo Tp
10 A	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$

Fuente: (Power and productivity for a better world , 2016)

Selección del Disyuntor

Debe soportar un voltaje de 110v, utilizando corriente alterna con una frecuencia de 60 Hz, además de que se pueda incorporar en una caja de control y que tenga un tamaño adecuado.

Este disyuntor debe soportar golpes leves vibraciones y corrosión. Este disyuntor debe soportar una corriente nominal de 25 A.

Cables

$$I=P/V \quad (\text{Ec:45})$$

En donde:

I: intensidad

P: Potencia

V: Velocidad.

En donde la intensidad de la corriente es:

$I = \frac{378,85watt}{110 V} = 3.4 \text{ A.}$ entonces el cable a utilizar es cable AWG calibre 14, véase el Anexo 10.

Con la ayuda de los cálculos obtenidos se puede determinar las capacidades y trabajo que realiza así obtiene lo siguiente:

Tabla 16 Selección de elementos eléctricos.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICAS	
Nombre	Detalles
Motor	½ hp con 1720 revoluciones por minuto
Pulsadores	Rojo normalmente cerrado.(Apagado) verde normalmente cerrado(Encendido) Rojo con giro normalmente abierto. (Paro de emergencia)
Relé térmico	Protege el motor contra la sobrecarga prolongada.
Disyuntor	Abre automáticamente el paso de la corriente eléctrica.
Contactador	Sirve para restablecer los enlaces entre distintos circuitos o aparatos eléctricos.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICAS	
Nombre	Detalles
Borneras	Conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica mediante el uso de un tornillo.
Cables	Selección de cables para las conexiones eléctricas.

Fuente: Autor

Adquisición de las componentes mecánicas y eléctricas.

Con la ayuda de los cálculos obtenidos se puede determinar las capacidades y trabajo que realiza así obtener lo siguiente:

Tabla 17 Adquisición de las componentes mecánicas y eléctricas.

EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES	
DETALLE	CARACTERISTICA
Motor	Monofásico de ½ Hp, 1720 RPM
Dimensiones de la máquina	Largo: 1500mm Ancho: 500mm Altura: 1100mm
Primera transmisión por correas	Relación de transmisión=0.25, diámetro de la polea menor: 60mm, diámetro de la polea mayor. 240mm. Revoluciones por minuto: 428.57rev/min. Banda utilizada A46 tipo V con una longitud de 1168mm. Fuerza 1 en la correa: 6.45Lbf, F2: 22.01Lbf. y la fuerza total es de 28.46 Lbf.

EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES

DETALLE	CARACTERISTICA
Segunda transmisión por correas	Relación de transmisión=0.519, diámetro de la polea menor: 60mm, diámetro de la polea mayor. 150mm. Revoluciones por minuto: 222.85 rev/min. Banda utilizada 4pK tipo plana con una longitud de 950 mm. Fuerza 1 en la correa: 40.46Lbf, F2: 160.19Lbf. y la fuerza total es de 200.65 Lbf.
Tercera transmisión por correas	Relación de transmisión= 1, diámetro de la polea menor: 150mm, diámetro de la polea mayor. 150mm. Revoluciones por minuto: 222.85 rev/min. Banda utilizada 5PK tipo plana con una longitud de 1255 mm. Fuerza 1 en la correa: 12.08 Lbf, F2: 59.97Lbf. y la fuerza total es de 72.05 Lbf.
Cuarta transmisión por cadenas.	Relación de trasmisión=4 los diámetro de los engranes es de 70mm además de que constan de 23 dientes y también tienen una fuerza tangencial de 273,68Kgf.
Eje 1	Material tipo ASI 1020 con un coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$ tiene un diámetro de 19 mm.

EQUIPOS Y ESPECIFICACIONES

DETALLE	CARACTERISTICA
Eje 2	Material tipo ASI 1020 con un coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$ tiene un diámetro de 19 mm.
Eje 3	Material tipo ASI 1020 con un coeficiente $S_y = 2677 \text{Kg/cm}^2$ tiene un diámetro de 19 mm.

Fuente: Autor

Ensamble mecánico de la máquina desgranadora de ajo

Una vez adquirido los materiales y elementos eléctricos entonces se procede a ensamblar los elementos.

Cortar de piezas

Primero se elige la plancha lisa para realizar los cortes, después cortar una plancha de 1500mm de largo y 700 de ancho, luego se procede a recortar 3 piezas de 500 X 400 mm. Además de esto se recorta unos pedazos de 120mm por 600mm para la banda que sirve para escoger los ajos que tengan alguna anomalía.

A continuación se procede a recortar la salida en la parte frontal una abertura de 420mm y 36mm, esto sirve para recoger la cascara del ajo. A esto hay que agregar los agujeros para el ingreso de todos los ejes y también los agujeros para los pernos de las chumaceras. Después de esto recortar los pedazos de tubo de 50,4 mm de diámetro y 600 mm de largo que sirve para las patas de la máquina y los pedazos que son utilizados para el soporte de las patas para así evitar que la máquina se entierre o produzca daños en el piso. Luego se recorta la varilla de 220mm que servirá para el eje principal, además de recortar los pedazos de 50mm para los rodillos de las bandas transportadoras.

Soldadura de partes.

Como primero punto colocar las patas sobre la plancha principal para soldar, luego soldar las planchas de 500 X 400 mm, también soldar las piezas para la banda transportadora que sirve para la clasificación.

Colocar las chumaceras.

A esto en cambio se coloca ocho chumaceras para las bandas que aplastaran los ajos, después de esto se coloca las 8 chumaceras que van en los rodillos que quitan la cascara, y también 4 chumaceras más que están agregadas para la banda que transporta los ajos, estas chumaceras tienen un diámetro de 19mm. De marca KFS. Ver Anexo 2. Y para las medidas Ver anexo 35.

Fabricación de rodillos y colocación.

A esto se utiliza unos tubos de 50 mm que aun que en los cálculos diga que son diámetros pequeños, hay que tener en cuenta que si existe un dobles muy pequeño, presenta un desgaste prematuro disminuyendo su ciclo de vida, además de colocar una membrana que contenga pequeños pupos de goma para que facilite el retiro de la cascara de ajo pero no exista un daño del mismo.

Aquí se coloca los 4 rodillos que van en la parte donde se tritura los granos de ajo, luego se coloca los 4 rodillos que van en la parte que desgrana el ajo y después de esto los 2 rodillos finales para la banda de clasificación.

Instalación de poleas

Las poleas adquiridas con anterioridad y de las medidas ya establecidas, se coloca una polea de 60mm en el motor y luego otra de 240mm para dar el movimiento a los rodillos que quitan la cascara del ajo.

Después se agrega una polea de 60mm en el eje principal, este eje da movimiento a la banda que tiene el trabajo de aplastar al ajo en donde la polea tiene un diámetro de 150mm y por último se utiliza una correa que va conectada a los rodillos que retiran la casca y la banda que ayuda a la clasificación del ajo.

Instalación de Correas

Una correa es utilizada en la primera relación de transmisión que comprende entre el motor y el eje principal, la segunda correa se instala en la transmisión del eje hacia la banda que aplasta a los ajos y por último se utiliza una correa que ayuda a la transmisión de la banda superior e inferior de las bandas que aplastan los ajos.

Instalación de la carcasa para las correas.

Aquí se coloca unas platinas que sirve como un escudo ante los peligros que se dan

por atrapamiento por el giro de las correas. Esto ayuda a que la máquina sea más segura y brinde un mejor rendimiento en el proceso.

Ensamble eléctrico de la máquina desgranadora de ajo.

Instalación del motor eléctrico

El motor eléctrico de ½ hp de potencia y 1720 revoluciones por minuto a una conexión monofásica, se coloca en la parte superior de la estructura de la máquina a esto también se incorpora los cables que llevan la corriente eléctrica hacia el motor.

Complementos eléctricos.

La colocación del fusible para evitar algún daño en el motor y además de los mandos de control del motor va en este punto incluido el paro de emergencia.

Mantenimiento de la máquina desgranadora de ajo.

El mantenimiento de la máquina desgranadora del ajo es muy importante para evitar un desgaste prematuro de las piezas y así elevar la vida útil de la máquina.

A continuación se presenta el manual que utiliza la máquina desgranadora de ajo.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

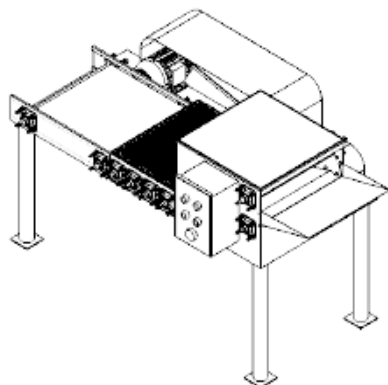
Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

Manual de Funcionamiento.

MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO.



Nombre Temistocles Galora

Fecha: 15 de octubre de 2018

Advertencia

Antes de instalar la maquina desgranadora de ajo lea las instrucciones técnicas y tome en cuenta las indicaciones y recomendaciones del presente manual.



Simbología e instrumentos de seguridad.

Advertencia


Las señaléticas mencionadas a continuación expresan los tipos y la gravedad de las consecuencias, que implica no llevar a cabo las medidas de seguridad descritas, para evitar los riesgos.

	Advierte sobre las posibilidades de que existan daños materiales.
	Indica que pueden producirse daños personales de leves a moderados.
	Información primordial que no implica riesgos personales o materiales.

Instrucciones de seguridad

Mantenimiento.

Se recomienda llevar a cabo una inspección o un mantenimiento anual, trimestral y semanalmente mediante una persona capacitada que garantizara su correcto uso y mantenimiento.

	Atencion. No efectuar ninguna reparacion por cuenta propia, ya que podría ocasionar pérdidas materiales.
---	---

Información sobre el equipo

Materiales incluidos en la máquina.

- 1 Motor de ½ Hp.
- 3 bandas.
- 3 Correas
- 3 Protectores.
- 10 Rodillos
- 20 Rodamientos.

Descripción del desgranador de ajo.

Es una máquina que facilita el desgranado de ajo por medio de rodillos, obligando a los ajos a soltarse sin tener consecuencias en el grano.

Funcionamiento de la desgranadora de ajo.

Como primer etapa, los rodillos en conjunto con las bandas son los encargados de movilizar las cabezas de ajo y aplastarlos, Como segunda etapa pasan a los rodillos con pupillos, estos ayudan a retirar la cascara del ajo, y por último la tercera etapa que es donde se clasifica los ajos en el caso de que existan daños.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

Elementos del equipo.

	Estructura (1500/600/700)mm.
	Rodillo principal (898/76,20)mm.
	Rodillo secundario (630/50)mm.
	Polea de 60mm.
	Polea de 240mm

	Polea de 72mm.
	Polea de 150mm con dos vías.
	Polea de 150mm.
	Engrane de 70mm.
	Protector de la primera transmisión.


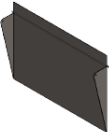



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

	Protector de la segunda transmisión.
	Tolva.
	Caja de control eléctrica.

Primera Etapa

Instalación de la máquina desgranadora de ajo.

Al instalar la maquina se debe realizar en un lugar fijo y en un terreno plano, esto ayuda a que su trabajo sea sencillo, mejore su eficiencia y aumente su producción.

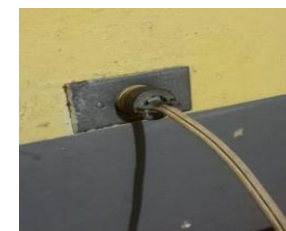
Segunda etapa.

Puesta en marcha de la máquina.

1. Revisar si las conexiones eléctricas se encuentren en buen estado.



2. Para encender colecte la extensión a una alimentación de energía de 110 Voltios



3. Puesta en marcha del disyuntor.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

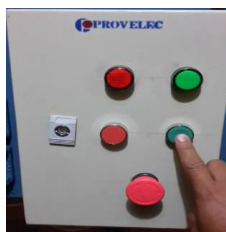
Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo



4. Colocar y asegurar la tolva para la colocación de las cabezas de ajo.
Como se muestra en la imagen.



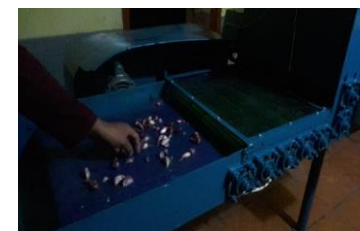
5. Ponga en marcha aplastando el pulsador verde.



6. Colocar las cabezas de ajo en la tolva.



7. Recoger los granos dañados en el área de clasificación.



8. Colocar los granos de ajo en un recipiente o saquillo.





**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

Tercera Etapa.

Apagado de la máquina desgranadora de ajo

1. Una vez terminado la producción aplastar el pulsador rojo para detener la producción.



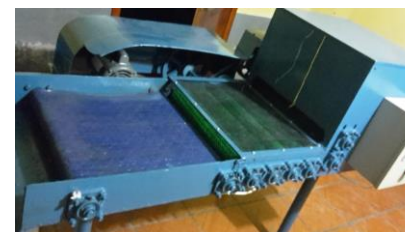
2. Bajar el disyuntor



3. Desconectar la extensión de la máquina a la alimentación de corriente.



4. Asegurarse de la limpieza de la máquina una vez que haya desconectado la alimentación eléctrica.



5. Bajar la tolva y cubrir la máquina para evitar la acumulación de polvo y líquidos en el motor.

Advertencia

- No exponga a la maquinaria a impactos o daños físicos.



MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE LA DESGRANADORA DE AJO

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora Aprobado por: M.sc. Pedro Muzo



- No guarde la máquina en lugares donde exista gran acumulación de líquidos o polvo, (esto puede afectar a la vida útil del motor y los rodamientos).
- No toque la extensión o fuentes de alimentación si tiene las manos mojadas.



- Si el dispositivo es golpeado en los ejes, rodamiento o se recalienta excesivamente deje de usarlo inmediatamente y lleve a que lo revise una persona capacitada.



- No permita que los niños se acerquen a la máquina o que los animales mastiquen la extensión.



Mantenimiento.

Limpieza exterior.

Se recomienda retirar el polvo, retirar restos de cascara de ajo y cualquier otro elemento que no esté relacionado con la máquina. La limpieza se lo puede realizar con un trapo húmedo y para las bandas se puede utilizar una solución jabonosa. Es recomendable realizar esta actividad después de utilizar la máquina.

Verificación de ajustes.

Se recomienda utilizar un dado #14 para verificar si todos los pernos se encuentran ajustados, para apretar aplicar un poco de grasa y así evitar aislamientos.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

Limpieza interna o profunda.

Para esta actividad, debe programar con anticipación en donde se revisará el correcto funcionamiento del motor, las bandas, las poleas, las correas, los rodamientos y el sistema eléctrico para así brindar una mayor seguridad.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA		
Nombre del equipo: DESGRANADORA DE AJO.		Capacidad: 5 quintales
Elemento	Frecuencia	Procedimiento
Motor eléctrico	Diariamente	Limpieza del exterior
Chumaceras		Limpieza del exterior
Tolva		Limpieza del exterior
Protector de la carcasa	Semanalmente	Verificar el ajuste de pernos
Chumaceras		Verificar el ajuste de pernos
Pulsadores		Verificación del funcionamiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA		
Nombre del equipo: DESGRANADORA DE AJO.		Capacidad: 5 quintales
Sistema eléctrico	Mensualmente	Limpieza y verificación del funcionamiento.
Estructura		Limpieza
Rodamientos	Trimestralmente	Lubricación
Motor		Limpieza profunda
Bandas		Tensión de las bandas.
Rodamientos	Anual	Cambio de los rodamientos.
Motor		Inspección técnica
Sistema eléctrico		Inspección y ajuste
Pulsadores		Reemplazo
Estructura		Limpieza y pintureado.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO
DE LA DESGRANADORA DE AJO**

Código: MMF-DA-00

Fecha: 15/10/2018

Elaborado por: Israel Galora **Aprobado por:** M.sc. Pedro Muzo

Solución a posibles problemas.

Problema	Causa	Acción correctiva.
No aplasta los ajos.	Falta de ajustar las bandas.	Verificar si las bandas se encuentran templadas.
Existe un tambaleo de los rodamientos	Las chumaceras no están funcionando bien o no se encuentran ajustadas.	Revisión de los rodamientos y el ajuste de los pernos de la chumacera.
No existe fuerza al momento de aplastar los ajos	Bandas en mal estado o falta de ajustar las poleas o correas que no son de su medida.	Revisión de las Correas tanto en su ajuste, su numeración o retirar las correas si no corresponden a su numeración o si su estado se encuentra deplorable.

Problema	Causa	Acción correctiva.
No enciende la máquina.	Problemas con la instalación eléctrica o motor averiado.	Revisión y sustitución de elementos dañados, como pueden ser el disyuntor, contactor, pulsador o motor.

Socialización de los beneficios de la máquina.

En este punto se llega a un acuerdo de socialización con los habitantes de la parroquia Pilahuin, para tratar asuntos como la utilización de la máquina, su funcionamiento y también su mantenimiento para así evitar los desgastes prematuros, también como la maquina beneficia a los habitantes de la parroquia.

RESULTADOS ESPERADOS

Gracias a la ayuda de la maquina desgranadora se obtiene un aumento de la productividad de los trabajadores en cuanto a producción y por ende su economía.

Disminución de tiempos utilizados para el desgranado de ajo como se muestra en la Tabla 18, en donde se toma los datos de Jacinto Pacari quien tiene una capacidad alta de producción y los datos de producción de una máquina desgranadora de ajo.

