

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**“EVALUACIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CARDADORA CON
MOTOR DE 1/2 HP PARA PROCESAMIENTO DE FIBRA DE ALPACA EN LA
REGIÓN PUNO, 2016”**

TESIS

PRESENTADO POR:

BACH. RUBEN EDGAR QUISPE ALANOCA

BACH. JESUS DAVID QUISPE ALANOCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PUNO – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

**“EVALUACIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CARDADORA
CON MOTOR DE 1/2 HP PARA PROCESAMIENTO DE FIBRA DE
ALPACA EN LA REGIÓN PUNO, 2016”**

PRESENTADA POR:

RUBEN EDGAR QUISPE ALANOCA

JESUS DAVID QUISPE ALANOCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11-10-2018

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:


M.Sc. MARIO MAMANI PAMPA

PRIMER MIEMBRO

:


M.Sc. JOSÉ MANUEL RAMOS CUTIPA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. JOSÉ ANTONIO VARGAS MARÓN

DIRECTOR / ASESOR

:


Dr. NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN

Área: Mecánica

Tema: Diseño y Construcción.

DEDICATORIA

*... Gracias a Dios, por la vida que me ha dado,
por permitirme llegar hasta este punto y
haberme dado salud para lograr mis objetivos,
además de su infinita bondad y amor.*

*... a mi Padre Fidel Quispe Apaza (+) y a mi
madre Agustina Alanoca chupa De Quispe por
sus apoyos incondicionales antes y durante la
formación profesional. Asimismo, por
inculcarme principios y valores.*

*... a mis hermanos Hernán Nicanor y Jesús
David, quienes estuvieron en los momentos más
difíciles de mi vida, gracias a ellos mi sueño
hecho realidad.*

*... a Maribel Rojas Zela por su amor
incondicional, quién llena mi espíritu de amor y
hace fácil mi caminar.*

RUBEN EDGAR QUISPE ALANOCA

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más, A mis padres por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil, a mis hermanos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino. A mis docentes, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

JESÚS DAVID QUISPE ALANOCA.

AGRADECIMIENTO

- ✓ *En primera instancia le doy infinito gracias a Dios por la oportunidad de estar con vida y alcanzar mis anhelos y objetivos.*
- ✓ *Especial agradecimiento a todos los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica por velar con el conocimiento que sembraron en mí, el cual da sus primeros frutos y brindarme lo necesario para crecer profesionalmente. Asimismo, a mis amigos por el compañerismo y la amistad mantenida durante toda la vida, a todos ellos(as) les digo muchas gracias.*
- ✓ *Agradezco a la UNA - PUNO por cobijarme en sus claustros universitarios.*
- ✓ *A mis familias por la seguridad, por sus palabras de aliento y la preocupación que mostraron, en especial en los momentos más difíciles de mi vida que me tocó vivir.*

RUBEN EDGAR QUISPE ALANOCA

AGRADECIMIENTO

- ✓ *Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mis padres Fidel (+) y Agustina quien más que unos buenos padres, me han consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores., A mi Mami Agustina que me ha criado toda la vida y lo sigue haciendo, que me ha dado su confianza y su amor eternamente. Ustedes mis padres son lo más bello que Dios ha puesto en mi camino y por quienes estoy inmensamente agradecido.*
- ✓ *Agradezco también a mi Padre por ser un apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo, que aun estando lejos lo llevo siempre en mi corazón y mente.*
- ✓ *A mis hermanos por ser un gran amigo para mí, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida.*
- ✓ *A mi enamorada Erika, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional y por su ayuda en mi proyecto.*
- ✓ *A mis amigos, sin ustedes no existiría hoy esta tesis y no existiría esta amistad que tenemos, entre risas, bromas y enojos hemos culminado con éxito este gran proyecto, los quiero.*
- ✓ *Y gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en este proyecto.*

JESÚS DAVID QUISPE ALANOCA.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I.....	21
1.1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	24
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	25
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS	25
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.3.1. JUSTIFICACION TECNICA	26
1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	26
1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	26
1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	27
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
CAPÍTULO II.....	28
REVISIÓN DE LITERATURA.....	28
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	28
2.2. SUSTENTO TEÓRICO.....	33
2.2.1. EVALUACION DE LA TECNOLOGIA DE PROCESAMIENTO DE FIBRA DE ALPACA	33
2.2.2. ESTUDIO DE LAS CARDADORAS	45
2.2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	50
2.2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	52
2.2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	52
CAPÍTULO III.....	54
MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	54
3.2.1. POBLACION.....	54
3.2.2. MUESTRA	56

3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	56
3.4. EXTENSIÓN.....	56
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	58
3.5.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS.....	58
3.5.2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.....	58
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN.....	60
3.6.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	60
3.6.2. INSTRUMENTOS.....	60
3.7. INGENIERÍA DE PROYECTO.....	60
3.7.1. DISEÑO DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	60
3.7.2. CALCULO DE VELOCIDAD DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POLEAS.....	61
3.7.3. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE FAJAS ENTRE LAS POLEAS A Y B.....	64
3.7.4. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE FAJAS ENTRE LAS POLEAS B´ Y D.....	70
3.7.5. DISEÑO DE EJES.....	77
3.7.6. CALCULO DE TENSIONES DE TRANSMISIÓN POR FAJAS.....	83
3.7.7. CALCULO DE TENSIONES DE TRANSMISIÓN POR FAJA.....	85
3.7.8. ANALISIS DE CARGAS EN LOS EJES.....	88
3.7.9. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL.....	105
CAPITULO IV.....	109
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	109
4.1. ANÁLISIS, E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	109
4.2. DISEÑO DE UNA CARDADORA EN AUTODESK INVENTOR.....	110
4.3. DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL EN AUTODESK INVENTOR ..	112
4.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA CARDADORA.....	113
4.5. CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE CONTROL.....	113
4.6. PROCESO DE CARDADO.....	114
4.7. CUADRO COMPARATIVO DE FIBRAS.....	116
4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	116
4.8.1. PRESUPUESTO.....	116

4.8.2. COMPARACIÓN CON UNA DEL TIPO DE CARDADORA DOBLE CON MOTOR.....	118
4.8.3. CRONOGRAMA	120
4.9. MANUAL DE MONTAJE.....	122
4.9.1. MANUAL DE MONTAJE DE LA CARDADORA DE FIBRA DE ALPACA	122
CAPÍTULO V	128
CONCLUSIONES	128
CAPÍTULO VI	129
RECOMENDACIONES	129
CAPÍTULO VII	130
REFERENCIA.....	130
ANEXOS Y PLANOS	133

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura N° 2.1. Tipos de alpacas	34
Figura N° 2.2. Obtención del vellón.....	34
Figura N° 2.3. Uso de tijeras para la esquila	34
Figura N° 2.4. Separación de fibra	35
Figura N° 2.5. Hilado de lana con phuska	36
Figura N° 2.6. El hilo no tiene el mismo diámetro en todo el cono.....	37
Figura N° 2.7. Representación del cambio de estado en la fibra durante el proceso de cardado	37
Figura N° 2.8. Partes principales de una cardadora.....	39
Figura N° 2.9. Partes de una guarnición	42
Figura N° 2.10. Guarniciones de diferentes alturas y distancia entre secciones (a) guarnición usada para el proceso de emborrado, (b) guarnición usada para el proceso de mecheado.....	42
Figura N° 2.11. Tipos de guarniciones rígidas	43
Figura N° 2.12. Guarniciones semi-rígidas.....	44
Figura N° 2.13. Diagrama de flujo	44
Figura N° 2.14. Surtido convencional de cardas	45
Figura N° 2.15. Cardadora compacta.....	47
Figura N° 2.16. Cardadora de tambores estándar.....	47
Figura N° 2.17. Cardadora estándar con motor.....	48
Figura N° 2.18. Cardadora doble	49
Figura N° 2.19. Cardadora doble con motor.....	49
Figura N° 2.20. Diseño de prototipo de máquina cardadora de fibras largas.....	50

CAPÍTULO III

Figura N° 3.1. Ubicación del departamento de puno	57
Figura N° 3.2. Mapa del departamento de puno.....	57
Figura N° 3.3. Sistema de transmisión de potencia.....	61
Figura N° 3.4. Diagrama de sistema de transmisión	61
Figura N° 3.5. Transmisión de potencia entre poleas A y B	64
Figura N° 3.6. Transmisión de potencia entre poleas B´ y D	70
Figura N° 3.7. Diseño de ejes	77
Figura N° 3.8. Montaje del eje de la polea B y B´	79
Figura N° 3.9. Montaje del eje de la polea C	80
Figura N° 3.10. Montaje del eje de la polea D	81
Figura N° 3.11. Diagrama de tensiones entre las poleas A y B	83
Figura N° 3.12. Diagrama de tensiones entre las polea B´, C y D	85
Figura N° 3.13. DCL del eje de polea D	88
Figura N° 3. 14. DFC y DMF del eje de polea D en el plano YZ.....	91
Figura N° 3.15. DFC y DMF del eje de polea D en el plano XY	93
Figura N° 3.16. DCL del eje de polea C	94
Figura N° 3.17. DFC y DMF del eje de polea C en el plano YZ.....	97
Figura N° 3.18. DFC y DMF del eje de polea C en el plano XY	99
Figura N° 3.19. DCL del eje de polea B	100
Figura N° 3. 20.DFC y DMF del eje de polea B en el plano YZ	102
Figura N° 3.21. DFC y DMF del eje de polea B en el plano XY	104
Figura N° 3 22. Potenciómetro B500K	105
Figura N° 3.23. Triac BTA41600B.....	105
Figura N° 3.24. DIAC DB3 de 32 voltios.....	106

Figura N° 3.25. Condensador 100nf de 400 voltios	106
Figura N° 3.26. Resistencia de 10k ohm	106
Figura N° 3.27. Disipador de calor	107
Figura N° 3.28. Placa para circuito Dimmer	107
Figura N° 3.29. Circuito esquemático Dimmer	107
Figura N° 3.30. Diagrama de voltaje en función de tiempo.	108

CAPÍTULO IV

Figura N° 4.1. Diseño de una cardadora en autodesk inventor	110
Figura N° 4.2. Diseño de sistema de control en autodesk inventor	112
Figura N° 4.3. Construcción de una cardadora	113
Figura N° 4.4. Construcción de sistema de control	113
Figura N° 4.5. Construcción de circuito Dimmer.....	114
Figura N° 4.6. Suministro de fibra de alpaca	115
Figura N° 4.7. Retiro de fibra cardada.....	115

ÍNDICE DE TABLAS**CAPÍTULO III**

Tabla N° 3.1. División político-administrativa	55
--	----

CAPITULO IV

Tabla N° 4.1. Elementos de la cardadora.....	111
Tabla N° 4. 2. Componentes del sistema de control	112
Tabla N° 4.3. Resultado final de lana no cardada y cardada.....	116
Tabla N° 4.4. Materiales requeridos para la construcción	117
Tabla N° 4. 5.Materiales de prueba y escritorio.....	118
Tabla N° 4.6. Presupuesto intangible del proyecto.....	118
Tabla N° 4.7. Comparación del tipo de cardadora doble con motor.	119
Tabla N° 4.8. Cronograma de actividades del proyecto	120
Tabla N° 4.9. Símbolo.....	121

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 7.1. TABLA N° 1	133
ANEXO 7.2. TABLA N° 2	134
ANEXO 7.3. TABLA N° 3	135
ANEXO 7.4. TABLA N° 4, TABLA N°5, TABLA N° 6	136
ANEXO 7.5. TABLA N° 7	137
ANEXO 7.6. TABLA N° 8	139
ANEXO 7.7. POTENCIA QUE PUEDE TRANSMITIR LAS FAJAS SECCIÓN “A”	140
ANEXO 7.8. ÁNGULOS ESTRUCTURALES-CALIDAD ASTM A36/A572 – G50	141
ANEXO 7.9. CANALES U-CALIDAD ASTM A36/A572 – G50	142
ANEXO 7.10. LAMINADOS EN CALIENTE-BOBINAS LAC/PLANCHAS LAC	143
ANEXO. 7.11. BARRAS REDONAS LISAS	144
ANEXO 7.12. TOLERANCIAS	145

ÍNDICE DE PLANOS

	PLANO N°
DISEÑO DE CARDADORA	-
PLANO CONJUNTO EXPLOSIONADA	-
ESTRUCTURA	01
PLATAFORMA DE ALIMENTACIÓN	02
SECCIÓN Y DETALLE DE PLATAFORMA DE ALIMENTACIÓN	02.1
PLATAFORMA DE SALIDA	03
SECCIÓN Y DETALLE DE PLATAFORMA DE SALIDA	03.1
ENSAMBLE DE TAMBOR MAYOR	04
SECCIÓN DE ENSAMBLE DE TAMBOR MAYOR	04.1
ENSAMBLE DE TAMBOR MENOR	05
DETALLE Y SECCIÓN DE ENSAMBLE DE TAMBOR MENOR	05.1
BASE DE POLEA LOCA.....	06
POLEA LOCA	07
TABLERO DE CONTROL DIMMER	17
POLEA DE EJE DEL TAMBOR MAYOR	22
POLEA DE EJE DEL TAMBOR MENOR	23
POLEA MOTRIZ	25
PROTECCIÓN.....	29
EJE DE TAMBOR MAYOR	33
EJE DE TAMBOR MENOR.....	34

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- RPM** : Revoluciones por minuto.
- HP** : Horsepower.
- N** : Newton
- mm** : Milímetros
- M** : Metro
- DFC** : Diagrama de fuerza cortante
- DMF** : Diagrama de momento flector
- DCL** : Diagrama de cuerpo libre.
- N-m** : Newton metro
- Cm** : Centímetro
- Kgf** : Kilogramo fuerza
- τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo.
- TE** : Tarifa eléctrica
- P** : Potencia consumida
- T** : Horas de trabajo.
- INEI** : Instituto nacional estadística e informática.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es un aporte para el desarrollo de proceso productivo de textil y confecciones, en concerniente al proceso de cardado de fibra de alpaca, que consiste en la “Evaluación, diseño y construcción de una cardadora con motor de $\frac{1}{2}$ hp para el procesamiento de fibra de alpaca en la región puno” que tiene una capacidad de producción de proceso de cardado de 1kg de fibra de alpaca dura aproximadamente de 1 hora, el cual incluye la apertura de la lana con las manos, alimentación de la lana a la cardadora, el cardado y el retiro de la lana de fibra procesada en la cardadora. Cabe destacar también que de 1kg de fibra de alpaca cardada existe una merma de 5% de fibra de alpaca, quiere decir que por cada kg de fibra cardada se consume 0.05 kg de fibra de alpaca.

Como objetivo fundamental del proyecto es Evaluar, Diseñar y Construir una cardadora con motor de $\frac{1}{2}$ HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región Puno; poner a disposición de los productores de fibra de alpaca, de tal manera dar un valor agregado a la materia prima, transformando a tejidos de acabados de mejor calidad, mayor impacto al comprador el producto final, fomentar la inserción de trabajo a los jóvenes. Para el desarrollo de la cardadora se realizó una evaluación de tipos de cardadoras motorizados, manuales, industriales; teniendo en cuenta los mecanismos existentes en el mercado. Después de la evaluación se diseñó un bosquejo manual y posterior a ello se efectuó en el programa autodesk inventor, el cual es de mucho aporte en cuanto a la certeza de su construcción, funcionamiento antes de construirla. Consiguiendo de esta manera una cardadora mas económica al alcance de los productores de fibra de alpaca. Consecuentemente obteniendo productos finales

de tejidos de mejor calidad. Asimismo, se efectúa la comparación del tipo de cardadora doble con motor, del cual se concluye que el precio de la cardadora del proyecto de investigación es 33.6% mas económico, cabe resaltar que económicamente es accesible al alcance de productores de fibra de alpaca en la región puno.

Palabras Claves: Cardado, Cardadora, Plataforma de Alimentación, Tambor mayor, Tambor menor, motor, fibra de alpaca, diseño y construcción.

ABSTRACT

This research work is a contribution to the development of the textile and garment production process, concerning the alpaca fiber carding process, which consists of the "Evaluation, design and construction of a carder with $\frac{1}{2}$ hp engine for the processing of alpaca fiber in the puno region "which has a production capacity of carding process of 1kg of alpaca fiber lasts approximately 1 hour, which includes opening the wool with the hands, feeding the wool to the carding, carding and removal of processed fiber wool in the carding machine. It should also be noted that of 1kg of carded alpaca fiber there is a 5% reduction in alpaca fiber, meaning that for every kg of carded fiber, 0.05 kg of alpaca fiber is consumed.

The fundamental objective of the project is to Evaluate, Design and Build a carder with a $\frac{1}{2}$ HP motor for processing alpaca fiber in the Puno region; make available to the alpaca fiber producers, in such a way to give an added value to the raw material, transforming finishes fabrics of better quality, greater impact to the buyer the final product, encourage the insertion of work to young people. For the development of the carding machine an evaluation of types of motorized, manual, industrial carder machines was carried out; taking into account the existing mechanisms in the market. After the evaluation a manual outline was designed and afterwards it was carried out in the autodesk inventor program, which is of great contribution in terms of the certainty of its construction, operation before building it. Achieving in this way a more economic carder available to alpaca fiber producers. Consequently, obtaining final products of better quality fabrics. Likewise, the comparison of the type of double carder with motor is made, from which it is concluded that the price of the carder of the research project is

33.6% more economic, it should be noted that economically it is accessible to the reach of alpaca fiber producers in the Puno region.

Key Words: Carding, Carding, Feeding Platform, Drum major, Drum minor, motor, alpaca fiber, design and construction.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En la región puno existen asociaciones y pobladores que se dedican a la crianza y producción de fibra de alpaca, en tal sentido es el principal centro de producción de alpacas del país con una población de aproximadamente 1'880,395 cabezas. Tomando en cuenta la situación actual, existe ausencia de proyectos que enfoquen en el desarrollo de procesamiento de fibras de alpaca.

En la actualidad, en el proceso productivo de textil y confecciones se requiere de varios procesos para la obtención de productos finales. Dentro de éste, se sitúa proceso de cardado, que consiste en Separar las fibras para que se puedan desplazar individualmente, Desenredar los enredos, Estirar y paralelizar las fibras lo más posible, Eliminar las impurezas vegetales, Mezclar y homogenizar la fibra y Entregar las fibras lo mas paralelas posible en forma de mecha. Éste proceso actualmente se viene efectuando de manera ancestral en algunos partes de la región Puno. Lo cual requiere un lapso considerable para efectuarla y con consecuencias de no poder eliminar las impurezas vegetales lo más posible.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal evaluar, diseñar y construir una cardadora con motor de 0.5 HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región puno.

El presente trabajo de investigación tiene aporte sobre el diseño y construcción según las cardadoras existentes en el mercado, aportando información importante sobre el proceso de cardado de fibra de alpaca, cuyos ensayos experimentales realizados va permitir el mejor funcionamiento de la cardadora utilizando la metodología de diseños experimentales. Viendo la situación actual es imprescindible darle un valor agregado a la materia prima. Cabe indicar que la incorporación de una cardadora al acorde de existencia de materiales en el mercado interno facilita bajo costo de fabricación y estará al alcance de bolsillo de productores de fibra de alpaca.

La investigación está dividida en siete capítulos, los cuales se detallan a continuación.

CAPÍTULO I: Introducción, descripción del problema, formulación del problema, justificación del problema y objetivos de investigación.

CAPÍTULO II: Antecedentes de investigación, sustento teórico.

CAPÍTULO III: Tipo y diseño de investigación, población y muestra de investigación, ubicación y descripción de la población, extensión, descripción del problema, técnicas e instrumentos para recolectar información y ingeniería de proyecto.

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados de investigación, diseño de una cardadora en autodesk inventor, diseño de sistema de control en autodesk inventor, construcción de una cardadora, construcción de sistema de

control, proceso de cardado cuadro comparativo de fibras, análisis económico y manual de montaje.

CAPÍTULO V: Conclusiones.

CAPÍTULO VI: Recomendaciones.

CAPÍTULO VII: Referencia, anexos y planos

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, en el proceso productivo de textil y confecciones se requiere de varios procesos para la obtención de productos finales. Dentro de éste, se sitúa proceso de operación de hilado de fibra de alpaca y en el cual esta proceso de cardado, que consiste en Separar las fibras para que se puedan desplazar individualmente, Desenredar los enredos, Estirar y paralelizar las fibras lo más posible, Eliminar las impurezas vegetales, Mezclar y homogenizar la fibra y Entregar las fibras lo mas paralelas posible en forma de mecha. Éste proceso actualmente se viene efectuando de manera ancestral en algunos lugares de la región Puno, este proceso es suprimido por ausencia de implementación de tecnología ya que ellos efectúan este proceso con el simple hecho de estirar la lana con la mano lo mas paralelo posible. En tal sentido, el producto final que elaboran no es impactante para el cliente final. Cabe destacar que de no poder eliminar las impurezas vegetales, fibras no paralelas.

Cabe mencionar también los pequeños productores de fibra de alpaca, debido a olvido de autoridades la implementación de cardas ellos venden la lana esquilada al comprador en bajos precios en consecuencia los ingresos económicos son bajas, falta motivación de aumento de cantidad de producción, migración de jóvenes a ciudades en busca de mejor calidad de vida y por ende falta el interés de dar el valor agregado a la materia prima.

En tal sentido, la implementación de carda para el problema en cuestión es imprescindible, de tal manera efectuará el cardado en menor tiempo una cantidad determinada de fibra. En igual forma, se obtendrá la mecha homogénea, libre de impurezas vegetales y en consecuencia contribuirá a obtención de mejor calidad de hilo.

El presente trabajo de investigación pretende evaluar, diseñar y construir una cardadora con motor de 0.5 HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región Puno.

Asimismo, pretendemos acercarnos a la solución del problema en cuestión mediante la construcción de carda según la disponibilidad de material del mercado nacional, en tal sentido el proyecto de investigación se orienta, poner a disposición de alcance de los artesanos.

La inserción de una cardadora aumentará notablemente la producción, calidad y dotará facilidad de manejo de la fibra. Asimismo, contribuirá en el incentivo de inserción al trabajo a los jóvenes en el proceso productivo de textil y confecciones, ya que los cambios tecnológicos ocurridos y adaptados a nuestra disponibilidad ayudarán de manera significativa en la producción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

Para el presente problema de investigación se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo se evaluará, diseñará y construirá una cardadora con motor de ½ HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región Puno?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿Cómo se evaluará la tecnología y tipos de cardadoras existentes de procesamiento de cardado de fibra de alpaca?
- b) ¿Cómo se efectuará el diseño, construcción y evaluación de los parámetros de una cardadora más económica y que sea accesible de los artesanos para el procesamiento de fibra de alpaca según los estudios obtenidos?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. JUSTIFICACION TECNICA

El presente trabajo de investigación tiene aporte sobre el diseño y construcción según las cardadoras existentes en el mercado, aportando información importante sobre el proceso de cardado de fibra de alpaca, cuyos ensayos experimentales realizados va permitir el mejor funcionamiento de la cardadora utilizando la metodología de diseños experimentales.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Viendo la situación actual es imprescindible darle un valor agregado a la materia prima, con la introducción de diseño y construcción de una cardadora para el procesamiento de fibra de alpaca, mejorará el ingreso de productores debido a la transformación de materia prima que ayudará a mejorar en la obtención de productos de mayor calidad y generará mayor cuantía de producción de hilos. Es de mencionar también que, disminuirá notablemente el lapso de ejecución del proceso de cardado de fibra. Cabe indicar que la incorporación de una cardadora al acorde de existencia de materiales en el mercado interno facilita bajo costo de fabricación y estará al alcance de bolsillo de productores de fibra de alpaca.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Considerando el crecimiento poblacional exponencialmente y con la inclusión de una cardadora adecuada en el proceso de cardado de fibra de alpaca, promoverá la inserción laboral a los jóvenes ya que permitirá manejar la fibra con la mayor facilidad. El presente trabajo de investigación trata de situar a disposición de gran mayoría de los productores una cardadora más económica para el procesamiento de fibra de alpaca, de manera que coadyuve en la

productividad de las actividades realizadas por los productores; lo cual implica a obtención de mejor calidad de producto final y por ende beneficiara a la población.

1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar, Diseñar y Construir una cardadora con motor de $\frac{1}{2}$ HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región Puno.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la tecnología de tipos de cardadoras existentes de procesamiento de cardado de fibra de alpaca.
- Diseñar, construir y evaluar los parámetros de una cardadora más económica y que sea accesible de los artesanos para el procesamiento de fibra de alpaca según los estudios obtenidos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Edison Andrés Portilla Benavides (2017) “Construcción de una máquina artesanal cardadora de fibra de alpaca”, en la Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas de la carrera de ingeniería en mecatrónica, universidad técnica del norte-Ibarra-Ecuador. La investigación llego a las siguientes principales conclusiones:

- El proceso que optimiza el cardado de la fibra de alpaca, está conformado por un rodillo transportador y dos rodillos cardadores accionados por dos motores eléctricos.
- Las cardadoras manuales tomadas como referencia permitieron el desarrollo de un prototipo semiautomático funcional.
- El tiempo de construcción de la parte mecánica fue de una semana, al tener pocas piezas para manufacturar y ensamblar.
- El sistema de construcción no permite alcanzar la precisión requerida para que el sistema de variación de la distancia de los rodillos cumpla su función de forma correcta.

- El proceso de cardado funciona correctamente, ya que se puede obtener un manto apto para aplicaciones textiles, certificado por un experto en el manejo de fibras.
- Las pruebas de funcionamiento influyeron en el contenido final del manual de usuario, permitiendo mejorar los procedimientos de operación y mantenimiento.

Hulda Zulema Del Angel López (2017), “propuesta de diseño para una máquina peinadora de henequén”, San Luis-potosí. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- En cuanto al diagnóstico realizado en el proceso de escarmenado de la empresa Artesanías San Antonio, se encontró que actualmente se lleva a cabo de forma manual como se puede observar en el Anexo 1 que muestra las herramientas que se utilizan, el tiempo empleado para realizar la actividad y el tipo de molestias que se pueden llegar a presentar durante el desarrollo de esta actividad. Con la propuesta del diseño se busca realizar la operación de peinado en horas que no se vean afectadas por el proceso de hilado, ya que lo puede efectuar cualquier persona en cualquier momento que se tenga la disponibilidad.
- Para el análisis de la condición del proceso de escarmenado, la descripción de cada actividad se puede revisar en el Anexo 1 y también en el diagrama de flujo de proceso mostrado en la Figura 11 que también aporta información para poder complementar la Tabla 15 y lograr cubrir las expectativas del cliente.
- Finalmente la propuesta de diseño se puede verificar en el Anexo 3 que muestra las diferentes vistas del desarrollo de diseño.

- Cabe mencionar que no existe diferencia entre cepillar la fibra seca o semiseca, debido a que las pruebas realizadas en ambas condiciones, arrojaron resultados muy similares, y por lo tanto se desprecia la diferencia que pueda existir. Se puede verificar esta comparativa en la Tabla 19 de la sección de Anexos.
- Por cuestiones de la continuación con el proyecto y la necesidad de la empresa de llevar a cabo la construcción de la máquina peinadora de henequén, no se puede mostrar la información detallada de la máquina, por lo que la información no incluida en el documento se debe a la confidencialidad de mutuo acuerdo con la empresa Artesanías San Antonio.

Dany Huamanñahui Huanca, Daniel Contreras Contreras, (2017), “Diseño y estudio de parámetros de funcionamiento de un prototipo de cardado e hilado del sistema scada utilizando la plataforma labview, en la región puno”, Universidad nacional del altiplano facultad de ingeniería mecánica eléctrica, electrónica y sistemas de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- Se diseñó un sistema SCADA utilizando la plataforma LabVIEW para las máquinas de cardado e hilado. Este sistema SCADA propuesto automatizará y mejorará el proceso de hilado y cardado; además genera un valor agregado al producto final utilizando el software labVIEW, pues a comparación de un proceso de hilado tradicional, el sistema puede producir hilos que tengan una mejor precisión en cuanto a diferentes aspectos, y que la máquina de cardado pueda mejorar su eficiencia de

trabajo en el peinado de fibra de lana ya que se tiene sensores independiente por cada máquina.

