

**DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE UNA MÁQUINA DESCASCARADORA DE SEMILLAS
DE ALGODÓN**

JUAN PABLO HINESTROZA DURÁN

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA MECÀNICA
BUCARAMANGA
2011**

**DISEÑO CONSTRUCCION Y PRUEBA DE UNA MÁQUINA DESCASCARADORA DE SEMILLAS
DE ALGODÓN**

JUAN PABLO HINESTROZA DURÁN

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

**Director
ALFONSO SANTOS JAIMES
Ing. Mecánico**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA MECÀNICA
BUCARAMANGA
2011**

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, Mayo de 2011

**A DIOS, A MIS PADRES OSCAR
HINESTROZA Y SONIA DURAN, A MIS
ABUELOS PATERNOS Y MATERNOS
QUE NUNCA DEJARON DE APOYARME,
A MIS AMIGOS QUE DE ALGUNA U
OTRA MANERA ME APOYARON Y A
TODA MI FAMILIA QUE ME AYUDO
PARA QUE ESTO FUERA POSIBLE.**

Juan

AGRADECIMIENTOS

El realizador de este Proyecto agradece a:

Ingeniero Alfonso Santos J. Director de la facultad de Ingeniería mecánica y Director de mi proyecto, por su colaboración, dedicación, experiencia, conocimientos en el tema y por su ayuda durante todo este proceso educativo.

A Cristóbal Rodríguez, técnico mecánico, por su gran colaboración durante la construcción del proyecto.

A los Ingenieros Mecánicos y amigos Freddy Prada y William Moreno, por dedicarme parte de su tiempo y espacio de trabajo, brindándome asesoría en mi trabajo.

Al personal de servicios generales de la Universidad Pontificia Bolivariana, especialmente a Ludwing Casas, por sus servicios y su colaboración incondicional.

A la Universidad Pontificia Bolivariana, por brindarme la oportunidad de crecer y formarme como profesional.

Finalmente a todos y a cada una de las personas que de una forma u otra, me brindaron su apoyo y compañía incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 PROCESO DE DESCASCARADO	17
2.2 METODOS DE DESCASCARADO	17
2.2.1 Descascaradora de Banda	18
2.2.2 Descascaradora de Discos	18
2.2.3 Descascaradora de rodillos	19
3. DISEÑO BASICO	19
3.1 MOTOR	20
3.2 TOLVA	20
3.3 BUJE	21
3.4 POLEA	21
3.5 RODILLO	22
3.5.1 Longitud (L)	23
3.5.2 Diámetro (D)	24
3.6 ESTRÍAS	25
3.7 SELECCIÓN DE POTENCIA (W)	26
3.8 TRANSMISION DE POTENCIA	28
3.9 MATERIALES	30
3.9.1 Ejes y Estructura	30
3.9.2 Rodillos	31
3.9.3 Engranés	32
3.9.4 Bandeja	33