Tabla 18 Datos de producción de Jacinto Pacari y la máquina desgranadora de ajo.

Tiempo (horas)	Jacinto Pacari	Máquina desgranadora de ajo
9:00-10:00	17.6	62.5
10:00-11:00	18.9	62.3
11:00-12:00	19.5	62.4
13:00-14:00	16.8	62.7
14:00-15:00	18.2	62.6
15:00-16:00	15.5	62.5
16:00-17:00	16.1	62.6
17:00-18:00	17.4	62.4

Fuente: Autor

Mediante los datos de la Tabla 18 se procede a realizar un diagrama de dispersión.

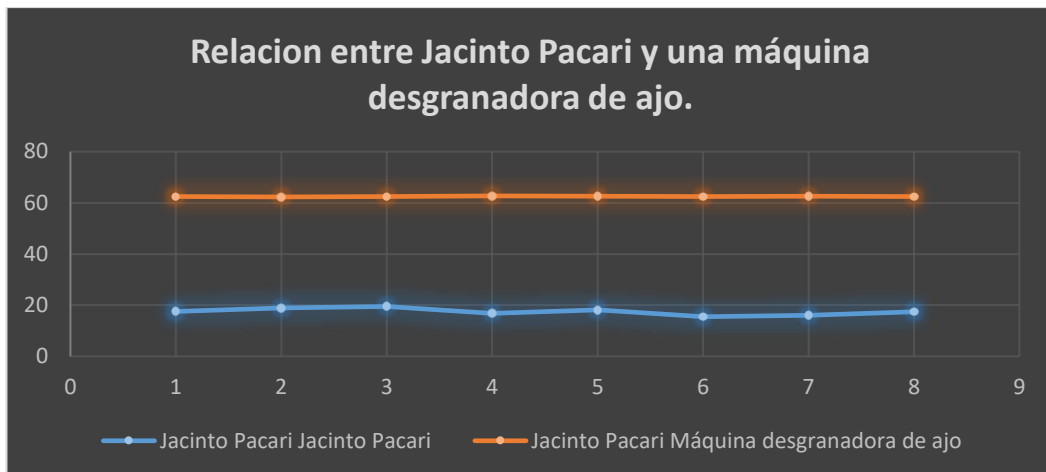


Gráfico 11 Relación entre el tiempo de desgranado y su cantidad.
Fuente: Autor.

Interpretación.

La relación entre el tiempo y producción de Jacinto Pacari como se puede evidenciar en la Gráfica 11, con color azul es muy baja en comparación con la máquina además hay que tener en cuenta que la producción de Jacinto Pacari es muy elevada a diferencia de sus compañeros de trabajo, en cambio la línea de tendencia de la máquina desgranadora de ajo representada de color tomate es superior a tal punto de triplicar la producción de Jacinto Pacari.

Análisis de costos

Tabla 20 Costos de los materiales.

COSTO DE LOS MATERIALES				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total (\$)
Polea 1	Unidad	2	3,20	6,40
Polea 2	Unidad	1	10	10
Polea 3	Unidad	2	6	12
Chumaceras	Unidad	20	5	100
Pernos para chumaceras	Unidad	300	0.10	30
Rodillos	Unidad	6	8	48
Rodillo motriz	Unidad	1	14	14
Rodillos peladores	Unidad	3	12	36
Eje 1	Unidad	9	4	36
Eje motriz	Unidad	1	4	4
Banda 1	Unidad	1	3.50	3,50
Banda 2	Unidad	1	3	3
Banda 3	Unidad	1	2.75	2,75
Motor	Unidad	1	120	120
Plancha metálica	Unidad	1	160	160
Cables	Metros	5	0.60	3
Pulsadores	Unidad	3	2.5	7.5
Disyuntor	Unidad	1	30	30
Relé termino	Unidad	1	27	27
Contactador	Unidad	1	21	21
Caja de control	Unidad	1	25	25
Malla	Unidad	1/8	8	1
Platina	Unidad	1	3,50	3,50
Discos de corte	Unidad	2	14	28

COSTO DE LOS MATERIALES				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario(\$)	Valor total (\$)
Disco de Pulir	Unidad	1	7,50	7,50
Electrodos	Kilogramo	1	17	17
Pintura	Galón	1	24	24
Mano de obra	Personas	2	80	160
Costo de mantenimiento				3
Impresos de borradores	Unidad	10	10	100
Esferos	Unidad	3	35	1.05
Soldadura	Horas	2	30	60
Total				1104.2 \$

Fuente: Autor.

Interpretación:

En la Tabla 20, se observa los costos de cada elemento adquirido para el ensamble de la máquina desgranadora de ajo, las cantidades que se utilizaron, el valor unitario de cada uno de los componentes, resultado de esto se obtiene un costo total de 1104.2 dólares, costo que también incluye la mano de obra, el costo de mantenimiento en una semana y el costo de la presentación de la tesis.

Análisis costos.

Para el análisis se costos se analiza semanalmente de 5 días con una producción de 50 quintales.

Para el costo de electricidad se realiza la siguiente conversión.

$$\frac{1Hp}{2} * \frac{0,746Kw}{1Hp} = \frac{0,373Kw}{hora} * 8Horas = 2,98Kw \text{ al dia.}$$

Tabla 21 Análisis de costos.

Forma Artesanal. (antes)			Máquina de ajo.(después)		
Consideración	Unidad	Costo(\$)	Consideración	Unidad	Costo(\$)
Mano de obra.	10	100	Electricidad	2,98Kw	2,05
Alimentación	10	20	Mantenimiento		3
Herramientas	10	10	Mano de obra	12	60
			Herramientas auxiliares		5
Total		130	Total		70,05

Fuente: Autor

En la Tabla 21, expresa que en una semana con la ayuda de la maquina desgranadora de ajo, existe un ahorro de \$ 59,95, esto quiere decir que en máximo 5 meses recuperan el capital invertido.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico de la situación actual del desgranado de ajo de forma artesanal, se generan enfermedades laborales debido a las posturas forzadas y repetitivas que son obligados a realizar durante el desgranado de una forma artesanal, estas posturas son de forma sentados y arrodillados.
- Al momento de analizar el diseño hay que tener en cuenta dos parámetros fundamentales como son los técnicos, en el cual hay que verificar los diferentes diámetros del ajo para diseñar la entrada de la materia prima, maximizando y aumentando su producción. Otro parámetro como es el ergonómico, en el que se diseña la máquina a una altura que facilite el trabajo, para esto se tomó en cuenta diversas máquinas de desgranado de maíz y así mejor su salud, la integridad física del operador.
- En la construcción de la máquina se obtuvo el diseño de piezas y el sistema eléctrico, en función a los parámetros técnicos y ergonómicos se procede al ensamble de la máquina en donde se utilizó una membrana con pupillos para mejorar la eficiencia en el desgranado de ajo y mejorar la producción. También se asegura que la máquina no presentara fallas mientras desempeñe el desgranado de ajo a la que fue diseñado.
- La máquina desgranadora de ajo presenta una facilidad ante el mantenimiento que se debe realizar debido a que está compuesto por elementos grandes y con mucha facilidad hacia el interior.

Recomendaciones

- Recomendar nuevos estudios a nivel provincial y de país para un nuevo análisis respecto al diseño de máquina desgranadora de ajo.
- Con los nuevos análisis se recomienda realizar un nuevo diseño de máquina en el caso de que lo requiera.
- Actualizar a la alta tecnología o mejorar el diseño de la máquina desgranadora de ajo para facilitar más el trabajo.
- En la Parroquia Pilahuin hablan el idioma madre (Kichwa), es recomendable que los manuales sean traducidos a ese idioma y mantener registros confiables de los mantenimientos que se realicen.

BIBLIOGRAFÍA

G BUDYNAS , RICHARD y NISBETT, KEITH. 2008. DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY . MEXICO : McGraw-HILL, 2008. OCTAVA EDICION .

Appold, Hans, y otros. 2005. Tecnología de los metales para profesionales técnico-mecánicas. Bogotá : Reverte S.A., 2005. 118.

Badiola, V. 2004. Departamento de Ingenieria Mecanica, Energetica y de materiales. . 2004. 13.

CACUANGO, LUIS CHRISTIAN CHOLCA. 2015. Diseño y construcción de una máquina desgranadora de maiz con capacidad de 15qq/hora. Quito : s.n., 2015.

Caicedo, Sonia. 2011. Diseñando en 3D con solidwords. Diseñando en 3D con solidwords. [En línea] 14 de Noviembre de 2011.

CAMACHO, FREDY MIGUEL YÁNEZ. 2010. Estudio del sistema mecánico aplicado al desgranado de maíz suave seco para mejorar tiempos de producción en el cantón San Miguel provincia de Bolivar. Bolivar : s.n., 2010.

CASAS, ROBERTO, y otros. 1991. PROYECTO DE DESARROLLO RURAL SARAGURO YACUAMBI LOJA ECUADOR. s.l. : IICA Biblioteca Venezuela, 1991.

DAYCO. 2010. CATALOGO DE CORREAS INDUSTRIALES. CORREAS INDUSTRIALES DAYCO.

FROILAN, UREÑA ESPIN JOEL. 2012. Diseño y construcción de una máquina para el procesode desgranadode maiz de la costa. . Riobamba : s.n., 2012.

FUENTES, IVÁN ALEXIS OROZCO. 2014. DISEÑO DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO DE UNA MÁQUINA DESGRANADORA DE MAÍZ ELECTRÓNICA CON OPCIÓN DE PESARLO. Guatemala : s.n., 2014.

Gobierno autonomo Descentralizado. 2015. Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial (2015- 2020). Ambato : s.n., 2015.

Mott, Robert. 2006. DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS . MEXICO : PEARSON EDUCATION , 2006. W7CR-SLD-18Z3.

Pérez Silva , José Olger , Cholca Cacuango, Luis Christian y Mantilla Valencia, Gustavo Andrés. 2017. Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz. s.l. : INGENIUS, 2017.

Power and productivity for a better world . 2016. Control y protección de motores Contactores, relés de sobrecarga y guardamotors. 2016.

Revels Hernandez , Manuel y Hernandez Escudero , Alejandro . 2018. Desgranadora de ajo para pequeños productores . Zacatecas : s.n., 2018.

REXON. 2014. MANUAL TECNICO CALCULO DE TRANSMISION . CANADIAN PREMIUM GOLD. [En línea] 10 de JULIO de 2014.

Servicios Condumex. 2005. Manual técnico de cables de energía. México : Lito-Grapo, 2005.

Somosmecatronica. 2013. MDSOLID. 2 de Agosto de 2013.

TIMKEN. 2015. Soportte TIMKEN con rodamiento de bolas. Chumaceras. [En línea] TIMKEN, 4 de Diciembre de 2015. [Citado el: 23 de AGOSTO de 2018.].

ANEXOS

Anexos 1 Encuesta realizada a los habitantes de la parroquia Pilahuin.

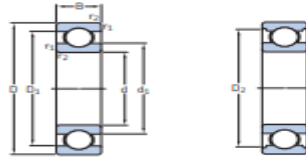
Encuesta

- 1. Que cantidad de ajo tienen para desgranar**
 - 3 quintales.
 - 7 quintales.
 - 10 quintales.
- 2. Cuantos quintales de ajo desgranar al día.**
 - ½ quintal
 - 1 quintal
 - Más de 1 quintal
- 3. Cuánto tiempo se demora durante el desgranando de ajo.**
 - 6 horas
 - 7 horas
 - 8 horas
 - Más de 8 horas.
- 4. Que enfermedades ergonómicas presenta por el desgranado de ajo artesanal.**
 - Dolores en las articulaciones en las manos
 - Tiene un dolor en la columna vertebral.
 - Presencia de un dolor en las rodillas.
- 5. En el producto final del desgranado de ajo de forma artesanal tiene una calidad:**
 - Mala
 - Regular
 - Buena
- 6. Conoce usted una máquina desgranadora de ajo mecánica.**
 - Si
 - No
- 7. Estaría dispuesto a pagar por una máquina desgranadora de ajo mecánica con producción de 5 quintales diarios.**
 - 600 dólares.
 - 700 dólares.
 - 800 dólares.
 - 1000 dólares

Fuente: Autor.

Anexos 2 Catalogo de rodamientos.

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas d 12-22 mm



Dimensiones principales		Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación	
d	D	B	C _d	C ₀	P ₀	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm		kN		kN	r. p. m.		kg	-	
12	21	5	1,74	0,915	0,039	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,91	1,46	0,062	67 000	40 000	0,011	61902
	28	8	5,4	2,36	0,1	60 000	38 000	0,021	* 6003
	30	8	5,07	2,38	0,1	60 000	38 000	0,029	61303
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	* 6203
15	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,06	* 6303
	24	5	1,9	1,1	0,048	60 000	38 000	0,0065	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	9	7,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	* 6202
	35	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	* 6202
17	42	13	13,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,045	* 6302
	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	34 000	0,0075	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,016	61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	* 6203
	35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	* 6203
20	40	12	9,95	4,75	0,2	38 000	24 000	0,065	* 6203
	47	14	14,3	6,55	0,275	34 000	22 000	0,11	* 6303
	62	17	22,9	10,8	0,455	28 000	18 000	0,27	6403
	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	28 000	0,018	61804
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	26 000	0,037	61904
22	42	8	7,28	4,05	0,173	38 000	24 000	0,05	* 6204
	45	12	9,95	5	0,232	38 000	24 000	0,062	* 6204
	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	20 000	0,11	* 6204
	47	14	15,8	7,65	0,325	32 000	20 000	0,098	6204.ETN9
	52	15	16,8	7,8	0,335	30 000	19 000	0,14	* 6204
22	52	15	18,2	9	0,38	30 000	19 000	0,14	6204.ETN9
	72	19	30,7	15	0,64	24 000	15 000	0,41	6404
	50	14	14	7,65	0,325	30 000	19 000	0,13	62/22
	56	16	18,6	9,3	0,39	28 000	18 000	0,18	63/22

* Rodamiento SKF Explorer

Fuente: KSF

Anexos 3 Catalogo de bandas Dayco sección A

CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES

2010

DAYCO GOLD LABEL V - MM
CORREAS TRAPEZIALES DE SECCIÓN CONVENCIONAL

SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A37.50	953	986
A38	965	998
A38.50	978	1011
A39	991	1024
A39.50	1003	1036
A40	1016	1049
A40.50	1029	1062
A41	1041	1074
A41.50	1054	1087
A41.75	1060	1093
A42	1067	1100
A42.50	1080	1113
A43	1092	1126
A43.50	1105	1138
A43.75	1111	1144
A44	1118	1151
A44.50	1130	1163
A45	1143	1176
A45.50	1156	1189
A46	1168	1201
A46.50	1181	1214
A47	1194	1227
A48	1219	1252
A48.25	1226	1259
A49	1245	1278
A50	1270	1303
A51	1295	1328
A51.50	1308	1341
A52	1321	1354
A52.50	1334	1367
A53	1346	1379
A53.25	1353	1386
A54	1372	1405
A55	1397	1430
A56	1422	1456
A57	1448	1481
A58	1473	1506
A59	1499	1532
A60	1524	1557
A61	1549	1582
A62	1575	1608
A63	1600	1633

PESO EN gr./m. = 100


SECCIÓN "A" (13 x 8 mm.)

TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
A64	1626	1659
A65	1651	1684
A66	1676	1709
A67	1702	1735
A68	1727	1760
A69	1753	1786
A70	1778	1811
A70.75	1797	1830
A71	1803	1836
A72	1829	1862
A73	1854	1887
A74	1880	1913
A75	1906	1938
A76	1930	1963
A77	1956	1989
A78	1981	2014
A79	2007	2040
A80	2032	2065
A81	2057	2090
A82	2083	2116
A83	2108	2141
A83.50	2121	2154
A84	2134	2167
A85	2159	2192
A86	2184	2217
A87	2210	2243
A88	2235	2268
A89	2261	2294
A90	2286	2319
A91	2311	2344
A92	2337	2370
A93	2362	2395
A94	2388	2421
A95	2413	2446
A96	2438	2471
A97	2464	2497
A97.50	2477	2510
A98	2489	2522
A99	2515	2548
A100	2540	2573
A101	2565	2598
A102	2591	2624

PESO EN gr./m. = 100

Fuente: (DAYCO, 2010)

Anexos 4 Catalogo de bandas Dayco Seccion B

		CATÁLOGO DE CORREAS INDUSTRIALES		2010	
DAYCO GOLD LABEL V - MM CORREAS TRAPEZIALES DE SECCIÓN CONVENCIONAL					
SECCIÓN "B" (17 x 11 mm.)			SECCIÓN "B" (17 x 11 mm.)		
TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.	TIPO	DESARROLLO INTERIOR mm.	DESARROLLO PRIMITIVO mm.
B21	533	576	B43	1092	1135
B22	559	602	B43,50	1105	1148
B22,50	572	615	B44	1118	1161
B23	584	627	B44,25	1124	1167
B24	610	653	B45	1143	1186
B25	635	678	B46	1168	1211
B26	660	703	B46,50	1181	1224
B27	686	729	B46,75	1187	1230
B28	711	754	B47	1194	1237
B28,50	724	767	B47,25	1200	1243
B29	737	780	B47,50	1207	1250
B29,50	749	792	B48	1219	1262
B30	762	805	B49	1245	1288
B30,50	775	818	B50	1270	1313
B31	787	830	B51	1295	1338
B31,50	800	843	B52	1321	1364
B32	813	856	B53	1346	1389
B32,25	819	862	B53,50	1359	1402
B32,50	826	869	B54	1372	1415
B33	838	881	B55	1397	1440
B33,50	851	894	B55,50	1410	1453
B34	864	907	B56	1422	1465
B34,50	876	919	B57	1448	1491
B35	889	932	B58	1473	1516
B35,50	902	945	B59	1499	1542
B35,75	908	951	B60	1524	1567
B36	914	957	B61	1549	1592
B36,50	927	970	B62	1575	1618
B36,75	933	976	B63	1600	1643
B37	940	983	B64	1626	1669
B37,50	953	996	B64,50	1638	1681
B38	965	1008	B65	1651	1694
B38,50	978	1021	B66	1676	1719
B39	991	1034	B66,25	1683	1726
B39,50	1003	1046	B66,50	1689	1732
B40	1016	1059	B67	1702	1745
B40,50	1029	1072	B67,25	1708	1751
B41	1041	1084	B68	1727	1770
B41,50	1054	1097	B69	1753	1796
B41,75	1060	1103	B69,50	1765	1808
B42	1067	1110	B70	1778	1821
B42,50	1080	1123	B71	1803	1846

Fuente: (DAYCO, 2010)

Anexos 5 Propiedades mecánicas del material AISI 1030

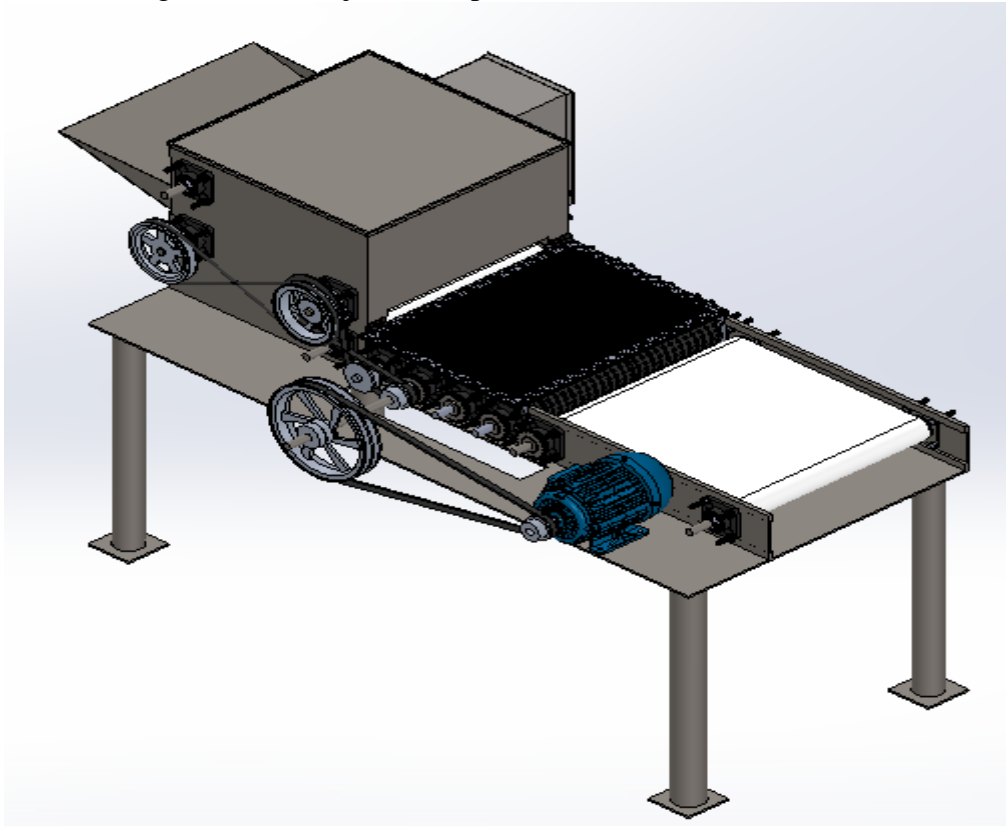
Tabla A-21

Propiedades mecánicas medias de algunos aceros tratados térmicamente [Éstas son propiedades típicas de materiales normalizados y recocidos. Las propiedades de aceros templados y revenidos (TyR) son de una sola colada. Debido a las muchas variables, las propiedades listadas son promedios generales. En todos los casos, los datos se obtuvieron de piezas con diámetro de 0.505 pulg, maquinadas a partir de barras redondas de 1 pulg y la longitud de calibración es de 2 pulg. A menos que se especifique otra cosa, todas las piezas se templaron en aceite] Fuente: ASM Metals Reference Book, 2a. ed., American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1983.

1	2	3	4	5	6	7	8
AISI núm.	Tratamiento	Temperatura °C (°F)	Resistencia a la tensión MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación, %	Reducción en el área, %	Dureza Brinell
1030	TyR*	205 (400)	848 (123)	648 (94)	17	47	495
	TyR*	315 (600)	800 (116)	621 (90)	19	53	401
	TyR*	425 (800)	731 (106)	579 (84)	23	60	302
	TyR*	540 (1 000)	669 (97)	517 (75)	28	65	255
	TyR*	650 (1 200)	586 (85)	441 (64)	32	70	207
	Normalizado	925 (1 700)	521 (75)	345 (50)	32	61	149
	Recocido	870 (1 600)	430 (62)	317 (46)	35	64	137

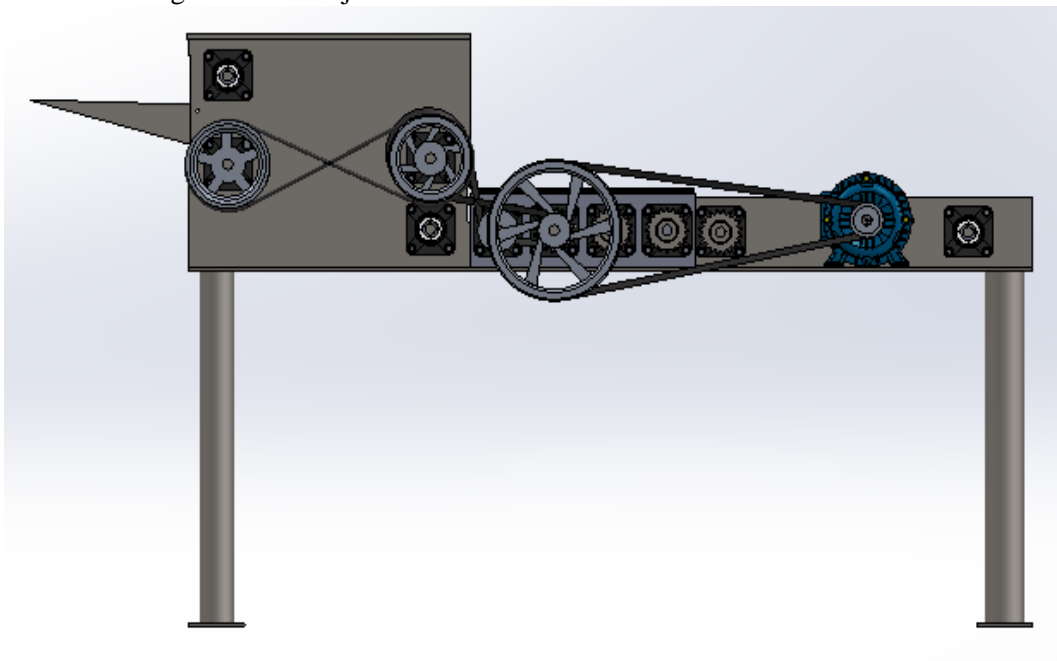
Fuente: Autor.

Anexos 6 Desgranadora de ajo en Perspectiva Isométrica



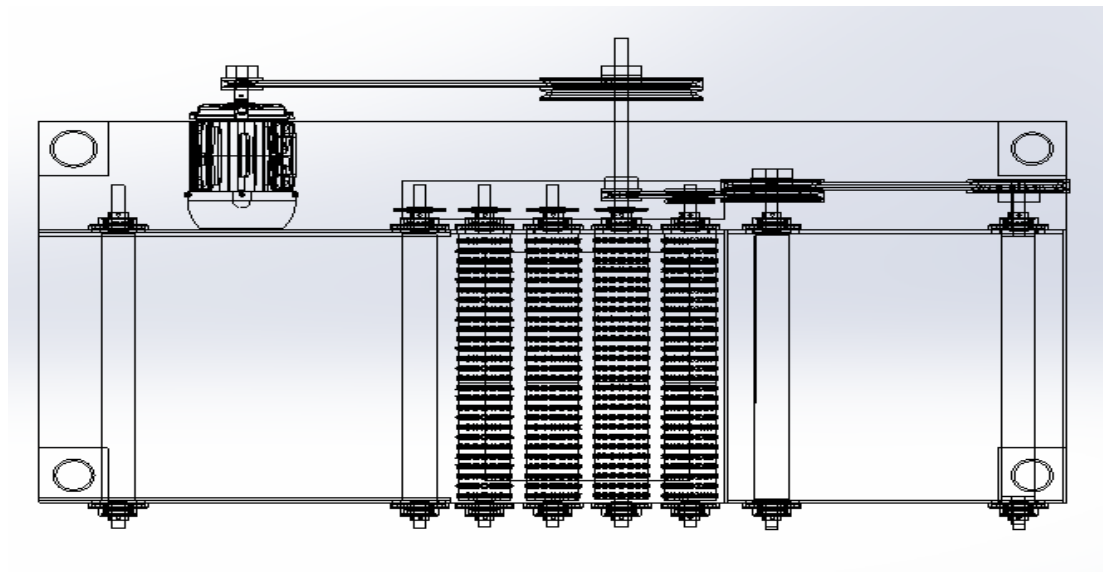
Fuente: Autor.

Anexos 7 Desgranadora de ajo en vista lateral



Fuente: Autor.

Anexos 8 Determinación de las relaciones de transmisiones



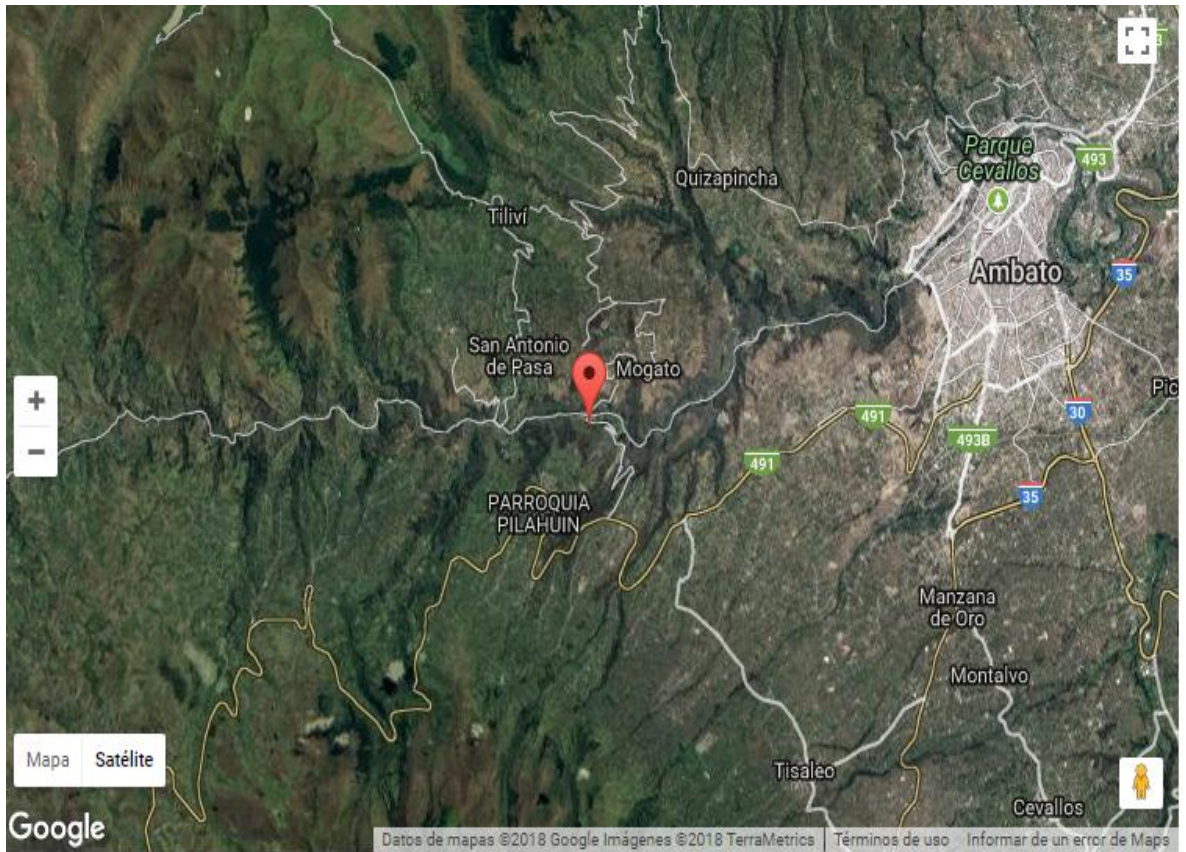
Fuente: Autor.

Anexos 9 Tabla AWG de cables eléctricos.

AWG	Dia mm	SWG	Dia mm	Max Amps	Ohms / 100 m
11	2.30	13	2.34	12	0.47
12	2.05	14	2.03	9.3	0.67
13	1.83	15	1.83	7.4	0.85
14	1.63	16	1.63	5.9	1.07
15	1.45	17	1.42	4.7	1.35
16	1.29	18	1.219	3.7	1.48
18	1.024	19	1.016	2.3	2.04
19	0.912	20	0.914	1.8	2.6
20	0.812	21	0.813	1.5	3.5
21	0.723	22	0.711	1.2	4.3
22	0.644	23	0.610	0.92	5.6
23	0.573	24	0.559	0.729	7.0
24	0.511	25	0.508	0.577	8.7
25	0.455	26	0.457	0.457	10.5
26	0.405	27	0.417	0.361	13.0
27	0.361	28	0.376	0.288	15.5
28	0.321	30	0.315	0.226	22.1
29	0.286	32	0.274	0.182	29.2
30	0.255	33	0.254	0.142	34.7
31	0.226	34	0.234	0.113	40.2
32	0.203	36	0.193	0.091	58.9
33	0.180	37	0.173	0.072	76.7
34	0.160	38	0.152	0.056	94.5
35	0.142	39	0.132	0.044	121.2

Fuente: (Servicios Condumex, 2005)

Anexos 10 Ubicación de la Parroquia Pilahuin.



Fuente: Google Maps.

Anexos 11 Propiedades Químicas y Mecánicas del Acero SAE 4130

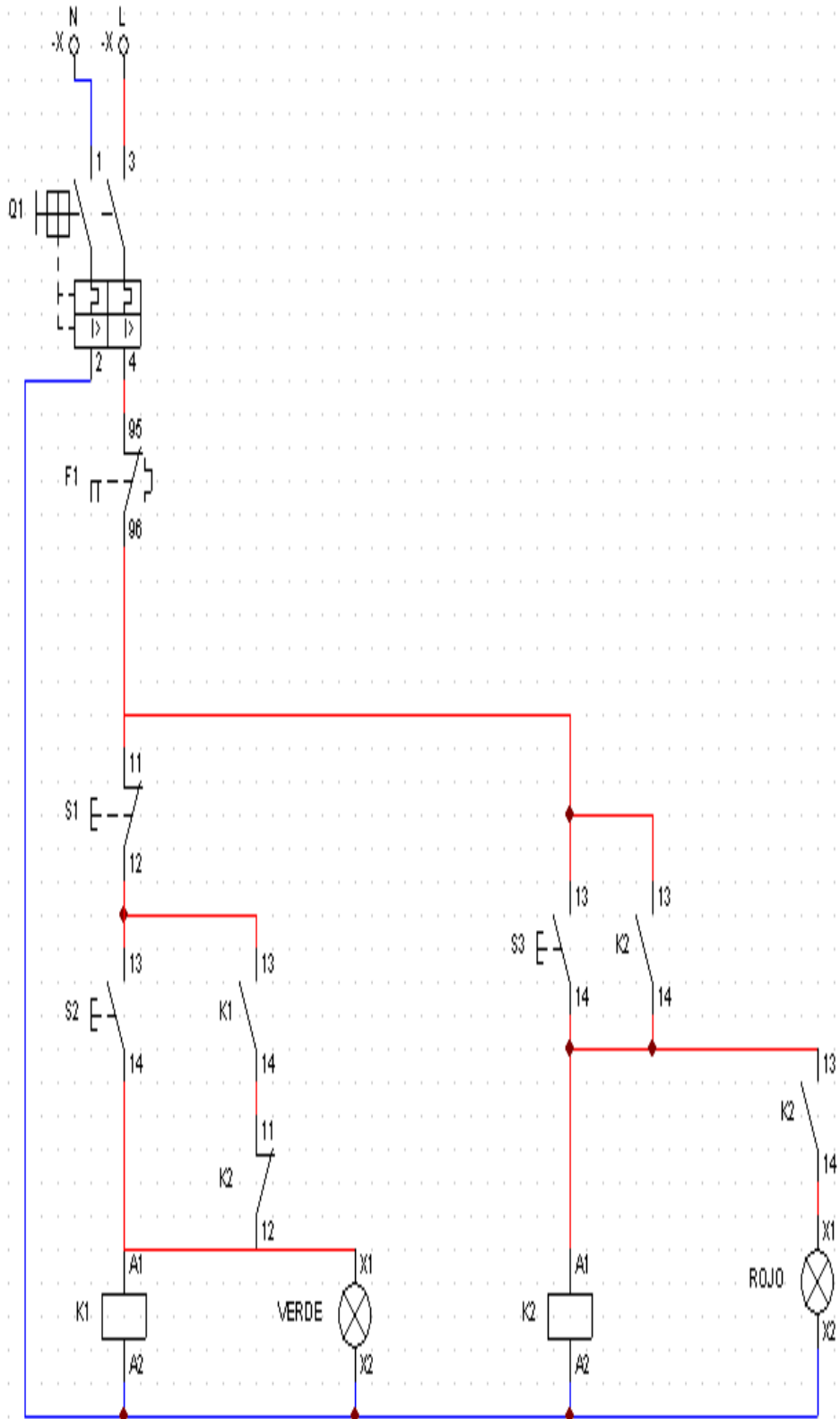
COMPOSICION QUÍMICA					
	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18	0.3	0.04	0.05	0.15
	0.23	0.6			0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS					
Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Limite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