- Se simuló el diseño del sistema SCADA en la computadora para la aplicación en las máquinas teniendo como referencia la máquina de cardado y dividiendo los diferentes sensores en la industria del panel de control del software labVIEW, además para que el operario confíe en este sistema.

Hilario, (2016), realizó la investigación: hiladora automática de fibra de lana de alpaca, en la facultad de ciencias e ingenierías de Pontificia universidad católica del Perú. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- El Sistema Mecatrónico propuesto automatizará y mejorará el proceso de hilado; además genera un valor agregado al producto final, pues a comparación de un proceso de hilado tradicional, el sistema puede producir hilos que tengan una mejor precisión en cuanto al grosor se refiere.
- El costo de materiales del sistema es menor al costo de una hiladora motorizada y con un sistema parecido, pero que no es completamente automático.
- El uso de este equipo permitirá a los ganaderos y artesanos ahorrar tiempo y poder invertirlo en otras actividades como es el bordado o tejido.

Rosas, (2011). Realizó la investigación: Estudio de las principales características de la fibra de alpaca grasienta y de las condiciones de su proceso de lavado. En la Escuela profesional de ingeniería textil, Universidad Nacional de Ingeniería. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- El contenido de materia vegetal de la fibra de alpaca es independiente de la calidad de fibra y se encuentra entre 2,09 y 2,65 %. Sin embargo, tiene un efecto indirecto en el proceso de lavado, debido a que la presencia de abundante materia vegetal puede mantener unidas a las fibras, lo que dificulta la penetración de las soluciones detergentes en la lana y por lo tanto, la eliminación de impurezas.
- El pH de la fibra de alpaca varía entre un 5,80 y 6,36, y se va incrementando a medida que disminuye la finura de la fibra, por lo que las fibras más finas necesitarían de una menor dosificación de carbonato, ya que presentan un mayor pH inicial.
- No existen diferencias en el contenido de humedad entre diferentes calidades de fibra de alpaca, este solo depende de las condiciones ambientales. El contenido de humedad en fibra de alpaca a condiciones normales es generalmente de 12 %. Por lo que las condiciones de secado deben de ser similares para todas las calidades.
- El contenido de grasas en fibras de alpaca se encuentra entre 1.22 y 2.42 % (porcentaje sobre el peso de fibra sucia), y se va incrementando a medida que aumenta la finura de la fibra. Como la dosificación de detergentes y carbonato depende del contenido de grasas, este debe de incrementarse a medida que aumenta la finura de la fibra.

2.2. SUSTENTO TEÓRICO

2.2.1. EVALUACION DE LA TECNOLOGIA DE PROCESAMIENTO DE FIBRA DE ALPACA

2.2.1.1. OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA FIBRA

En la región Puno existen asociaciones y pobladores que se dedican a la crianza y producción de fibra de alpaca además de la confección de prendas de vestir, y en algunas de ellas el proceso que tienen es totalmente manual desde la esquila, hasta llegar a la elaboración de sacos con tejido, tomando en cuenta que cuentan con el respaldo empresas privadas que ayudan con la parte técnica y control de cada animal, para de esta manera obtener un producto totalmente artesanal.

Según el censo del INEI en el 2012, la población de alpacas fue de 3,685,516 superando en 50,2% a la encontrada en el censo agropecuario de 1994. La raza Huacaya concentra el 80,4% de la distribución, seguida de la raza Suri con 12,2% y Cruzados con 7,3%. Pero actualmente la población bordea los 4'464,356 de alpacas según estimaciones dadas por la misma entidad. (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)

La población Alpaquera se concentra en Perú con aproximadamente 4'464,356 cabezas, la raza Huacaya es la que tiene mayor participación 78,9%, Seguida por la Suri con 12,0%. En la Costa, la raza predominante es Capones con 31,4%. La Sierra cuenta con una mayor proporción de alpacas de la raza Huacaya 78,9% y finalmente en la Selva no se encuentran (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)

Entre los departamentos con mayor población de alpacas y por ende de mayor cantidad de fibra de alpaca destacan Puno con aproximadamente 1'880,395, les sigue Cusco con 552,509, en tercer lugar esta Arequipa con 466,010, en el cuarto lugar esta Huancavelica con 269,650, en el quinto lugar esta Apurímac con 212,360 y en el sexto lugar Ayacucho con 209,947 alpacas. (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)



Figura N° 2.1. Tipos de alpacas

Fuente: (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)

2.2.1.2. ESQUILA

Es el proceso con el cuál se obtiene la fibra del cuerpo del animal, a través del uso de tijeras, y se obtiene un vellón como se muestra en la figura, que sería toda la fibra en un solo bulto, siendo un promedio de 6 libras de fibra por animal.



Figura N° 2.2. Obtención del vellón



Figura N° 2.3. Uso de tijeras para la esquila

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.3. CLASIFICACIÓN DE FIBRA

La alpaca es un animal, del cual se puede obtener 5 clases de fibras, de las cuales solo se usan las 4 primeras fibras, siendo esta última fibra de desecho. La separación de fibra, se realiza mediante una técnica usando el tacto y la mirada, colocando el vellón estirado en una superficie plana como se muestra en la figura, para de esta manera llevar un registro de la producción de fibra de cada animal, y una selección de las alpacas aptas para seguir en producción de fibra.



Figura N° 2.4. Separación de fibra

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.4. HILADO

El hilado lo realizan las mujeres con una Phuska. Este instrumento, consta de un palito de madera con un disco de madera en su final. Las mujeres con la mano izquierda van dando forma y finura al hilo, mientras que con la otra mano van girando la Phuska para enrollar el hilo y crear la madeja. Las personas que realizan los hilos, hacen dos carretes por día cada uno.



Figura N° 2.5. Hilado de lana con phuska
Fuente: (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)

Actualmente el proceso de producción se hace de manera manual (Artesanal), por esta razón, en algunos conos se presentan las siguientes fallas:

La textura en la longitud del hilo no es la misma, debido a que, al lavarse y secarse de manera artesanal, no se llegan a quitar las impurezas de manera uniforme y la grasa animal que permanece en los hilos no tiene la misma concentración en todo el carrete.

El hilo no tiene el mismo diámetro en toda su longitud, pues la finura del hilo la van dando con los dedos.



Figura N° 2.6. El hilo no tiene el mismo diámetro en todo el cono
Fuente: (CHANJÍ DÍAZ ELIZABETH DEL ROSARIO, 2017)

2.2.1.5. CARDADO

El proceso de cardado es un conjunto operaciones mecánicas, sucesivas y constantes, con el fin de ir separando, estirando, limpiando y paralelizando las fibras para obtener un mecho o cinta como se muestra en la figura Es unos de los principales procesos para la obtención de un buen hilo. La carda es un instrumento con púas que sirve para cardar la lana o fibras textiles.

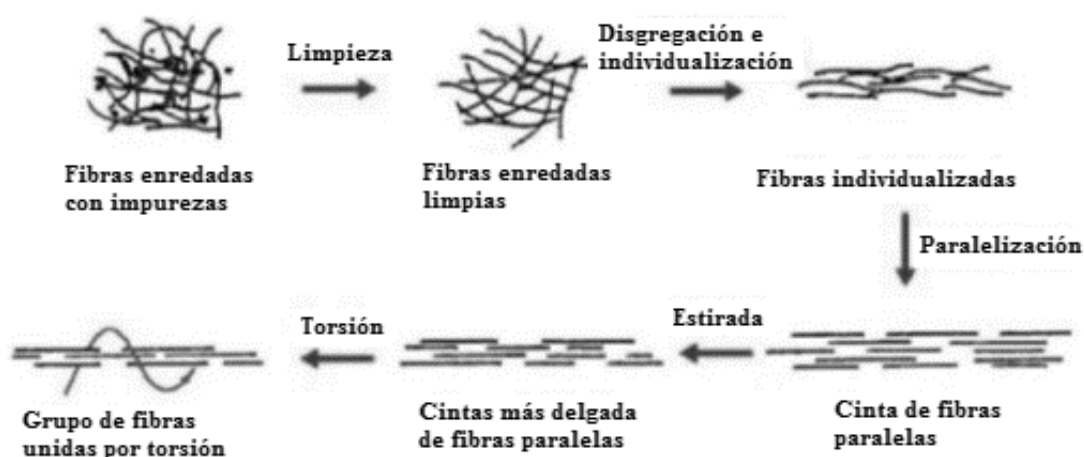


Figura N° 2.7. Representación del cambio de estado en la fibra durante el proceso de cardado

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.5.1. OBJETIVOS DEL CARDADO:

- Abrir.
- Paralelizar fibras.
- Individualizar las fibras.
- Limpiar las fibras de residuos.
- Homogenizar
- Formar cinta o mecha.

2.2.1.5.2. DEFECTOS QUE SE PRODUCEN EN EL CARDADO:

- Formación de neps (enredo de fibras cortas no mayor a 3mm.).
- Rotura de fibras (fibras muertas).
- Material cardado sucio.
- Fibras no paralelas.
- Irregularidad de las cintas o mechas.

2.2.1.5.3. PARTES PRINCIPALES

1. Gran cilindro.
2. Cadena de chapones.
3. Cepillo limpiador de chapones.
4. Cilindro despendedor.
5. Doffer.
6. Motor principal.
7. Lickerin.
8. Piñón de tensión trasero.
9. Silos de la carda.
10. Mesa de alimentación

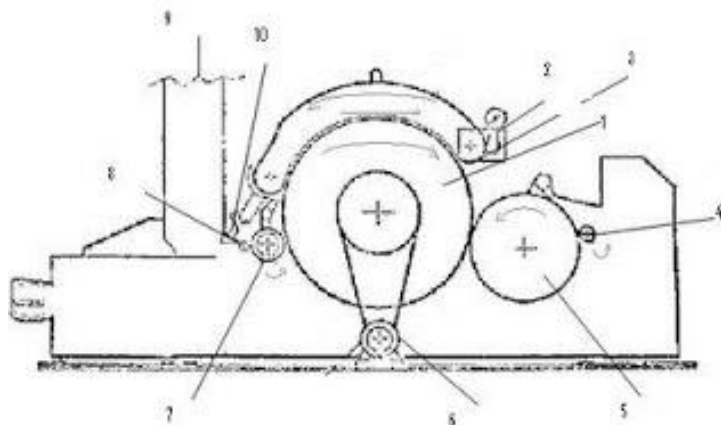


Figura N° 2.8. Partes principales de una cardadora

Fuente: <http://agijonluna.blogspot.com/2010/03/cardas.html>

2.2.1.5.4. MATERIA ENTRANTE

La materia prima es fibras de alpaca, previamente mezclados los cuales deben reunir todos los requisitos de calidad necesarios para su procesamiento, garantizando así un buen suministro de materia prima, en el proceso de cardado facilitando además la labor para los procesos siguientes, mediante la obtención de una cinta de óptima calidad.

2.2.1.5.5. MATERIAL SALIENTE

El material saliente de la carda es una cinta de buena calidad la cual debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Que no contenga tramos gruesos y/o tramos delgados.
- Que la cinta no está contaminada de ningún tipo de grasas o aceites, además que no haya borra adherida al material.
- El bote no debe pasar de su capacidad normal de llenado, evitando así que el material se caiga al piso.
- En todos los turnos se realiza por parte del mecánico un chequeo de producto entregado para garantizar que la cinta sea uniforme.

Al ser un proceso, puede haber defectos que se producen en el cardado, como formación de neps (bolita o nudillo que se forma cuando se enredan las fibras con materia extraña), roturas de fibras, material cardado sucio, fibras no paralelas o irregularidad en las cintas

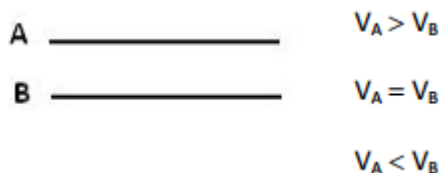
Los principales aspectos a tomar en cuenta para el cardado son:

- Velocidad entre las partes cardantes
- Sentido de giro de las partes
- Sentido de las púas de las partes
- Ajuste de calibración de las partes

Al relacionar estas cuatro variables se produce la operación de transporte o cardado

2.2.1.5.6. PRINCIPIOS DE CARDADO

Relación de velocidades:



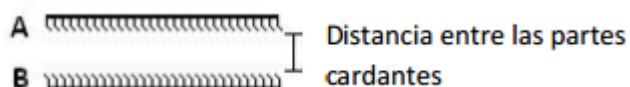
Sentido de giro:



Sentido de las púas:



Ajuste de la calibración:



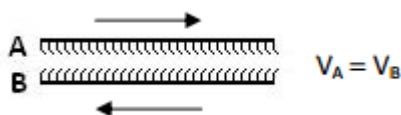
2.2.1.5.7. RELACIONANDO DE DISTINTA MANERA LAS CUATRO

VARIABLES SE OBTIENEN:

Cardado



Transporte



2.2.1.6. GUARNICIONES

Las guarniciones son cintas con alambre metálico con base semi-rígida, como en la figura, que generalmente son colocadas en rodillos o tambores cardadores, también llamados chapones.

Las guarniciones han tenido un avance con el pasar del tiempo, ya que comenzaron con base de tejido de cuero, y que ha sido sustituido por lino o algodón. El tejido base debe tener resistencia para mantener la guarnición firme y ser ligeramente elástico, porque si llega a tener movimiento perdería su eficacia y si es muy rígido puede romperse la fibra.

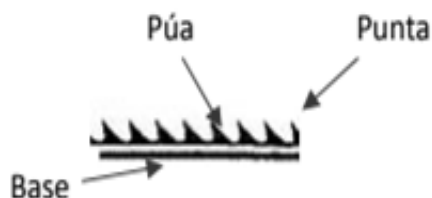


Figura N° 2.9. Partes de una guarnición

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.6.1. GUARNICIONES FLEXIBLES

Este tipo de guarniciones son elaboradas con alambre de acero gris templado, opcionalmente acero estañado o inoxidable, con perfil redondo y con una resistencia máxima de 2200 N/mm^2 .

La base es elaborada con cinco telas de algodón, fieltro de pura lana y opcionalmente goma superficial. Tienen unos acabados con esmerilado frontal, puntas bruñidas y pulidas y opcionalmente templadas.



Figura N° 2.10. Guarniciones de diferentes alturas y distancia entre secciones (a) guarnición usada para el proceso de emborrado, (b) guarnición usada para el proceso de mecheado

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.6.2. GUARNICIONES RÍGIDAS

Se utilizan en procesos de surtidos, cardas emborradoras, abridoras, desmontadoras, etc. Existe más variedad de ángulos y de densidad de puntas como se muestra en la tabla, para que se ajuste a las necesidades de cada rama textil.

Referencia	Talón (cm)	Inclinación (°)	Púas (cm ²)	Alturas (cm)	Esquema
280 A	0,97	70	223	3,20	
211 morel	Variable	50	Variable	3,20	
212	Variable	55	Variable	5,50	
215	Variable	55	Variable	5,50	
222	Variable	55	Variable	5,50	
224	1,25	60	139	4,20	
232	Variable	50	Variable	5,50	
234 A	0,97	70	367	3,20	
240	1,25	80	142	4,20	
252	0,90	80	175	3,20	
101	2,20	70	33	9,10	
315 AB	3,18	80	23	5,65	
335 AB	3,18	52	32	5,65	
340 AB	1,40	80	126	5,10	

Figura N° 2.11. Tipos de guarniciones rígidas

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.6.3. GUARNICIONES SEMI-RÍGIDAS

Las guarniciones de este tipo son elaboradas con alambre de acero gris templado, perfil biconvexo/ovalado, resistencia máxima de 2350 N/mm².

Esta guarnición tiene un corte especial en bisel (corte de una pieza con borde), ya que por esto le da una resistencia mayor al desgaste, además que el espacio entre alambres sea mayor. La base de la guarnición se elabora con telas de algodón que dependiendo de su uso puede tener entre 7 y 13 capas de telas, tiene un fieltro de pura lana o de esponja sintética y una goma superficial. Al comparar la figura con la tabla, se aprecia la gran diferencia entre los alambres que se usa.

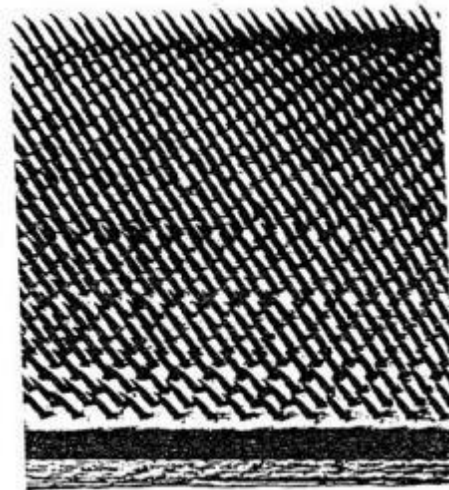


Figura N° 2.12. Guarniciones semi-rígidas

Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.1.7. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE CARDADO

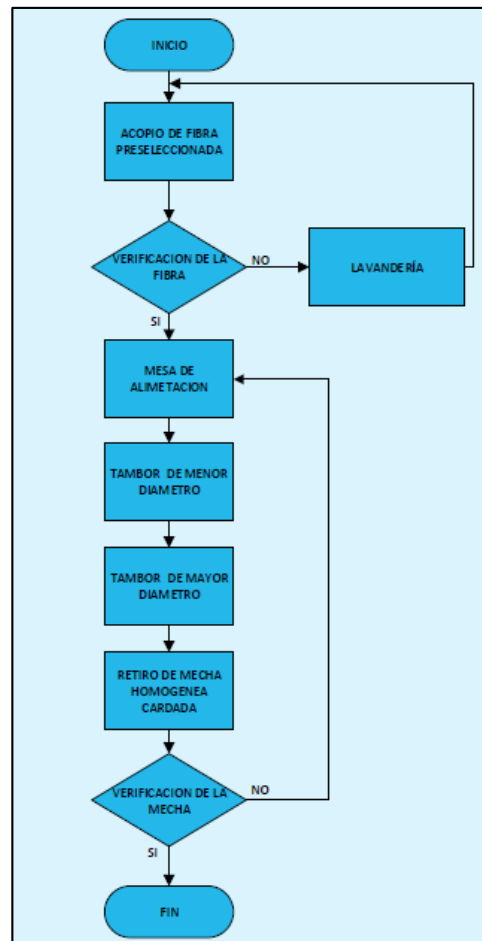


Figura N° 2.13. Diagrama de flujo

Elaboración Propia

2.2.2. ESTUDIO DE LAS CARDADORAS

2.2.2.1. SURTIDO CONVENCIONAL DE CARDAS

Para la elaboración de hilados por el sistema convencional, se instaló un surtido completo de cardas de la marca Houget Duesberg Bosson de tipo Europe (Figura 2.14), compuesto por la carda emborradora, carda repasadora y carda mechera. La alimentación de floca, compuesta por un alimentador convencional de telera inclinada, suministra la materia en una balanza, ésta alimenta a un grupo de precardado provisto de guarnición rígida. Entre la carda emborradora y la carda repasadora se encuentra un grupo Blamir, responsable de la formación de la napa y de la alimentación de la napa en las cardas repasadora y mechera. Cada grupo de cardado dispone de cinco pares de cilindros trabajadores y peladores. A la salida de la carda emborradora se encuentra el grupo Peralta encargado del prensado del velo y machacado de las materias vegetales, para proceder a su posterior eliminación en la carda emborradora y mechera. Para comparar los resultados obtenidos con el surtido de cardas y la carda compacta, se instaló el divisor de velo de forma que de manera alternativa pueda apartarse para dar paso al grupo de plegado de cinta en bote.

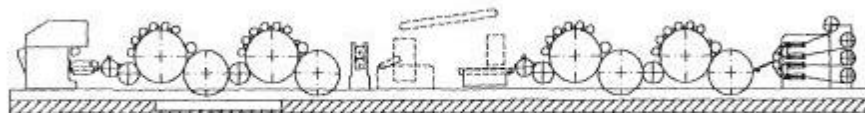


Figura N° 2.14. Surtido convencional de cardas

Fuente: https://www.researchgate.net/publication/39426732_simplificacion_del_proceso_de_lan_a_cardada

2.2.2.2. CARDA COMPACTA

El nuevo tipo de carda compacta (Figura 2.15), objeto de desarrollo mediante el presente proyecto, fue diseñada y construida por Spinnbau Bremen. Esta carda de 2500 mm de ancho, está formada por dos tambores. El primer tambor, tambor previo, dispone de tres pares de cilindros trabajadores y peladores. El segundo tambor, o tambor principal, dispone de siete pares de cilindros trabajadores y peladores. Esta carda dispone de regulación volumétrica de floca, así como un sistema de regulación gravimétrica de la masa de la napa de entrada.

Como principales novedades de esta carda se podría citar el sistema de alimentación disgregación, así como la transmisión de la floca desde el tambor previo hasta el tambor principal. El grupo de alimentación-disgregación se caracteriza por poder disponer la mesilla de entrada en sentido invertido respecto al habitual con el fin de que la disgregación de la napa esté orientada en el sentido longitudinal de la fibra.

El cilindro que actúa de transmisor de la floca desde el tambor de cardado previo hasta el tambor principal actúa según el principio de agregación con el fin de conseguir una acción de cardado intensivo y una mezcla íntima de las distintas materias primas componentes, de forma más intensa que con los procedimientos habituales de cardado con carda compacta. Este es el motivo por el cual el cilindro intermedio entre el primer y segundo tambor, gira en sentido contrario al de las cardas habituales.

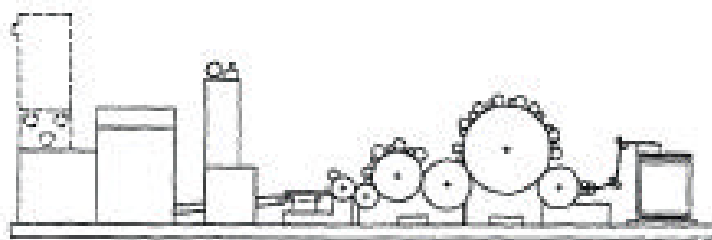


Figura N° 2.15. Cardadora compacta

Fuente: https://www.researchgate.net/publication/39426732_simplificacion_del_proceso_de_lana_cardada

2.2.2.3. CARDADORA DE TAMBORES ESTANDAR

Para lana de oveja y alpaca. Modelo 1: Largo 53 cm, Ancho total 29 cm, Alto 25 cm, Ancho tela de cardado (ancho útil) 24 cm. Modelo 2: Largo 53 cm, Ancho total 39 cm, Alto 25 cm, Ancho tela de cardado (ancho útil) 30 cm. Ejes de acero trefilado de alta resistencia 12 mm Y 10 mm, tambores montados en rodamientos sellados que no necesitan lubricación. Gabinete: fabricado en madera de coigüe seca de secador y barnizada. Tela metálica de calidad profesional de 90 DPI Y 72 DPI (densidad de puas por pulgada cuadrada) importada y con distribución exclusiva para Sudamérica.

Cardadora 24 \$416.500

Cardadora 30 \$499.000



Figura N° 2.16. Cardadora de tambores estándar

Fuente: <http://www.telaresmenke.cl/cardadoras/>

2.2.2.4. CARDADORA ESTÁNDAR CON MOTOR

Para lana de oveja y alpaca. Tenemos dos modelos, Ancho tela de cardado 24 cm y otro de 30 cm con motor. Ejes de acero trefilado de alta resistencia, tambores montados en rodamientos sellados que no necesitan lubricación. Gabinete: fabricado en madera de coigüe seca de secador y barnizada al duco. Tela metálica de calidad profesional de 90 DPI y 72 DPI (densidad de puas por pulgada cuadrada) importada y con distribución exclusiva para Sudamérica.

Cardadora 24 C/Motor \$ 833.000

Cardadora 30 C/Motor \$ 916.300



Figura N° 2.17. Cardadora estándar con motor

Fuente: <http://www.telaresmenke.cl/cardadoras/>

2.2.2.5. CARDADORA DOBLE

Para lana de oveja y alpaca. Medidas: Largo 53 cm, Ancho total 49 cm, Ancho tela de cardado 45 cm, Alto 30 cm. Ejes de acero trefilado de alta resistencia, tambores montados en rodamientos sellados que no necesitan lubricación. Gabinete: fabricado en madera de coigüe seca de secador y barnizada al duco. Tela metálica de calidad profesional de 90 DPI y 72 DPI (densidad de puas por pulgada cuadrada) importada.

Cardadora 45 \$ 952.000



Figura N° 2.18. Cardadora doble

Fuente: <http://www.telaresmenke.cl/cardadoras/>

2.2.2.6. CARDADORA DOBLE CON MOTOR

Para lana de oveja y alpaca. Medidas: Largo 53 cm, Ancho total 49 cm, Ancho tela de cardado 40 cm, Alto 30 cm. Con motor y velocidad de 180-250 rpm aprox. Ejes de acero trefilado de alta resistencia, tambores montados en rodamientos sellados que no necesitan lubricación. Gabinete: fabricado en madera de coigüe seca de secador y barnizada al duco. Tela metálica de calidad profesional de 90 dpi (densidad de puas por pulgada cuadrada) importada.

Cardadora 45 C/Motor \$ 1.368.500

Cardadora 60 C/Motor \$ 1.844.500



Figura N° 2.19. Cardadora doble con motor

Fuente: <http://www.telaresmenke.cl/cardadoras/>

2.2.2.7. MÁQUINA ARTESANAL CARDADORA DE FIBRA DE ALPACA

La máquina cardadora ha sido diseñada como se muestra en la figura 20. El sistema está compuesto por un módulo de cardado, mecanismo de retirado de la fibra, el sistema de transmisión de potencia, las bandejas de entrada y salida del producto y el bastidor. (BENAVIDES, 2017)



Figura N° 2.20. Diseño de prototipo de máquina cardadora de fibras largas
Fuente: (BENAVIDES, 2017)

2.2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

CARDA EMBORRADORA: logra distribuir la fibra que ingresa al proceso y de un tambor principal y pequeños rodillos de movimiento rápido. Hay que tener en cuenta la manera en que se ingresa la fibra a este proceso, ya que para obtener un hilado perfecto, es preciso cargar uniformemente las cardas, a través de una báscula alimentaria que regula la telera de alimentación.

CARDA REPASADORA: para alimentar a este proceso la tela ingresa de forma transversal, este proceso de cardado es parecido a la primera, con la diferencia de que la guarnición es más fina y tupida.

CARDA MECHERA: la alimentación para esta parte del cardado se realiza de forma longitudinal y en este proceso la fibra, vuelve a revivir el mismo proceso anterior, con la diferencia que la guarnición es más fina y tupida. Al final de este último proceso de cardado, es cuando se logra obtener un mechón o telar para su posterior hilado.

CARDA: Máquina empleada en la hilatura mecánica de fibras de alpaca. Una vez abierta y limpia la masa de fibra es necesario ordenar y homogeneizar las fibras. La función de la carda es separar éstas, paralelizándolas y dejándolas libres de impurezas, de tal forma que queden enteramente sueltas y dispuestas en forma de velo.

GUARNICIÓN: Son cintas con alambre metálico con base semi-rígida, que generalmente son colocadas en rodillos o tambores cardadores, también llamados chapones.

CARDADO: Es un conjunto de operaciones mecánicas y se realizan con el fin de ir abriendo, individualizando, homogenizando, paralelizando y limpiando de polvo y otras sustancias ajenas a la fibra en forma progresiva, las fibras para finalmente producir una mecha o cinta.

HILADO: Es en esta etapa donde se obtiene el hilado propiamente dicho. Los tops previamente preparados y dispuestos adecuadamente pasan por las denominadas máquinas continuas, donde se los somete a estirajes y torsiones determinados, obteniéndose finalmente hilado en bobinas. Este proceso tiene

por finalidad de dar la fuerza, resistencia y grosor requerido para un determinado hilado.

2.2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Las hipótesis del estudio se presentan en dos niveles.

2.2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

- La evaluación, diseño y construcción de una cardadora con motor de $\frac{1}{2}$ HP permitirá desarrollar de manera óptima en el manejo de fibras de alpaca.