3.9.5 Tolva	34
3.9.6 Poleas	34
3.9.7 Bujes	35
3.10 SOLDADURA	36
3.10.1 Estructura, soportes y Bandeja	36
3.10.2 Tolva	37
4. DISEÑO DETALLADO	37
4.1 ENGRANES	37
4.2 FACTOR DE SEGURIDAD DE LA POTENCIA	40
4.3 ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA MAQUINA DESCASCARADORA	40
4.4 ANALISIS DEL CILINDRO PRINCIPAL, TRANSPORTADOR DE POTENCIA	40
4.4.1 Tipos de soportes y condiciones de frontera	40
4.4.2 Esfuerzo Cortante Máximo	41
4.4.3 Esfuerzo Equivalente	42
4.4.4 Deformación Total	42
4.4.5 Factor de Seguridad del Esfuerzo Cortante Máximo	43
4.4.6 Factor de Seguridad del Esfuerzo Equivalente	44
5. PRUEBAS	45
5.1 METODOLOGIA DE PRUEBAS	45
5.2 REALIZACION DE PRUEBAS	45
5.2.1 Prueba Manual	46
5.2.2 Pruebas de 20g en la máquina	47
5.2.3 Pruebas de 100g en la máquina	48
6. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO	50
6.1 OBJETIVOS	50
6.2 FUNCIONAMIENTO	50
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	55
ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pruebas experimentales 1	22
Tabla 2. Pruebas experimentales 2	26
Tabla 3. Propiedades del Acero AISI 1020 Cold Rolled	30
Tabla 4. Propiedades del Acero AISI 1080	30
Tabla 5. Normas IRAM-IAS para tubos de perforación	31
Tabla 6. Propiedades de la fundición gris	31
Tabla 7. Propiedades del Acero galvanizado CS Comercial	32
Tabla 8. Propiedades del acero inoxidable Austenítico 316	33
Tabla 9. Propiedades de la fundición de Aluminio	34
Tabla 10. Propiedades del Bronce Fosforado	34
Tabla 11. Resultados de las Pruebas de 20g	47
Tabla 12. Resultados de las Pruebas de 100g	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Descascaradora de discos	17
Figura 2. Descascaradora de Rodillos	18
Figura 3. Motor	19
Figura 4. Tolva	19
Figura 5. Buje	20
Figura 6. Polea Principal	21
Figura 7. Polea del motor	21
Figura 8. Rodillo	22
Figura 9. Rectángulo	24
Figura 10. Grafica Longitud de Banda	28
Figura 11. Plano del Engrane	29
Figura 12. Tipos de apoyos	41
Figura 13. Esfuerzo Cortante Máximo	41
Figura 14. Esfuerzo Equivalente	42
Figura 15. Deformación Total	43
Figura 16. Factor de Seguridad del esfuerzo Cortante	43
Figura 17. Factor de Seguridad del esfuerzo Equivalente	44
Figura 18. Semillas de algodón después de atravesar los cilindros	45
Figura 19. Pulpa de las semillas de algodón	46
Figura 20. Cascaras de las pepas de algodón	46

Figura 21. Realización de pruebas de 20g	47
Figura 22. Porcentaje de elementos en 20g	48
Figura 23. Realización de pruebas de 100g	48
Figura 24. Porcentaje de elementos en 100g	49
Figura 25. Máquina Descascaradora	50
Figura 26. Calibrar Rodillos	51
Figura 27. Graseras de los bujes	51
Figura 28. Botones de encendido y apagado	52
Figura 29. Agregado de semilla a la maquina	52
Figura 30. Botones de encendido y apagado	53
Figura 31. Maquina desconectada	53

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO CONSTRUCCION Y PRUEBA DE UNA
DESCASCARADORA DE SEMILLAS DE ALGODÓN.

AUTOR(ES): JUAN PABLO HINESTROZA DURÁN.

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.

DIRECTOR(A): ALFONSO SANTOS JAIMES.

RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue diseñar, construir y probar una máquina capaz de fracturar una semilla de algodón con el fin de separar la cascara de la pulpa. El equipo permite ilustrar el proceso productivo desde la materia prima hasta la obtención de las diferentes partes que componen la semilla de algodón, el proyecto cuenta con un análisis detallado de la máquina, como lo son el cálculo de esfuerzos, de potencia, el factor de seguridad, la selección de materiales y la estática de la estructura. Las partes constitutivas del equipo son: una tolva, motor, rodillos, bujes, ejes, poleas y engranes. El resultado obtenido fue una máquina eficiente capaz de fracturar el 80% de las semillas de algodón que ingresan en ella.

GENERAL ABSTRACT

TÍTULO: DESIGN, CONSTRUCTION AND TESTING OF A HULLED COTTONSEED.

AUTHORS: JUAN PABLO HINESTROZA DURÁN.

FACULTY: FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA.

DIRECTOR: ALFONSO SANTOS JAIMES.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design, build and test a machine that is capable of breaking a cotton seed to separate its shell and through this method and other processes, be able to obtain vegetable oil from the cotton seed. This machine can illustrate the productive process of obtaining different parts of the cotton seed from raw materials. The project consists of a detailed analysis of the machine such as the calculation of effort, power, safety factor, the selection of materials and the static structure. The main parts of the machine are: a hopper, gear motor, rollers, bushings, axes, pulleys and gears. The result obtain from a machine efficient capable of breaking 80% of seeds that introduce in it.