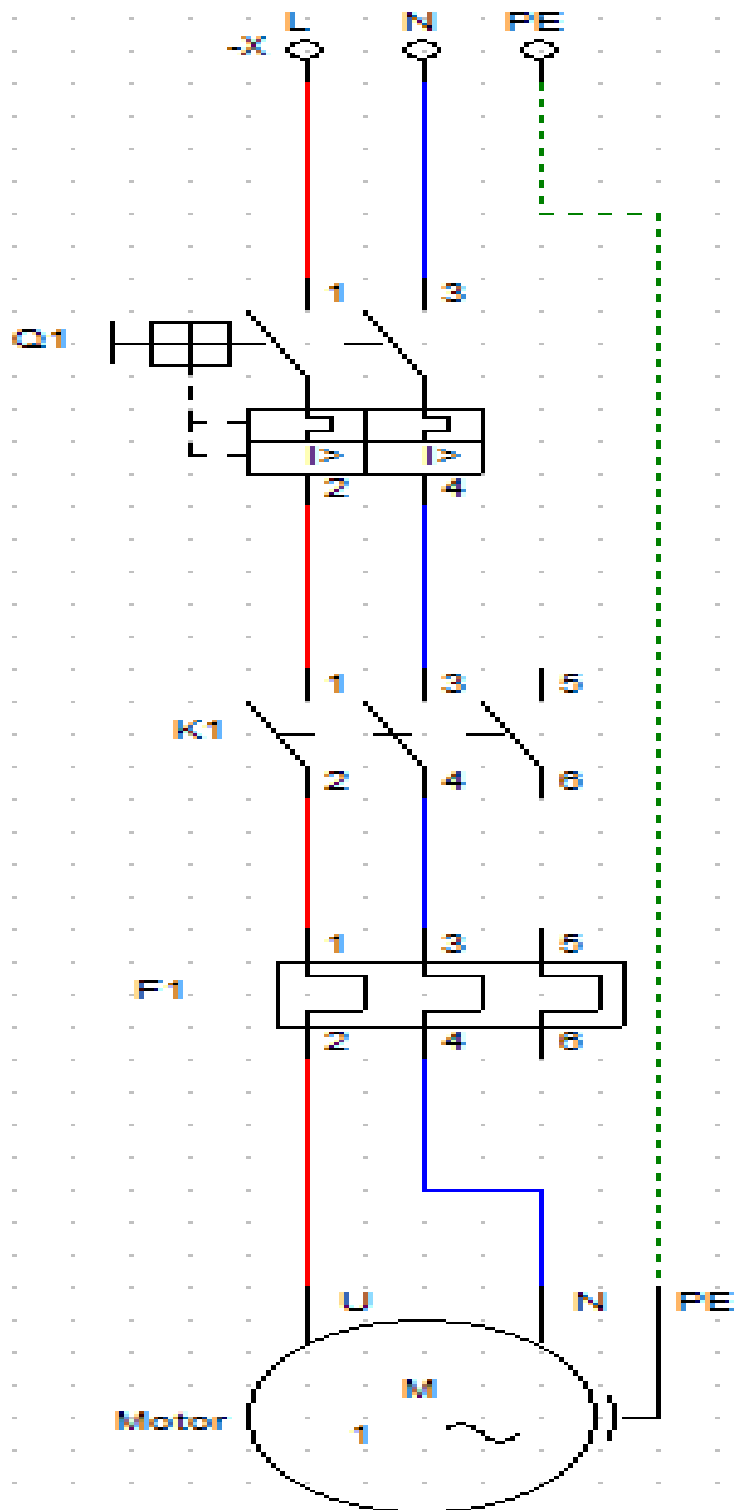
Fuente: Autor

Anexos 12 Circuito de control.

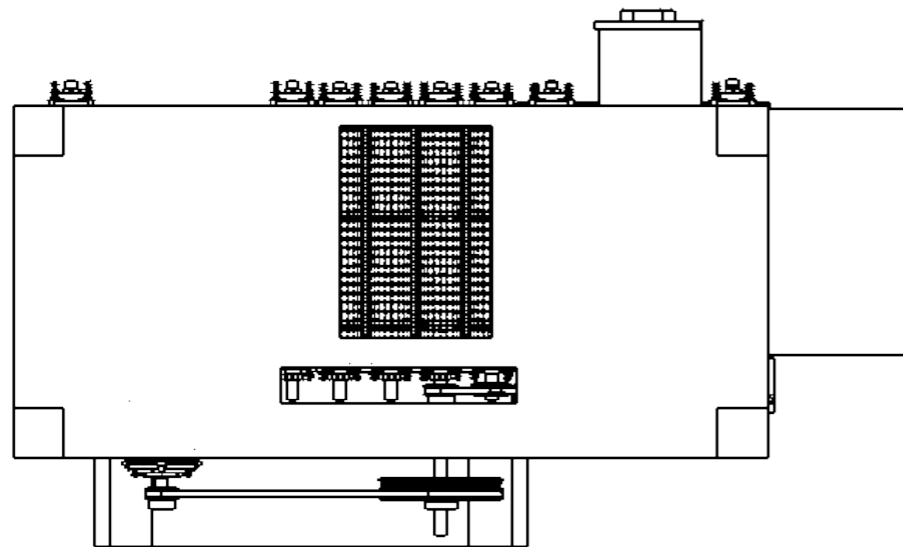
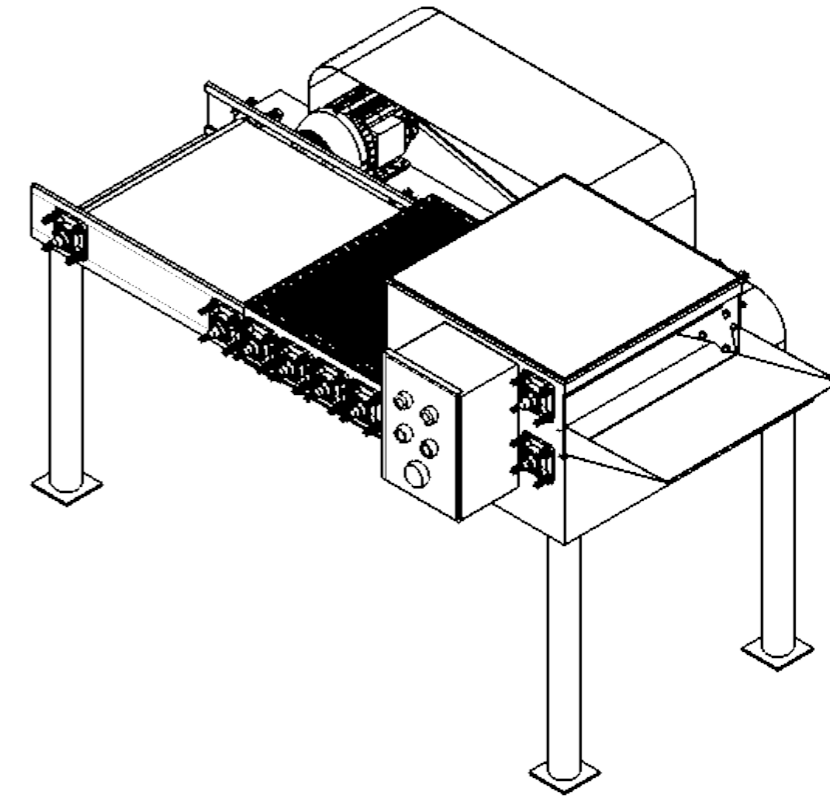
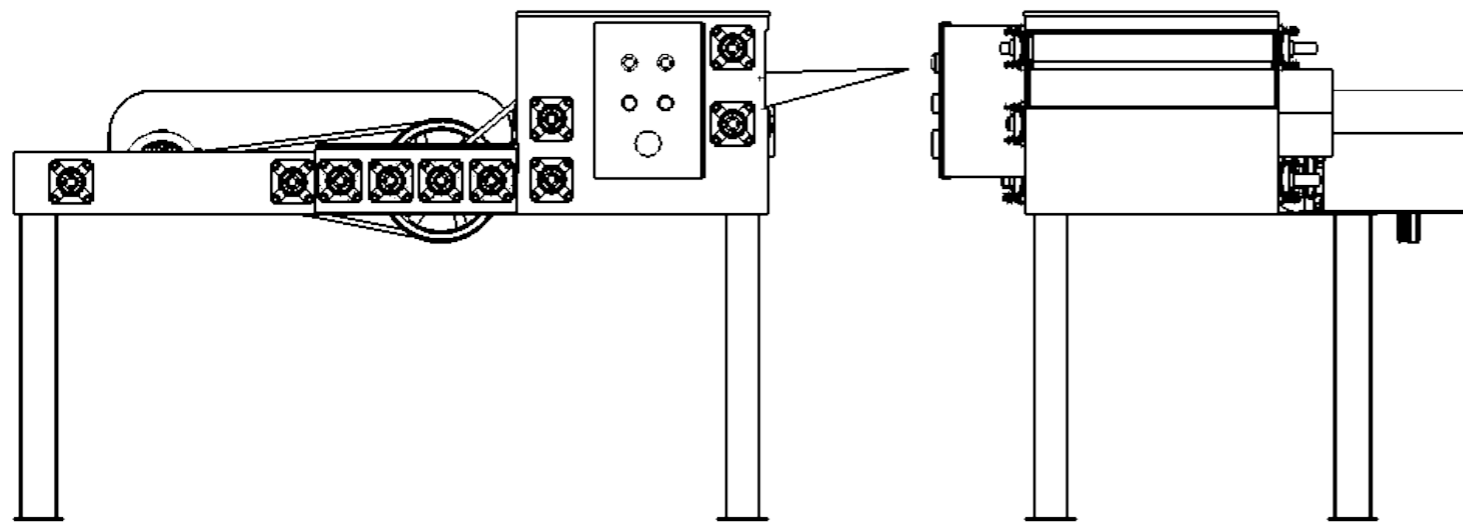


Fuente: Autor

Anexos 13 Circuito de Fuerza.