2.2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS

- La evaluación de tecnología referente a tipos de cardadora para procesamiento de cardado de fibra, permitirá diseñar y construir según la disponibilidad de material del ámbito.
- La construcción y evaluación de los parámetros de una cardadora más económica permitirá la disponibilidad y ayudará en manejo fácil de fibra en el procesamiento para obtener la calidad de mecha homogénea.

2.2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Velocidad de operación.
- Distancia entre las partes cardantes.
- Numero de tambores de cardadora.

2.2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Calidad de mecha homogénea de lana cardada
- Rendimiento de la cardadora.
- Generación de mayor valor agregado y una rentabilidad económica.

2.2.5.3. VARIABLES INTERVENIENTES

- Variedad de lanas a cardar
- Lavado de lana
- Selección de fibra de mayor longitud.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es del tipo descriptivo e experimental, descriptivo porque se hace la evaluación de tipos de cardadoras existentes en el mercado. Experimental porque se hace la construcción de la cardadora conforme lo evaluado y luego se pone en acción para después observar las consecuencias. Asimismo, la estrategia a utilizar para la recolección de información y datos en concerniente al proyecto de investigación, se debió a:

- a) Libros virtuales en internet.
- b) Libros de la biblioteca de la UNA PUNO.
- c) Tesis virtuales en internet referentes a proyecto de investigación.
- d) Revistas científicas
- e) Tutoriales en YouTube referentes a los temas de investigación.
- f) Investigación de tesis en concerniente al tema de investigación es decir visitas a tiendas textiles y confecciones.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. POBLACION

En el presente trabajo de investigación está conformada por los pobladores pertenecientes al sector rural de la producción de fibra de alpaca de

las 13 provincias, es decir en el área de Producción de textil y confección en la región puno, como se muestra en la tabla.

Tabla N° 3.1. División político-administrativa

Departamento	Población	Superficie (km ²)	Densidad	Capital (Hab.)
Departamento de Puno	1.268.441	66.997	18,9	Puno
Provincia de Puno	229.236	6.494,76	35,3	Puno (120.229)
Provincia de San Román	240.776	2.277,63	105,7	Juliaca (216.716)
Provincia de Azángaro	136.829	4.97	27,5	Azángaro (16.035)
Provincia de Chucuito	126.259	3.978,13	31,7	Juli (8.157)
Provincia de El Collao	81.059	5.600,51	14,5	Ilave (22.153)
Provincia de Melgar	74.735	6.446,85	11,6	Ayaviri (18.881)
Provincia de Carabaya	73.946	12.266	6	Macusani (8.645)
Provincia de Huancané	69.522	2.805,85	24,8	Huancané (7.332)
Provincia de Sandia	62.147	11.862,41	5,2	Sandia (3.675)
Provincia de San Antonio de Putina	50.49	3.207,38	15,7	Putina (14.318)
Provincia de Lampa	48.223	5.791,73	8,3	Lampa (4.949)
Provincia de Yunguyo	47.4	290,21	163,3	Yunguyo (11.934)
Provincia de Moho	27.819	1.005,25	27,7	Moho (4.720)

Fuente: Proyecciones Demográficas 2008, INEI-PERU. La densidad departamental está calculada con la proyección de la población de 2007. https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Puno

3.2.2. MUESTRA

Cardado en operaciones de hilado de fibra de alpaca en área textil y confecciones en la región puno.

3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

El departamento de puno, se encuentra ubicada al sureste de la república del Perú, entre las coordenadas geográficas 13°00'66"00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; sus límites son:

Por el Norte, con la región de Madre de Dios.

Por el Sur, con la región Tacna.

Por el Este, con la República de Bolivia.

Por el Oeste, con las regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua.

3.4. EXTENSIÓN

El departamento de puno, de acuerdo a los datos de INEI, tiene una extensión de 71,999.00 Km², que representa el 5.6% de la superficie nacional, incluido 14.50 Km² del área insular lacustre de islas y 4,996.28 Km² de lago perteneciente al lado peruano. Las provincias más extensas son Carabaya (18.31%), Sandia (17.7%), y Puno (9.69%).



Figura N° 3.1. Ubicación del departamento de puno

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



Figura N° 3.2. Mapa del departamento de puno

FUENTE:https://www.google.com.pe/search?q=mapa+de+puno&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjxgqGOSvLcAhVMq1kKHSDcCNwQsAR6BAgFEAE&biw=1707&bih=793#imgsrc=E0qsAhVRVCT_PM:

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

3.5.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

La población en el departamento de Puno está en constante crecimiento razón por la cual es necesario fomentar la inserción de trabajo en área de textil y confecciones mediante el diseño y construcción de una cardadora para el procesamiento de fibra de alpaca y aplicar esta tecnología en la transformación de producción de fibras, de tal modo abastecer sus necesidades y mejorar su calidad de vida.

Según las proyecciones poblacionales del INEI al 2014, Puno alberga una población de 1 402 496 habitantes, lo que representa el 4.56 % de la población nacional.

3.5.2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

3.5.2.1 AGRICULTURA

La superficie agrícola de Puno es de 4 384 905 Has., distribuidas en tierras de labranza (8,3 por ciento), cultivos permanentes (0,3 por ciento), cultivos asociados (0,3 por ciento), pastos (79,5 por ciento), producción forestal (2 por ciento) y tierras de protección (9,6 por ciento). La disponibilidad de pastos naturales le ha permitido el desarrollo de una ganadería extensiva.

3.5.2.2. GANADERÍA

La ganadería es la actividad más importante de este departamento. Puno es el primer productor de ovinos, alpacas y llamas.

Entre los departamentos con mayor población de alpacas y por ende de mayor cantidad de fibra de alpaca destacan Puno con aproximadamente 1'880,395, les sigue Cusco con 552,509, en tercer lugar esta Arequipa con 466,010, en el cuarto lugar esta Huancavelica con 269,650, en el quinto lugar

esta Apurímac con 212,360 y en el sexto lugar Ayacucho con 209,947 alpacas. (INEI, 2012)

3.5.2.3. PESCA

El Lago Titicaca tiene una extensión de 8 689,72 Km², correspondiendo al lado peruano 4,996.28 Km², agregándose la existencia de 354 lagunas, de las cuales se puede aprovechar unas 190 para la producción de trucha, y la existencia de manantiales que permiten la construcción de piscigranjas sobre la base de estanques. La abundancia del recurso hídrico crea las condiciones propicias para el desarrollo de la acuicultura de agua dulce.

3.5.2.4. MINERÍA

Puno cuenta con reservas de plata que constituyen el 5 por ciento de las reservas nacionales; en cobre posee el 0,5 por ciento y en estaño el 10 por ciento, ocupando el primer puesto en la producción de este último metal. Asimismo, es interesante mencionar las reservas de uranio en la provincia de Macusani, actualmente en proceso de exploración.

3.5.2.5. TURISMO

En la región se han identificado recursos turísticos destacando dentro de los histórico-culturales los restos arqueológicos de Sillustani, Pucará, Cutimbo, Tanka-Tanka; templos virreinales en las ciudades de Juli, Puno, Asillo y Tintiri, y vivenciales en las islas Los Uros, Amantaní y Taquile; también existen recursos ecoturísticos y de biodiversidad, como el Parque Nacional Tambopata–Candamo, nevados en las cordilleras oriental y occidental, aguas termales en Loripongo, Putina y Ayaviri; recursos folklórico-culturales existen en toda la región como la festividad de la Virgen de la Candelaria, carnavales y fiestas

patronales, donde se muestra en todo su esplendor el folklore propio de cada lugar.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

3.6.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de la información son la revisión bibliográfica de libros, tesis, video YouTube y visitas, los cuales permitió la obtención de datos exactos, además se obtuvo una información adecuada para darnos cuenta cuales son los costos de inversión, materiales para construir que se emplean para procesamiento de fibra de alpaca.

3.6.2. INSTRUMENTOS

Para la efectividad de diseño y construcción, se utilizó el programa de autodesk inventor, el cual nos permitió ver el diseño en su dimensión exacto según las investigaciones y datos obtenidos.

3.7. INGENIERÍA DE PROYECTO

3.7.1. DISEÑO DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Para el diseño de sistema de transmisión los mecanismos seleccionados de acuerdo al mercado del entorno de la zona, que facilitan la realización de una cardadora de lana de alpaca.

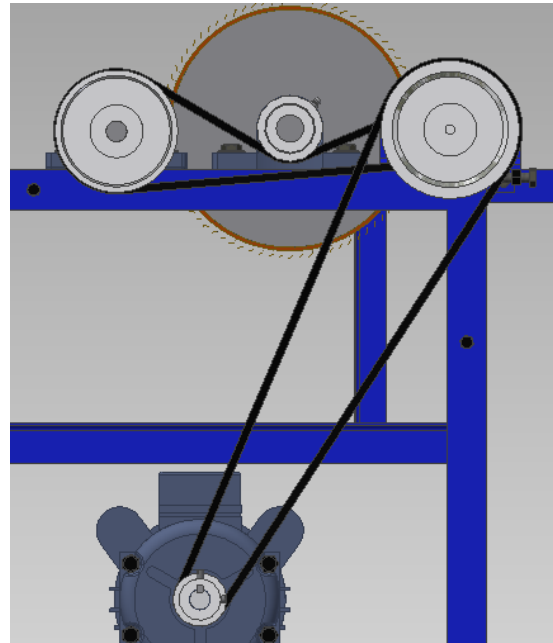


Figura N° 3.3. Sistema de transmisión de potencia
Elaboración Propia

3.7.2. CALCULO DE VELOCIDAD DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POLEAS

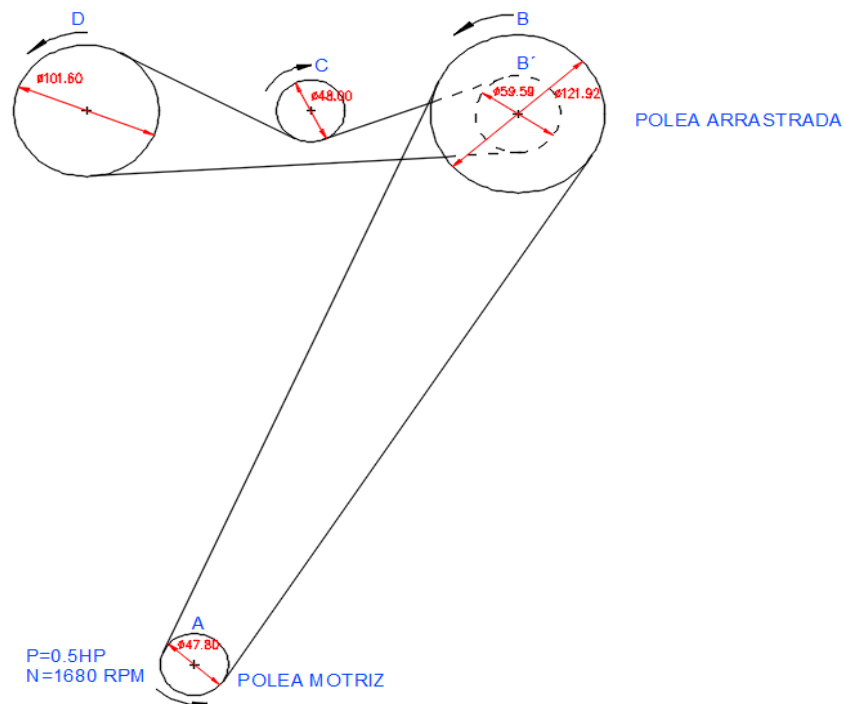


Figura N° 3.4. Diagrama de sistema de transmisión
Elaboración Propia

3.7.2.1. CALCULO DE VELOCIDAD Y RELACIÓN DE TRANSMISIÓN ENTRE LAS POLEAS A Y B

$$N_A * D_A = N_B * D_B \quad (3.1)$$

$$I_{AB} = \frac{N_A}{N_B} = \frac{D_B}{D_A} \quad (3.2)$$

Donde:

N_A : Numero de revoluciones de la polea motriz (Rev/min).

D_A : Diámetro de la polea motriz(mm).

N_B : Numero de revoluciones de la polea arrastrada (Rev/min).

D_B : Diámetro de la polea arrastrada (mm).

I_{AB} : Relación de transmisión.

Reemplazando en ecuación (3.1), se tiene:

$$1680rpm \times 47.80mm = N_B \times 121.92mm$$

$$N_B = 658.66rpm$$

Reemplazando en la ecuación (3.2), se tiene:

$$I_{AB} = 2.55$$

3.7.2.2. CALCULO DE VELOCIDAD Y RELACIÓN DE TRANSMISIÓN ENTRE LAS POLEAS B' Y C

$$N_{B'} * D_{B'} = N_C * D_C \quad (3.3)$$

$$I_{B'C} = \frac{N_C}{N_{B'}} = \frac{D_{B'}}{D_C} \quad (3.4)$$

Donde:

$N_{B'}$: Numero de revoluciones de la polea B' (Rev/min).

$D_{B'}$: Diámetro de la polea B'(mm).

N_C : Numero de revoluciones de la polea C (Rev/min).

D_C : Diámetro de la polea C (mm).

$I_{B'C}$: Relación de transmisión.

Reemplazando en ecuación (3.3), se tiene:

$$658.66rpm \times 59.59mm = N_C \times 48mm$$

$$N_C = 817.69rpm$$

Reemplazando en la ecuación (3.4), se tiene:

$$I_{B'C} = 1.24$$

3.7.2.3. CALCULO DE VELOCIDAD Y RELACIÓN DE TRANSMISIÓN ENTRE LAS POLEAS B' Y D

$$N_{B'} * D_{B'} = N_D * D_D \quad (3.5)$$

$$I_{B'D} = \frac{N_{B'}}{N_D} = \frac{D_D}{D_{B'}} \quad (3.6)$$

Donde:

$N_{B'}$: Numero de revoluciones de la polea B' (Rev/min).

$D_{B'}$: Diámetro de la polea B' (mm).

N_D : Numero de revoluciones de la polea D (Rev/min).

D_D : Diámetro de la polea D (mm).

$I_{B'D}$: Relación de transmisión.

Reemplazando en ecuación (5), se tiene:

$$658.66rpm \times 59.59mm = N_D \times 101.60mm$$

$$N_D = 386.31rpm$$

Reemplazando en la ecuación (3.6), se tiene:

$$I_{B'D} = 1.70$$

3.7.3. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE FAJAS ENTRE LAS POLEAS A Y B

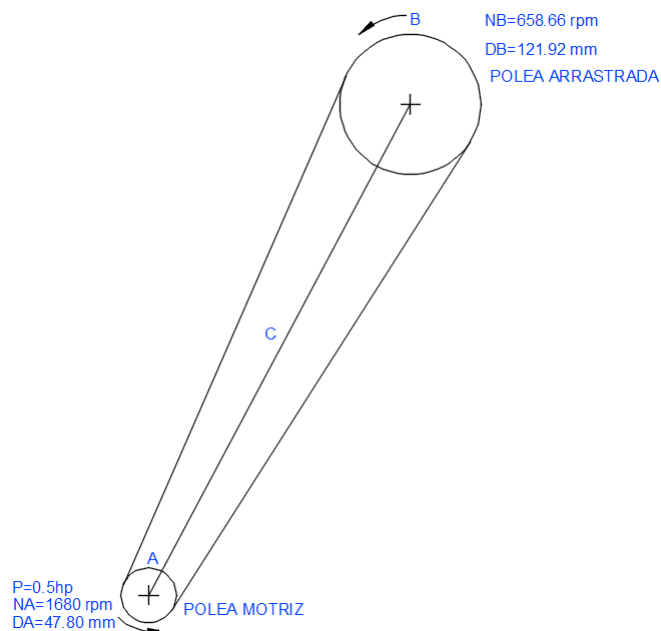


Figura N° 3.5. Transmisión de potencia entre poleas A y B

Elaboración Propia

3.7.3.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

1. Potencia de diseño.

$$HP_d = HP * f.s. \tag{3.7}$$

f.s. → De Tabla N°1 → Clase 1

Maquinaria textil

Para servicio normal, de 8 a 10 horas por día.

$$f.s. = 1.3$$

$$HP = 0.5$$

Reemplazando en la ecuación (3.7)

$$HP_d = 0.5 \times 1.3$$

$$HP_d = 0.65 \text{ HP}$$

$$HP_d = 0.4849 \text{ KW}$$

2. Selección de la sección de la faja.

De la figura N° 1 → $HP_d = 0.4849 \text{ KW}$

$$RPM_+ = 1680 \text{ rpm}$$

Se obtiene: Faja de la sección A

3. Relación de transmisión.

$$I_{AB} = \frac{RPM_{+A}}{RPM_{-B}} \tag{3.8}$$

$$I_{AB} = \frac{1680 \text{ rpm}}{658.66 \text{ rpm}}$$

$$I_{AB} = 2.55$$

4. Selección de los diámetros de paso de las poleas

$$D_A = 47.80\text{mm} * \frac{1\text{pulg}}{2.54\text{cm}} * \frac{1\text{cm}}{10\text{mm}} = 1.88 \text{ pulg}$$

$$D_B = 121.92\text{mm} * \frac{1\text{pulg}}{2.54\text{cm}} * \frac{1\text{cm}}{10\text{mm}} = 4.8 \text{ pulg}$$

De ecuación (3.2), se tiene:

$$D_B = I_{AB} * D_A$$

	T-3	T-4							
D _A	2.6	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4
D _B	6.63	7.65	8.16	8.67	9.18	9.69	10.2	10.71	11.22

Para el diseño se asume a criterio del diseñador y conforme al alcance del material en el mercado interno.

Por consiguiente se asume en conforme a poleas estándar de sección A de tabla 4.

Diámetro de paso de la polea B es 4.8 pulgadas (estándar).

De ecuación (3.2), se tiene:

$$D_A = \frac{D_B}{I_{AB}}$$

$$D_A = \frac{4.8 \text{ Pulgadas}}{2.55} = 1.8823 \text{ pulgadas}$$

Recalculando I_{AB}

$$I_{AB} = \frac{D_B}{D_A} = \frac{4.8 \text{ pulgadas}}{1.8823 \text{ pulgadas}} = 2.5500717$$

$$\text{error} = \frac{2.55 \text{pulgadas} - 2.5500717 \text{pulgadas}}{2.55 \text{pulgadas}} * 100 = 0.0028\% \leq 1\% \text{ bien!}$$

En conclusión:

Diámetro de paso de poleas A y B a considerar en el proyecto es:

$$D_A = 1.8823 \text{ pulgadas}$$

$$D_B = 4.8 \text{ pulgadas}$$

5. Selección de la longitud estándar de la faja

$$C \geq \frac{D_B + 3D_A}{2} \quad (3.9)$$

$$C \geq D_B$$

Siendo:

D_B : Diámetro de paso de la polea mayor.

D_A : Diámetro de paso de la polea menor.

C : Distancia entre centros de las poleas.

Calculo de la longitud aproximada de la faja utilizando la fórmula:

$$L \approx 2 * C + 1.65 * (D_B + D_A) \quad (3.10)$$

Para el diseño se asume en forma tentativa la distancia entre centros.

$$C = 18.995 \text{ pulgadas}$$

Reemplazando en ecuación, se tiene:

$$L \approx 2 * 18.995 \text{ pulgadas} + 1.65 * (4.8 \text{ pulgadas} + 1.8823 \text{ pulgadas})$$

$$L \approx 49.015 \text{ pulgadas}$$

De la Tabla N° 7 escogemos la longitud estándar más próxima, se tiene:

A-46 L=47.3 Pulgadas

A-48 L=49.3 Pulgadas → Lo más próximo.

A-51 L=52.3 Pulgadas

Recalculando "C"

$$L = 2 * C + \frac{\pi}{2} * (D_B + D_A) + \frac{(D_B - D_A)^2}{4 * C} \quad (3.11)$$

$$49.3pulg = 2 * C + \frac{\pi}{2} * (4.8pulg + 1.882pulg) + \frac{(4.8 pulg - 1.882pulg)^2}{4 * C}$$

$$C^2 - 19.402 * C + 1.064 = 0$$

Utilizando la formula general de la ecuación de segundo grado

$$a * C^2 + b * C + c = 0 \quad (3.12)$$

$$C_{(1,2)} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 * a * c}}{2 * a} \quad (3.13)$$

Donde:

a, b y c coeficientes; $a \neq 0$

$$a = 1$$

$$b = -19.402$$

$$c = 1.064$$

Reemplazando en la ecuación (3.12), se tiene:

$$C_{(1,2)} = \frac{-(-19.402) \pm \sqrt{(-19.402)^2 - 4 * 1 * 1.064}}{2 * 1}$$

$$C_1 = 19.347pulgadas \quad \text{bien!}$$

$$C_2 = 0.055pulgadas \quad \text{mal!}$$

Finalmente concluyendo lo siguiente:

$$D_A = 1.8823 pulgadas$$

$$D_B = 4.8 pulgadas$$

$$C = 19.347\text{pulgadas}$$

6. Potencia por faja.

Determinando el factor de corrección por ángulo de contacto " K_θ "

$$\frac{D_B - D_A}{C} \quad (3.14)$$

Reemplazando en la ecuación (3.14), se tiene:

$$\frac{4.8\text{pulgadas} - 1.882\text{pulgadas}}{19.347\text{pulgadas}} = 0.15$$

De la relación calculada y en base a la tabla N° 5, se obtiene " K_θ "

$\frac{D_B - D_A}{C}$	K_θ
0.10	0.99
0.15	X
0.20	0.97

Interpolando, se tiene:

$$\frac{0.15 - 0.10}{0.20 - 0.10} = \frac{X - 0.99}{0.97 - 0.99}$$

$$X = 0.98 = K_\theta$$

De la Tabla N° 7 calculamos el factor de corrección por longitud de faja " K_L ", se tiene:

$$K_L = 0.93$$

Con los valores de las RPM del eje más rápido, del diámetro de la polea menor y de la sección de faja, se determina la potencia que puede transmitir la faja seleccionada haciendo el uso de la Tabla N° 8, se tiene:

RPM DEL EJE RAPIDO	HP POR LA FAJA REFERIDO A LA POLEA DEL DIAMETRO MENOR		
	1.882 pulgadas	2.6 pulgadas	2.8 pulgadas
1600	α	0.93	1.14
1680	β		
1800	γ	1	1.23

Haciendo la extrapolación se calcula " α ", se tiene:

$$\frac{2.6 - 1.882}{0.93 - \alpha} = \frac{2.8 - 2.6}{1.14 - 0.93}$$

De donde:

$$\alpha = 0.1761$$

Del mismo modo haciendo la extrapolación se calcula " γ ", se tiene:

$$\frac{2.6 - 1.882}{1 - \gamma} = \frac{2.8 - 2.6}{1.23 - 1}$$

De donde:

$$\gamma = 0.1743$$

Finalmente haciendo la interpolación se calcula " β ", se tiene:

$$\frac{1680 - 1600}{1800 - 1600} = \frac{\beta - 0.176}{0.1743 - 0.1761}$$

De donde:

$$\beta = 0.1754$$

$$\therefore (HP/FAJA)_{TABLA} = 0.1754HP$$

De la Tabla N° 6, y en base a la relación de transmisión y sección de la faja, se determina la potencia adicional y luego multiplicar este valor por las RPM mas rápido y dividirlo entre 100.

$$I_{AB} = 2.55$$

Sección de la faja A

$$HP_{ADICIONAL} = 0.01618 * \frac{1680}{100}$$

$$\therefore HP_{ADICIONAL} = 0.2718HP$$

Finalmente la potencia por faja

$$\frac{HP}{FAJA} = \left[\left(\frac{HP}{FAJA} \right)_{TABLA} + HP_{ADICIONAL} \right] * K_{\theta} * K_L \tag{3.15}$$

Reemplazando en la ecuación (3.15), se tiene:

$$\frac{HP}{FAJA} = [0.1754HP + 0.2718HP] * 0.98 * 0.93$$

$$\frac{HP}{FAJA} = 0.4075HP$$

7. Numero de fajas

$$N^{\circ} FAJAS = \frac{HP_d}{HP/FAJA} \tag{3.16}$$

Reemplazando en la ecuación (3.16), se tiene:

$$N^{\circ} FAJAS = \frac{0.65HP}{0.4075HP}$$

$$N^{\circ} FAJAS = 1.595 \cong 1$$

Finalmente se concluye que, usar 1 faja A48, con poleas de

DA=1.882pulgadas, DB=4.8pulgadas de diámetro y C=19.347pulgadas.

3.7.4. TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE FAJAS ENTRE LAS POLEAS B´ Y D

D

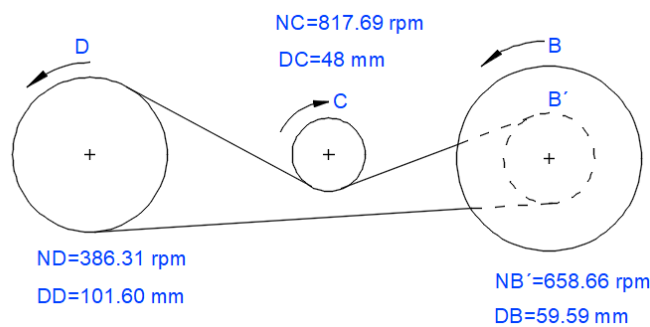


Figura N° 3.6. Transmisión de potencia entre poleas B´ y D

Elaboración Propia

3.7.4.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

1. Potencia de diseño.

De ecuación (3.7) $HP_d = HP * f.s.$

f.s. → De Tabla N°1 → Clase 1

Maquinaria textil

Para servicio normal, de 8 a 10 horas por día.

Polea loca instalada en el borde exterior de la faja y en el lado de mayor tensión, agregar 0.2

$$f.s. = 1.3 + 0.2 = 1.5$$

$$HP = 0.4075HP$$

Reemplazando en la ecuación

$$HP_d = 0.4075 * 1.5$$

$$HP_d = 0.61 HP$$

$$HP_d = 0.455 KW$$

2. Selección de la sección de la faja.

De la figura N° 1 → $HP_d = 0.455 KW$

$$RPM_+ = 658.66 rpm$$

Se obtiene: Faja de la sección A

3. Relación de transmisión.

$$\text{De ecuación (3.8)} \quad I_{B'D} = \frac{RPM_+ A}{RPM_- B}$$

$$I_{B'D} = \frac{658.66 rpm}{386.31 rpm}$$

$$I_{B'D} = 1.705$$

4. Selección de los diámetros de paso de las poleas

$$D_{B'} = 59.59mm * \frac{1pulg}{2.54cm} * \frac{1cm}{10mm} = 2.346 pulg$$

$$D_D = 101.60mm * \frac{1pulg}{2.54cm} * \frac{1cm}{10mm} = 4 pulg$$

$$D_D = I_{B'D} * D_{B'}$$

	T-3	T-4							
D _{B'}	2.6	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4
D _D	4.43	5.12	5.46	5.79	6.14	6.48	6.82	7.16	7.50

Para el diseño se asume a criterio del diseñador y conforme al alcance del material en el mercado interno.

Por consiguiente se asume en conforme a poleas estándar de sección A de tabla 4.

Diámetro de paso de la polea D es 4 pulgadas (estándar).

$$D_{B'} = \frac{D_D}{I_{B'D}}$$

$$D_{B'} = \frac{4 Pulgadas}{1.705} = 2.346041 pulgadas$$

Recalculando I_{B'D}

$$I_{B'D} = \frac{D_D}{D_{B'}} = \frac{4 pulgadas}{2.346041 pulgadas} = 1.70500004049$$

$$error = \frac{1.705pulgadas - 1.70500004049pulgadas}{1.705pulgadas} * 100 = 0.000002374\%$$

$$\leq 1\% bien!$$

En conclusión:

Diámetro de paso de poleas B' y D a considerar en el proyecto es:

$$D_{B'} = 2.346041 pulgadas$$

$$D_D = 4 pulgadas$$

5. Selección de la longitud estándar de la faja

$$\text{De ecuación (3.9)} \quad C \geq \frac{D_D + 3D_{B'}}{2}$$

$$C \geq D_D$$

Siendo:

D_D : Diámetro de paso de la polea mayor.

$D_{B'}$: Diámetro de paso de la polea menor.

C : Distancia entre centros de las poleas.