INTRODUCCION

La asignatura de diseño de máquinas de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, requiere implementar su laboratorio y equipos de ensayo. Actualmente no se cuenta con un equipo que permita descascarar semillas de algodón para ser utilizado con fines de docencia o investigación en la asignatura de diseño de máquinas, siendo su uso exclusivo en la industria, en las cuales estas descascaradoras son creadas por empresas con el fin de obtener materia prima con la cual mediante un posterior proceso se extraerá aceite vegetal. Por la anterior razón este proyecto se enfoca en determinar y analizar el funcionamiento y los componentes que constituyen este tipo de maquinaria, siendo necesario aclarar que el equipo a construir es tan solo un prototipo de las maquinas industriales.

El objetivo de este proyecto es dar a conocer el diseño construcción y prueba de una maquina descascaradora de semillas de algodón. El equipo permite mostrar cómo se logra separar la semilla de algodón en cascara y pulpa para lograr con esta ultima la obtención de aceite vegetal, la potencia que transmite el motor a los cilindros es de 1.0HP, las partes constitutivas del equipo son: una tolva, motor, rodillos, bujes, ejes, poleas y engranes. El equipo quedará en el laboratorio de diseño de máquinas para el servicio de docentes y estudiantes con el fin de realizar distintas prácticas.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir y probar una máquina descascaradora de semillas de algodón, mediante la utilización de un sistema de rodillos, que permita fracturar la semilla de algodón para después obtener una fibra carnosa con la cual se conseguirá por medio de otros procesos aceite vegetal.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diseño conceptual, básico y detallado de una descascaradora de semillas de algodón que sea capaz de separar la cáscara de la fibra carnosa.

Resultado: Planos detallados de un prototipo de descascaradora.

Indicador: El modelo diseñado tendrá un factor de seguridad de 1.5

- Realizar simulaciones con el software de Ansys 11.0 que permitan corroborar los datos teóricos obtenidos y verificar que las deformaciones presentes en los elementos no interfieran con el correcto funcionamiento del mismo.

Resultado: Informe de resultados obtenidos del programa Ansys 11.0

Indicador: Con el fin de garantizar los resultados se realizarán 3 pruebas para cada elemento simulado, cada uno con un número de nodos diferente.

- Construir la descascaradora con materiales adecuados para el proceso productivo y con base en los planos detallados.

Resultado: Prototipo construido.

Indicador: Se utilizarán materiales y procesos productivos encontrados en la región de influencia de la zona metropolitana de Bucaramanga.

- Realizar las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento del equipo.

Resultado: Formatos de realización de pruebas donde se indique el porcentaje de semilla descascarado.

Indicador: Se realizaran como mínimo 10 pruebas que respalden los resultados del prototipo.

- Diseñar una guía para una práctica de laboratorio en la asignatura de diseño de máquinas.

Resultado: Guía para laboratorio de diseño de maquinas.

Indicador: Acorde al formato establecido para las pruebas de los laboratorios de diseño de maquinas.

2 MARCO TEÓRICO

Una descascaradora es una máquina que permite fracturar algún tipo de semilla con el fin de separar la pulpa de la cáscara para aprovechamiento de la primera y eliminación de la segunda, en la industria algodonera estas descascaradoras son creadas para obtener materia prima la cual se convertirá mediante otros procesos en aceite vegetal.

La semilla de algodón pasa primero por una máquina desmotadora encargada de eliminar al máximo la cantidad de algodón que estas poseen, posteriormente es introducida en la descascaradora la cual se encarga de fracturarla para finalmente mediante otros procesos obtener la pulpa y de ella conseguir aceite vegetal [4].