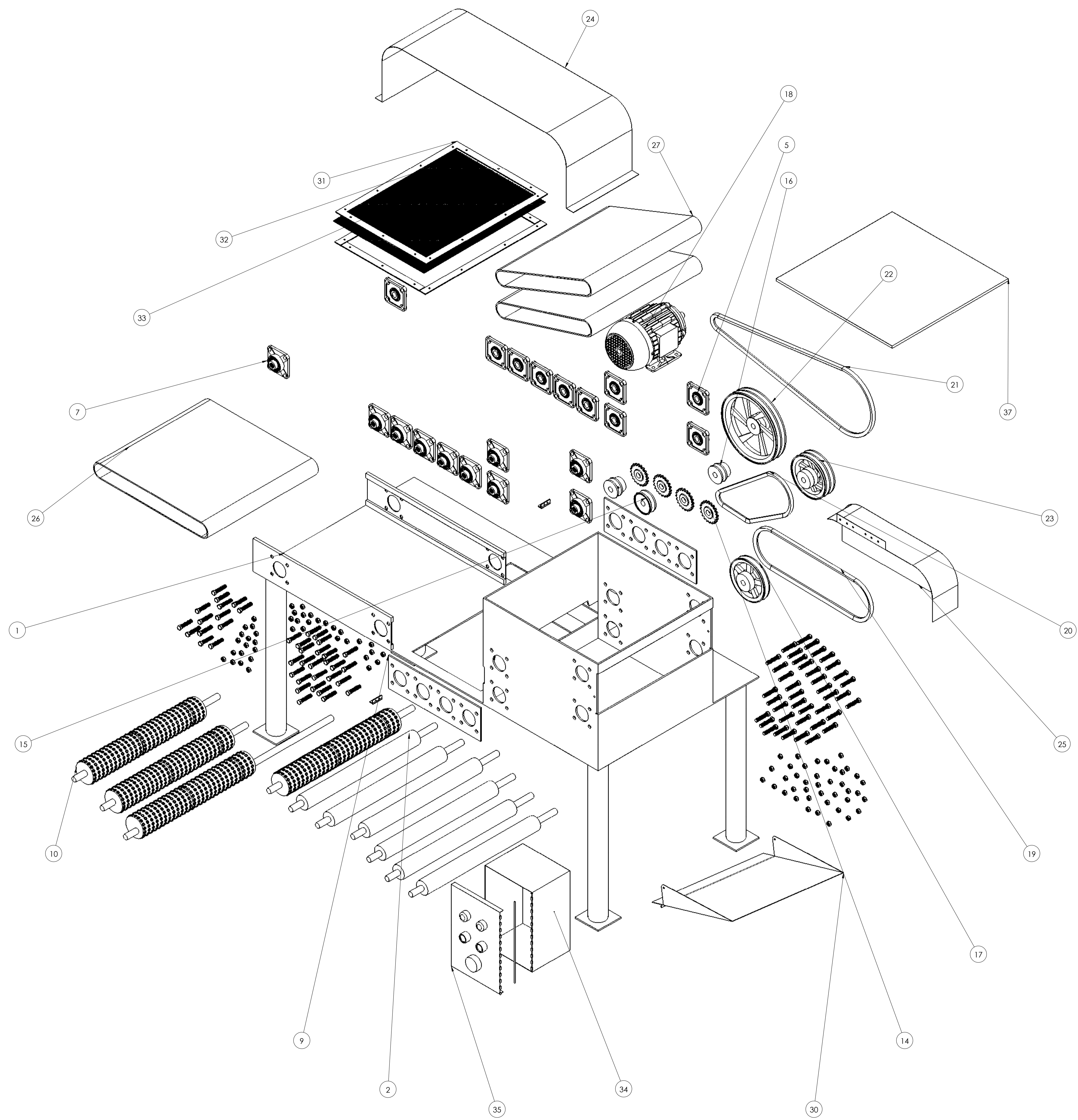


Fuente: Autor



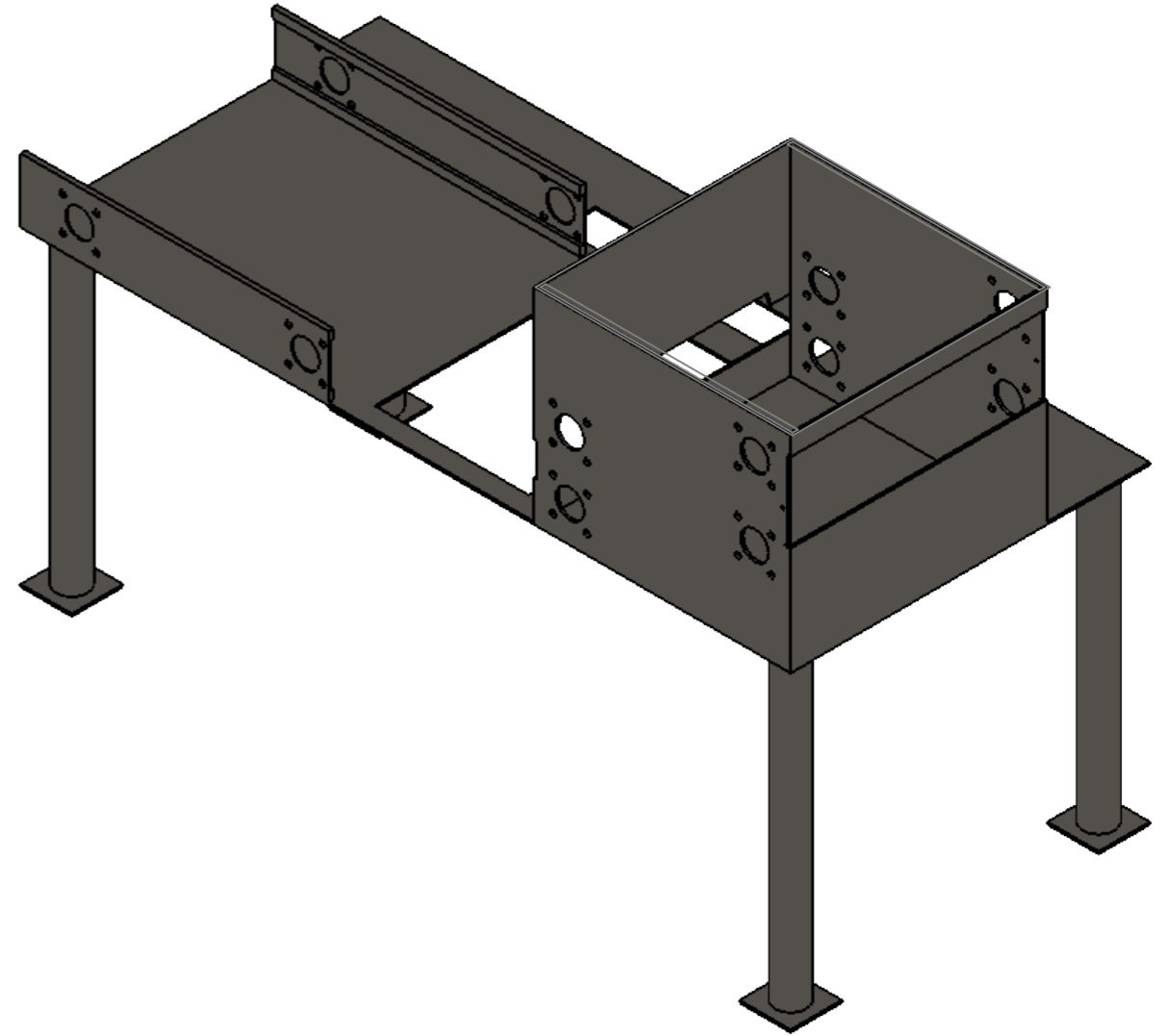
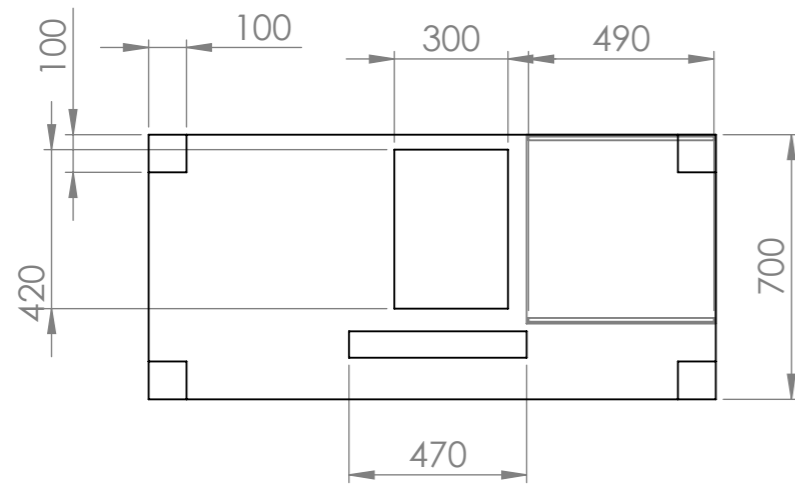
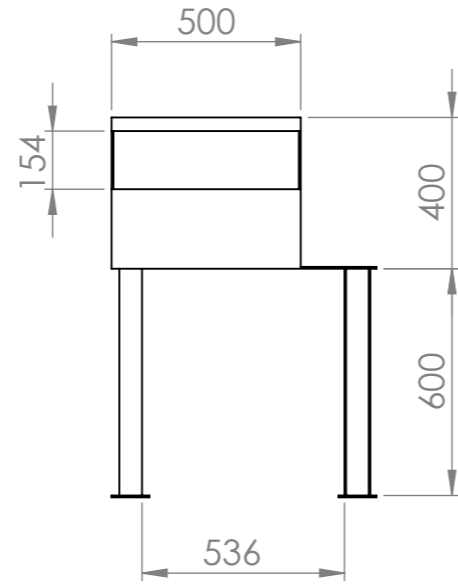
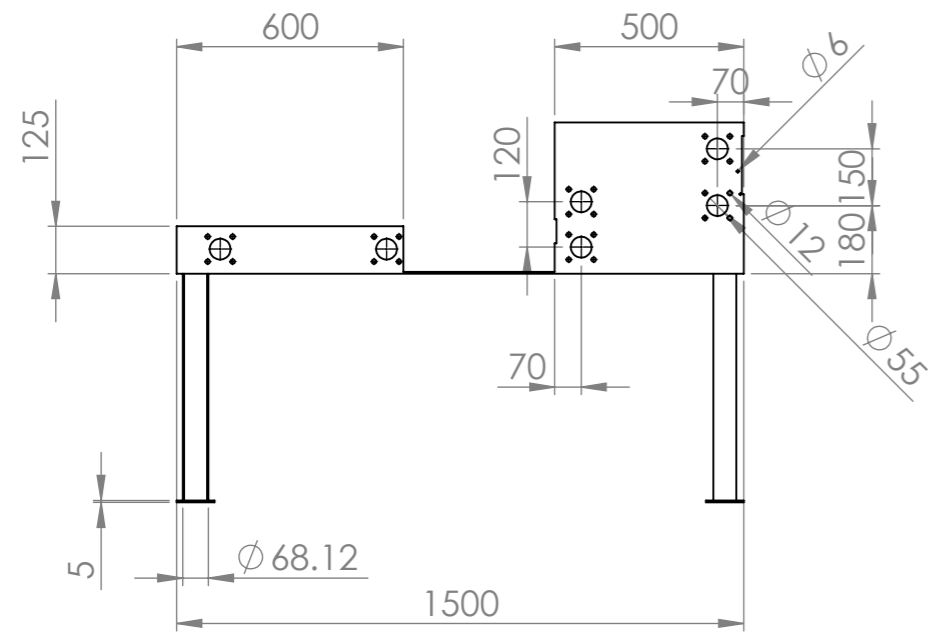
				Tolerancias +/-0.02	(Peso N) 26314.64	ASTM A36 ANSI 1020 ALEACION DE ALUMINIO 2024	
					Fecha	Nombre	MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO
				Dib.	13/09/18	Galora T.	
				Rev.	18/09/18	Msc. Muza P.	
				Apro.	18/09/18	Msc. Muza P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 14 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

Escala
1:15

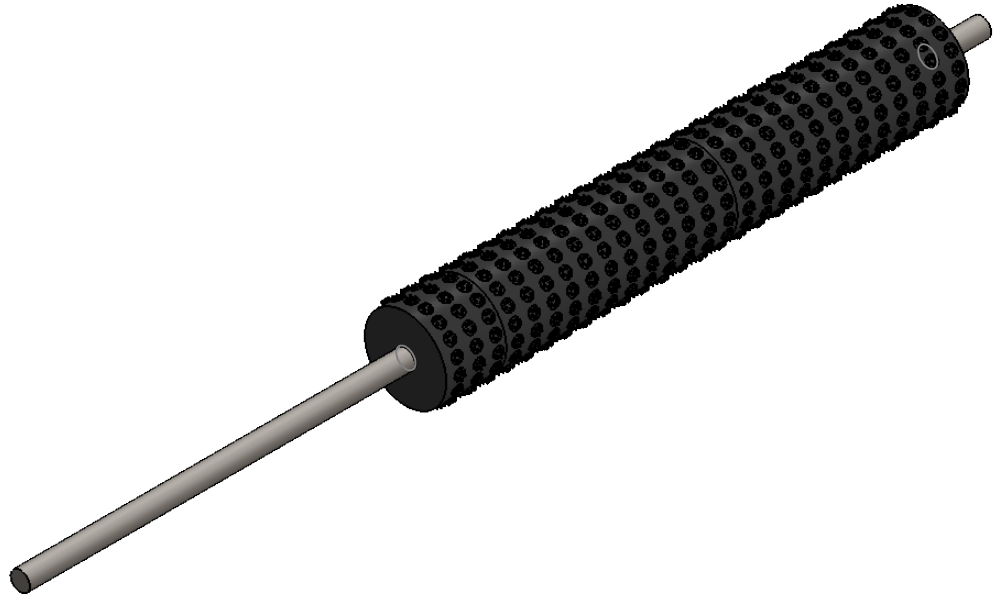
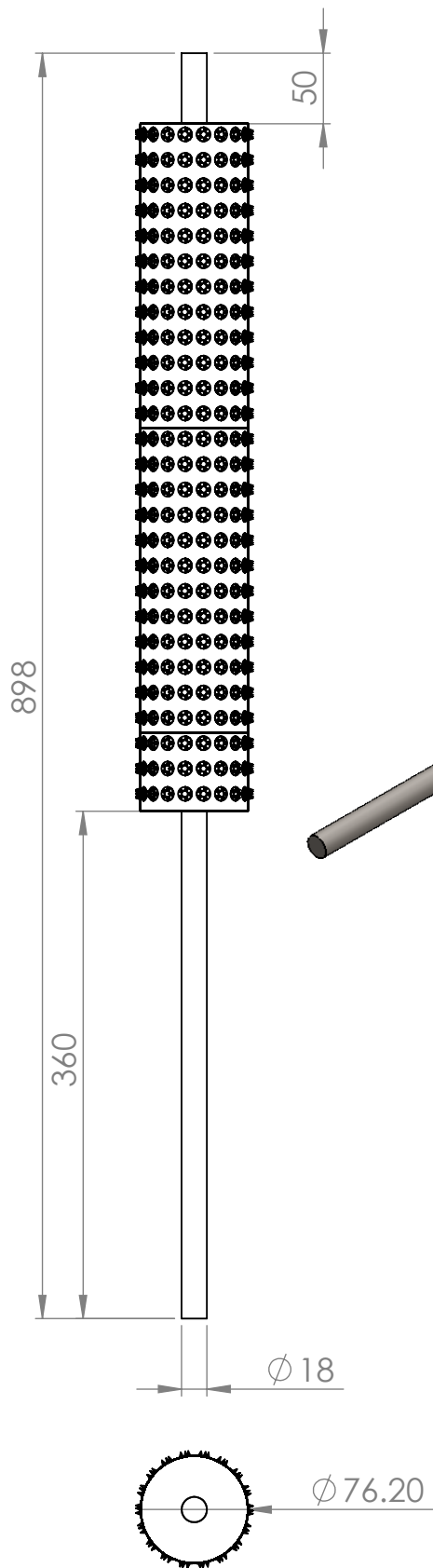


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Estructura		1
2	Rodillo secundario		6
3	Caucho protector de la chumacera		40
4	Anillo interna de la chumacera		20
5	Anillo externa de la chumacera		20
6	Bolas del rodamiento		300
7	Estructura de la chumacera		20
8	Camino de la chumacera		20
9	para el rodamiento		2
10	Caucho de los rodillos primarios		12
11	Eje secundario 1	Dimensiones 90x18mm	3
12	Eje secundario 2	Dimensiones 50x18 mm	4
13	Eje primario	Dimensiones 360x18 mm	1
14	Engranaje		4
15	Polea de 76 mm		1
16	Polea de 60mm		2
17	Polea de 150 mm con una vía		1
18	Motor de 1/2 hp		1
19	Banda A46 tipo V		1
20	Banda B31 tipo V		1
21	Banda B41.75 Tipo V		1
22	Polea de 240mm		1
23	Polea de 150mm con 2 vías		1
24	Protector 1		1
25	Protector 2		1
26	Banda transportadora 2		1
27	Bandas transportadora 1		1
28	Bisagra 1		4
29	Eje de Bisagra		2
30	Tolva		1
31	Protector 3		1
32	Malla para el protector 3		1
33	Barras para el protector 3		4
34	Caja eléctrica		1
35	Tapa de caja Eléctrica		1
36	Eje de caja eléctrica		1
37	Tapa de desgranadora de cajo		1
38	Tornillo		80
39	Tuerca		80

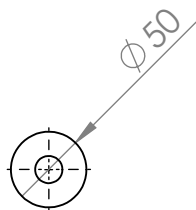
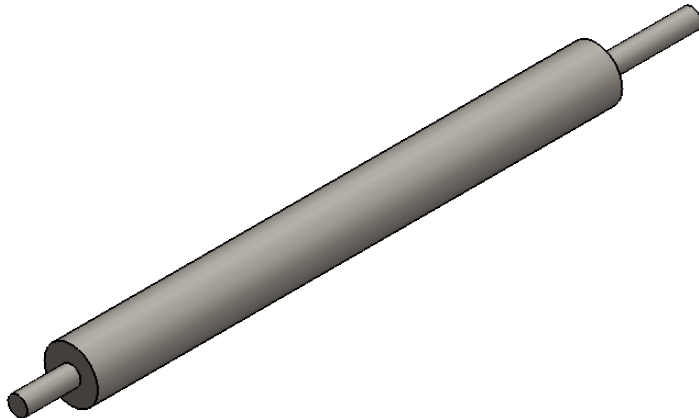
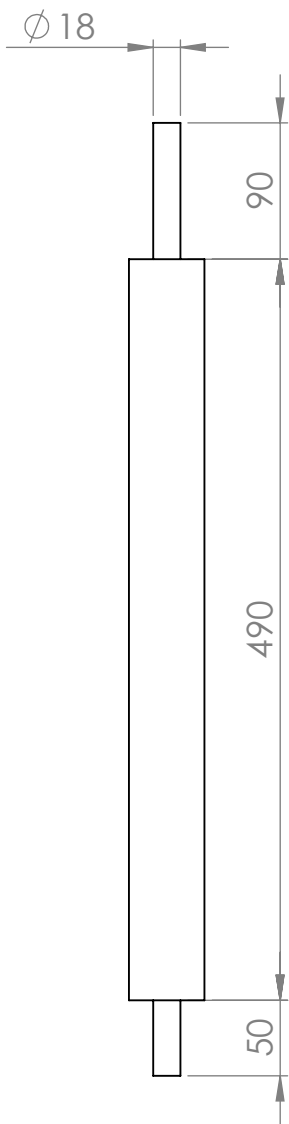
Tolerancias	+1/0,01	(Peso N)	Acero 1020	Acero A36 laminado en frío	Aleación de aluminio 2024
Fecha	13/09/18	Nombre	Galcerán		
Rev.	13/09/18	Msc.	Muñoz P	MÁQUINA DESGRANADORA DE AJO	
Asno.	13/09/18	Msc.	Muñoz P		
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 15 DE 35		Escala 1:5
Modificación			Fecha	Nombre	Escalado



				Tolerancias +/-0.01	(Peso N) 793.05	Acero AISI SAE 4130	
					Fecha	Nombre	ESTRUCTURA DE LA DESGRANADORA DE AJO
				Dib.	14/09/18	Galora T.	
				Rev.	14/09/18	Muzo P.	
				Apro.	14/09/18		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 16 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	
						Escala 1:20	

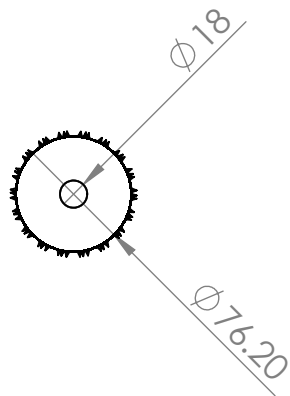
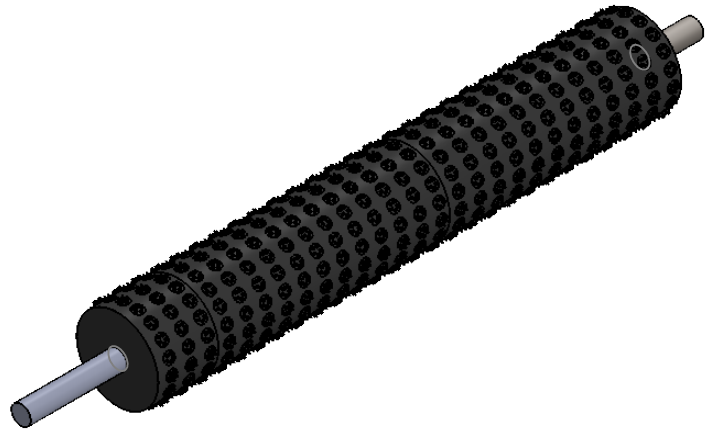
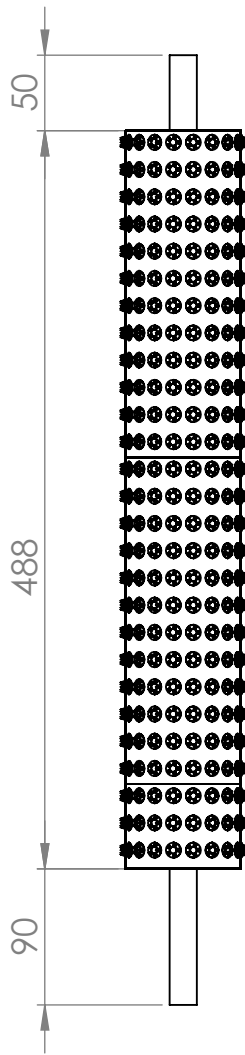


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 6200.52	Acero AISI 1020 Laminado en frío.		
					Fecha	Nombre	Rodillo Primario	
				Dib.	14/09/17	Galora T.		
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 17 DE 35	Escala 1:5 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:				