Calculo de la longitud aproximada de la faja utilizando la fórmula:

$$\text{De ecuación (3.10)} \quad L \approx 2 * C + 1.65 * (D_D + D_{B'})$$

Para el diseño se asume en forma tentativa la distancia entre centros.

$$C = 11.889 \text{ pulgadas}$$

Reemplazando en ecuación, se tiene:

$$L \approx 2 * 11.889 \text{ pulgadas} + 1.65 * (4 \text{ pulgadas} + 2.346 \text{ pulgadas})$$

$$L \approx 34.2489 \text{ pulgadas}$$

De la Tabla N° 7 escogemos la longitud estándar más próxima, se tiene:

$$\text{A-31} \quad L = 32.3 \text{ Pulgadas}$$

$$\text{A-33} \quad L = 34.3 \text{ Pulgadas} \quad \rightarrow \text{Lo más próximo.}$$

$$\text{A-35} \quad L = 36.3 \text{ Pulgadas}$$

Recalculando "C"

$$\text{De ecuación (3.11)} \quad L = 2 * C + \frac{\pi}{2} * (D_D + D_{B'}) + \frac{(D_D - D_{B'})^2}{4 * C}$$

$$34.3 \text{ pulg} = 2 * C + \frac{\pi}{2} * (4 \text{ pulg} + 2.346 \text{ pulg}) + \frac{(4 \text{ pulg} - 2.346 \text{ pulg})^2}{4 * C}$$

$$C^2 - 12.166 * C + 0.342 = 0$$

Utilizando la formula general de la ecuación de segundo grado

$$\text{De ecuación (3.12)} \quad a * C^2 + b * C + c = 0$$

$$\text{De ecuación (3.13)} \quad C_{(1,2)} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 * a * c}}{2 * a}$$

Donde:

a, b y c coeficientes; $a \neq 0$

$$a = 1$$

$$b = -12.166$$

$$c = 0.342$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$C_{(1,2)} = \frac{-(-12.166) \pm \sqrt{(-12.166)^2 - 4 * 1 * 0.342}}{2 * 1}$$

$$C_1 = 12.138 \text{pulgadas} \quad \text{bien!}$$

$$C_2 = 0.0285 \text{pulgadas} \quad \text{mal!}$$

Finalmente concluyendo lo siguiente:

$$D_{B'} = 2.346 \text{pulgadas}$$

$$D_D = 4 \text{pulgadas}$$

$$C = 12.138 \text{pulgadas}$$

6. Potencia por faja.

Determinando el factor de corrección por ángulo de contacto " K_θ "

$$\text{De ecuación (3.14)} \quad \frac{D_D - D_{B'}}{C}$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$\frac{4 \text{pulgadas} - 2.346 \text{pulgadas}}{12.138 \text{pulgadas}} = 0.136$$

De la relación calculada y en base a la tabla N° 5, se obtiene " K_θ "

$\frac{D_D - D_{B'}}{C}$	K_θ
0.10	0.99
0.136	X
0.20	0.97

Interpolando, se tiene:

$$\frac{0.136 - 0.10}{0.20 - 0.10} = \frac{X - 0.99}{0.97 - 0.99}$$

$$X = 0.9828 = K_{\theta}$$

De la Tabla N° 7 calculamos el factor de corrección por longitud de faja " K_L ", se tiene:

$$K_L = 0.85$$

Con los valores de las RPM del eje más rápido, del diámetro de la polea menor y de la sección de faja, se determina la potencia que puede transmitir la faja seleccionada haciendo el uso de la Tabla N° 8, se tiene:

RPM DEL EJE RAPIDO	HP POR LA FAJA REFERIDO A LA POLEA DEL DIAMETRO MENOR		
	2.346 pulgadas	2.6 pulgadas	2.8 pulgadas
600	α	0.46	0.55
658.66	β		
800	γ	0.57	0.68

Haciendo la extrapolación se calcula " α ", se tiene:

$$\frac{0.46 - \alpha}{0.55 - 0.46} = \frac{2.6 - 2.346}{2.8 - 2.6}$$

De donde:

$$\alpha = 0.3457$$

Del mismo modo haciendo la extrapolación se calcula " γ ", se tiene:

$$\frac{0.57 - \gamma}{0.68 - 0.57} = \frac{2.6 - 2.346}{2.8 - 2.6}$$

De donde:

$$\gamma = 0.4303$$

Finalmente haciendo la interpolación se calcula " β ", se tiene:

$$\frac{658.66 - 600}{800 - 600} = \frac{\beta - 0.3457}{0.4303 - 0.3457}$$

De donde:

$$\beta = 0.3705$$

$$\therefore (HP/FAJA)_{TABLA} = 0.3705HP$$

De la Tabla N° 6, y en base a la relación de transmisión y sección de la faja, se determina la potencia adicional y luego multiplicar este valor por las RPM mas rápido y dividirlo entre 100.

$$I_{B'D} = 1.705$$

Sección de la faja A

$$HP_{ADICIONAL} = 0.01439 * \frac{658.66}{100}$$

$$\therefore HP_{ADICIONAL} = 0.09478HP$$

Finalmente la potencia por faja

$$\text{De ecuación (3.15)} \quad \frac{HP}{FAJA} = \left[\left(\frac{HP}{FAJA} \right)_{TABLA} + HP_{ADICIONAL} \right] * K_{\theta} * K_L$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$\frac{HP}{FAJA} = [0.3705HP + 0.09478HP] * 0.9828 * 0.85$$

$$\frac{HP}{FAJA} = 0.3886HP$$

7. Numero de fajas

$$\text{De ecuación (3.16)} \quad N^{\circ} FAJAS = \frac{HP_d}{HP/FAJA}$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$N^{\circ} FAJAS = \frac{0.61HP}{0.3886HP}$$

$$N^{\circ} FAJAS = 1.569 \cong 1$$

Finalmente se concluye que, usar 1 faja A33, con poleas de

$D_{B'}=2.346$ pulgadas, $D_D=4$ pulgadas de diámetro y $C=12.138$ pulgadas.

3.7.5. DISEÑO DE EJES

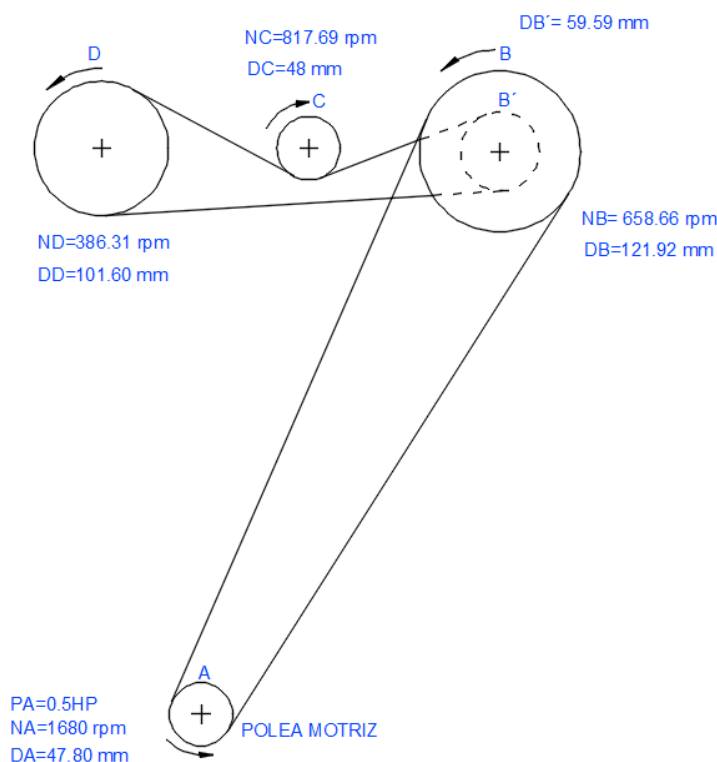


Figura N° 3.7. Diseño de ejes

Elaboración Propia

3.7.5.1. CALCULO DE TORQUE EN LAS POLEAS

El torque T_A producido por la polea del eje del motor es:

$$P_A = T_A * \omega_A \rightarrow T_A = \frac{P_A}{\omega_A} \tag{3.17}$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$T_A = \frac{0.5HP * \frac{746W}{1HP}}{1680 \frac{rev}{min} * \frac{1min}{60 seg} * \frac{2\pi rad}{1rev}}$$

$$T_A = 2.12 \text{ N - m}$$

El torque T_B producido por la polea arrastrada del eje es:

$$T_B = \frac{D_B}{D_A} * T_A \tag{3.18}$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$T_B = 2.55 * T_A$$

$$T_B = 2.55 * 2.12 N - m$$

$$T_B = 5.406 N - m$$

∴ $T_B = T_{B'}$ Porque el eje es uniforme para las poleas.

El torque T_D producido por la polea arrastrada del eje del tambor menor es:

$$T_D = \frac{D_D}{D_{B'}} * T_{B'} \quad (3.19)$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$T_D = 1.70 * T_{B'}$$

$$T_D = 1.70 * 5.406 N - m$$

$$T_D = 9.190 N - m$$

El torque T_C producido por la polea del eje del tambor mayor es:

$$T_D = \frac{D_D}{D_C} * T_C \rightarrow T_C = \frac{D_C}{D_D} * T_D \quad (3.20)$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$T_C = 0.472 * T_D$$

$$T_C = 0.472 * 9.190 N - m$$

$$T_C = 4.337 N - m$$

3.7.5.2. CALCULO DE DIAMETRO DE EJE DE LA POLEA “B” Y “B’”.

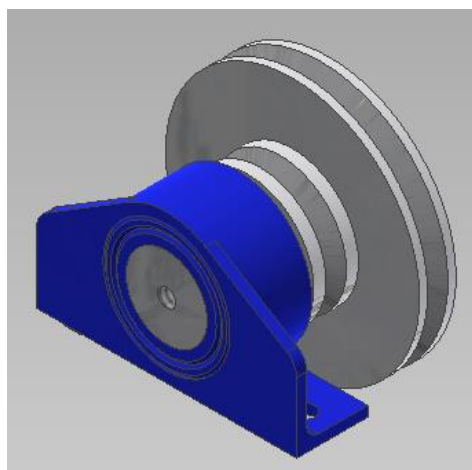


Figura N° 3.8. Montaje del eje de la polea B y B´

Elaboración Propia

$$D_{eje-B} = \left[\frac{32 * N}{\pi * \tau_{max}} * (M_F^2 + M_t^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.21)$$

Donde:

 D_{eje-B} : Diámetro de eje de la polea B $T_B = M_t$: Torque producido por la polea B. M_t : Momento flector del eje de la polea B.

N: Factor de diseño

 τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo.Los valores de N y τ_{max} , se consideran para el diseño del eje de la polea B.

$N = 4$ Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores. (ROBERT L. MOTT, 2006)

 $\tau_{max} = 539 \text{ MPa}$, para Acero SAE 1045.

De la figura N° 3.20 y figura N° 3.21 calculamos el resultante de momento flector máximo.

$$M_F = \sqrt{M_{YZ}^2 + M_{XY}^2} \quad (3.22)$$

$$M_F = \sqrt{(18.027N - m)^2 + (141.370N - m)^2}$$

$$M_F = 142.515 N - m$$

$$D_{eje-B} = \left[\frac{32 * 4}{\pi * 539 * 10^6} * (142.515^2 + 5.406^2) \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{eje-B} = 0.02209097 m$$

$$D_{eje-B} = 22 mm$$

3.7.5.2. CALCULO DE DIAMETRO DE EJE DE LA POLEA “C”

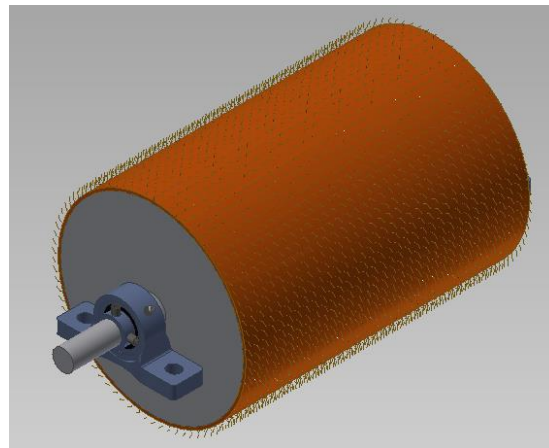


Figura N° 3.9. Montaje del eje de la polea C

Elaboración Propia

$$D_{eje-C} = \left[\frac{32 * N}{\pi * \tau_{max}} * (M_F^2 + M_t^2) \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.23)$$

Donde:

D_{eje-C} : Diámetro de eje de la polea C

$T_C = M_t$: Torque producido por la polea C

M_t : Momento flector del eje de la polea C.

N: Factor de diseño

τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo.

Los valores de N y τ_{max} , se consideran para el diseño del eje de la polea C.

$$N = 4$$

$$\tau_{max} = 539 \text{ MPa, para Acero SAE 1045.}$$

De la figura N° 3.17 y figura N° 3.18 calculamos el resultante de momento flector máximo.

$$M_F = \sqrt{M_{YZ}^2 + M_{XY}^2} \tag{ 3.24 }$$

$$M_F = \sqrt{(29.706N - m)^2 + (76.756N - m)^2}$$

$$M_F = 82.304 \text{ N - m}$$

$$D_{eje-c} = \left[\frac{32 * 4}{\pi * 539 * 10^6} * (82.304^2 + 4.337^2) \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{eje-c} = 0.0184 \text{ m}$$

$$D_{eje-c} = 18 \text{ mm}$$

3.7.5.3. CALCULO DE DIAMETRO DE EJE DE LA POLEA “D”

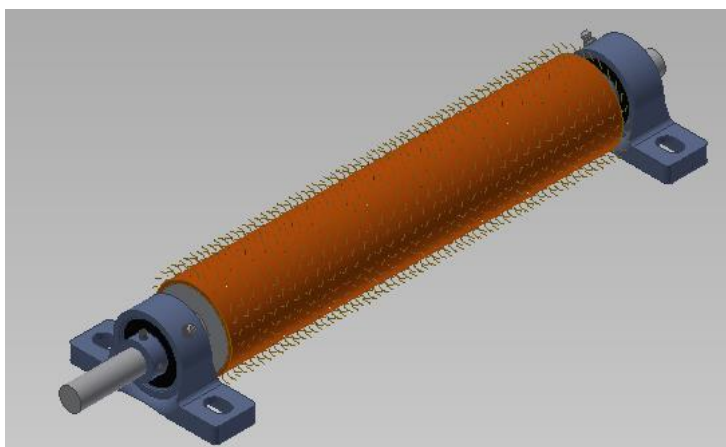


Figura N° 3.10. Montaje del eje de la polea D

Elaboración Propia

$$D_{eje-D} = \left[\frac{32 * N}{\pi * \tau_{max}} * (M_F^2 + M_t^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.25)$$

Donde:

D_{eje-D} : Diámetro de eje de la polea D

$T_D = M_t$: Torque producido por la polea D

M_t : Momento flector del eje de la polea C.

N: Factor de diseño

τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo.

Los valores de N y τ_{max} , se consideran para el diseño del eje de la polea D.

$$N = 4$$

$$\tau_{max} = 539 \text{ MPa}, \text{ para Acero SAE 1045.}$$

De la figura N° 3.14 y figura N° 3.15 calculamos el resultante de momento flector máximo.

$$M_F = \sqrt{M_{YZ}^2 + M_{XY}^2} \quad (3.26)$$

$$M_F = \sqrt{(23.499N - m)^2 + (77.681N - m)^2}$$

$$M_F = 81.158 N - m$$

$$D_{eje-D} = \left[\frac{32 * 4}{\pi * 539 * 10^6} * (81.158^2 + 9.190^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D_{eje-D} = 0.018345 \text{ m}$$

$$D_{eje-D} = 18 \text{ mm}$$

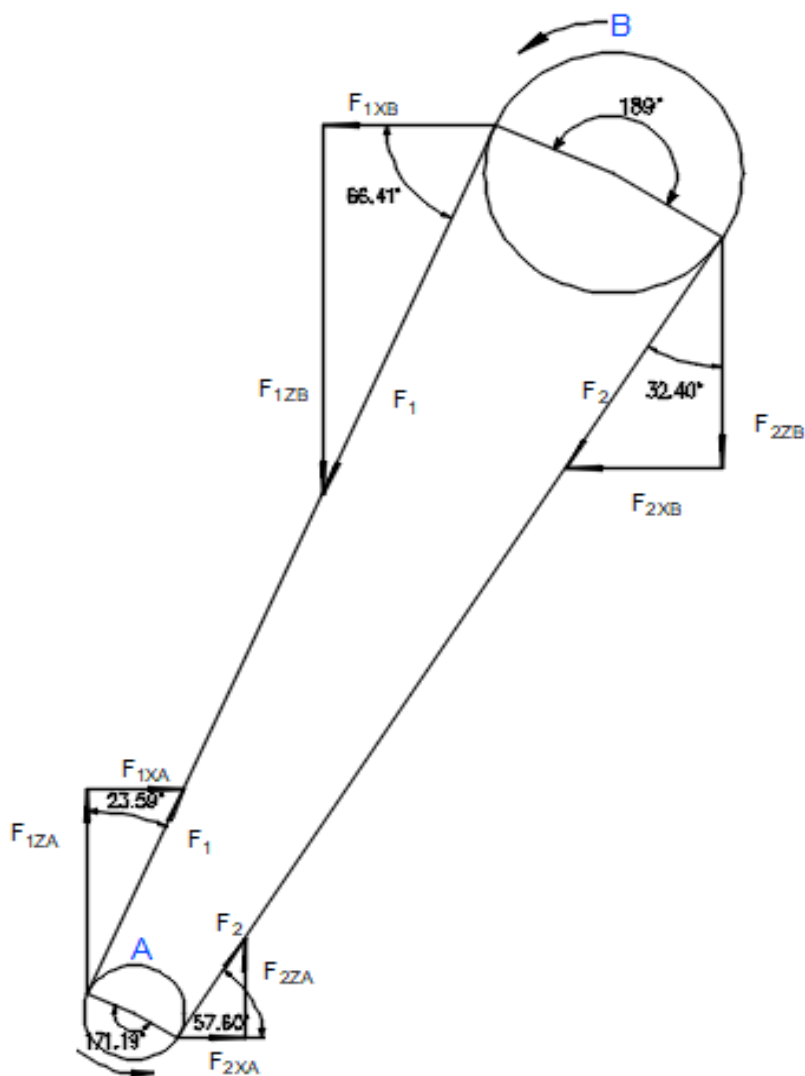


Figura N° 3.11. Diagrama de tensiones entre las poleas A y B
Elaboración Propia

3.7.6. CALCULO DE TENSIONES DE TRANSMISIÓN POR FAJAS.

Par torsional neto sobre eje de polea A

$$T_A = (F_1 - F_2) * \left(\frac{D_A}{2}\right) \quad (3.27)$$

Reemplazando los valores, se tiene.

$$2.12 \text{ N} - \text{m} = (F_1 - F_2) * \left(\frac{0.0478 \text{ m}}{2}\right)$$

$$F_1 - F_2 = 88.703 \text{ N} \dots \dots \dots (i)$$

Fuerza flexionante sobre el eje

$$F_B = F_1 + F_2 \tag{ 3.28 }$$

Fuerza impulsora neta sobre las poleas

$$F_N = F_1 - F_2 \tag{ 3.29 }$$

$$F_B = 1.5 * F_N = \frac{1.5 * T_A}{\frac{D_A}{2}} \tag{ 3.30 }$$

Por consiguiente:

$$F_1 + F_2 = \frac{1.5 * T_A}{\frac{D_A}{2}} \tag{ 3.31 }$$

Reemplazando a la ecuación, se tiene:

$$F_1 + F_2 = \frac{1.5 * 2.12 \text{ N} - m}{\frac{0.0478 \text{ m}}{2}}$$

$$F_1 + F_2 = 133.054 \dots \dots \dots (ii)$$

Sumando las ecuaciones (i) y (ii), se tiene:

$$F_1 = 110.878 \text{ N}$$

$$F_2 = 22.176 \text{ N}$$

De las tensiones de F_1 y F_2 , calculamos sus componentes rectangulares del eje de la polea B, respectivamente:

$$F_{1XB} = 110.878 \text{ N} * \cos(66.41^\circ) = 100.479 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_{1ZB} = 110.878 \text{ N} * \sin(66.41^\circ) = 46.881 \text{ N} \downarrow$$

$$F_{2XB} = 22.176 \text{ N} * \sin(32.40^\circ) = 18.467 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_{2ZB} = 22.176 \text{ N} * \cos(32.40^\circ) = 12.277 \text{ N} \downarrow$$

La fuerza parcial que ejerce sobre el eje de la polea “B” en las direcciones X e Z es:

$$F_x = 100.479 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_z = 59.158 \text{ N } \downarrow$$

3.7.7. CALCULO DE TENSIONES DE TRANSMISIÓN POR FAJA

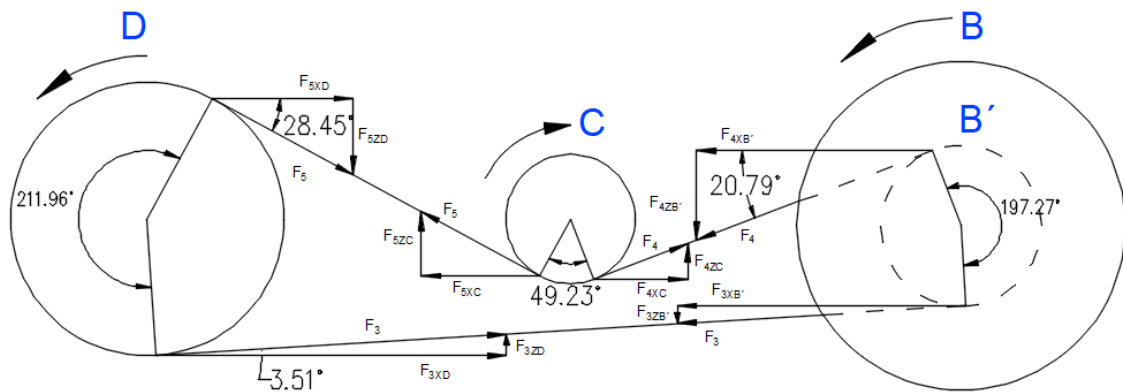


Figura N° 3.12. Diagrama de tensiones entre las polea B', C y D

Elaboración Propia

Par torsional neto sobre eje de polea B'

$$T_{B'} = (F_4 - F_3) * \left(\frac{D_{B'}}{2}\right) \tag{ 3.32 }$$

Reemplazando los valores, se tiene.

$$5.406 \text{ N} - \text{m} = (F_4 - F_3) * \left(\frac{0.05959 \text{ m}}{2}\right)$$

$$F_4 - F_3 = 181.440 \text{ N} \dots \dots \dots (iii)$$

Fuerza flexionante sobre el eje

$$F_B = F_3 + F_4 \tag{ 3.33 }$$

Fuerza impulsora neta sobre las poleas

$$F_N = F_4 - F_3 \tag{ 3.34 }$$

$$F_B = 1.5 * F_N = \frac{1.5 * T_{B'}}{\frac{D_{B'}}{2}} \tag{ 3.35 }$$

Por consiguiente:

$$F_3 + F_4 = \frac{1.5 * T_{B'}}{\frac{D_{B'}}{2}} \tag{ 3.36 }$$

Reemplazando a la ecuación, se tiene:

$$F_3 + F_4 = \frac{1.5 * 5.406 N - m}{\frac{0.05959 m}{2}}$$

$$F_3 + F_4 = 272.160 N \dots \dots \dots (iv)$$

Sumando las ecuaciones (iii) y (iv), se tiene:

$$F_4 = 226.800 N$$

$$F_3 = 45.360 N$$

Asimismo se conoce que:

$$T_D = (F_5 - F_3) * \left(\frac{D_D}{2}\right) \tag{ 3.37 }$$

Reemplazando los valores, se tiene:

$$9.190 N - m = (F_5 - 45.360 N) * \left(\frac{0.01016m}{2}\right)$$

$$F_5 = 1854.415 N$$

De las tensiones de F_3 , F_4 y F_5 calculamos sus componentes rectangulares de los ejes de las poleas B', C y D, respectivamente:

Calculando los componentes rectangulares del eje de la polea B'.

$$F_{3XB'} = 45.360 N * \cos(3.51^\circ) = 42.316 N \leftarrow$$

$$F_{3ZB'} = 45.360 N * \sin(3.51^\circ) = 16.336 N \downarrow$$

$$F_{4XB'} = 226.800 N * \cos(20.79^\circ) = 81.940 N \leftarrow$$

$$F_{4ZB'} = 226.800 N * \sin(20.79^\circ) = 221.481 N \downarrow$$

La fuerza parcial que ejerce sobre el eje de la polea "B'" en las direcciones X e Z es:

$$F_X = 124.256 N \leftarrow$$

$$F_Z = 237.817 \text{ N} \downarrow$$

Finalmente calculamos la fuerza total que ejerce sobre el eje de las poleas B y

B' en las direcciones X e Z.

$$F_X = 224.735 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_Z = 296.975 \text{ N} \downarrow$$

Calculando los componentes rectangulares del eje de la polea C.

$$F_{4XC} = 226.800 \text{ N} * \cos(20.79^\circ) = 81.940 \text{ N} \rightarrow$$

$$F_{4ZC} = 226.800 \text{ N} * \sin(20.79^\circ) = 221.481 \text{ N} \uparrow$$

$$F_{5XC} = 1854.415 \text{ N} * \cos(28.45^\circ) = 1825.876 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_{5ZC} = 1854.415 \text{ N} * \sin(28.45^\circ) = 324.085 \text{ N} \uparrow$$

La fuerza total que ejerce sobre el eje de la polea "C" en las direcciones X e Z

es:

$$F_X = 1743.936 \text{ N} \leftarrow$$

$$F_Z = 545.566 \text{ N} \uparrow$$

Calculando los componentes rectangulares del eje de la polea D.

$$F_{5XD} = 1854.415 \text{ N} * \cos(28.45^\circ) = 1825.876 \text{ N} \rightarrow$$

$$F_{5ZD} = 1854.415 \text{ N} * \sin(28.45^\circ) = 324.085 \text{ N} \downarrow$$

$$F_{3XD} = 45.360 \text{ N} * \cos(3.51^\circ) = 42.316 \text{ N} \rightarrow$$

$$F_{3ZD} = 45.360 \text{ N} * \sin(3.51^\circ) = 16.336 \text{ N} \uparrow$$

La fuerza total que ejerce sobre el eje de la polea "D" en las direcciones X e Z

es:

$$F_X = 1868.192 \text{ N} \rightarrow$$

$$F_Z = 307.749 \text{ N} \downarrow$$

3.7.8. ANALISIS DE CARGAS EN LOS EJES

3.7.8.1. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL) DEL EJE DE LA POLEA "D"

El DCL muestra las diferentes fuerzas y momentos que actúan sobre el eje de la polea "D", como se muestra en la figura.