2.1. PROCESO DE DESCASCARADO

En un proceso de descascarado, la materia prima en forma de semillas, debe llegar a la maquina descascaradora sin fibras de algodón, es por eso que antes, estas semillas pasan por un proceso de desfibrado. La separación de semillas por densidades se hace por medio de malleo o por aspiración, de esta forma se asegura que semillas muy grandes o muy pequeñas no ingresen a la máquina, las demás semillas ingresaran a la descascaradora a través de una tolva, después de haber ingresado dependiendo del proceso de descascarado que se utilice estas serán trituradas separando la cascara de la fibra carnosa para la extracción del aceite vegetal. Por último la cáscara es separada de la fibra carnosa para más adelante llegar a obtener aceite vegetal. [1] [2] [3]

2.2 METODOS DE DESCASCARADO

En la actualidad existen 3 procesos para descascarar semillas de algodón, el realizado por medio de bandas, el realizado por medio de discos y finalmente el que se realiza por

medio de rodillos, los tres procesos son eficientes y su fin es la obtención de la fibra carnosa o pulpa. [4]

2.2.1 Descascaradora de Banda

Este proceso es el más usado actualmente, consiste en una platina cóncava con cuchillas horizontales fijas colocadas en contacto con una segunda serie de cuchillas giratorias en un eje horizontal, de esta forma las semillas penetran entre las dos series de cuchillas que parten o trituran las cáscaras. [4]

2.2.2 Descascaradora de Discos

Esta descascaradora es parecida a un molino de fricción, tiene dos discos, uno rotatorio y uno fijo (Ver figura 1). La superficie de cada disco tiene ángulos salientes o cuchillas que irradian del centro. Los discos son cóncavos, a fin de que las semillas puedan entrar del centro y caminar por fuerza centrífuga hacia las orillas exteriores donde son partidas o trituradas entre las cuchillas giratorias y las fijas. [4]



Figura 1. Descascaradora de discos. Tomado de: URL: <http://spanish.alibaba.com>

2.2.3 Descascaradora de Rodillos

Este tipo de descascaradora está compuesta por dos rodillos (Ver figura 2) los cuales tienen unas estrías que facilitan el paso de las semillas de algodón entre la cavidad que se encuentra entre estos.

La materia prima pasa a través de los cilindros y estos parten la semilla de algodón de modo que el resultado es la separación de la cascara y la pulpa. [5]

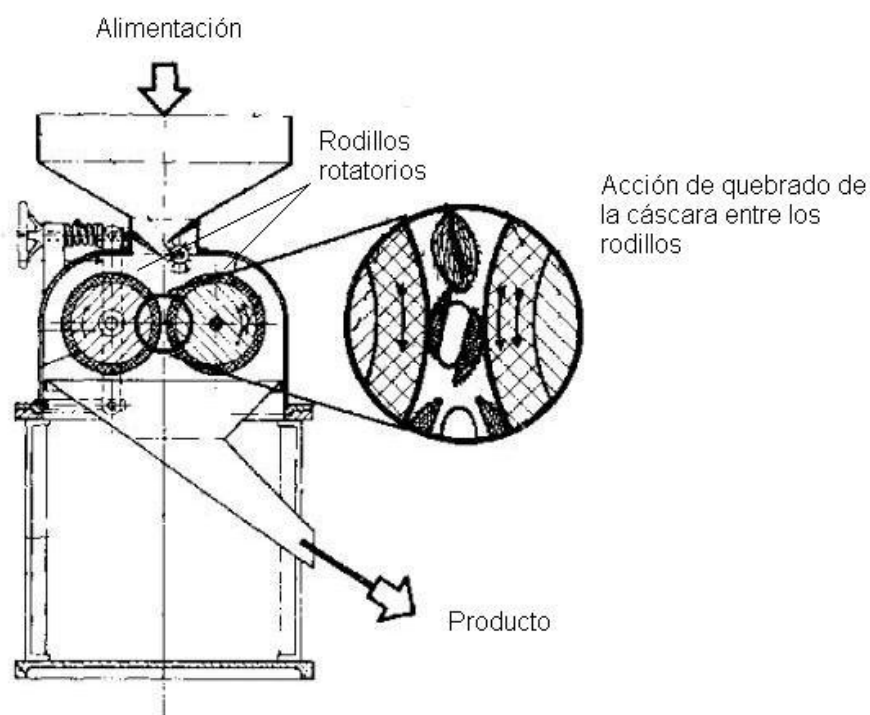


Figura 2. Descascaradora de Rodillos. Tomado de: URL: <http://www.concope.gov.ec>

3 DISEÑO BASICO

La máquina descascaradora de semillas de algodón por medio de rodillos, está compuesta por: Un motor, dos rodillos con estrías, bujes, una tolva, dos ejes, dos poleas y engranes.