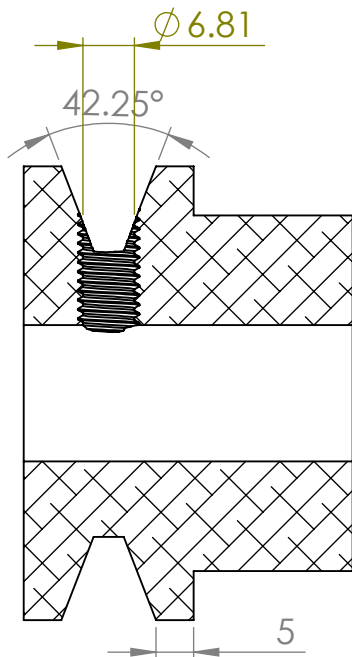
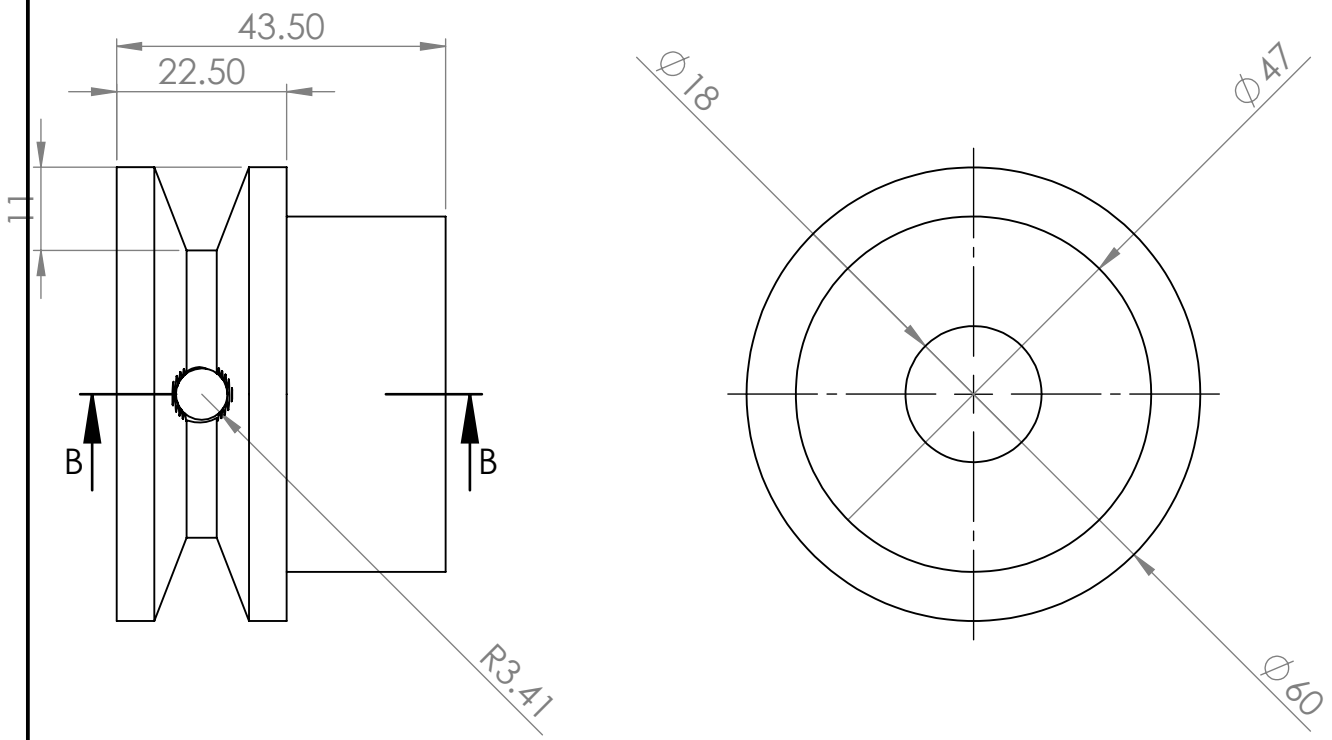
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 76.95	Acero AISI 1020 Laminado en frio.	
						Rodillo Secundario	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 18 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



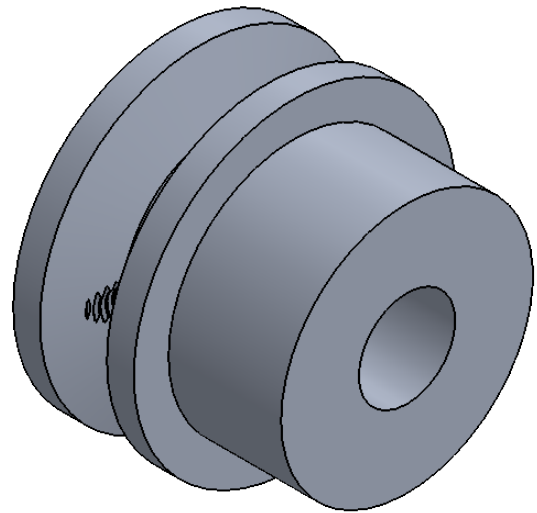


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 6199.85	Acero AISI 1020 Laminado en frio.	
						Tercer Rodillo	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 19 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

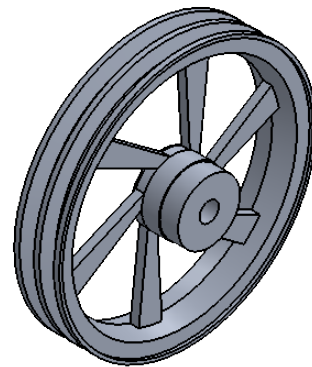
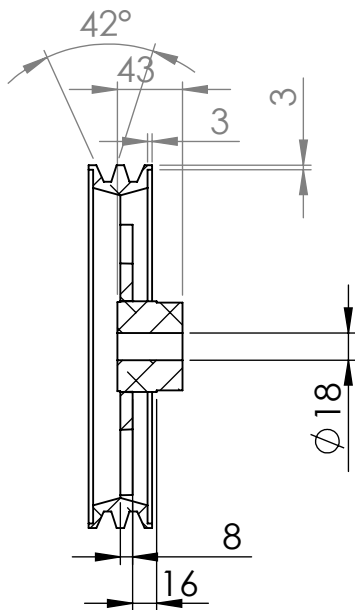
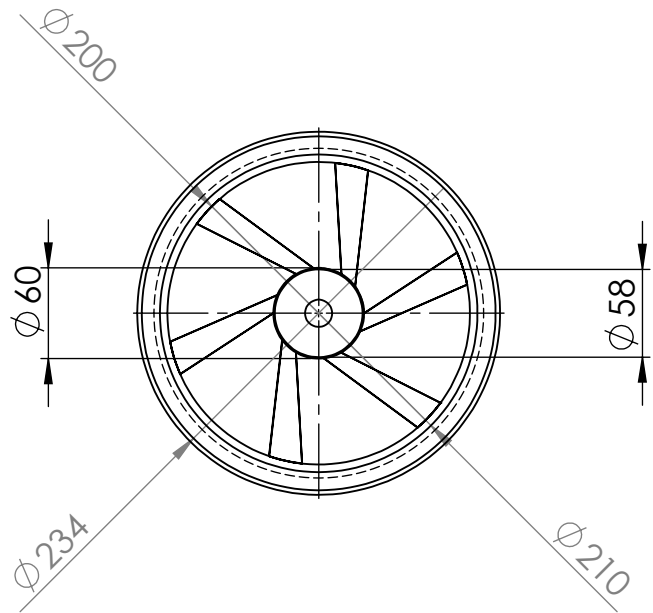
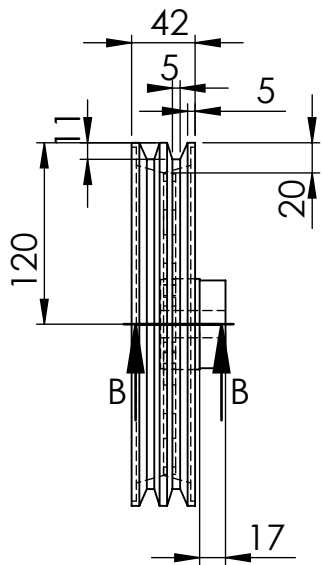




SECCIÓN B-B

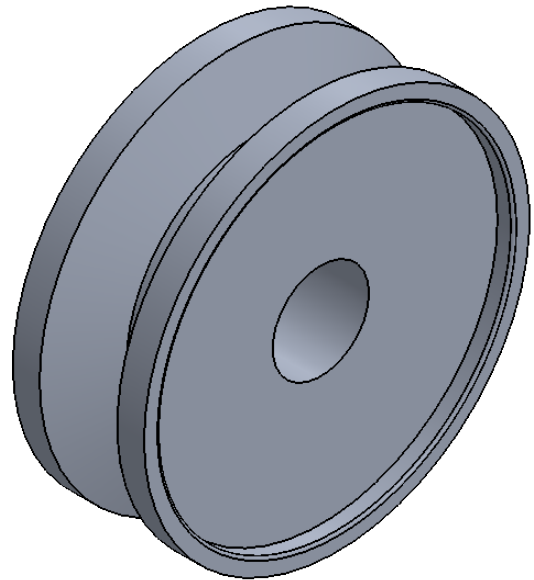
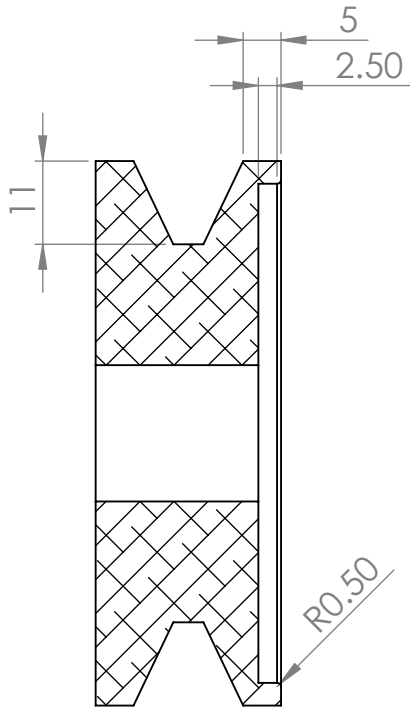
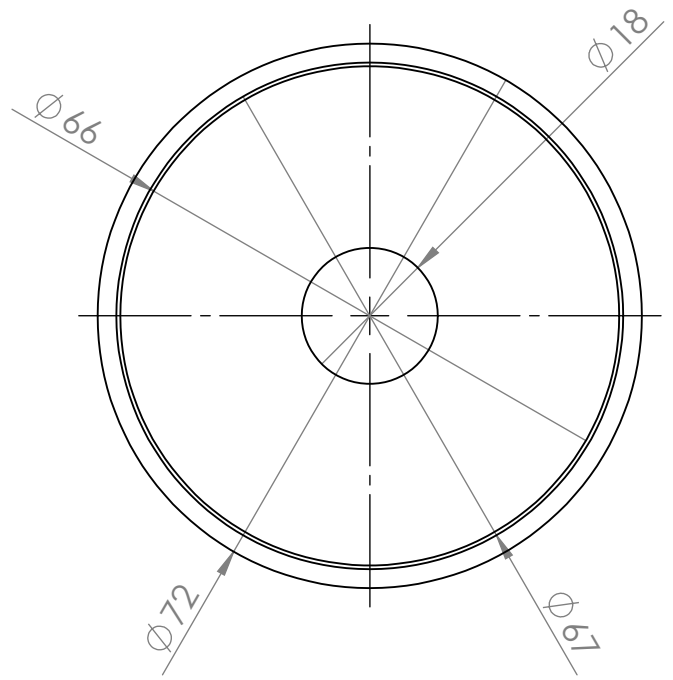
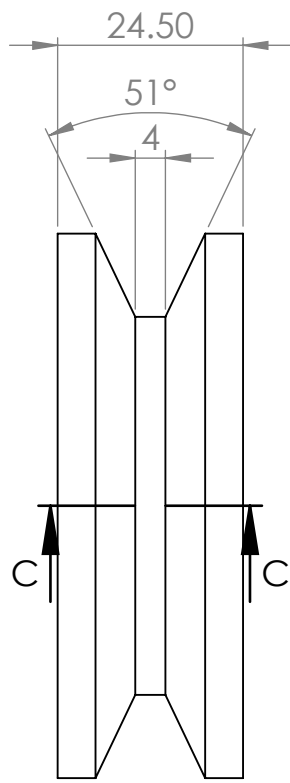


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 2.02	Aleación de aluminio 2024	
					Fecha	Nombre	POLEA DE 60 mm
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 20 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:



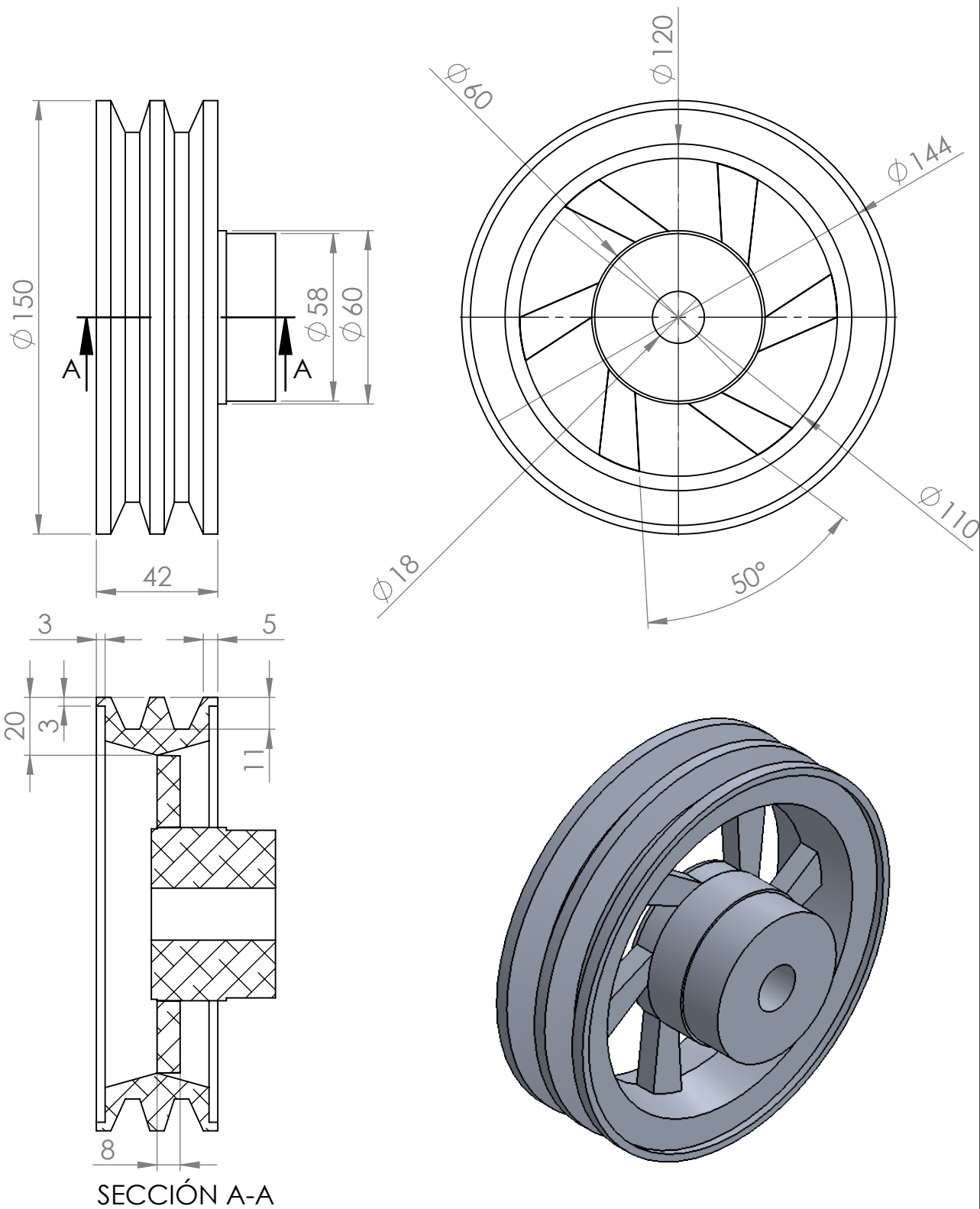
SECCIÓN B-B

				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 12.89	Aleacion de Aluminio 2024	
						POLEA DE 240 mm	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 21 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