Datos:

W_{Tm} = Peso de tambor menor=4kgf

R_{zb} , R_{xb} = Reacciones debido al rodamiento "E"

R_{ze} , R_{xe} = Reacciones debido al rodamiento "F"

F_z = Tensión que ejerce en la polea "D" en la dirección Z=307.749 N

F_x = Tensión que ejerce en la polea "D" en la dirección X= 1868.192 N

T_D = Torque producido por la polea "D"=9.190 N_m

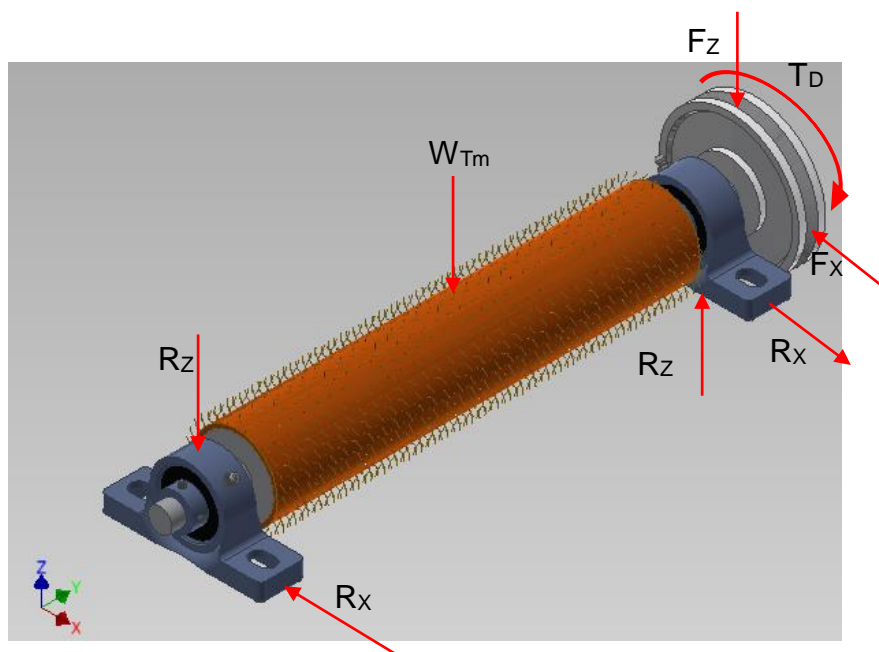
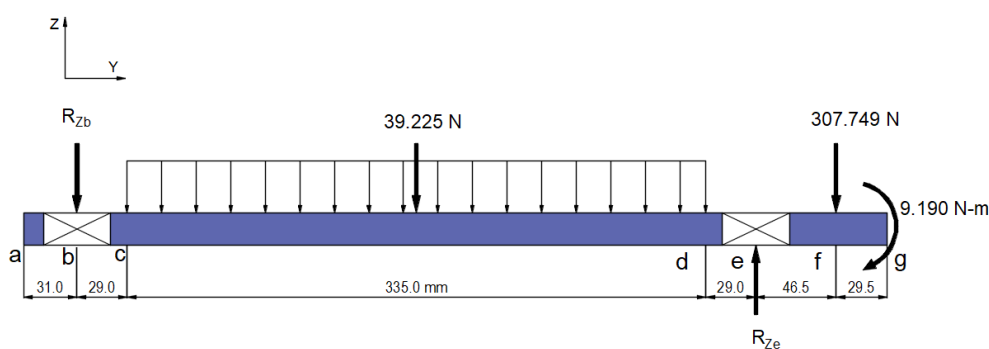
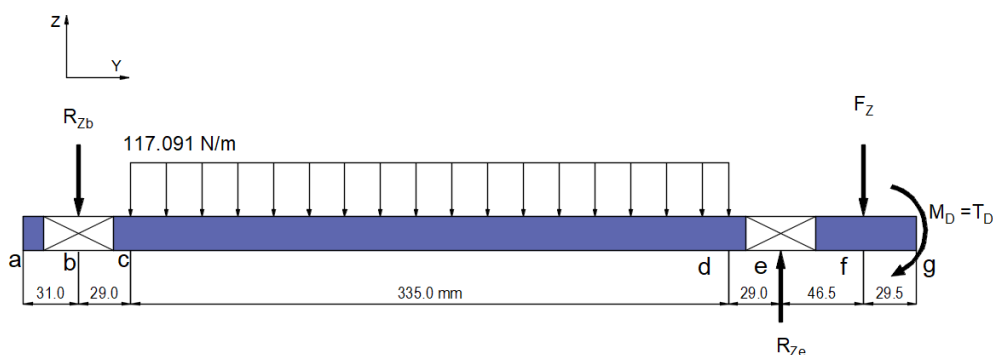


Figura N° 3.13. DCL del eje de polea D

Elaboración Propia

3.7.8.1.1. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO YZ



$$\sum M_b + \mathcal{U} = 0 \tag{3.38}$$

$$-39.225N * 0.1965m + R_{ze} * 0.393N - 307.749N * 0.4395m - 9.190 N - m = 0$$

$$R_{ze} = 387.159 N$$

$$\sum F_z + \uparrow = 0 \tag{3.39}$$

$$-R_{zb} - 39.225N + R_{ze} - 307.749 = 0$$

$$R_{zb} = 40.185 N$$

3.7.8.1.2. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "D" EN EL PLANO YZ

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 31$$

$$V = 0$$

$$M = 0$$

2. TRAMO bc →

$$31 \leq X \leq 60$$

$$V = -40.185 N$$

$$M = -40.185X + 1.246 \rightarrow \begin{cases} 0 N - m \\ -1.165 N - m \end{cases}$$

3. TRAMO cd →

$$60 \leq X \leq 395$$

$$V = -117.091X - 33.16 \rightarrow \begin{cases} -40.185 N - m \\ -79.441 N - m \end{cases}$$

$$M = -58.546X^2 - 33.16X + 1.035 \rightarrow \begin{cases} -1.165 N - m \\ -21.198 N - m \end{cases}$$

4. TRAMO de →

$$395 \leq X \leq 424$$

$$V = -79.410 N$$

$$M = -79.41X + 10.17 \rightarrow \begin{cases} -21.197 N - m \\ -23.499 N - m \end{cases}$$

5. TRAMO ef →

$$424 \leq X \leq 470.5$$

$$V = 307.749 N$$

$$M = 307.749X - 153.985 \rightarrow \begin{cases} -23.499 N - m \\ -9.189 N - m \end{cases}$$

6. TRAMO fg ←

$$29.5 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0$$

3.7.8.1.3. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "D" EN EL PLANO YZ

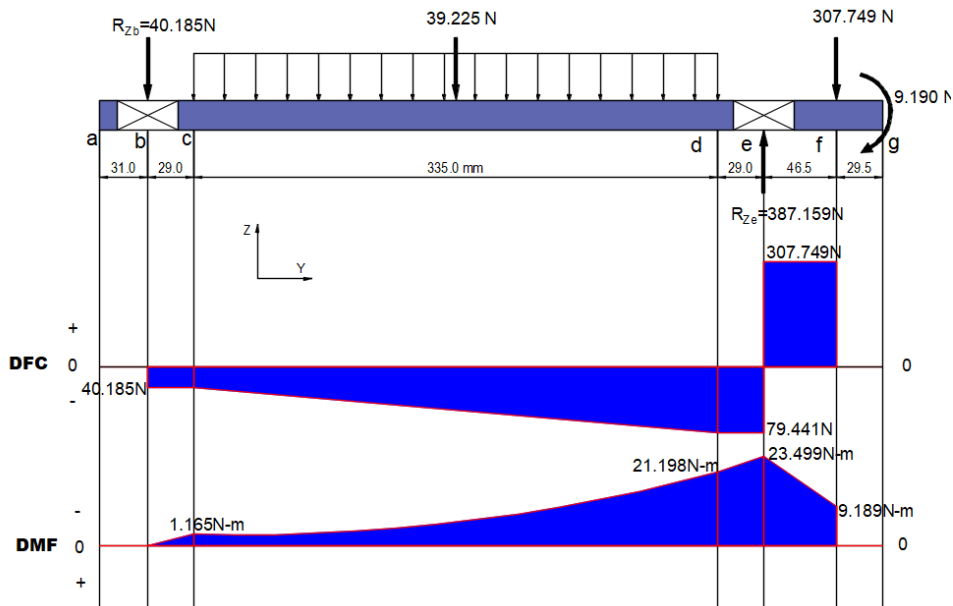
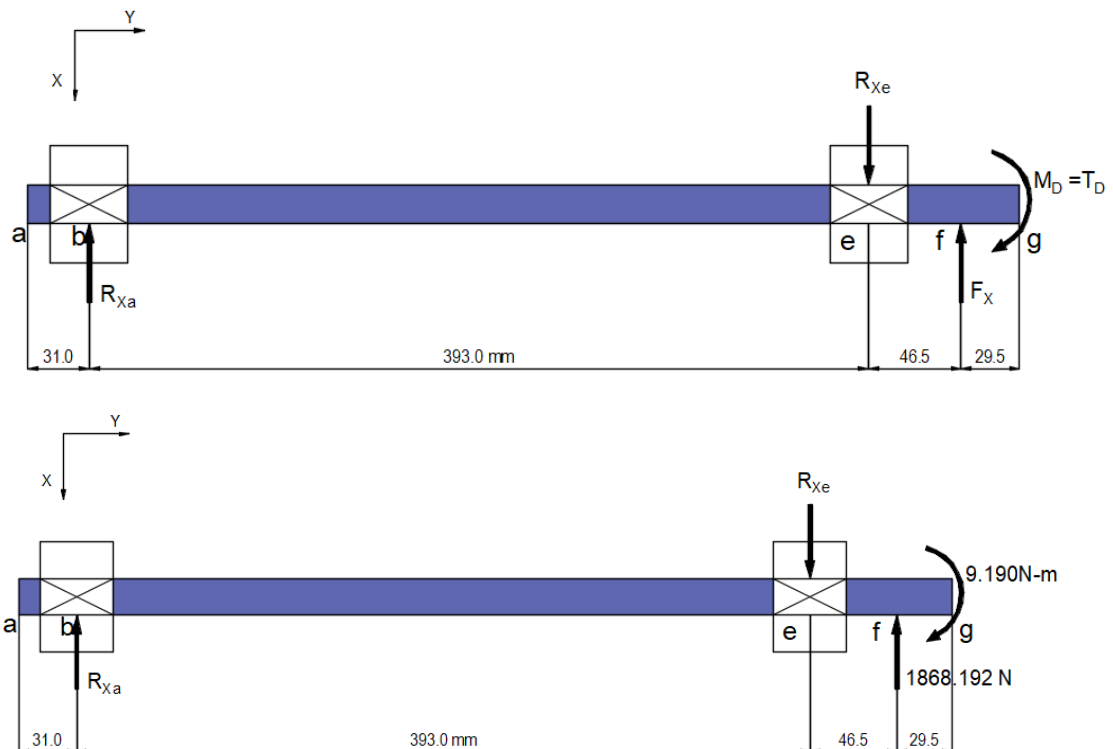


Figura N° 3. 14. DFC y DMF del eje de polea D en el plano YZ

Elaboración Propia

3.7.8.1.4. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO XY



De ecuación (3.38) $\sum M_b + \mathcal{U} = 0$

$$-R_{Xe} * 0.393m + 1868.192N * 0.4395m - 9.190N - m = 0$$

$$R_{Xe} = 2065.853 N$$

$$\sum F_{X+\downarrow} = 0 \quad (3.40)$$

$$-R_{Xa} + R_{Xe} - 1868.192 = 0$$

$$R_{Xa} = 197.661 N$$

3.7.8.1.5. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "D" EN EL PLANO XY

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 31$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 N - m$$

2. TRAMO be →

$$31 \leq X \leq 424$$

$$V = 197.661 N$$

$$M = 197.661X - 6.127 \rightarrow \begin{cases} 0 N - m \\ 77.681 N - m \end{cases}$$

3. TRAMO ef →

$$424 \leq X \leq 470.5$$

$$V = -1868.192 N$$

$$M = -1868.192X + 869.795 \rightarrow \begin{cases} 77.681 N - m \\ -9.189 N - m \end{cases}$$

4. TRAMO fg ←

$$29.5 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 \text{ N} - m$$

3.7.8.1.6. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA “D” EN EL PLANO XY

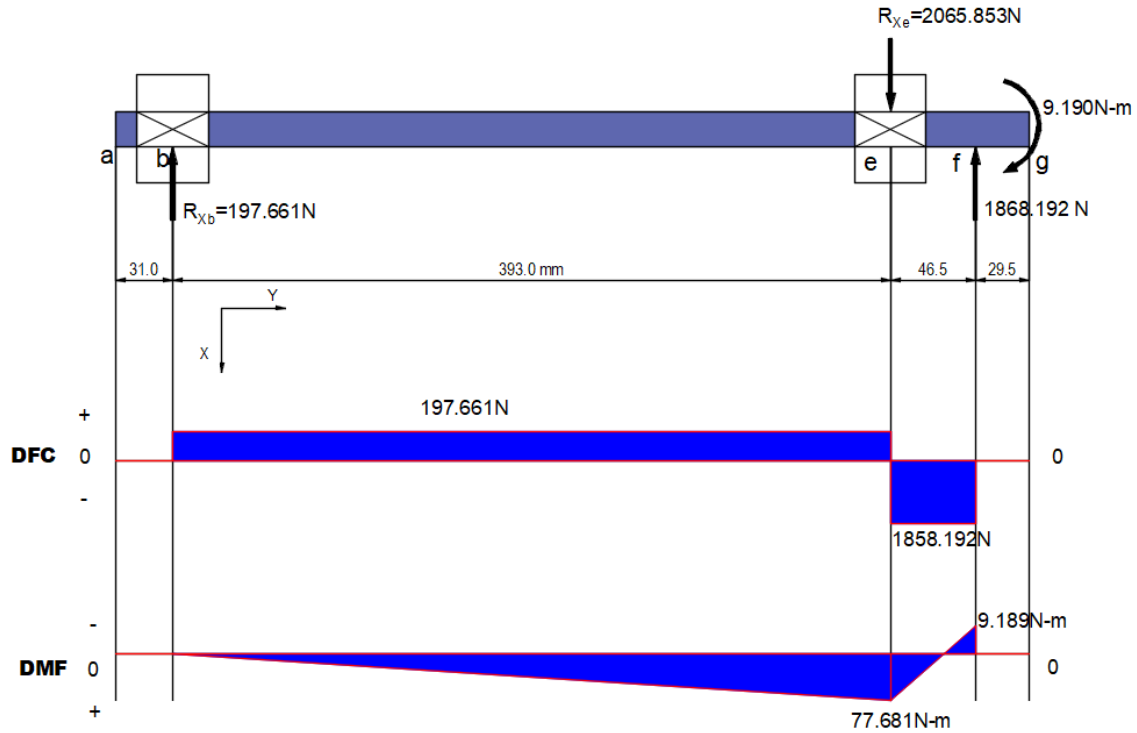


Figura N° 3.15. DFC y DMF del eje de polea D en el plano XY

Elaboración Propia

3.7.8.2. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL) DEL EJE DE LA POLEA “C”

El DCL muestra las diferentes fuerzas y momentos que actúan sobre el eje de la polea “C”, como se muestra en la figura.

Datos:

W_{TM} = Peso de tambor mayor = 10kgf

R_{zb}, R_{xb} = Reacciones debido al rodamiento “b”

R_{ze}, R_{xe} = Reacciones debido al rodamiento “e”

F_z = Tensión que ejerce en la polea “C” en la dirección Z = 545.566 N

F_x = Tensión que ejerce en la polea “C” en la dirección X = 1743.936 N

T_c = Torque producido por la polea “C” = 4.337 N_m

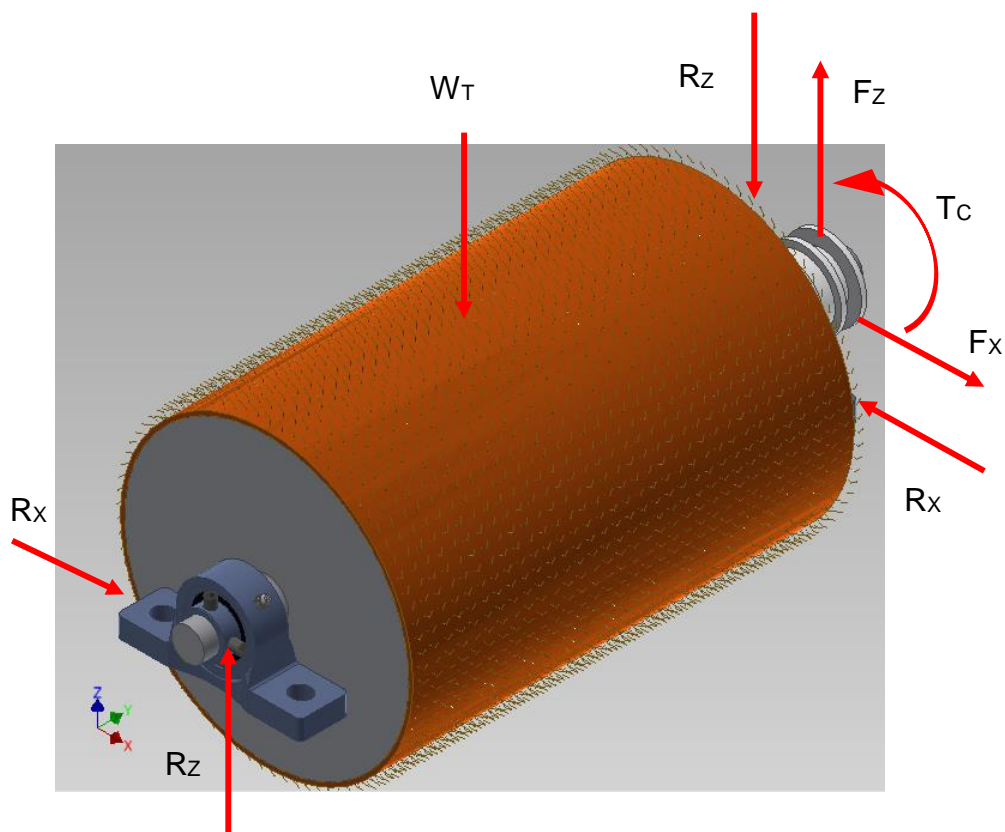
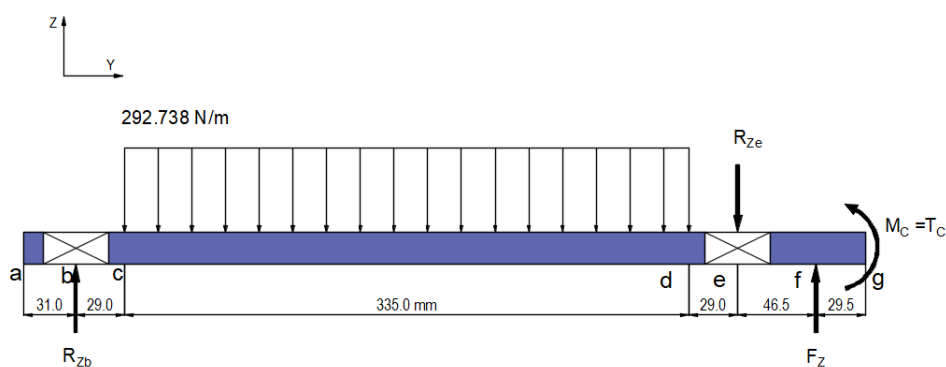
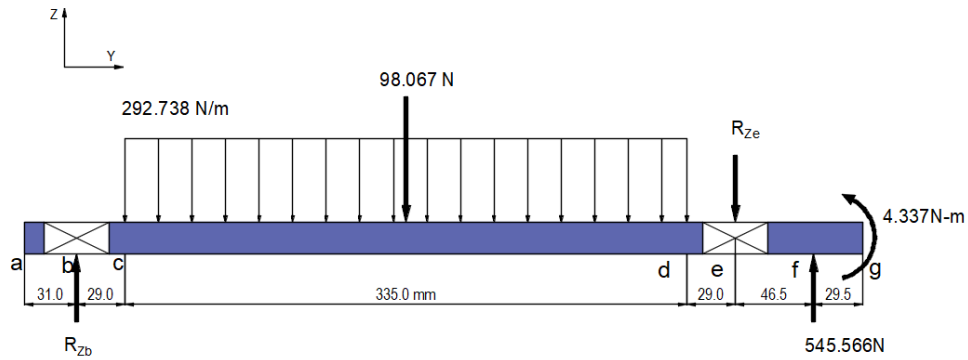


Figura N° 3.16. DCL del eje de polea C

Elaboración Propia

3.7.8.2.1. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO YZ





De ecuación (3.38) $\sum M_b + \mathcal{U} = 0$

$$-98.067N * 0.1965m - R_{ze} * 0.393m + 545.566N * 0.4395m + 4.337 N - m = 0$$

$$R_{ze} = 572.120 N$$

De ecuación (3.39) $\sum F_z + \uparrow = 0$

$$R_{zb} - 98.067N - R_{ze} + 545.566 = 0$$

$$R_{zb} = 124.621 N$$

3.7.8.2.2. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "C" EN EL PLANO YZ

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 31$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 N - m$$

2. TRAMO bc →

$$31 \leq X \leq 60$$

$$V = 124.621 N$$

$$M = 124.621X - 3.863 \rightarrow \begin{cases} 0 N - m \\ 3.614N - m \end{cases}$$

3. TRAMO cd →

$$60 \leq X \leq 395$$

$$V = -292.738X + 142.185 \rightarrow \begin{cases} 124.621 N - m \\ 26.553 N - m \end{cases}$$

$$M = -146.369X^2 + 142.185X - 4.390 \rightarrow \begin{cases} 3.614 N - m \\ 28.936 N - m \end{cases}$$

4. TRAMO de →

$$395 \leq X \leq 424$$

$$V = 26.554 N$$

$$M = 26.554X + 18.447 \rightarrow \begin{cases} 28.936 N - m \\ 29.706 N - m \end{cases}$$

5. TRAMO ef →

$$424 \leq X \leq 470.5$$

$$V = -545.566 N$$

$$M = -545.566X + 261.026 \rightarrow \begin{cases} 29.706 N - m \\ 4.337 N - m \end{cases}$$

6. TRAMO fg ←

$$29.5 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 N - m$$

3.7.8.2.3. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "C" EN EL PLANO YZ

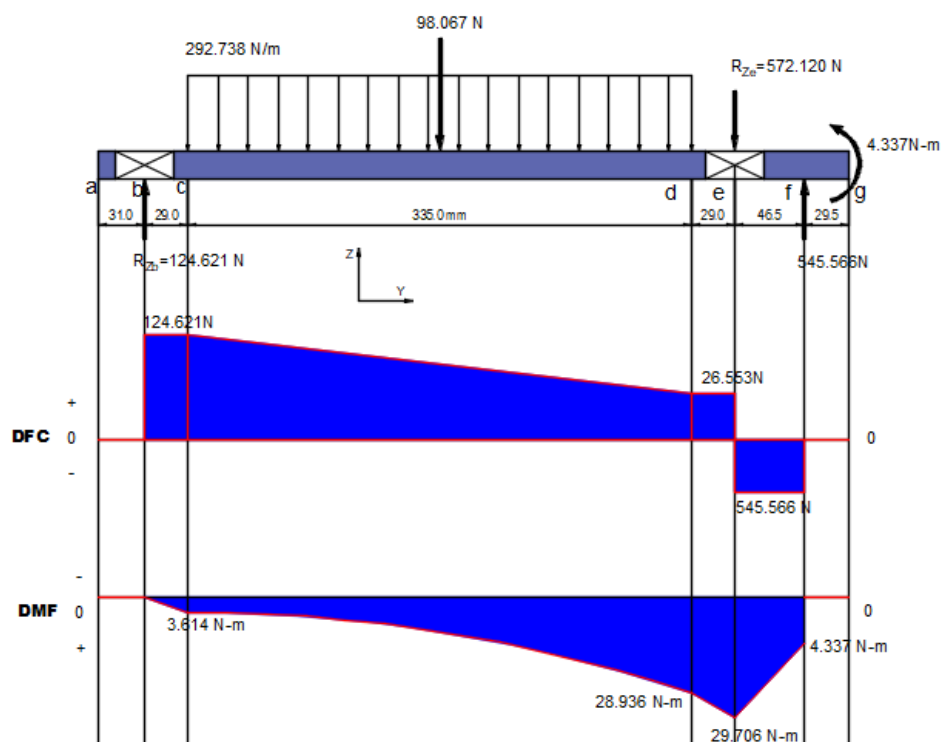
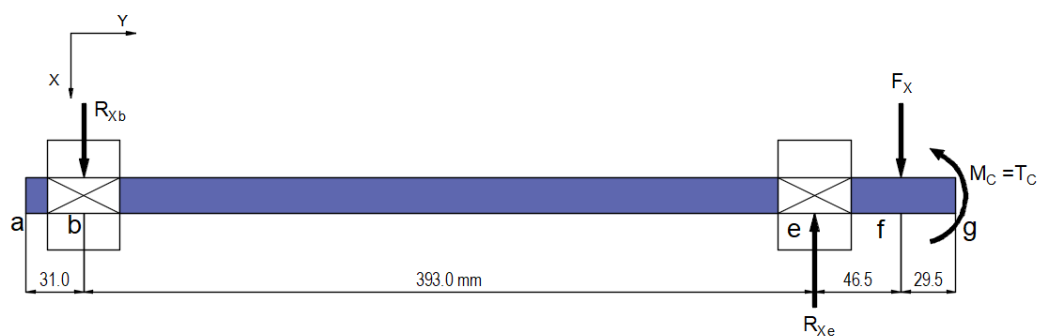
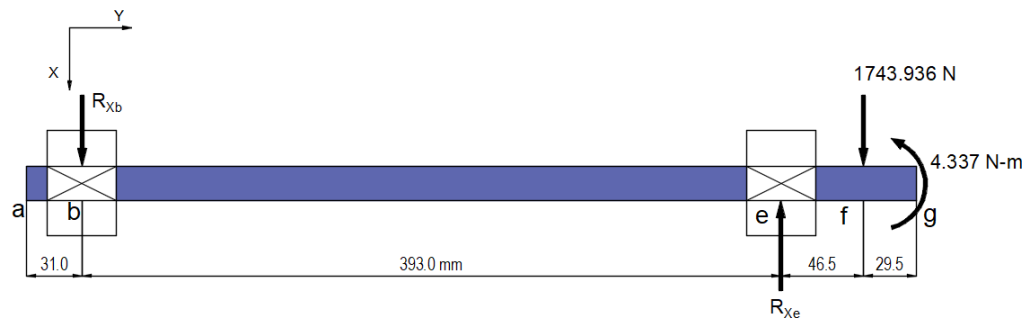


Figura N° 3.17. DFC y DMF del eje de polea C en el plano YZ

Elaboración Propia

3.7.8.2.4. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO XY





De ecuación (3.38) $\sum M_b + \cup = 0$

$$R_{Xe} * 0.393m - 1743.936 N * 0.4395m + 4.337N - m = 0$$

$$R_{Xe} = 1939.244 N$$

De ecuación (3.40) $\sum F_{X+\downarrow} = 0$

$$R_{Xb} - R_{Xe} + 1743.936 = 0$$

$$R_{Xb} = 195.308 N$$

3.7.8.2.5. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "D" EN EL PLANO XY

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 31$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 N - m$$

2. TRAMO be →

$$31 \leq X \leq 424$$

$$V = -195.308 N$$

$$M = -195.308X + 6.055 \rightarrow \begin{cases} 0 N - m \\ -76.756 N - m \end{cases}$$

3. TRAMO ef →

$$424 \leq X \leq 470.5$$

$$V = 1743.936 N$$

$$M = 1743.936X - 816.184 \rightarrow \begin{cases} -76.755 \text{ N} - m \\ 4.337 \text{ N} - m \end{cases}$$

4. TRAMO fg ←

$$29.5 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$M = 0 \text{ N} - m$$

3.7.8.2.6. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA “C” EN EL PLANO XY

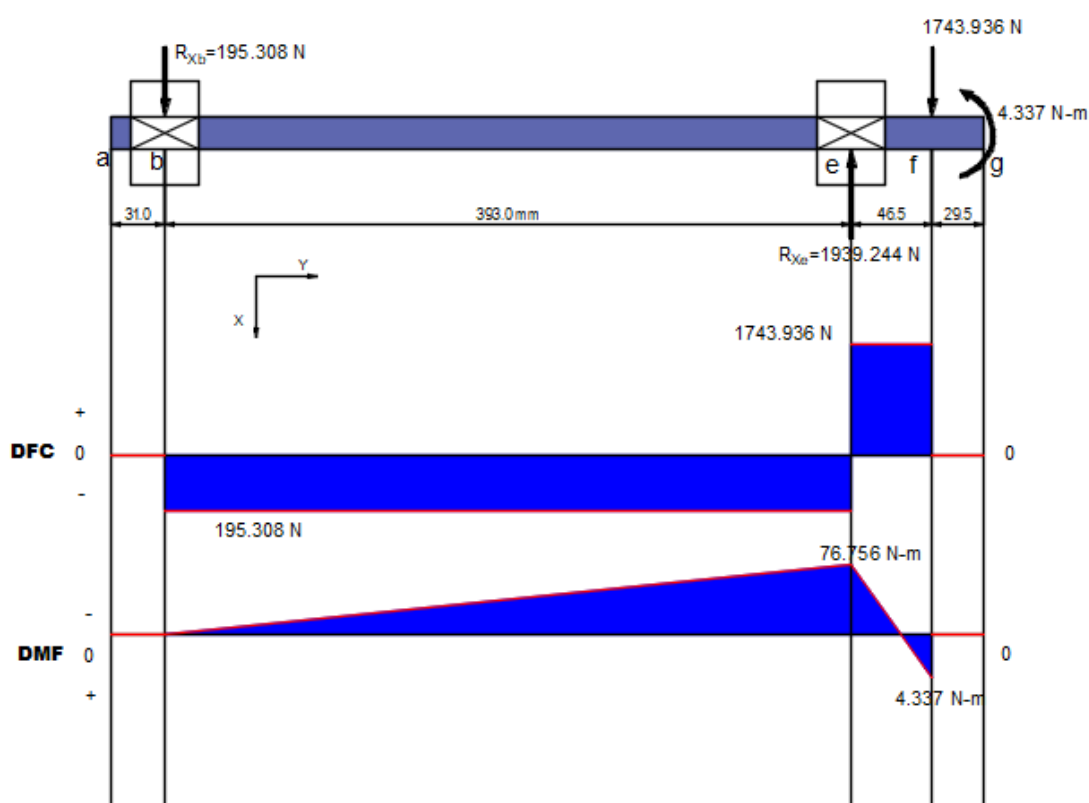


Figura N° 3.18. DFC y DMF del eje de polea C en el plano XY
Elaboración Propia

3.7.8.3. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (DCL) DEL EJE DE LA POLEA “B”

El DCL muestra las diferentes fuerzas y momentos que actúan sobre el eje de la polea “B”, como se muestra en la figura.