3.1 MOTOR

Para este proyecto se utilizará un motor eléctrico, estos motores pueden ser motores de corriente continua con variador o motores de corriente alterna que mantenga constante el torque y la rotación independiente de las fluctuaciones de corriente. Algunas de las ventajas de los motores eléctricos son que a igual potencia, su tamaño y peso son reducidos y esta clase de motores no emite contaminantes, aunque se debe tener en cuenta que en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes se emiten contaminantes. (Ver figura 3)



Figura 3. Motor. Tomado de: **URL:** <http://www.siemens.com.mx>

3.2 TOLVA

La tolva es el elemento por el cual las semillas van a ingresar a la descascaradora, se debe diseñar dependiendo de las necesidades de la máquina con la que se va a trabajar La fase de alimentación repercute directamente en la efectividad del proceso. Como regla el diámetro de salida de la tolva suele tener un ancho equivalente al diámetro del rodillo de la descascaradora y una altura de 15 a 20 veces el diámetro. En su diseño esta tolva tendrá unos dobleces los cuales impiden que las semillas de algodón se acumulen en grandes cantidades y de esta forma evitar que los rodillos se atasquen por la acumulación de las mismas. (Ver figura 4). [6]

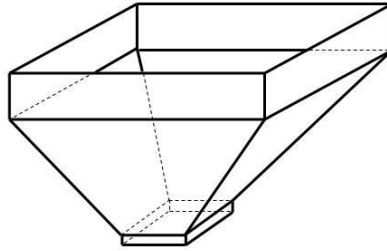


Figura 4. Tolva. Tomado de: URL: <http://www.monografias.com/trabajos64>

3.3 BUJE

El dado será el soporte del eje y la pieza de sacrificio ya que es el elemento que sufrirá un mayor desgaste y al analizar los costos es más fácil de reemplazar (a comparación del eje) en caso de que se llegue a necesitar el cambio. Este dado es un buje en el cual se apoyará y girará el eje y para lograr que se cumplan estas características se diseñará de tal modo que reduzca la fricción al contacto con el acero logrando de esta forma que el desgaste sea menor entre estas dos piezas. El buje estará fabricado de bronce fosforado. Este tipo de material permite que el eje gire de forma eficiente reduciendo el daño entre las dos piezas (Ver figura 5).

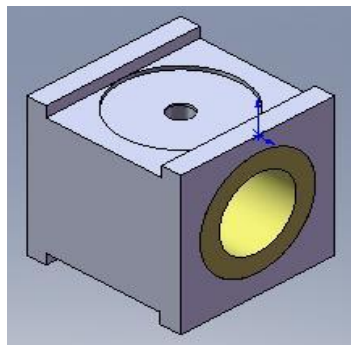


Figura 5. Bujé. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

3.4 POLEA

Esta máquina tendrá dos poleas, una ubicada en el eje del motor y la otra ubicada en el eje de uno de los rodillos, la finalidad de estas es transmitir la potencia del motor hacia los rodillos de la máquina. La polea ubicada en los rodillos no tendrá un canal completo, en vez de eso, tendrá unas guías que funcionan como una especie de fusible en el caso de que las semillas de algodón se acumulen entre los rodillos y para que la máquina no sufra

ningún daño, las guías hacen que la banda se salga de su recorrido evitando que algún elemento se dañe (Ver figura 6).

A diferencia de la anterior la polea más pequeña (Ver figura 7) sí tiene un canal completo y es la encargada de reducir la velocidad, por eso está ubicada en el eje del motor.