SECCIÓN C-C

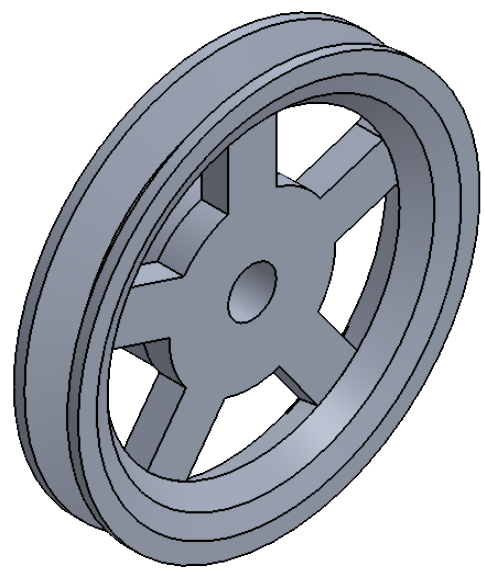
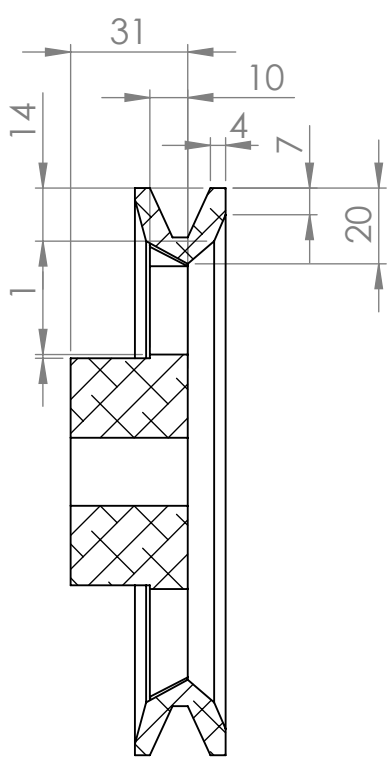
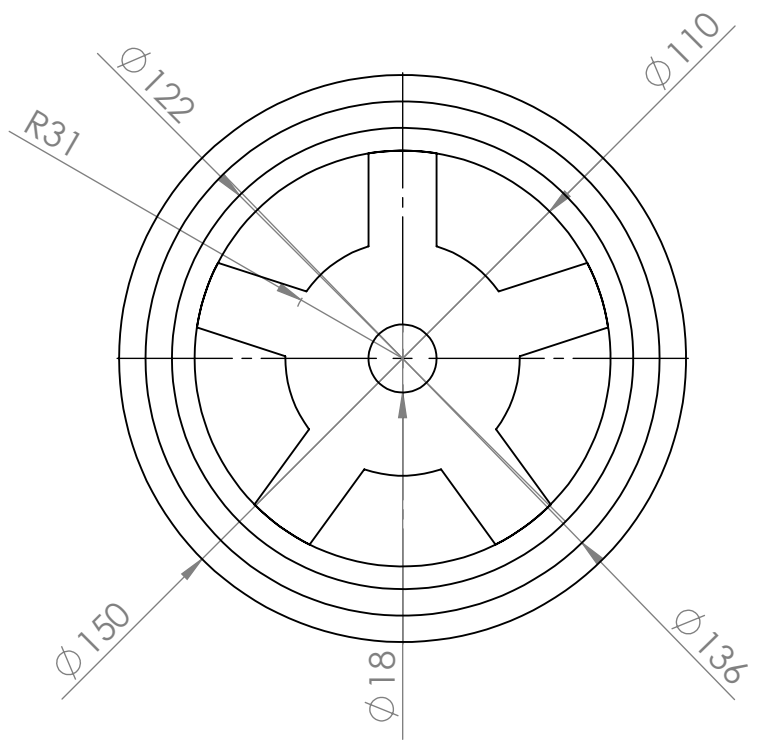
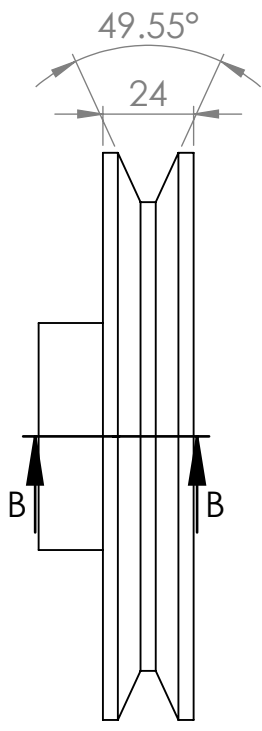
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 1.744	Aleación de aluminio 2024	
					Fecha	Nombre	POLEA DE 72 mm
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 22 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:



SECCIÓN A-A

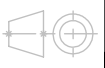
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 8.33	Aleación de aluminio 2024	
						POLEA DE 150 mm DE 2 VIAS	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 23 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

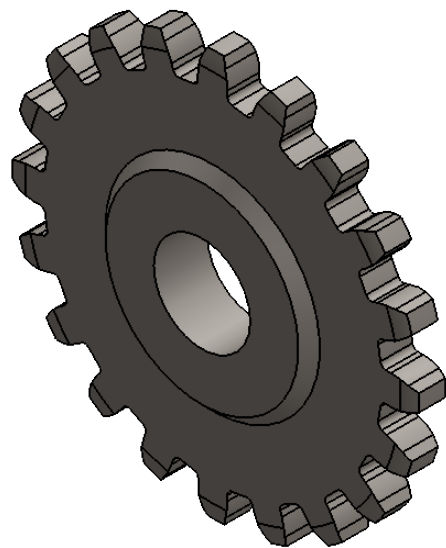
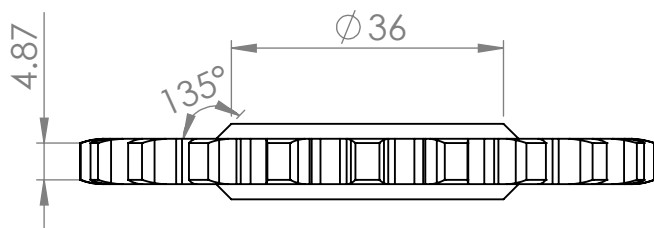
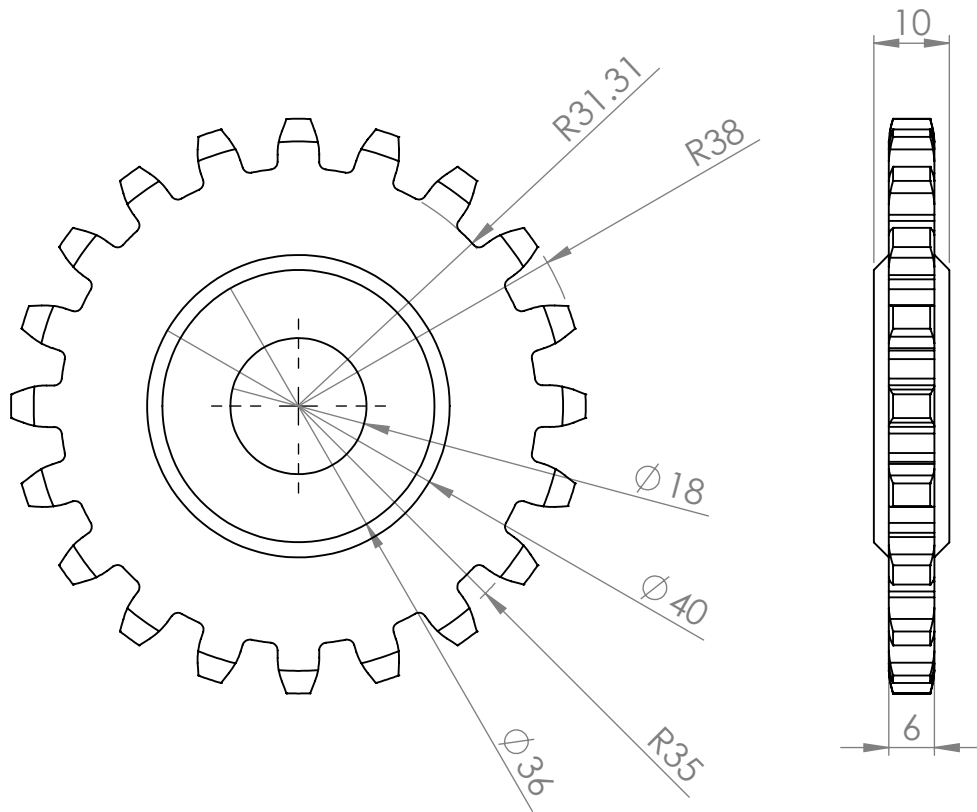




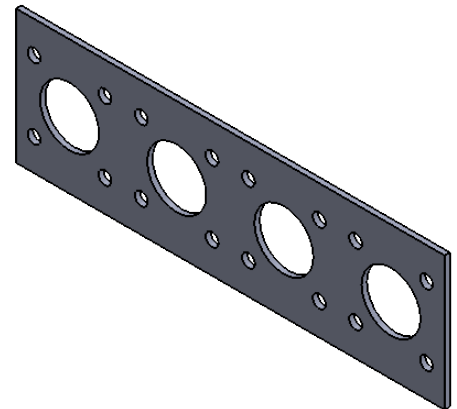
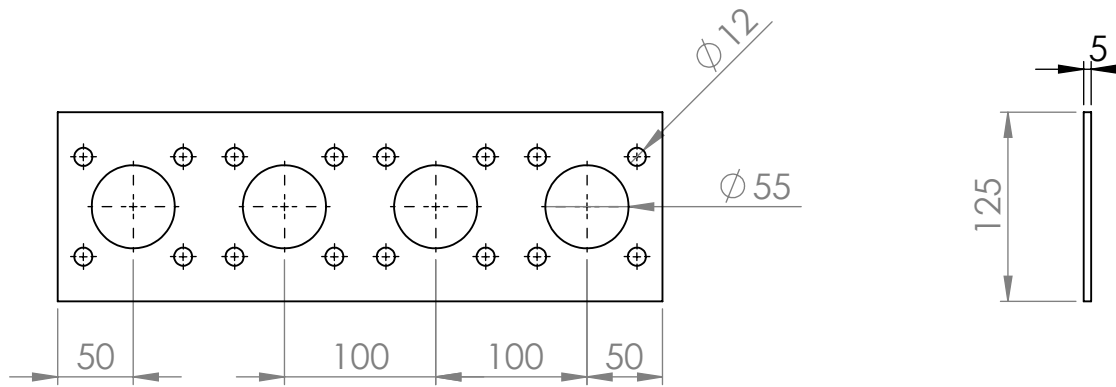
SECCIÓN B-B

				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 5.52	Aleación de aluminio 2024	
						POLEA DE 150 mm	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 24 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



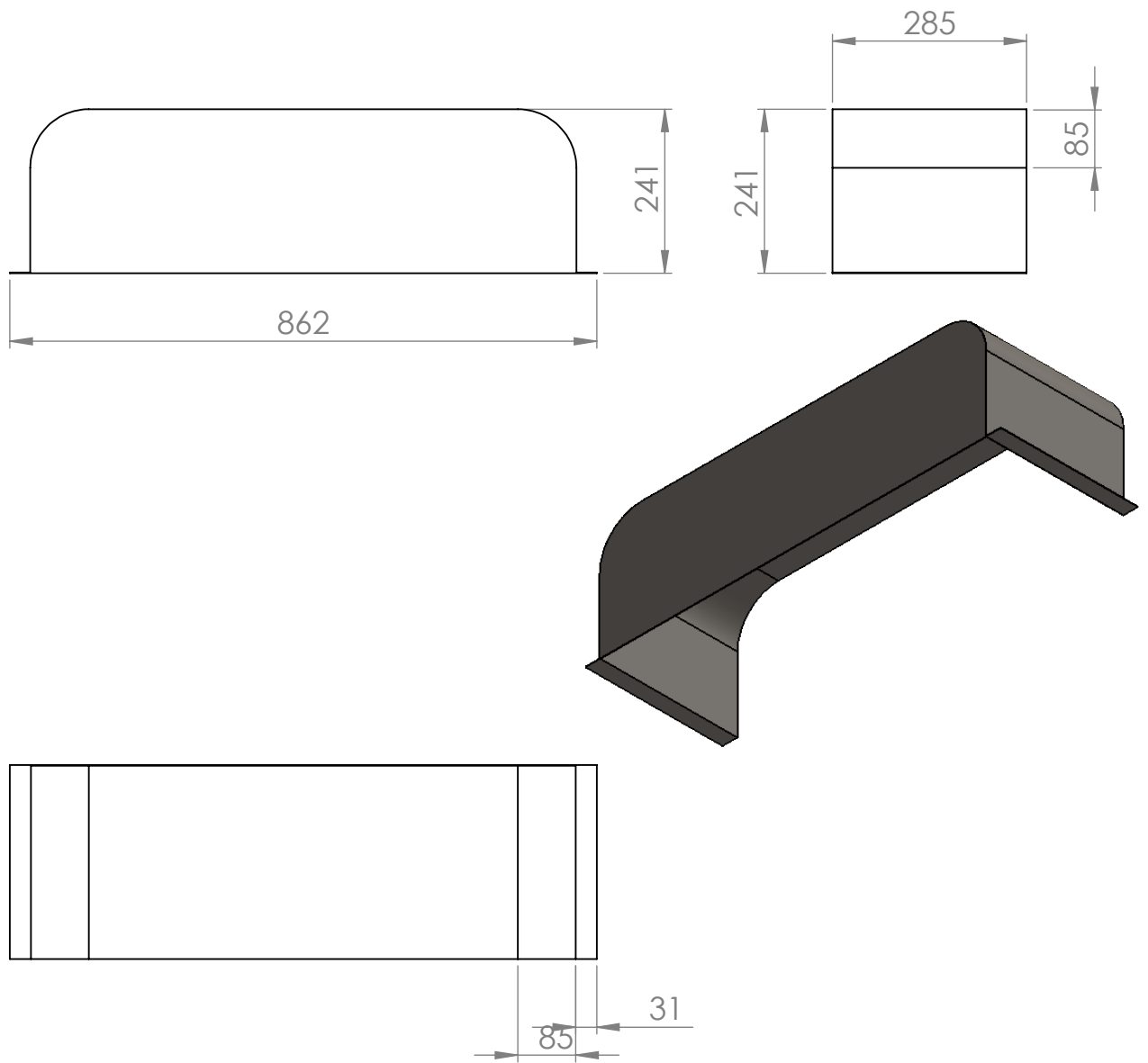


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 2.37	AISI 4340 Acero recocido	
					Fecha	Nombre	ENGRANE DE 70 mm
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	MSC.Muzo P.	
				Apro.	14/09/17	Msc. Muzo P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 25 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			 Escala 1:1

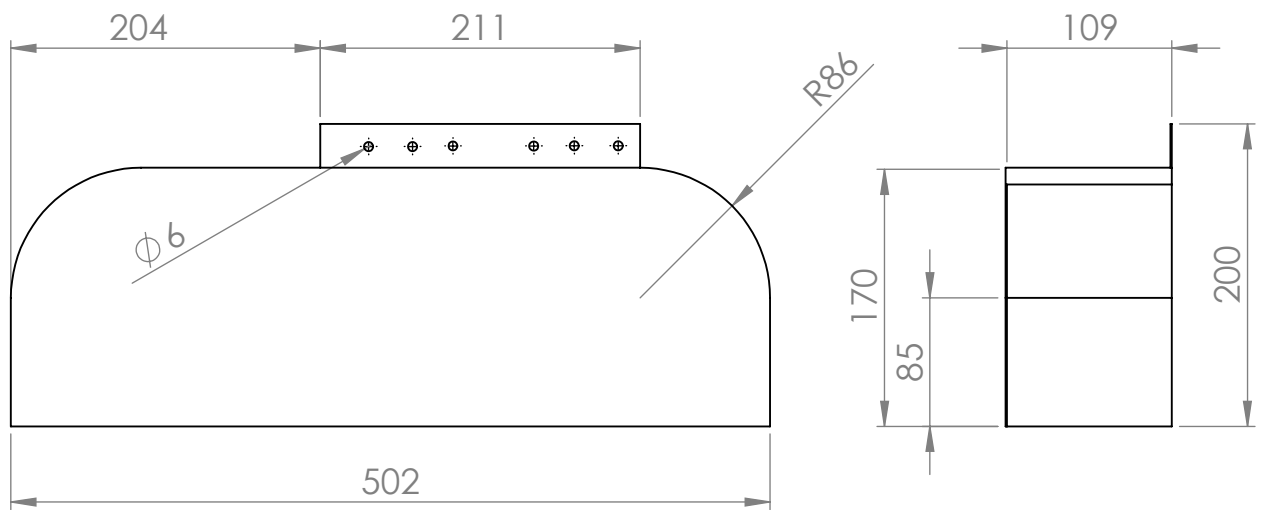
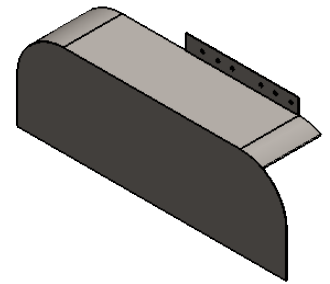


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 76.95	Aleación de aluminio 2024	
						SOPORTE PARA LOS RODILLOS	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 26 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