Datos:

R_{zb}, R_{xb} = Reacciones debido al rodamiento "b"

F_z = Tensión que ejerce en la polea "B" en la dirección $Z=296.975$ N

F_x = Tensión que ejerce en la polea "B" en la dirección $X= 224.735$ N

T_B = Torque producido por la polea "B" = 5.406 N_m

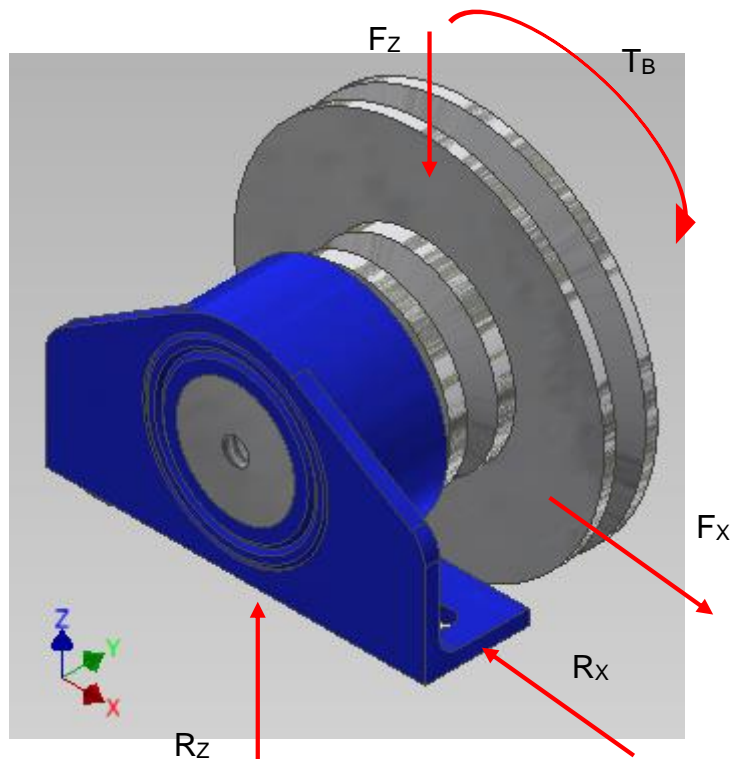
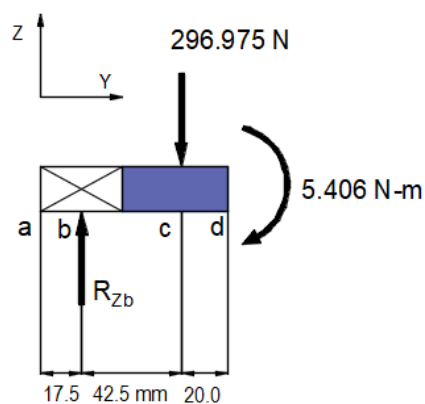
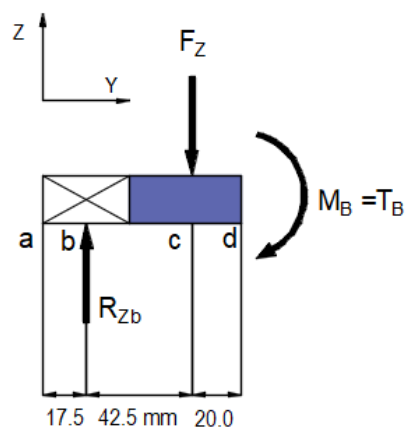


Figura N° 3.19. DCL del eje de polea B

Elaboración Propia

3.7.8.3.1. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO YZ



De ecuación (3.39) $\sum F_z + \uparrow = 0$

$$R_{zb} - 296.975 \text{ N} = 0$$

$$R_{zb} = 296.975 \text{ N}$$

3.7.8.3.2. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "B" EN EL PLANO YZ

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 17.5$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$M = 0 \text{ N} - \text{m}$$

2. TRAMO bc ←

$$62.5 \geq X \geq 20$$

$$V = 296.975 \text{ N}$$

$$M = -296.975X + 0.534 \rightarrow \begin{cases} -18.027 \text{ N} - m \\ -5.406 \text{ N} - m \end{cases}$$

3. TRAMO cd ←

$$20 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$M = 0 \text{ N} - m$$

3.7.8.3.3. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "B" EN EL PLANO YZ

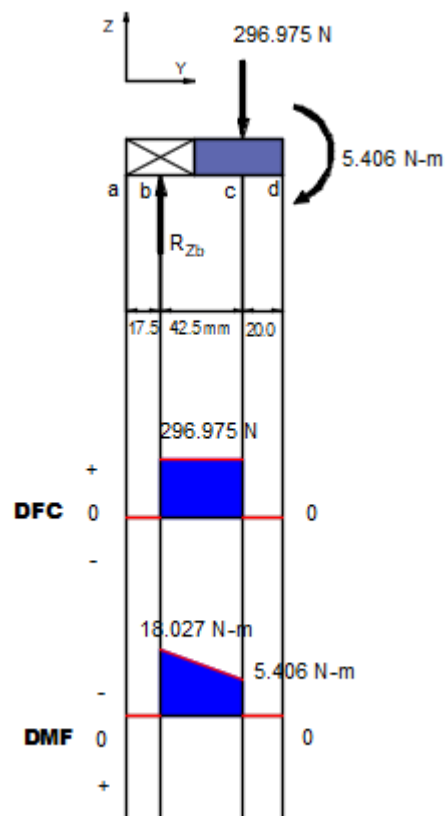
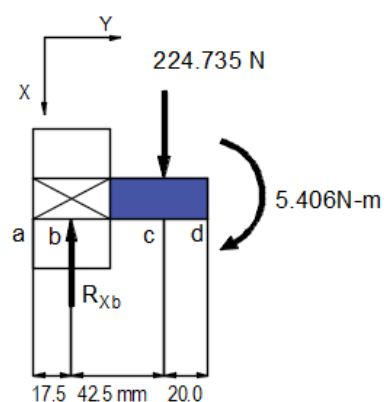
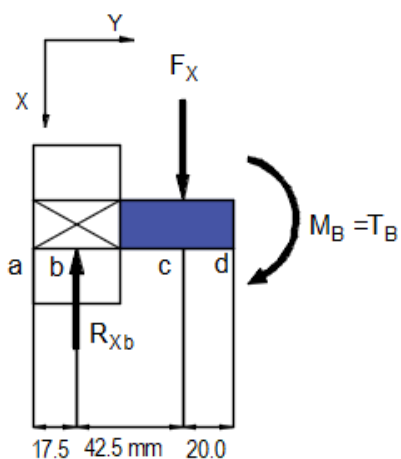


Figura N° 3. 20.DFC y DMF del eje de polea B en el plano YZ

Elaboración Propia

3.7.8.3.4. DIAGRAMA DE FUERZAS EN EL PLANO XY



De ecuación (3.40) $\sum F_{X+\downarrow} = 0$

$$-R_{xb} + 224.735 \text{ N} = 0$$

$$R_{xb} = 224.735 \text{ N}$$

3.7.8.3.5. CALCULO DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA “B” EN EL PLANO XY

1. TRAMO ab →

$$0 \leq X \leq 17.5$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$M = 0 \text{ N} - m$$

2. TRAMO bc ←

$$62.5 \geq X \geq 20$$

$$V = 224.735 N$$

$$M = -224.735X - 0.911 \rightarrow \begin{cases} -141.370 N - m \\ -5.406 N - m \end{cases}$$

3. TRAMO cd ←

$$20 \geq X \geq 0$$

$$V = 0 N$$

$$M = 0 N - m$$

3.7.8.3.6. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR DEL EJE DE LA POLEA "B" EN EL PLANO xy

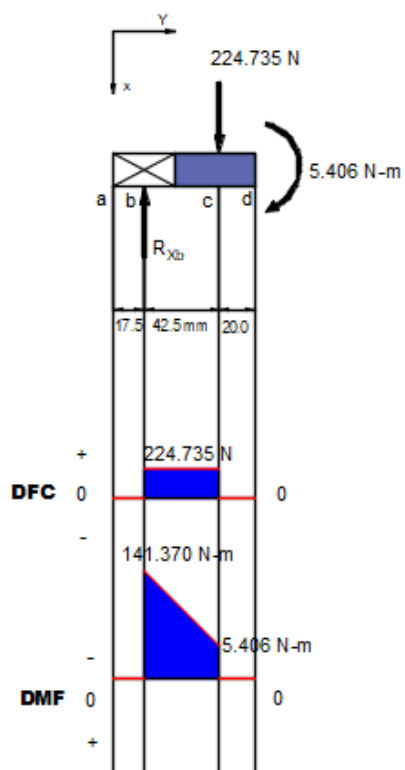


Figura N° 3.21. DFC y DMF del eje de polea B en el plano XY

Elaboración Propia

3.7.9. DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL TABLERO DE CONTROL

3.7.9.1. EL DIMMER

Circuito electrónico que es capaz de controlar la intensidad o variar la velocidad angular de un motor de C.A., de forma manual. Uno de los beneficios de este circuito es prolongar la vida útil, y el ahorro de energía.

3.7.9.2. COMPONENTES

3.7.9.2.1. POTENCIÓMETRO

Elemento encargado de controlar en forma manual el nivel de gatillado al triac.



Figura N° 3 22. Potenciómetro B500K

3.7.9.2.2. TRIAC

Este es un interruptor electrónico controlado. Solo trabaja en corriente alterna



Figura N° 3.23. Triac BTA41600B

3.7.9.2.3. DIAC

Gatilla el triac cuando se han superado los 32v.



Figura N° 3.24. DIAC DB3 de 32 voltios

3.7.9.2.4. CONDENSADOR

Condensador de poliéster sin polaridad, recorta la señal para gatillar el TRIAC.



Figura N° 3.25. Condensador 100nf de 400 voltios

3.7.9.2.5. RESISTENCIA DE CARBON

Estas resistencias están codificadas por código de colores.



Figura N° 3.26. Resistencia de 10k ohm

3.7.9.2.6. DISIPADOR DE CALOR

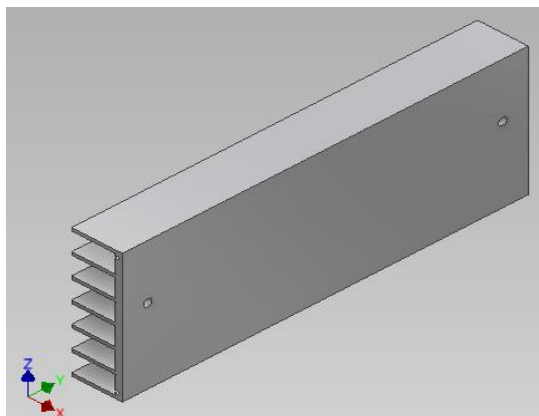


Figura N° 3.27. Disipador de calor

Elaboración Propia

3.7.9.2.7. PLACA PARA CIRCUITO

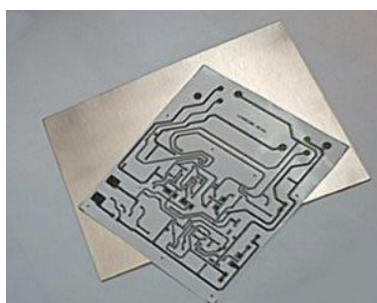


Figura N° 3.28. Placa para circuito Dimmer

3.7.9.2.8. CIRCUITO ESQUEMATICO

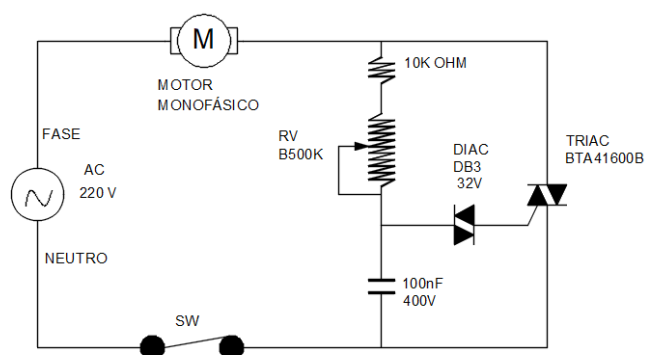


Figura N° 3.29. Circuito esquemático Dimmer

Elaboración Propia

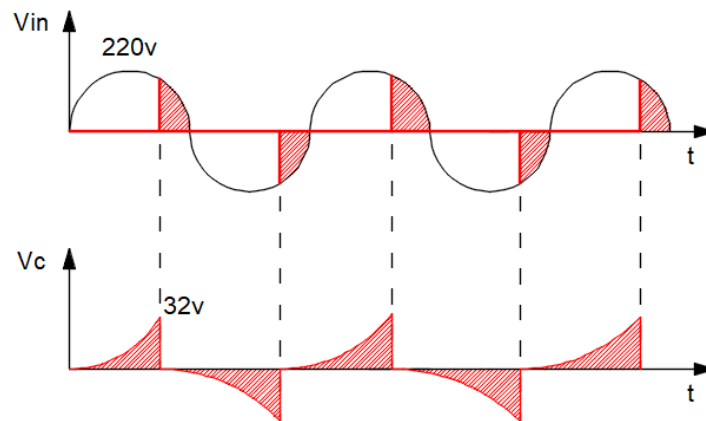


Figura N° 3.30. Diagrama de voltaje en función de tiempo.

Elaboración Propia

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS, E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Después de haber realizado la evaluación, diseño y construcción de una cardadora para procesamiento de fibra de alpaca, que va permitir mejorar la calidad de obtención de productos finales.

La cardadora ha sido diseñada como se muestra en la figura. El sistema está compuesta por un tambor mayor, tambor menor, mesa de alimentación, mesa de salida, sistema de transmisión de potencia a través de fajas y poleas y bastidor. Asimismo, el proceso de cardado de 1kg de fibra de alpaca dura aproximadamente de 1 hora, el cual incluye la apertura de la lana con las manos, alimentación de la lana a la cardadora, el cardado y el retiro de la lana de fibra cardada de la cardadora. Cabe destacar también que de 1kg de fibra de alpaca cardada existe una merma de 5% de fibra de alpaca, quiere decir que por cada kg de fibra cardada se consume 0.05 kg de fibra de alpaca.

Se llegó a los siguientes resultados:

4.2. DISEÑO DE UNA CARDADORA EN AUTODESK INVENTOR

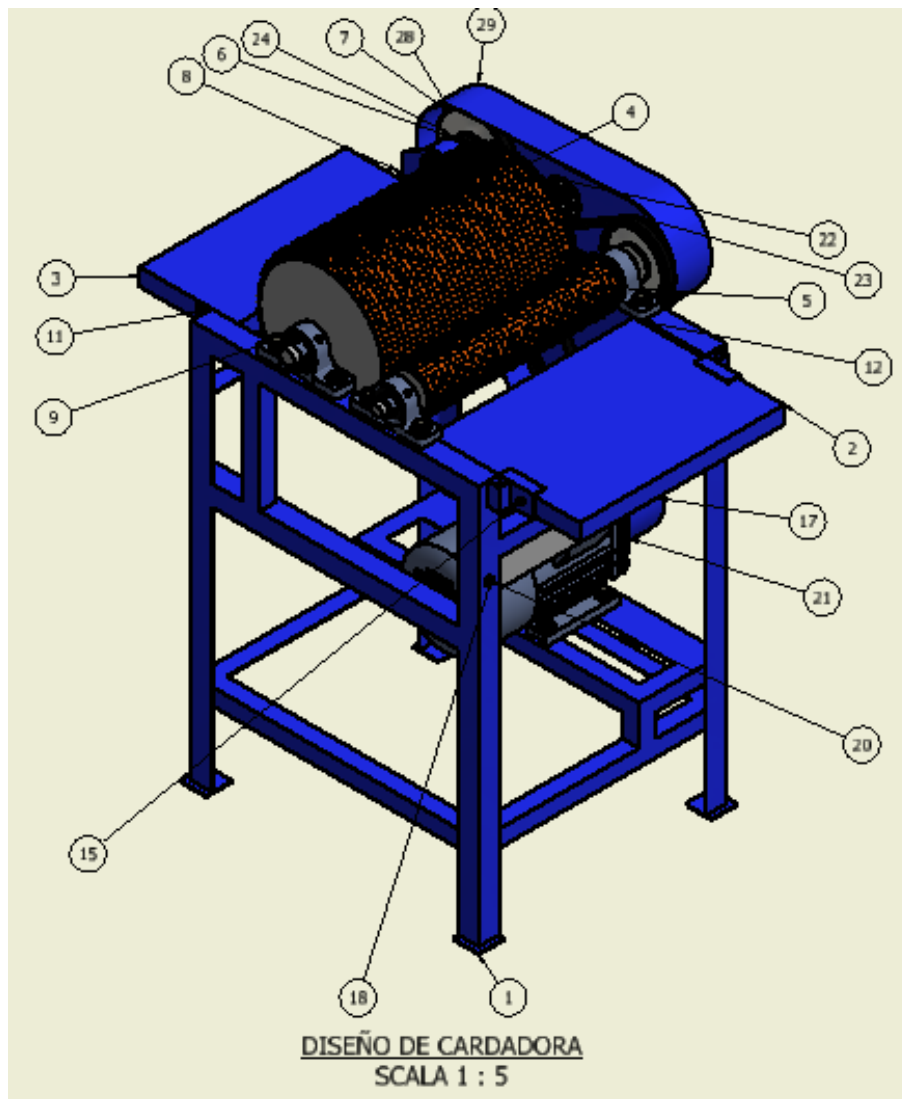


Figura N° 4.1. Diseño de una cardadora en autodesk inventor

Elaboración Propia

Tabla N° 4.1. Elementos de la cardadora

N°	CANTIDAD	NOMBRE DE PARTES	DESCRIPCIÓN
1	1	ESTRUCTURA	Armazón metálica que soporta tambores y motor.
2	1	PLATAFORMA DE ALIMENTACIÓN	Ingreso de fibra de alpaca a cardar.
3	1	PLATAFORMA DE SALIDA	Salida de fibra.
4	1	TAMBOR MAYOR	
5	1	TAMBOR MENOR	
6	1	BASE DE POLEA	
7	1	POLEA LOCA	
8	13	PERNO 3/8"x1 1/2"	Para empernar cojinetes y motor
9	23	ARANDELA 3/8"	Para empernar cojinetes y motor
10	4	ARANDELA 1/4"	Para empernar mesa de alimentación
11	3	PERNO 1/4"	Para empernar mesa de alimentación
12	12	TUERCA 3/8"	Para empernar cojinetes y motor
13	5	ARANDELA	Para perno encarne.
14	3	TUERCA 1/4"x1"	Para empernar mesa de alimentación
15	2	PERNO ENCARNE	
16	4	ARANDELA	
17	1	TABLERO DE CONTROL DIMMER	
18	2	PERNO 3/16"x2"	Perno para tablero de control.
19	2	TUERCA 3/16"	Para perno de tablero de control.
20	4	ARANDELA 3/16"	Papa perno de tablero de control.
21	1	MOTOR AC	
22	1	POLEA EJE TMAYOR	
23	1	POLEA EJE TMENOR	
24	1	FAJA A33 EN V	
25	1	POLEA MOTRIZ	
26	1	CHAVETA	
27	1	PERNO SEGURO	
28	1	FAJA A48 EN V	
29	1	PROTECCIÓN	
30	2	TUERCA 1/4"	Para carcasa
31	2	ARANDELA 1/4"	Para carcasa
32	2	PERNO 1/4"x1/2"	Para carcasa

Elaboración Propia

4.3. DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL EN AUTODESK INVENTOR

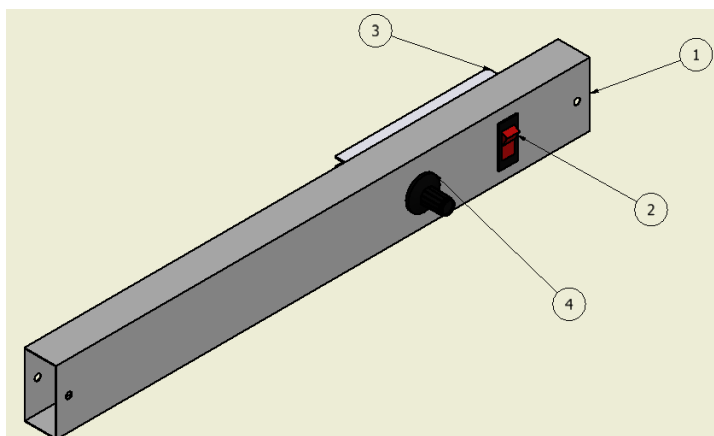


Figura N° 4.2. Diseño de sistema de control en autodesk inventor

Elaboración Propia

Tabla N° 4. 2. Componentes del sistema de control

N°	CANTIDAD	NOMBRE DE PARTES	DESCRIPCIÓN
1	1	CAJA	Caja de sistema de control
2	1	SWICH	
3	1	DISIPADOR DE CALOR	
4	1	POTENCIÓMETRO	Variador de resistencia

Elaboración Propia

4.4. CONSTRUCCIÓN DE UNA CARDADORA



Figura N° 4.3. Construcción de una cardadora

Elaboración Propia

4.5. CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE CONTROL



Figura N° 4.4. Construcción de sistema de control

Elaboración Propia

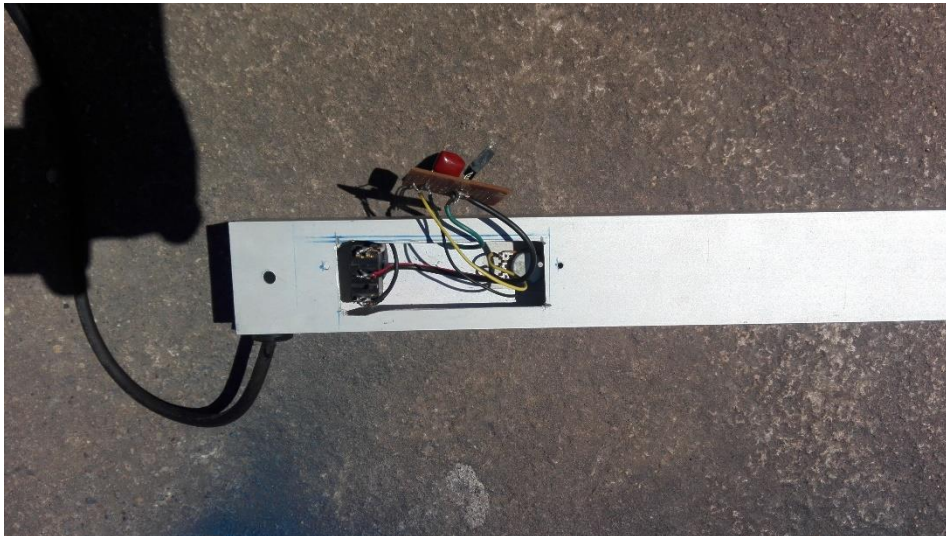


Figura N° 4.5. Construcción de circuito Dimmer

Elaboración Propia

4.6. PROCESO DE CARDADO

Para el procesamiento de cardado de fibra de alpaca se debe tener en consideración lo siguiente para que el cardado sea óptimo y de calidad:

1. Instalar la cardadora de fibra de alpaca en lugares no desniveles, de tal manera garantizar el correcto funcionamiento.
2. Efectuar la conexión de fuente, previo asegurar de que el swich esté abierto y también el potenciómetro este en mínimo.
3. Realizar el control de intensidad para variar la velocidad angular del motor de CA., a través del potenciómetro. Para este caso se debe estar en la mitad entre el mínimo y máximo.

4. Alimentar la fibra de alpaca a través de plataforma de alimentación, para tal efecto el suministro de fibra debe ser poco a poco a lo largo del eje de tambor menor, esto permitirá el cardado sea óptimo, como se muestra en la figura.



Figura N° 4.6. Suministro de fibra de alpaca

Elaboración Propia

5. Parar la cardadora haciendo el uso de sistema de control.
6. Retirar la fibra cardada de tambor mayor como se puede apreciar en la figura.




Figura N° 4.7. Retiro de fibra cardada

Elaboración Propia

4.7. CUADRO COMPARATIVO DE FIBRAS

Tabla N° 4.3. Resultado final de lana no cardada y cardada

	
<p>FIBRA NO CARDADA</p>	<p>FIBRA CARDADA</p>

Elaboración Propia

4.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.8.1. PRESUPUESTO

Los costos de los materiales y equipos y otros que ocasionaron para el presente proyecto de investigación serán costeados íntegramente por los ejecutores del presente proyecto tesis.

Tabla N° 4.4. Materiales requeridos para la construcción

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	P.U. S/.	COSTO TOTAL S/.
1.00	MATERIALES Y EQUIPOS				
1.01	Fierro angular 1 1/2 pulgadas	varilla	1.0	36.00	36.00
1.02	Fierro angular 1 1/4 pulgadas	varilla	1.5	23.00	34.50
1.03	Plancha de 1mm	Plancha	0.50	80.00	40.00
1.04	Polea Motriz	Unid.	1.00	15.00	15.00
1.05	Polea para eje de tambor menor	Unid.	1.00	34.00	34.00
1.06	Polea para eje de tambor mayor	Unid.	1.00	25.00	25.00
1.07	Polea loca	Unid.	1.00	60.00	60.00
1.08	Eje de tambor menor 101.60 mm de diámetro.	Unid.	1.00	85.00	85.00
1.09	Eje de tambor mayor 48.00 mm de diámetro.	Unid.	1.00	75.00	75.00
1.10	Plancha de tambor mayor y menor de ¼ pulgadas.	Plancha	0.5	135.00	67.50
1.11	Motor de 1/5 HP	Unid.	1.00	250.00	250.00
1.12	Faja en V A48	Unid.	1.00	40.00	40.00
1.13	Faja en V A33	Unid.	1.00	35.00	35.00
1.14	Pintura azul eléctrico	Galón	1.00	14.00	14.00
1.15	Tiner	Galón	2.00	10.00	20.00
1.16	Cojinetes para eje tambor menor	Unid.	1.00	38.00	38.00
1.17	Cojinetes para eje tambor mayor	Unid.	1.00	42.00	42.00
1.18	Electrodo indura	Kilo	1.00	12.00	12.00
1.19	Guarnición	Metro	8.00	78.00	624.00
1.20	Perno, tuerca y bolanda	Juego	15.00	3.40	51.00
1.21	Perno encarne	Unid.	2.00	1.50	3.00
1.22	Swinch	Unid.	1.00	4.00	4.00
1.23	Placa para circuito	Unid.	1.00	7.00	7.00
1.24	Resistencia de 500 ohmios	Unid.	1.00	2.00	2.00
1.25	Potenciómetro	Unid.	1.00	9.00	9.00
1.26	Cable concéntrico N° 12	Metros	8.00	4.00	32.00
		SUBTOTAL (A)			1,655.00

Elaboración Propia

Tabla N° 4. 5. Materiales de prueba y escritorio

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	P.U. S/.	COSTO TOTAL S/.
2.00	PRUEBAS Y MATERIAL ESCRITORIO				
2.01	Pruebas de la cardadora	Und.	3.00	100.00	300.00
2.02	Papel bond	Millar	2.00	28.00	56.00
2.03	Impresión de perfil	Hoja	30.00	0.10	3.00
2.04	Anillado	Juego	6.00	8.00	48.00
2.05	Empastado	Juego	9.00	28.00	252.00
2.06	Impresión de borrador	Hojas	1800.00	0.10	180.00
2.07	Otros gastos		1.00	100.00	100.00
			SUBTOTAL (B)		939.00

Elaboración Propia

Tabla N° 4.6. Presupuesto intangible del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	P.U. S/.	COSTO TOTAL S/.
3.00	PRESUPUESTO INTANGIBLE				
3.01	Gastos en viajes y viáticos	Días	30.00	20.00	600.00
3.02	Transporte de materiales y cardadora	Juego	1.00	150.00	150.00
3.03	Mano de obra del maestro	Juego	1.00	730.00	730.00
			SUBTOTAL (C)		1,480.00
			TOTAL (A)+(B)+(C)		S/. 4074.00

Elaboración Propia

4.8.2. COMPARACIÓN CON UNA DEL TIPO DE CARDADORA DOBLE CON MOTOR.

Tabla N° 4.7. Comparación del tipo de cardadora doble con motor.