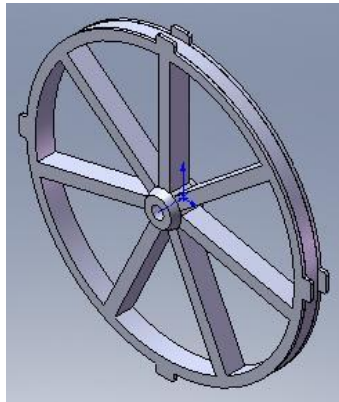


Figura 6. Polea Principal. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

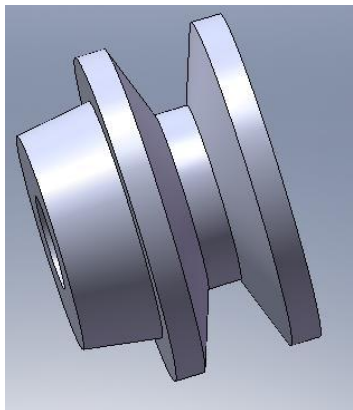


Figura 7. Polea del motor. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

3.5 RODILLO

Esta máquina contará con dos rodillos los cuales tendrán como función fracturar la semilla de algodón cuando ésta pase a través de ellos. La distancia entre estos se puede graduar y está basada en las dimensiones de la semilla de algodón, pueden estar unidos si lo que se desea es triturar o separados hasta 5mm de distancia si lo que se quiere es fracturar, esto dependiendo de las características del material que se vaya a trabajar (Ver figura 8).



Figura 8. Rodillo. Tomado de: URL: <http://prillwitz.com.ar>

Para diseñar los rodillos se realizaron varias pruebas experimentales (Ver pág. 24, selección de potencia), entre esas se calculó la capacidad de procesamiento de semillas de algodón que iba a tener la máquina la cual dio como resultado 9090g/h. Dadas las características de la máquina cuyas especificaciones serán para obtener semilla como materia prima en el proceso de extracción de aceite vegetal, se define que el flujo másico con el que trabajará la máquina es el obtenido anteriormente.

Hay que tener en cuenta que esta descascaradora no fue diseñada con fines de producción si no con fines de investigación o docencia.

3.5.1 Longitud (L)

La máquina descascaradora estará compuesta por dos rodillos. Para poder tener en cuenta una longitud acertada al momento de diseñar el rodillo, se realizaron unas pruebas experimentales (Ver tabal 1) que consistían en calcular durante 1 minuto el número de semillas que podían ingresar a través de la boquilla de una botella cuyo diámetro era de 2.3cm. Los resultados de las pruebas fueron los siguientes:

TIEMPO (MIN)	PESO (g)	CANTIDAD DE SEMILLAS
1 min	85g	680
1 min	86g	688
1 min	86g	688
1 min	87g	696

Tabla 1. Pruebas experimentales 1. Elaborada por Juan Pablo Hinstroza Durán.

El diámetro de la botella era de 10 cm, teniendo en cuenta estos datos se puede calcular el área lateral de la botella:

$$AL = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

La altura (h) que alcanzaron las semillas cuando fueron llenando la botella fue de 15cm entonces:

$$AL = 2 \cdot \pi \cdot 5\text{cm} \cdot 15\text{cm}$$

$$AL = 471.23\text{cm}^2$$

El paso a seguir es calcular el área de la base

$$Ab = \pi \cdot r^2$$

$$Ab = \pi \cdot (5\text{cm})^2$$

$$Ab = 78.53\text{cm}^2$$

Finalmente se calcula el área total del cilindro la cual es la suma del área lateral (AL) más la superficie de las dos bases (2Ab)

$$AT = AL + 2Ab$$

$$AT = 471.23\text{cm}^2 + 2(78.53\text{cm}^2)$$

$$AT = 628.31\text{cm}^2$$

Para trabajar de una manera cómoda y poder procesar una buena cantidad de semillas en la máquina, el criterio de diseño tomado es que el rodillo deberá tener 35cm de longitud con el objetivo de realizar un trabajo donde se pueda fracturar una gran cantidad de semillas, siendo de esta forma más eficiente ya que tendrá una mayor área de contacto.