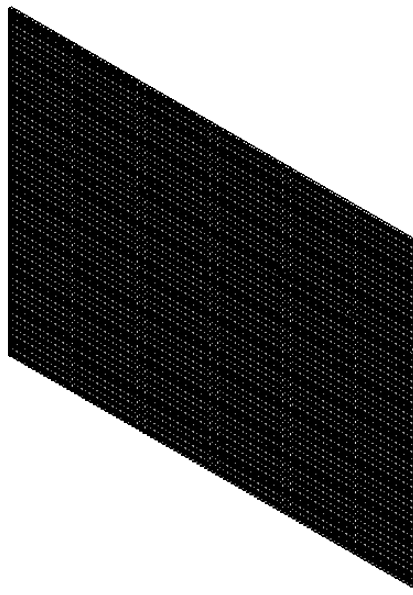
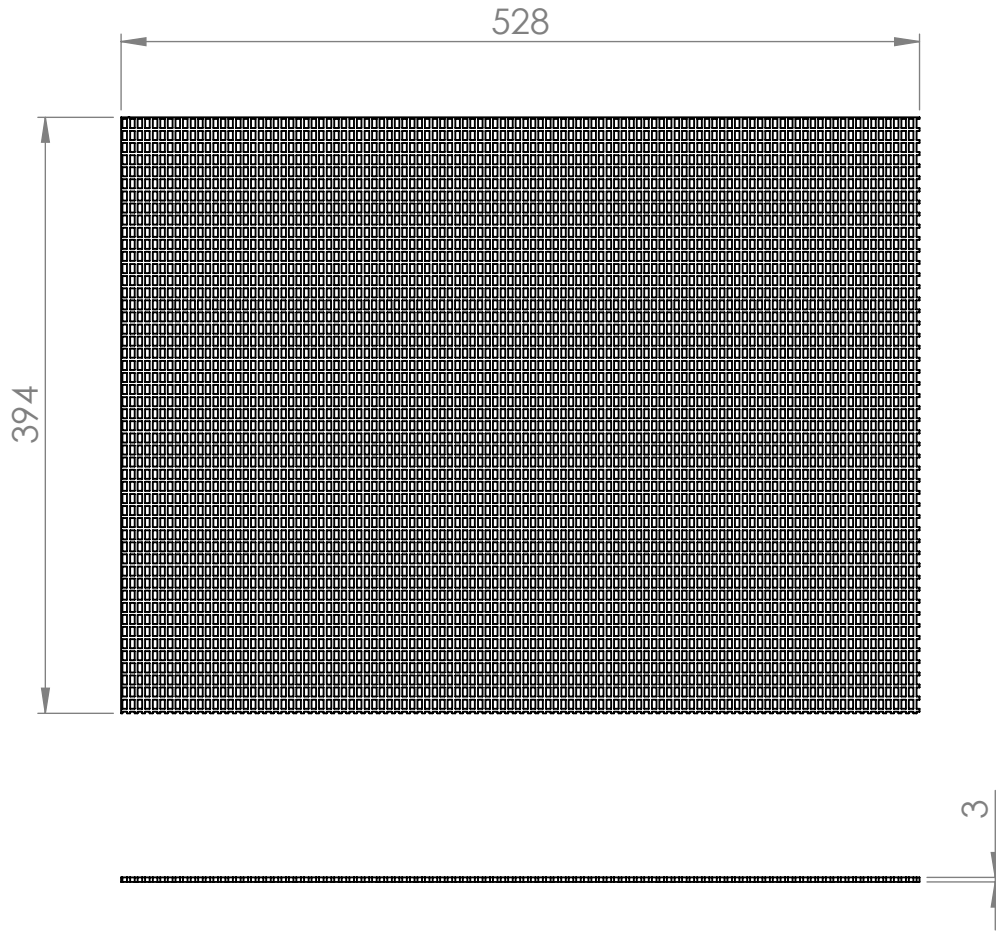




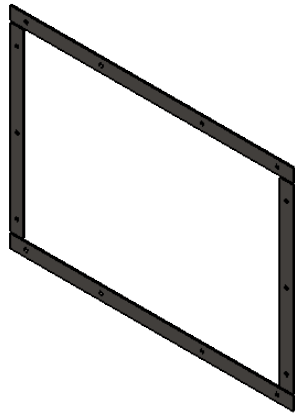
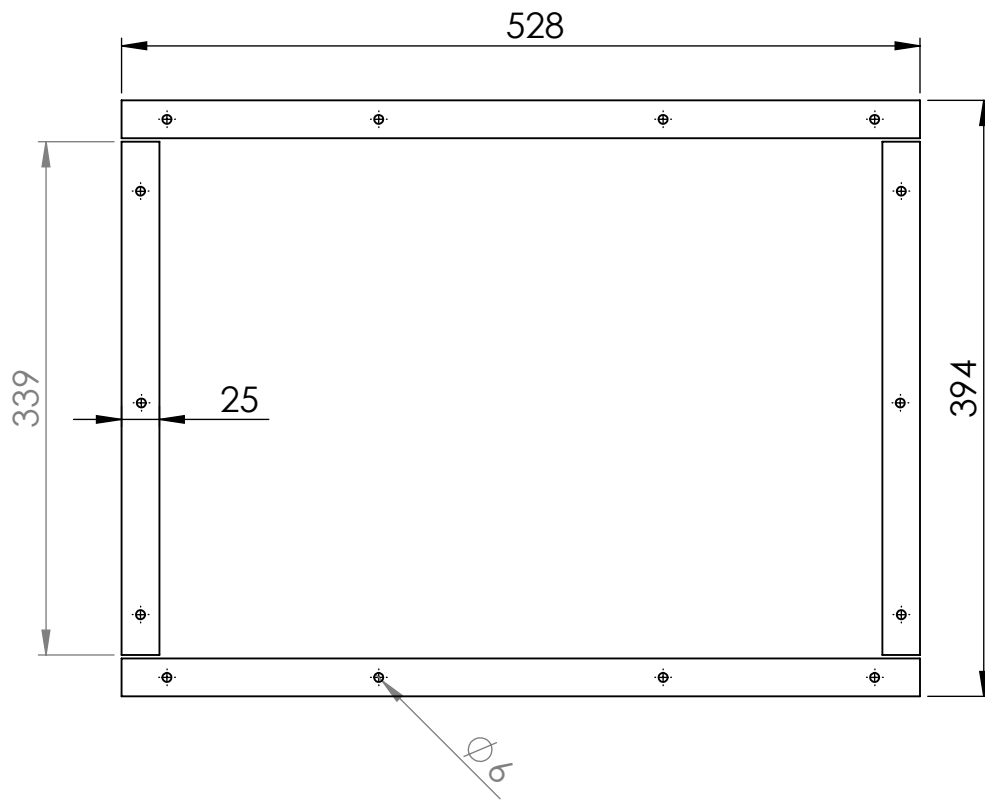
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 42.3	Acero ASTM A36 Laminado en frio		
					Fecha	Nombre	PROTECTOR DE LAPRIMERA TRANSMISIÓN	
				Dib.	14/09/17	Galora T.		
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 27 DE 35	Escala 1:10 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:				



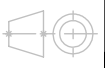
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 1.5	Acero AISI 1020 Laminado en frío.	
						SEGUNDA PROTECCIÓN	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 28 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	
							

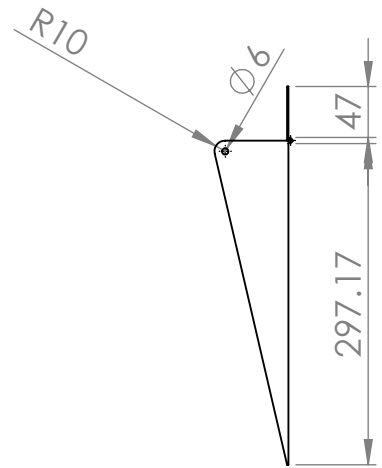
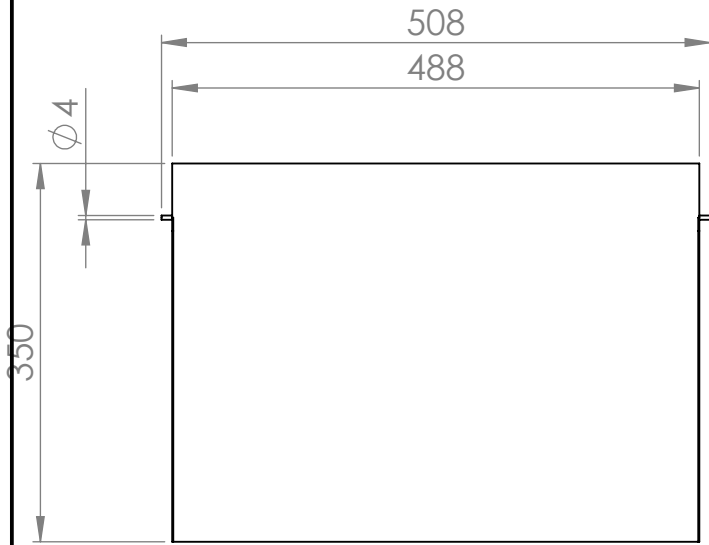
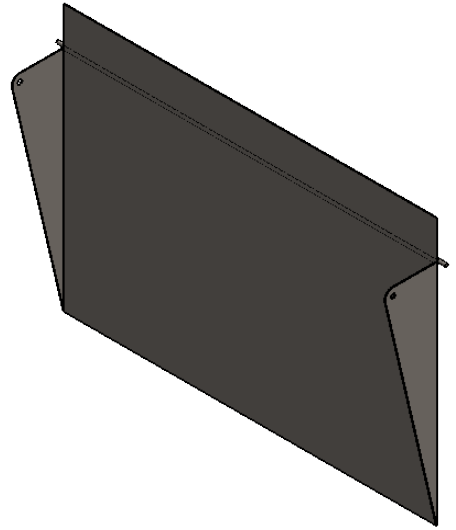


				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 4.34	PVC	
					Fecha	Nombre	MALLA PARA LA TERCERA PROTECCIÓN
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Muzo P.	
				Apro.	14/09/17		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 29 DE 35	Escala 1:5 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			

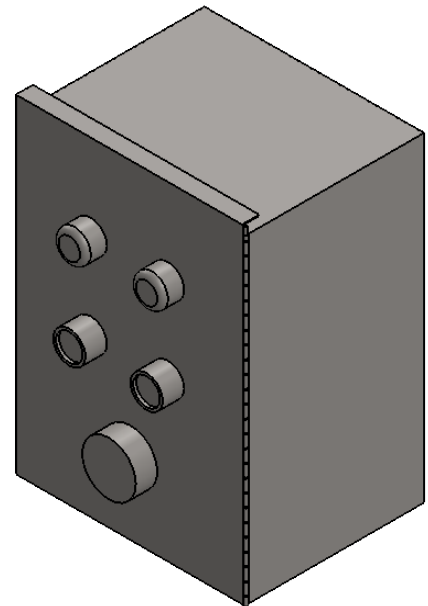
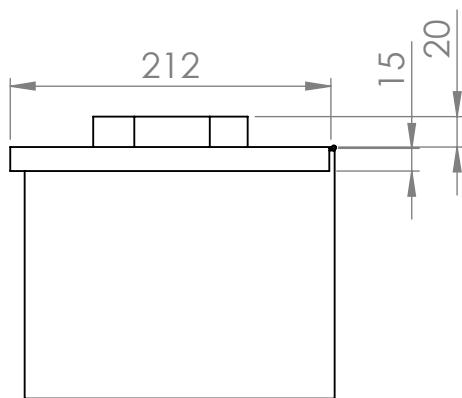
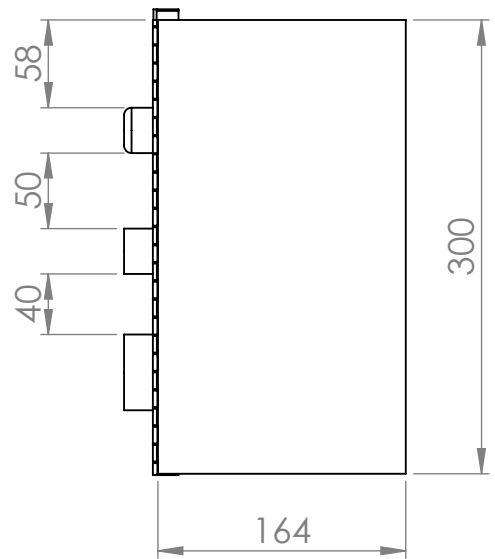
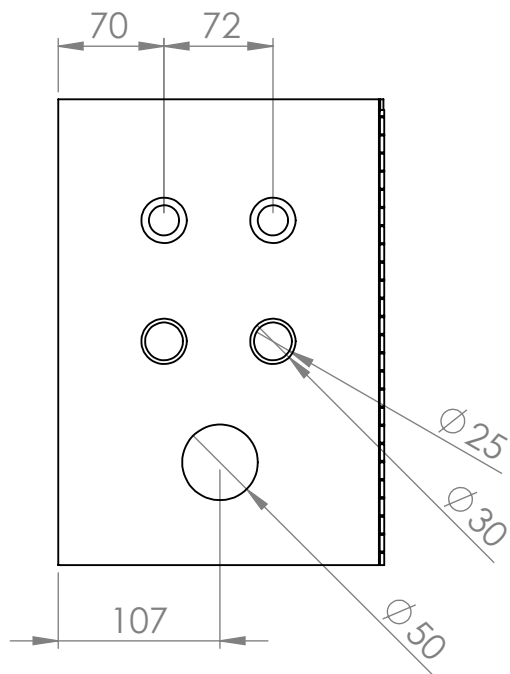


				Tolerancias +/- 0.1	(Peso N) 9.9	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	CUADRO PARA LA TERCERA PROTECCIÓN
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Muzo P.	
				Apro.	14/09/17		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 30 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:

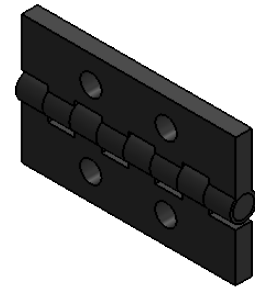
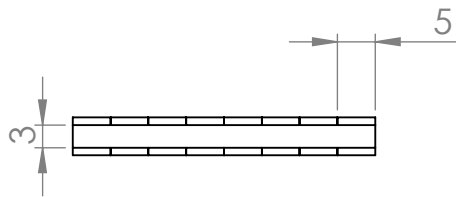
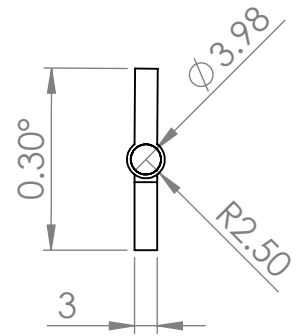
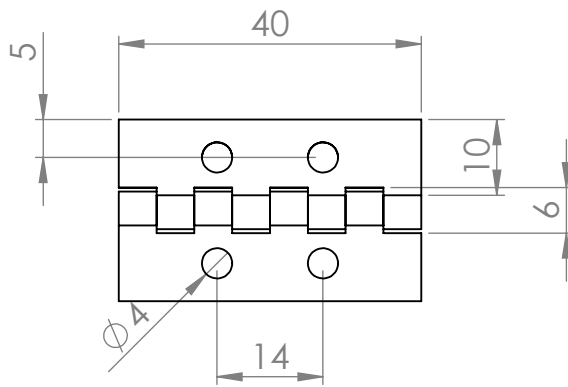




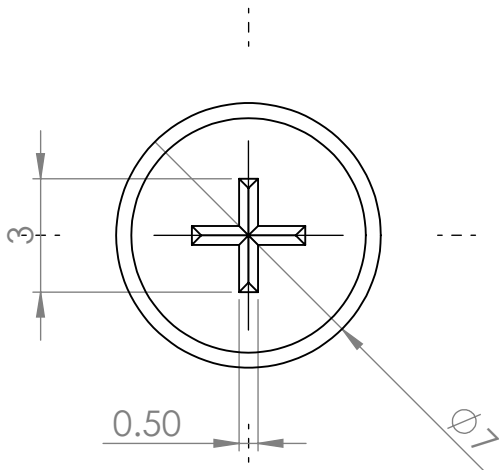
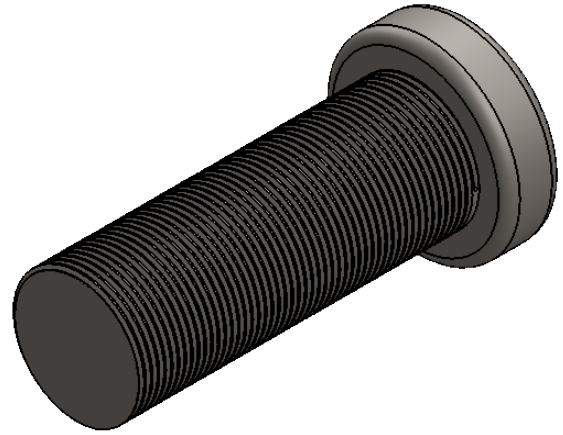
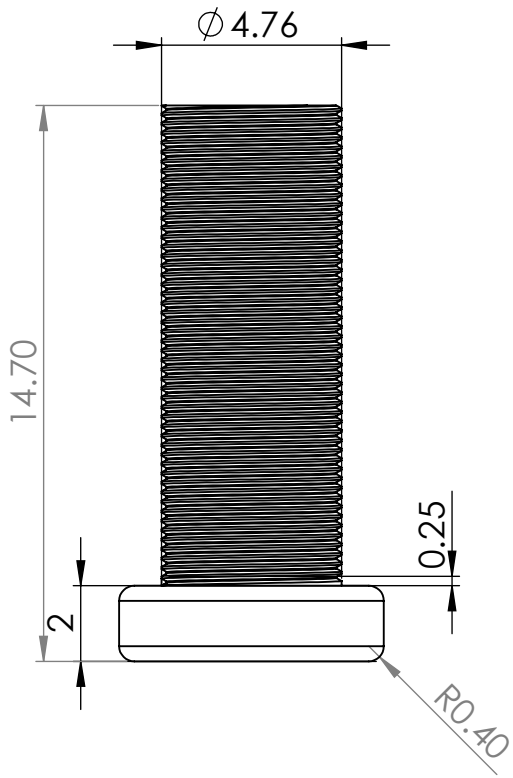
				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 15.29	Acero ASTM A36	
						TOLVA	Escala 1:7
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Muzo P.		
				Apro. 14/09/17			
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		ANEXO 31 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	
							



				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 30.96	Acero AISI 304	
						CAJA DE CONTROL ELÉCTRICA	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 14/09/17	Galora T.		
				Rev. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				Apro. 14/09/17	Msc.Muzo P.		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA UNDOAMÉRICA		ANEXO 32 DE 35	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 0.19	Hierro dúctil	
					Fecha	Nombre	BISAGRA DE 40 mm
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 33 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			
							Escala 1:1



				Tolerancias +/- 0.01	(Peso N) 0.0221	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	TORNILLO 3/16 POR 1/2
				Dib.	14/09/17	Galora T.	
				Rev.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				Apro.	14/09/17	Msc.Muzo P.	
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			ANEXO 35 DE 35
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			