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	COSTO
<p>CARDADORA DOBLE CON MOTOR</p>	<p>Para lana de alpaca</p> <p>Medidas: Largo 530 mm, Ancho total 490 mm, Ancho tela de cardado 400 mm, Alto 300 mm. Con motor y velocidad de 180-250 rpm aprox. Ejes de acero trefilado de alta resistencia, tambores montados en rodamientos sellados que no necesitan lubricación. Gabinete: fabricado en madera de coigüe seca de secador y barnizada al duco. Tela metálica de calidad profesional de 90 dpi (densidad de puas por pulgada cuadrada) importada.</p> <p>Proceso de cardado de un 1kg de fibra de alpaca dura aproximadamente 1hora con 20 minutos.</p>	<p>S/. 6142.185</p>
<p>CARDADORA DEL PROYECTO</p>	<p>Para lana de alpaca</p> <p>Medidas: Largo 505 mm, Ancho total 363 mm, Ancho tela de cardado 335 mm, Alto 700 mm. Con motor de 0.5 hp y velocidad variable 1680 rpm máximo. Ejes de acero SAE 1045, tambores montados en cojinetes que necesitan lubricación. Estructura fabricado de acero ASTM A36 y pintado. Las guarniciones están elaboradas de alambre de acero gris templado, con perfil redondo y con una resistencia máxima de 2200 N/mm².</p> <p>Proceso de cardado del proyecto de 1kg de fibra de alpaca dura aproximadamente 1hora.</p>	<p>S/. 4074.00</p>

Elaboración Propia

Del cual se concluye que el precio de la cardadora del proyecto de investigación es 33.6% mas económico de cardadora doble con motor, cabe resaltar que económicamente es accesible al alcance de productores de fibra de alpaca en la región puno.

4.8.3. CRONOGRAMA

Tabla N° 4.8. Cronograma de actividades del proyecto

ETAPAS	ACTIVIDADES
A	Recolección de Información
B	Familiarización con el proyecto
C	Revisión bibliográfica para el diseño
D	Bosquejo de construcción de una cardadora
E	Habilitación y Construcción de una cardadora
F	Puesta en marcha y verificar objetivos considerados del proyecto
G	Corrección de defectos existentes
H	Puesta en marcha final y recolección de datos reales
I	Redacción del informe de investigación
J	Presentación del informe final de investigación
K	Sustentación del proyecto de investigación

Elaboración Propia

Tabla N° 4.9. Símbolo

LEYENDA	
SIMBOLO	MESES
E	ENERO
F	FEBRERO
M	MARZO
A	ABRIL
M	MAYO
J	JUNIO
J	JULIO
A	AGOSTO
S	SEPTIEMBRE
O	OCTUBRE
N	NOVIEMBRE
D	DICIEMBRE

Elaboración Propia

Tabla N° 4.10. Cronograma de actividades

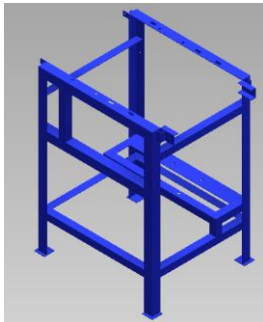
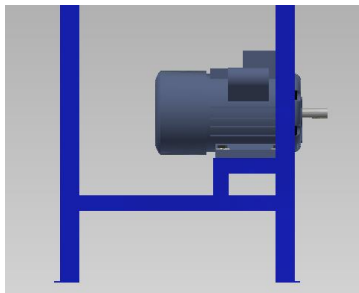
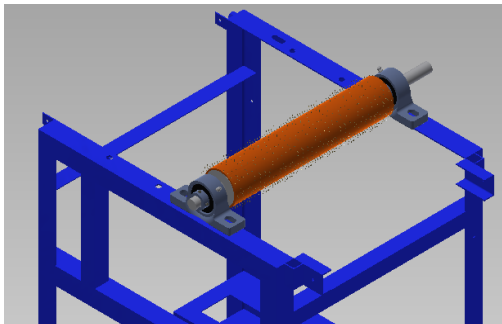
E T A P A S	AÑOS																							
	2016		2017										2018											
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O
A	■	■	■	■																				
B			■	■	■																			
C						■	■	■	■	■	■	■	■	■										
D						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
E																■	■	■	■	■				
F																	■	■	■	■	■			
G																				■	■	■	■	■
H																						■	■	■
I						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
J																						■	■	■
K																								■

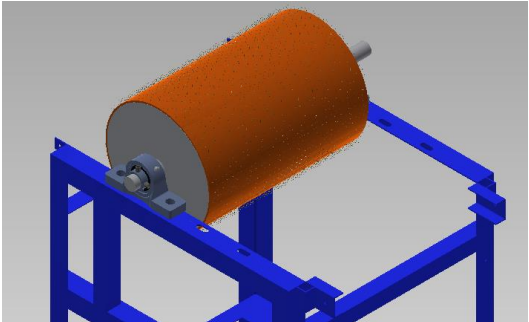
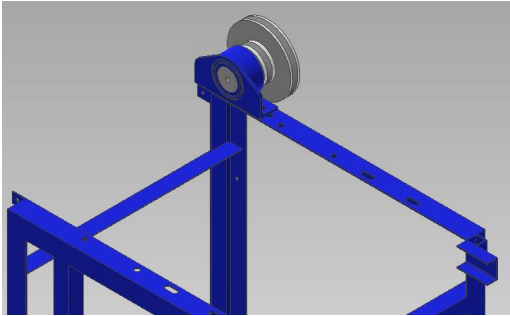
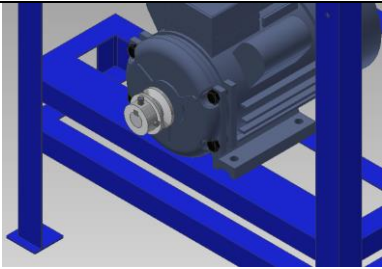
Elaboración Propia

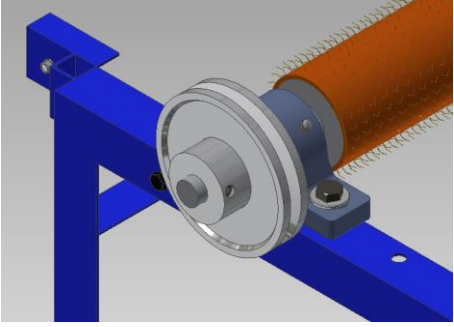
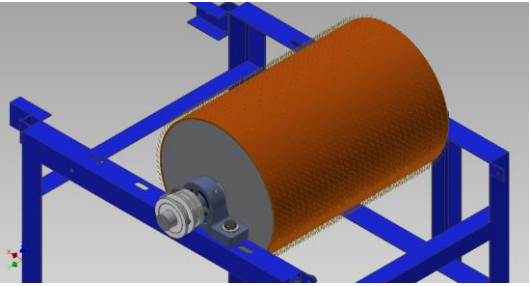
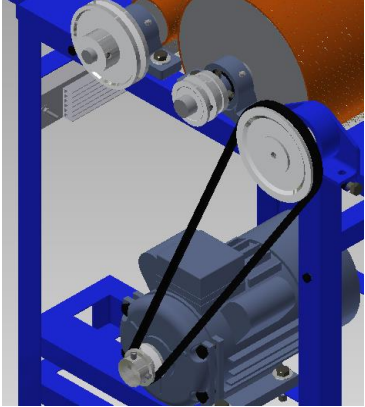
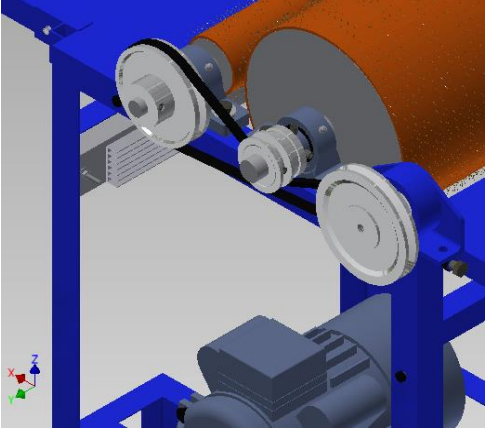
4.9. MANUAL DE MONTAJE

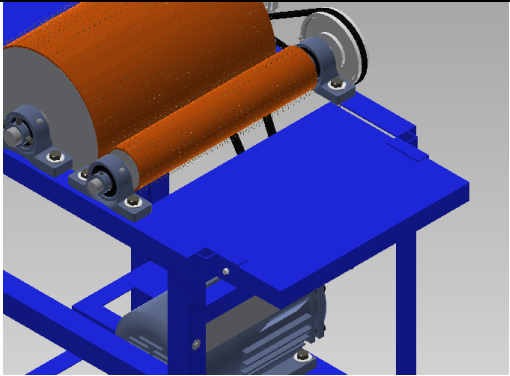
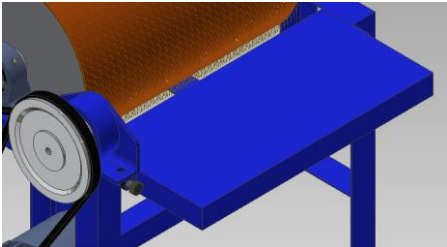
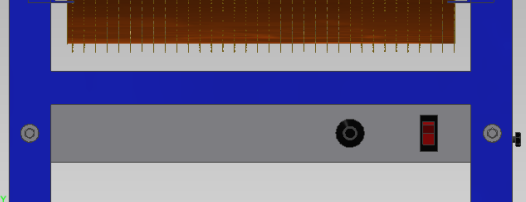
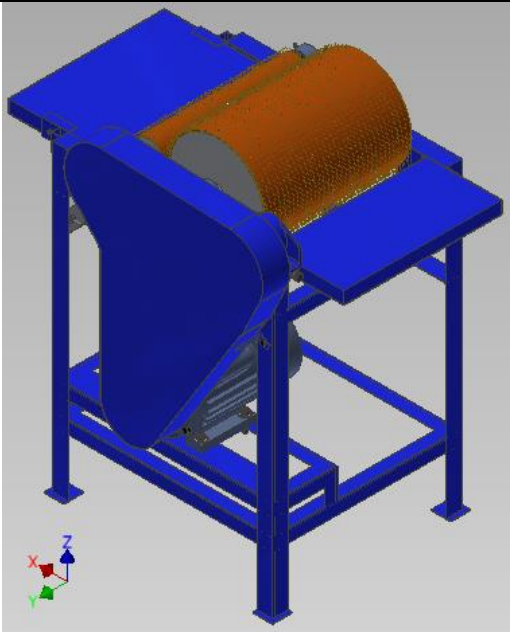
4.9.1. MANUAL DE MONTAJE DE LA CARDADORA DE FIBRA DE ALPACA

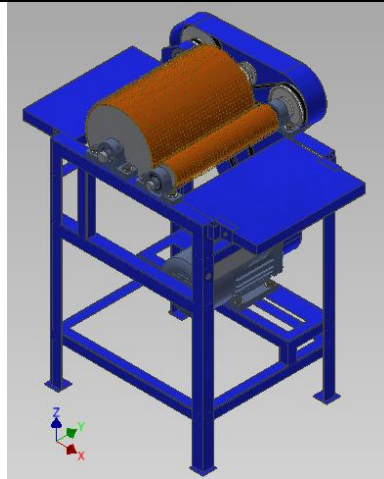
A continuación se detallan los pasos para el montaje de la cardadora de fibra de alpaca.

MANUAL DE MONTAJE		
ITEM	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
01.	Se ubica la mesa de diseño estructural de la cardadora de fibra de alpaca, en un lugar sin desniveles, para evitar que la cardadora vibre, dicha vibración es producida por el motor.	
02	Se ubica el motor, sobre el soporte de motor de tal manera que los agujeros coincidan concéntricamente con los de motor, para luego empernar (Pernos, tuercas y volandas), respectivamente.	
03	Se procede a efectuar antes el ensamble de cojinetes al eje del tambor mayor, luego se procede a ubicar de tal manera que coincidan los agujeros del diseño estructural y cojinetes concéntricamente, para luego empernar (Pernos, tuercas y volandas), respectivamente.	

<p>04</p>	<p>Así mismo, se procede a efectuar antes el ensamble de cojinetes al eje del tambor menor, luego se procede a ubicar de tal manera que coincidan los agujeros del diseño estructural y cojinetes concéntricamente, para luego empernar (Pernos, tuercas y volandas), respectivamente.</p>	
<p>05</p>	<p>Seguidamente se procede antes el ensamble de rodamiento y eje de la polea loca y luego la ubicación del mismo de tal manera que coincida los agujeros concéntricamente, para luego empernar (Pernos, tuercas y volandas), respectivamente.</p>	
<p>06</p>	<p>Se realiza el acoplamiento de la polea en el eje del motor con su respectivo chaveta y empernado.</p>	

<p>07</p>	<p>Asimismo, se efectúa el acoplamiento de polea a eje del tambor menor con su respectivo alineamiento entre poleas y empernado.</p>	
<p>08</p>	<p>Asimismo, se efectúa el acoplamiento de polea a eje del tambor mayor con su respectivo alineamiento entre poleas y empernado.</p>	
<p>09</p>	<p>Luego se procede el ensamble de la faja en "V" A48 en la polea motriz y polea B respectivamente.</p>	
<p>10</p>	<p>Seguidamente se procede el ensamble de la faja en "V" A33 en las poleas B', C y D respectivamente.</p>	

<p>11</p>	<p>Luego el ensamble de mesa de alimentación de fibra de alpaca y empernado con tornillos de encarne respectivamente.</p>	
<p>12</p>	<p>Luego el ensamble de mesa de salida y empernado (Pernos, tuercas y volandas), respectivamente.</p>	
<p>13</p>	<p>Luego efectuamos el ensamble de control de mando de velocidad variable, encendido y apagado respectivamente</p>	
<p>14</p>	<p>Luego se realiza el montaje de protector de fajas para prevenir la seguridad del ser humano</p>	
<p>Finalmente se muestra el ensamble total en la vista isométrica, como se muestra en la figura.</p>		

**NOTA:**

Toda manipulación del equipo se realiza con sumo cuidado tanto el ensamble y el funcionamiento de la cardadora de fibra de alpaca. **“La seguridad es tarea de todos”**.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

PRIMERO: Se logró evaluar, diseñar y construir una cardadora con motor de $\frac{1}{2}$ HP para procesamiento de fibra de alpaca en la región puno, con una producción 1kg/hora, con una mejor calidad homogénea de fibra procesada.

SEGUNDO: La cardadora construida es 50% más productiva que la cardadora existente en el mercado y este tiene una producción 0.7kg/hora de fibra procesada.

TERCERO: La cardadora construida tiene un costo de s/.4,074.00 soles y tiene un largo 505 mm, Ancho total 363 mm, Ancho tela de cardado 335 mm, Alto 700 mm. Con motor de 0.5 hp y velocidad variable 1680 rpm máximo. Ejes de acero SAE 1045, tambores montados en cojinetes que necesitan lubricación. Estructura fabricado de acero ASTM A36 y pintado. Las guarniciones están elaboradas de alambre de acero gris templado, con perfil redondo y con una resistencia máxima de 2200 N/mm², y es 33.6% más económica que la cardadora existente en el mercado.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

PRIMERO: Para el montaje de cardadora se recomienda seguir los pasos descritos en el manual de montaje, de esta manera evitar los pasos de montajes incensarios.

SEGUNDO: Para la operación de la cardadora de fibra de alpaca se recomienda que el operario esté capacitado plenamente en concerniente a operación y mantenimiento. Asimismo, que cuente con los implementos de seguridad adecuados para tal proceso.

TERCERO: Asimismo, se recomienda efectuar el adecuado mantenimiento de los elementos de la cardadora para evitar daños materiales y en especial daños en la integridad física de operarios.

CUARTO: Para futuras investigaciones de tesis y conforme a avances tecnológicos se recomienda diseñar y construir una cardadora de más de dos tambores, tomando en cuenta el cálculo y tipos de materiales utilizados para este proyecto tesis. Para determinar la calidad de mecha homogénea, esponjoso que asemejen al resultado de obtención de máquinas cardadoras industriales

CAPÍTULO VII

REFERENCIA

- Adot, i. O. (2010). Introduccion a la industrializacion de la lana y las fibras especiales. Colombia.
- Benavides, e. A. (septiembre de 2017). "construcción de una máquina artesanal cardadora. Ibarra, ecuador.
- Calla, f. H. (2016). Estudio y diseño de telar solar para fabricación de frazadas a partir de lana de alpacas y ovinos en la comunidad de tarucani de distrito de inchupalla - huancané – puno – 2016. Puno, puno, peru.
- Chanjé díaz elizabeth del rosario, p. C. (2017). Proyecto de industrializacion del hilado de fibra de alpaca de la empresa nina pitay sac. Lima, peru.
- Clodo paulino7 illa ccarita, gloria, tairo huaita. (2015). Teñido de fibra de alp.aca suri (vicugna pacos) , con carmín de cochinilla (d11ctylopius coccus)". Sicuani, cusco, peru.
- Dany huamanñahui huanca, daniel contreras contreras. (2017). Diseño y estudio de parametros de funcionamiento de un prototipo de cardado e

hilado del sistema scada utilizando la plataforma labview, en la región puno. Puno, puno, peru.

- Davila, i. F. (2006). Diseño de elementos de máquina I. Lima-peru.
- Dr. Roberto hernández sampieri, dr. Carlos fernández collado, dra. María del pilar baptista lucio. (1991). Metodología de la investigación. México.
- José eduardo quispe ccañi, cesar flores jilapa. (2011). Diseño y construcción de una máquina ovilladora de lana para la región altiplánica. Puno, puno, puno.
- López, i. H. (diciembre de 2017). Propuesta de diseño para. San luis potosí.
- Quispe, n. S. (2011). Estudio y diseño de una planta de procesadora para industrialización de fibra de alpaca en la región puno. Puno, puno, puno.
- Ramírez villacís fredy lenin, yugcha pilamunga marianela patricia. (2011). Diseño y construcción de una máquina cortadora y recolectora de forraje. Riobamba , ecuador.
- Robert I. Mott, p. E. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México.
- Trujillo, j. E. (2007). Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería. Colombia.
- Uchani, o. D. (2014). Diseño de una máquina recolectora para la cosecha de los tubérculos andinos de la región puno. Puno, puno, puno.
- Wilfredo dario alanoca choque, johnny contreras alvarez. (2012). Construcción y modelamiento de una máquina prototipo para el proceso de escarificadora de quinua. Puno, puno, puno.

- Yurfa del carmen, a. S. (2014). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de hilos de fibra de alpaca en la provincia de lucanas, región ayacucho. Ayacucho, ayacucho, peru.

ANEXOS Y PLANOS

ANEXO 7.1. TABLA N° 1

TABLA N° 1

FACTORES DE SERVICIO PARA TRANSMISION POR FAJAS EN V

MAQUINAS MOVIDAS	CLASE 1	CLASE 2
Agitadores de líquidos:	1,1	1,2
Agitadores de semilíquidos	1,2	1,3
Batidoras en la industria papelera	1,3	1,5
Bombas centrifugas	1,1	1,2
Bombas reciprocantes.....	1,3	1,5
Bombas rotativas de desplazamiento positivo	1,2	1,3
Chancadoras de mandíbula de rodillos giratorios.	1,4	1,6
Compresoras centrifugas	1,1	1,2
Compresoras reciprocantes	1,3	1,5
Cribas giratorias.....	1,3	1,5
Elevadores de cangilones	1,3	1,5
Excitadores	1,3	1,5
Extractores	1,1	1,2
Generadores	1,2	1,3
Líneas de ejes (ejes de transmisión)	1,2	1,3
Maquinaria de imprenta	1,2	1,3
Maquinarias de lavandería	1,2	1,3
Maquinaria para aserraderos	1,3	1,5
Maquinaria para fabricación de ladrillos	1,3	1,5
Maquinaria para fabricación de cauchos: calandrias, mezcladoras, extrusores	1,4	1,6
Maquinaria textil	1,3	1,5
Máquinas herramientas	1,2	1,3
Mezcladoras de masa en la industria panificadoras	1,2	1,3
Molino de barras, de bolas, de tubos	1,4	1,6
Molinos de martillos	1,3	1,5
Prensas punzadoras.....	1,2	1,3
Pulverizadores	1,3	1,5
Sopladores	1,1	1,2
Sopladores de desplazamiento positivo	1,3	1,5
Transportadores de artesas, de paletas, de tornillo	1,3	1,5
Transportadores de fajas para arenas granos, etc	1,2	1,3
Transportadores para trabajos livianos	1,1	1,2
Ventiladores hasta 10 HP	1,1	1,2
Ventiladores mayores de 10 HP	1,2	1,3
Winches, montacargas, elevadores	1,4	1,6
Zarandas vibratorias	1,2	1,3

ANEXO 7.2. TABLA N° 2

TABLA N° 2

DIAMETRO EXTERIOR MINIMO RECOMENDADO DE POLEAS PARA
FAJAS EN V A UTILIZAR EN MOTORES ELECTRICOS

HP MOTOR	RPM DEL MOTOR					
	575	695	870	1160	1750	3450
0,5	2,5	2,5	2,2			
0,75	3,0	2,5	2,4	2,2		
1	3,0	2,5	2,4	2,4	2,2	
1,5	3,0	3,0	2,4	2,4	2,4	2,2
2	3,6	3,0	3,0	2,4	2,4	2,4
3	4,5	3,6	3,0	3,0	2,4	2,4
5	4,5	4,5	3,8	3,0	3,0	2,4
7,5	5,3	4,5	4,4	3,8	3,0	3,0
10	6,0	5,3	4,4	4,4	3,8	3,0
15	6,9	6,0	5,2	4,4	4,4	3,8
20	8,0	6,9	6,0	5,2	4,4	4,4
25	9,0	8,0	6,8	6,0	4,4	4,4
30	10,0	9,0	6,8	6,8	5,2	
40	10,0	10,0	8,2	6,8	6,0	
50	11,0	10,0	8,4	8,2	6,8	
60	12,0	11,0	10,4	8,0	7,4	
75	14,0	13,0	10,0	10,0	8,6	
100	18,0	15,0	12,0	10,0	8,6	
125	20,0	18,0		12,0	10,5	
150	22,0	20,0			10,5	
200	22,0	22,0			13,2	

NOTA: *Los valores indicados en la parte superior de la línea divisoria están basados en motores bajo estandarización de NEMA MG1-14.43a. Los valores inferiores a la línea son en base a fabricantes de motores.*

Los valores dados en la presente tabla son generalmente conservadores, se pueden usar diámetros más pequeños de poleas instalados en motores según el diseño específico de ellos.

ANEXO 7.3. TABLA N° 3

TABLA N° 3

SECCIONES ESTANDARES DE FAJAS Y DIAMETROS DE PASO MINIMOS DE LA FAJAS

SECCION	ANCHO MM	ALTURA MM	DIAMETROS DE PASO DE POLEAS,MM	
			RECOMENDADO	MINIMO
A	12,7	7,9	76 A 127	66
B	16,7	10,3	137 A 190	117
C	22,2	13,5	229 A 305	178
D	31,8	19,0	330 A 508	305
E	38,1	23,0	533 A 711	457

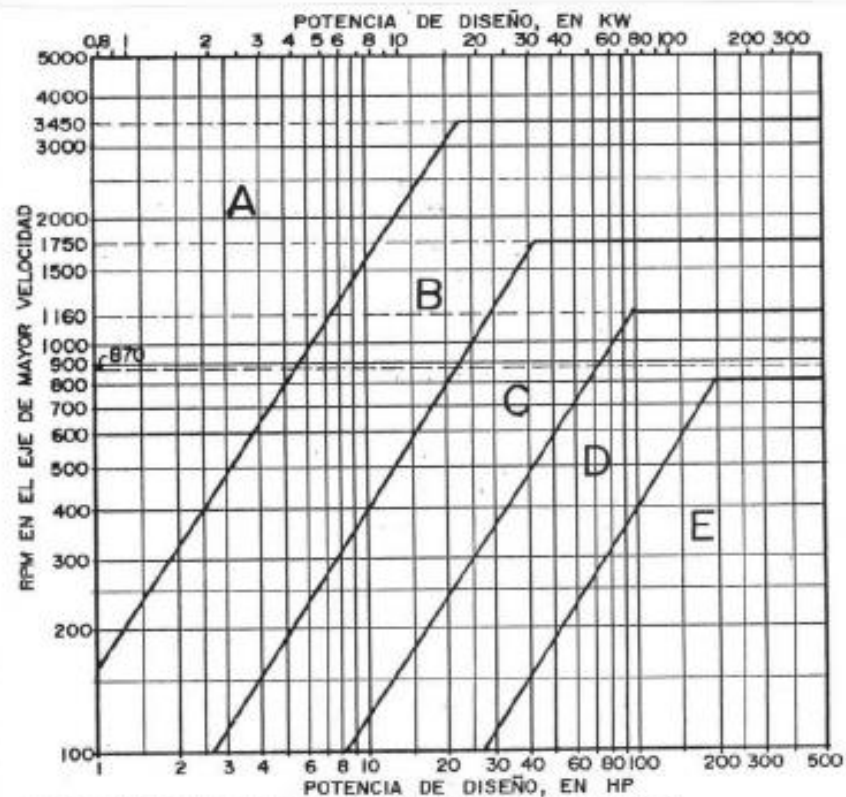


FIG.1 SELECCION DE LA SECCION DE FAJA EN V

ANEXO 7.4. TABLA N° 4, TABLA N°5, TABLA N° 6

TABLA N° 4
POLEAS ESTANDARES PARA FAJAS EN "V"
(En Pulgs.)

SECCION A		SECCION B		SECCION C		SECCION D		SECE
3,0	6,2	4,6	9,4	7,0	14,0	12,0	27,0	21,0
3,2	6,4	4,8	11,0	7,5	16,0	13,0	33,0	21,6
3,4	7,0	5,0	12,4	8,0	18,0	13,4	40,0	22,0
3,6	7,6	5,2	13,6	8,5	20,0	13,5	48,0	22,8
3,8	8,2	5,4	15,4	9,0	24,0	14,0	58,0	23,2
4,0	9,0	5,6	18,4	9,4	30,0	14,2		24,0
4,2	10,6	5,8	20,0	9,5	36,0	14,5		27,0
4,4	12,0	6,0	25,0	9,6	44,0	14,6		31,0
4,6	15,0	6,2	30,0	9,8	50,0	15,0		35,0
4,8	18,0	6,4	38,0	10,0		15,4		40,0
5,0	19,6	6,6		10,2		15,5		46,0
5,2	24,6	6,8		10,5		16,0		52,0
5,4	29,6	7,0		10,6		18,0		58,0
5,6	37,6	7,4		11,0		18,4		66,0
5,8		8,0		12,0		20,0		74,0
6,0		8,6		13,0		22,0		84,0

TABLA N° 5
FACTOR POR ANGULO DE CONTACTO

$\frac{D-d}{C}$		K	$\frac{D-d}{C}$		K
0,00	180°	1,00	0,80	133	0,87
0,10	174	0,99	0,90	127	0,85
0,20	169	0,97	1,00	120	0,82
0,30	163	0,96	1,10	113	0,80
0,40	157	0,94	1,20	106	0,77
0,50	151	0,93	1,30	99	0,73
0,60	145	0,91	1,40	91	0,70
0,70	139	0,89	1,50	83	0,65

TABLA N° 6
POTENCIA ADICIONAL POR RELACION DE TRANSMISION

RELACION DE TRANSMISION	SECCION DE FAJA				
	A	B	C	D	E
0,00 a 1,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,02 a 1,04	0,00180	0,00472	0,0131	0,0466	0,0890
1,05 a 1,08	0,00360	0,00944	0,0263	0,0931	0,1780
1,09 a 1,12	0,00539	0,01415	0,0394	0,1397	0,2670
1,13 a 1,18	0,00719	0,01887	0,0525	0,1863	0,3560
1,19 a 1,24	0,00899	0,02359	0,0656	0,2329	0,4450
1,25 a 1,34	0,01079	0,02831	0,0788	0,2794	0,5340
1,35 a 1,51	0,01259	0,03303	0,0919	0,3260	0,6230
1,52 a 1,99	0,01439	0,03774	0,1050	0,3726	0,7120
2,00 ó más	0,01618	0,04246	0,1182	0,4191	0,8010

NOTA: Los valores de la tabla multiplicarlo por: #RPM/100

ANEXO 7.5. TABLA N° 7

TABLA N° 7
LONGITUD DE FAJA Y FACTOR POR LONGITUD DE FAJA

SECCION A			SECCION B			SECCION C		
FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K _L	FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K _L	FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K _L
A26	27,3	0,81	B35	36,8	0,81	C51	53,9	0,80
A31	32,3	0,84	B38	39,8	0,83	C60	62,7	0,82
A33	34,3	0,85	B42	43,8	0,85	C68	70,9	0,85
A35	36,3	0,87	B46	47,8	0,87	C75	77,9	0,87
A36	37,3	0,87	B51	52,8	0,89	C81	83,9	0,89
A38	39,3	0,88	B53	54,8	0,89	C85	87,9	0,90
A40	41,3	0,89	B55	56,8	0,90	C90	92,9	0,91
A42	43,3	0,90	B58	59,8	0,91	C96	98,9	0,92
A43	44,3	0,90	B60	61,8	0,92	C100	102,9	0,92
A46	47,3	0,92	B62	63,8	0,92	C105	107,9	0,94
A48	49,3	0,93	B64	65,8	0,93	C112	114,9	0,95
A51	52,3	0,94	B66	67,8	0,93	C120	122,9	0,97
A53	54,3	0,95	B68	69,8	0,95	C124	126,9	0,97
A55	56,3	0,96	B71	72,8	0,95	C128	130,9	0,98
A58	59,3	0,97	B75	76,8	0,97	C136	138,9	0,99
A60	61,3	0,98	B78	79,8	0,97	C144	146,9	1,00
A62	63,3	0,98	B81	82,8	0,98	C158	160,9	1,02
A64	65,3	0,99	B83	84,8	0,98	C162	164,9	1,03
A66	67,3	0,99	B85	86,8	0,99	C173	175,9	1,04
A68	69,3	1,00	B90	91,8	1,00	C180	182,9	1,05
A71	72,3	1,01	B93	94,8	1,01	C195	197,9	1,07
A75	76,3	1,02	B97	98,8	1,02	C210	212,9	1,08
A78	79,3	1,03	B103	104,8	1,03	C225	225,9	1,10
A80	81,3	1,04	B105	106,8	1,04	C240	240,9	1,11
A85	86,3	1,05	B112	113,8	1,05	C255	255,9	1,12
A90	91,3	1,06	B120	121,8	1,07	C270	270,9	1,14
A96	97,3	1,08	B128	129,8	1,08	C300	300,9	1,16
A105	106,3	1,10	B136	137,8	1,09	C330	330,9	1,19
A112	113,3	1,11	B144	145,8	1,11	C360	360,9	1,21
A120	121,3	1,13	B158	159,8	1,13	C390	390,9	1,23
A128	129,3	1,14	B173	174,8	1,15	C420	420,9	1,24
			B180	181,8	1,16			
			B195	196,8	1,18			
			B210	211,8	1,19			
			B240	240,8	1,22			
			B270	270,3	1,25			
			B300	300,3	1,27			

Continuación tabla 7...

SECCION D			SECCION E		
FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K_L	FAJA N°	LONG. PASO PULG.	K_L
D120	123,3	0,86	E144	148,5	0,90
D128	131,3	0,87	E180	184,5	0,91
D144	147,3	0,90	E195	199,5	0,92
D158	161,3	0,92	E210	214,5	0,94
D162	165,3	0,92	E225	226,0	0,95
D173	176,3	0,93	E240	241,0	0,96
D180	183,3	0,94	E270	271,0	0,99
D195	198,3	0,96	E300	301,0	1,01
D210	213,3	0,96	E330	331,0	1,03
D225	225,8	0,99	E360	361,0	1,05
D240	240,8	1,00	E390	391,0	1,07
D255	255,8	1,01	E420	421,0	1,09
D270	270,8	1,03	E480	481,0	1,12
D300	300,8	1,05	E540	541,0	1,14
D315	315,8	1,06	E600	601,0	1,17
D330	330,8	1,07	E660	661,0	1,19
D360	360,8	1,09			
D390	390,8	1,11			
D420	420,8	1,12			
D480	480,8	1,16			
D540	540,8	1,18			
D600	600,8	1,20			
D660	660,8	1,23			

ANEXO 7.6. TABLA N° 8

TABLA N° 8
POTENCIA QUE PUEDEN TRANSMITIR LAS FAJAS SECCION "A"

RPM DEL RAPIDO	HP POR FAJA REFERIDO A LA POLEA DE DIAMETRO MENOR DE								
	2,6"	2,8"	3,0"	3,2"	3,4"	3,6"	3,8"	4,0"	4,2"
1160	0,74	0,90	1,06	1,22	1,37	1,53	1,68	1,83	1,98
1750	0,98	1,21	1,44	1,66	1,88	2,10	2,32	2,53	2,74
3450	1,41	1,80	2,19	2,56	2,92	3,27	3,61	3,94	4,25
200	0,20	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45
400	0,34	0,40	0,46	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,82
600	0,46	0,55	0,64	0,72	0,81	0,90	0,98	1,07	1,15
800	0,57	0,68	0,80	0,91	1,02	1,13	1,24	1,35	1,46
1000	0,67	0,81	0,95	1,08	1,22	1,36	1,49	1,63	1,76
1200	0,76	0,93	1,09	1,25	1,41	1,57	1,73	1,88	2,04
1400	0,85	1,04	1,22	1,41	1,59	1,77	1,95	2,13	2,31
1600	0,93	1,14	1,35	1,55	1,76	1,96	2,16	2,36	2,56
1800	1,00	1,23	1,47	1,69	1,92	2,15	2,37	2,59	2,80
2000	1,07	1,33	1,58	1,83	2,07	2,32	2,56	2,80	3,03
2200	1,13	1,41	1,68	1,95	2,22	2,48	2,74	2,99	3,25
2400	1,19	1,49	1,78	2,07	2,35	2,63	2,91	3,18	3,45
2600	1,24	1,56	1,87	2,18	2,48	2,78	3,07	3,35	3,63
2800	1,29	1,63	1,96	2,28	2,60	2,91	3,21	3,51	3,80
3000	1,34	1,69	2,04	2,38	2,71	3,03	3,35	3,66	3,96
3200	1,37	1,74	2,11	2,46	2,81	3,14	3,47	3,79	4,10
3400	1,41	1,79	2,17	2,54	2,90	3,24	3,58	3,91	4,22
3600	1,44	1,84	2,23	2,61	2,98	3,33	3,68	4,01	4,33
3800	1,46	1,87	2,28	2,67	3,04	3,41	3,76	4,10	4,42
4000	1,47	1,90	2,32	2,72	3,10	3,47	3,83	4,17	4,49
4200	1,49	1,93	2,35	2,76	3,15	3,52	3,88	4,22	4,54
4400	1,49	1,94	2,38	2,79	3,19	3,56	3,92	4,25	4,56
4600	1,49	1,95	2,39	2,81	3,21	3,59	3,94	4,27	4,57
4800	1,49	1,95	2,40	2,82	3,22	3,60	3,94	4,27	4,56
5000	1,47	1,95	2,40	2,82	3,22	3,59	3,93	4,24	4,52
5200	1,45	1,94	2,39	2,81	3,21	3,57	3,90	4,20	4,46
5400	1,43	1,91	2,37	2,79	3,18	3,54	3,85	4,13	4,38
5600	1,40	1,89	2,34	2,76	3,14	3,48	3,79	4,05	4,27
5800	1,36	1,85	2,30	2,71	3,09	3,42	3,70	3,94	4,13
6000	1,31	1,80	2,25	2,65	3,02	3,33	3,59	3,81	
6200	1,26	1,75	2,19	2,58	2,93	3,23	3,47	3,65	
6400	1,20	1,68	2,12	2,50	2,83	3,10	3,32		
6600	1,14	1,61	2,04	2,40	2,72	2,96			
6800	1,06	1,53	1,94	2,29	2,58	2,81			
7000	0,98	1,44	1,84	2,17	2,43				
7200	0,89	1,34	1,72	2,03	2,27				
7400	0,79	1,23	1,59	1,88					
7600	0,68	1,10	1,45	1,71					

ANEXO 7.7. POTENCIA QUE PUEDE TRANSMITIR LAS FAJAS SECCIÓN "A"

POTENCIA QUE PUEDEN TRANSMITIR LAS FAJAS SECCION "A"

RPM DEL EJE RAPIDO	HP POR FAJA REFERIDO A LA POLEA DE DIAMETRO MENOR DE								
	4,4"	4,6"	4,8"	5,0"	5,2"	5,6"	6,0"	6,4"	7,0"
1160	2,13	2,28	2,43	2,58	2,73	3,01	3,30	3,58	3,99
1750	2,95	3,16	3,37	3,57	3,77	4,16	4,55	4,92	5,46
3450	4,56	4,85	5,13	5,40	5,65	6,12	6,52	6,86	7,25
200	0,48	0,51	0,55	0,58	0,61	0,67	0,73	0,79	0,88
400	0,88	0,93	0,99	1,05	1,11	1,22	1,33	1,45	1,61
600	1,23	1,32	1,40	1,48	1,57	1,73	1,89	2,06	2,30
800	1,57	1,68	1,79	1,89	2,00	2,21	2,42	2,63	2,94
1000	1,89	2,02	2,15	2,28	2,41	2,67	2,92	3,17	3,54
1200	2,19	2,35	2,50	2,65	2,80	3,10	3,39	3,68	4,11
1400	2,48	2,66	2,83	3,00	3,17	3,51	3,84	4,16	4,63
1600	2,76	2,95	3,14	3,33	3,52	3,89	4,25	5,61	5,12
1800	3,02	3,23	3,44	3,65	3,85	4,25	4,64	5,02	5,57
2000	3,26	3,49	3,72	3,94	4,16	4,59	5,00	5,40	5,97
2200	3,49	3,74	3,98	4,21	4,44	4,89	5,33	5,74	6,33
2400	3,71	3,97	4,22	4,46	4,71	5,17	5,62	6,04	6,63
2600	3,91	4,18	4,44	4,69	4,94	5,42	5,88	6,30	6,88
2800	4,09	4,37	4,64	4,90	5,16	5,64	6,10	6,52	7,07
3000	4,25	4,54	4,82	5,08	5,34	5,83	6,28	6,68	7,20
3200	4,40	4,69	4,97	5,24	5,50	5,98	6,41	6,80	7,27
3400	4,53	4,82	5,10	5,37	5,62	6,09	6,50	6,86	7,27
3600	4,64	4,93	5,21	5,47	5,72	6,17	6,55	6,86	
3800	4,72	5,01	5,29	5,54	5,78	6,20	6,55	6,81	
4000	4,79	5,07	5,34	5,58	5,81	6,20	6,49		
4200	4,83	5,11	5,36	5,59	5,80	6,14			
4400	4,85	5,12	5,36	5,57	5,76	6,05			
4600	4,85	5,10	5,32	5,51	5,67				
4800	4,82	5,05	5,25	5,42					
5000	4,77	4,98	5,15						
5200	4,68	4,87							
5400	4,58								
5600	4,44								

ANEXO 7.8. ÁNGULOS ESTRUCTURALES-CALIDAD ASTM A36/A572 – G50

Ángulos Estructurales

CALIDAD: ASTM A36/A572 – G50

DENOMINACIÓN:
L DUAL A36/A572-G50

DESCRIPCIÓN:
Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

USOS:
Para la fabricación de estructuras de acero en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industrial naval, carrocerías, torres de transmisión. También se pueden utilizar para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
 • Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M y ASTM A572/A572
 • Composición Química: ASTM A36 / A36M y ASTM A572/A572
 • Tolerancias Dimensionales: ASTM A6/A6M

PRESENTACIÓN:
Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES Y PESOS:

DIMENSIONES Pulg.	PESO NOMINAL		
	Lb/pie	Kg/m	Kg/6m
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0.929	1.382	8.292
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.230	1.830	10.983
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1.800	2.679	16.072
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2.340	3.482	20.894
2 x 2 x 1/8	1.650	2.455	14.733
2 x 2 x 3/16	2.440	3.631	21.787
2 x 2 x 1/4	3.190	4.747	28.483
2 x 2 x 5/16	3.920	5.834	35.002
2 x 2 x 3/8	4.700	6.994	41.966
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3.070	4.560	27.412
2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4.100	6.101	36.609
2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	5.000	7.441	44.645
2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.900	8.780	52.681
3 x 3 x 1/4	4.900	7.292	43.752
3 x 3 x 5/16	6.100	9.078	54.467
3 x 3 x 3/8	7.200	10.715	64.289
3 x 3 x 1/2	9.400	13.989	83.032
4 x 4 x 1/4	6.600	9.822	58.932
4 x 4 x 5/16	8.200	12.203	73.218
4 x 4 x 3/8	9.800	14.584	87.504
4 x 4 x 1/2	12.800	19.048	114.288

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%)

NORMA	%C máx	%Mn máx	%Si máx	%P máx	%S máx	%Nb Tipo 1	%Nb Tipo 2
ASTMA36/36M ASTMA572/A572 Grado 50	0.23	1.35	0.4	0.04	0.05	0,005 - 0,050	0,01 - 0,15

PROPIEDADES MECÁNICAS:

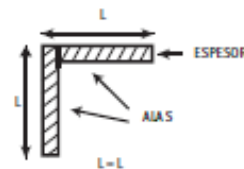
- Límite de Fluencia mínimo = 3,520 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,590 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm:
 - 3/32", 1/8" y 3/16" = 15% mínimo.
 - 1/4" = 17,5% mínimo.
 - 5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0% mínimo.
- Soldabilidad = Buena

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

Sistema Inglés

NORMA TÉCNICA	DIMENS. TÉCNICA	LONG. DE ALA (L-mm)	DIFER. ENTRE ALAS (ΔL-mm)	ESPESOR			DESV. MÁX. DE RECTITUD* (F-mm/m)	LONG. (l-mm)
				≤3/16"	3/16" a ≤ 3/8"	>3/8"		
ASTM A6/A6M	1 1/2" y 2"	±1,19	1,78	±0,25	±0,25	±0,30	4,16	+50 -0
	2 1/2"	±1,58	1,90	±0,30	±0,38	±0,38		
	3" 4"	+3,17 -2,38	2,77	----- ⁽²⁾	----- ⁽²⁾	----- ⁽²⁾	2,08	

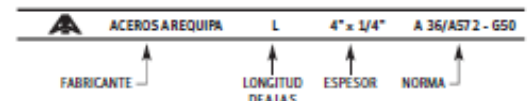
- (1) La máx. dif. entre alas 75%, 60% y 50% de la tolerancia total de longitud de alas, respectivamente según la dimensión del ángulo. Fuera de Escuadra entre Alas: máximo permitido +/- 1,5".
- (2) El peso métrico no deberá variar más de +/- 2,5% del peso nominal.
- (3) No incluye puntas dobladas.



Corte en los extremos
Se acepta el corte con cizalla en frío.

IDENTIFICACIÓN:

Los ángulos son identificados con marcas estampadas que indican el fabricante, las dimensiones nominales y las Normas, según el siguiente esquema:



ANEXO 7.9. CANALES U-CALIDAD ASTM A36/A572 – G50

Canales U

CALIDAD: ASTM A36/ A572 – G50

DENOMINACIÓN:
C (U) DUAL A36/A572 –G50

DESCRIPCIÓN:
Producto laminado en caliente con sección en forma de "U" (con alas paralelas), de calidad dual porque cumple con las normas ASTM A36 y ASTM A572 Grado 50 simultáneamente.

USOS:
En la fabricación de estructuras metálicas, puertas grandes, rejas y cercos de mayor tamaño, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

- Composición Química: ASTM A36/A36M y ASTM A572/A572M
- Tolerancia Dimensional: ASTM A36/A36M y ASTM A572/A572M
- Calidad Superficial: ASTM A6/A6M

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en paquetes de 2TM.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DESIGNACIÓN	ÁREA (pulg ²)	DIMENSIONES (pulg)				PESO NOMINAL	
		(A)	(B)	(t _w)	(t _f)	Kg/m	Kg/6m
2" x 2.58 lbs/pie	0.76	2.00	1.000	0.187	0.187	3.82	22.92
3" x 4.10 lbs/pie	1.21	3.00	1.410	0.170	0.273	6.12	36.72
3" x 5.0 lbs/pie	1.47	3.00	1.498	0.258	0.273	7.43	44.58
4" x 5.4 lbs/pie	1.59	4.00	1.584	0.184	0.296	8.03	48.18
4" x 7.25 lbs/pie	2.13	4.00	1.721	0.321	0.296	10.77	64.62

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

%C máx	%Mn máx	%Si máx	%P máx	%S máx	Tipo 1 %Nb	Tipo 2 %V
0.23	1.35	0.40	0.04	0.05	0.005 • 0.050	0.01 • 0.15

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia = 3,520 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,590 – 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm = 20.0% mínimo
- Soldabilidad = Buena

TOLERANCIAS:

DIMENSIÓN NOMINAL	ALTIMA (A) (pulg)	ANCHO (B) (pulg)	ESPESOR (t _w) (pulg)	DIFERENCIA ENTRE ANCHOS (ΔB – mm) ⁽¹⁾	DESVIACIÓN MÁXIMA DE RECTITUD (mm/m)	LONGITUD (mm)
2" x 2.58 lbs/pie	± 1/16	± 1/16	± 0.015	1.59	4.1	+50 -0
3" x 4.10 lbs/pie	+ 3/32 – 1/16	± 1/8	– (**)	3.18		
3" x 5.0 lbs/pie	+ 3/32 – 1/16	± 1/8	– (**)	3.18		
4" x 5.4 lbs/pie	+ 3/32 – 1/16	± 1/8	– (**)	3.18		
4" x 7.25 lbs/pie	+ 3/32 – 1/16	± 1/8	– (**)	3.18		

(1) La máxima diferencia entre anchos es 50% de la tolerancia total de longitud de anchos, respectivamente, según la dimensión del canal.
 (2) La norma ASTM A6 no especifica una tolerancia para t_w ni para t_f, en canales mayores o iguales a 3"; tolerancia sugerida: ± 0.015.
 (***) Para perfiles de 3" o más, el peso métrico no debe variar más allá de + 3 / - 2.5%.

IDENTIFICACIÓN:
Los canales son identificados con marcas estampadas que indican el fabricante, las dimensiones nominales y las Normas, según el siguiente esquema:

OCQA01-F315 / 01 / NOV 15

ANEXO 7.10. LAMINADOS EN CALIENTE-BOBINAS LAC/PLANCHAS LAC

Laminados en Caliente

BOBINAS LAC / PLANCHAS LAC

DENOMINACIÓN:
BLAC A36, PDLAC A36.

DESCRIPCIÓN:
Bobinas y Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación.

USOS:
Se usa en la fabricación de tubos y perfiles plegados. Asimismo, luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Estructural	ASTMA36

DIMENSIONES NOMINALES:

BOBINAS LAMINADAS EN CALIENTE BLAC A36	PLANCHAS DELGADAS LAMINADAS EN CALIENTE PDLAC A36
1.5 x 1200 mm	1.5 x 1200 x 2400 mm
1.8 x 1200 mm	1.8 x 1200 x 2400 mm
1.9 x 1200 mm	1.9 x 1200 x 2400 mm
2.0 x 1200 mm	2.0 x 1200 x 2400 mm
2.2 x 1200 mm	2.2 x 1200 x 2400 mm
	2.3 x 1200 x 2400 mm
	2.5 x 1200 x 2400 mm
	2.9 x 1200 x 2400 mm
	4.0 x 1200 x 2400 mm
	4.5 x 1200 x 2400 mm
	5.9 x 1200 x 2400 mm

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%):

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	%P MÁX.	%S MÁX.	%SI MÁX.
A36	0.25 máx	0.8 - 1.20 (ex 3/4)	0.040	0.050	0.40

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA ASTM	LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%) en 50 mm	DOBLADO
Estructural	A36	2,550	4,080-5,610	20 min.	≥ 180° (opcional) Diámetro Pin = 3e Sentido Laminación

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:
Según JIS G3193

ESPESOR NOMINAL e (mm)	TOLERANCIAS (MM)						
	CAMBER	APLANADO	ANCHO		LONGITUD	ESPESOR	
			±1200	±1500		ANCHO 1200	ANCHO 1500
1.8 - 1.9	10 mm/m máx	18 máx	+30 - 0	+35 - 0	+25 - 0	± 0.19	± 0.23
2.0 - 2.4		18 máx				± 0.20	± 0.25
2.5 - 3.0		18 máx				± 0.22	± 0.29
4.0 - 5.9		14 máx				± 0.45	± 0.55

QCQA01-F202 / 02 / ABR 16 - QCQA01-F201 / 03 / MAY 16

ANEXO. 7.11. BARRAS REDONAS LISAS

Ángulos Estructurales de Calidad Dual



DIMENSIONES		
Sistema Inglés (pulgadas)		
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	4 x 4 x 1/4
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4 x 4 x 5/16
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	4 x 4 x 3/8
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	3 x 3 x 1/4	4 x 4 x 1/2
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 5/16	
2 x 2 x 3/16	3 x 3 x 3/8	
2 x 2 x 1/4	3 x 3 x 1/2	
2 x 2 x 3/8		

USOS:
En la fabricación de estructuras de acero en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión.

También se pueden utilizar para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:
 Límite de Fluencia mínimo = 3,520 kg/cm²
 Resistencia a la Tracción = 4,590-5,620 kg/cm²
 Alargamiento en 200 mm:
 3/32", 1/8" y 3/16" = 15.0% mínimo
 1/4" = 17.5% mínimo
 5/16" = 20.0% mínimo
 3/8" y 1/2" = 20.0% mínimo
 Soldabilidad = Buena

NORMAS TÉCNICAS:
 ASTM A36/ ASTM 572 – C50.
 Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6M.

PRESENTACIÓN:
 Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u.

Platinas



DIMENSIONES			
Sistema Inglés (pulgadas)			
1/8 x 1/2	3/16 x 1 1/2	1/4 x 4	1/2 x 3
1/8 x 5/8	3/16 x 2	3/8 x 1	1/2 x 4
1/8 x 3/4	3/16 x 2 1/2	3/8 x 1 1/2	5/8 x 4
1/8 x 1	3/16 x 3	1/2 x 2	3/4 x 4
1/8 x 1 1/4	1/4 x 3/4	3/8 x 2 1/2	1 x 4
1/8 x 1 1/2	1/4 x 1	3/8 x 3	
3/8 x 2	3/8 x 1 3/4	3/8 x 4	
3/16 x 1/2	1/4 x 1 1/2	1/2 x 1 1/2	
3/16 x 5/8	1/4 x 2	1/2 x 2	
3/16 x 3/4	1/4 x 2 1/2	1/2 x 2 1/2	
3/16 x 1	1/4 x 3		
3/16 x 1 1/4			

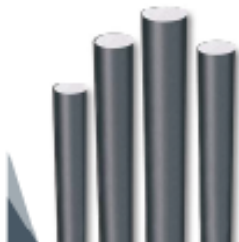
USOS:
Estructuras metálicas de todo tipo: construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos.

PROPIEDADES MECÁNICAS:
 Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
 Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²
 Alargamiento en 200 mm:
 1/8" y 3/16" = 15.0% mínimo
 1/4" = 17.5% mínimo
 5/16, 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20.0% mínimo
 Doblado a 180° = Buena
 Soldabilidad = Buena

NORMAS TÉCNICAS:
 Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
 Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:
 Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u.

Barras Redondas Lisas



DIMENSIONES	
Sistema Inglés (pulgadas)	
3/8	1 1/4
1/2	1 1/2
5/8	1 3/4
3/4	2
7/8	2 1/2
1	
1 1/8	

PRESENTACIÓN:
 Se producen en longitudes de 6 metros.
 Además, las barras de diámetros mayores a 1" se entregan pulidas. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u. La calidad 1045 se identifica con los colores blanco o blanco con negro en el extremo de la barra, mientras que la calidad A36 se identifica con el color verde o verde con negro.

USOS:
 Calidad SAE 1045: Pernos y tuercas por recalado en caliente o mecanizado, ejes, pines, pasadores, etc.
 Calidad ASTM A36: Estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, cercos, barras de transferencia para pavimento rígido, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:
 ASTM A36: Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
 Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²
 Alargamiento en 200 mm = 20.0% mínimo
 SAE 1045: Límite de Fluencia mínimo = 4,000 - 5,900 kg/cm²
 Resistencia a la Tracción = 6,700 - 8,200 kg/cm²
 Alargamiento en 200 mm = 12.0% mínimo

NORMAS TÉCNICAS:
 Composición Química: ASTM A36, SAE 1045
 Tolerancias Dimensionales
 - Barras de diámetros < a 1": ISO 1035/4
 - Barras de diámetros > a 1": ASTM A6

ANEXO 7.12. TOLERANCIAS

CALIDAD O GRADO DE ACABADO.

Los números en la denominación de las tolerancias indican la Calidad o Grado de Acabado. En los sistemas de normas se consideran 18 calidades de trabajo, como podemos ver en la siguiente tabla:

TABLA A: VALORES NUMÉRICOS DE LAS TOLERANCIAS FUNDAMENTALES

DIAM (mm) CALL	0.1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
< 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	5	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 hasta 6	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 hasta 10	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	35	58	90	150	220	360	580	900
>10 hasta 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 hasta 30	0.6	1	1.5	2.5	4	5	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 hasta 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 hasta 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
>80 hasta 120	1	1.5	2.5	4	8	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
>120 hasta 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
>180 hasta 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	113	185	290	460	720	1150	1850	2900
>250 hasta 315	2.5	4	6	8	12	18	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
>315 hasta 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
>400 hasta 500	4	5	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Ultra-precisión

Calibre y piezas de gran precisión

Piezas o elementos destinados a ajustar

Piezas o elementos que no han de ajustar

En la tabla podemos ver varios valores que se encuentran encerrados con color. Veamos cómo analizarlos.

Antes de comenzar con el análisis de los ejemplos, debemos decir que los valores de calidad que van del 0.1 al 16 indicarán la cantidad de micrones de tolerancia que tiene una pieza. Además, estos valores, a medida que suben, significa que la calidad disminuye. Es decir, por ejemplo, 12 es peor calidad que 3.

Ahora sí, comencemos con el análisis.

Observemos, primeramente, los cuadros en color gris. Para las medidas nominales que están entre 30 mm hasta 50 mm, elegimos 47 mm. Y esta medida con calidad 7 vemos que tiene 25 micrones de tolerancia. En cambio, si 47 mm tuviera calidad 5, entonces su tolerancia sería de 11 micrones. Y, finalmente, si 47 mm tuviera calidad 10, tendría 100 micrones de tolerancia.