3.5.2 Diámetro (D)

El diámetro de los rodillos varía dependiendo de la aplicación, si el rodillo es largo y tiene un diámetro pequeño este tendría una falla. Esta máquina tiene como función fracturar la semilla de algodón y con base en las dimensiones de esta y la longitud calculada anteriormente un diámetro adecuado sería de 0.0445m, este valor junto con el anterior

hacen que el rodillo tenga unas condiciones ideales de diseño y trabajo, además que reducen los costos de fabricación y de mantenimiento.

3.6 ESTRIAS

Las medidas de estos canales se tomaran en función de las dimensiones propias de las semillas, realizando varias mediciones de una muestra se obtuvo que en promedio una semilla tiene 2.5mm de diámetro y 6.61mm de largo, con estos resultados se definió que los canales deberían tener 1mm de grosor, 1,5mm de profundidad y 2mm de espacio entre cada canal. No se puede olvidar que la función de las estrías es facilitar el paso de las semillas de algodón a través de la cavidad que hay entre los dos rodillos y evitar que se deslicen entre estos.

3.7 SELECCION DE POTENCIA (W)

La potencia (W) en general, es el producto de la fuerza F que se necesita para mover un objeto a una velocidad.

Para seleccionar la potencia adecuada con la que trabajará la máquina, se tuvo en cuenta la cantidad de fuerza necesaria para partir las semillas de algodón, el proceso de selección de potencia se realizó de la siguiente forma:

La longitud de los rodillos calculada anteriormente es de 35cm y la máxima distancia que se pueden separar los rodillos es de 5mm, estos datos forman una cavidad rectangular (Ver figura 9) por donde van a ingresar las semillas.

Con esos datos se halla el área de ese rectángulo

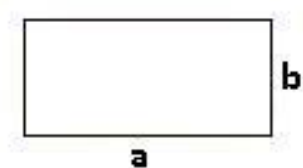


Figura 9. Rectángulo. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

a = 35cm

$$b = 5\text{mm}$$

El área de un rectángulo es

$$A = a \times b$$

$$A = 0.35\text{m} \times 0.005\text{m}$$

$$A = 0.00175\text{m}^2$$

Teniendo en cuenta este último dato, se buscó un embudo que tuviera un área similar a la calculada anteriormente para realizar unas pruebas experimentales las cuales consistían en determinar el tiempo que tardaban en cruzar 500g de semilla de algodón por esa área. Se realizaron varias pruebas y el tiempo promedio que tardaron las semillas en cruzar esa cavidad fue de 3 minutos con 18 segundos.

La cantidad de semilla se divide en el tiempo para obtener el flujo másico:

$$500\text{g}/198\text{seg} = 2.52\text{g/seg}$$

Para determinar qué cantidad de semillas ingresan en 1h, los segundos se pasan a horas

$$198\text{seg} = 0.055\text{h}$$

Teniendo como resultado:

$$9090\text{g/h}$$

Para calcular la cantidad de semillas de algodón que hay en 10000g/h se contaron la cantidad de semillas que se encontraban en 20g

$$20\text{g} \text{ ----- } 130$$

$$9090\text{g} \text{ ----- } X$$

$$X = 59085 \text{ semillas de algodón}$$

Esto quiere decir que en 9090g trabajados durante 1h hay 59085 semillas de algodón, lo que indica que cada segundo ingresan en la máquina 16 semillas aproximadamente.

Otras pruebas experimentales que se realizaron (Ver tabla 2) fueron para determinar que fuerza era necesaria para fracturar una semilla de algodón, esto se realizó colocando discos de diferentes pesos a ciertas cantidades de semillas.

CANTIDAD DE SEMILLAS	FUERZA (N)
5	133.44 N
7	200.17 N
8	222.41 N
10	244.65 N

Tabla 2. Pruebas experimentales 2. Elaborada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

Los resultados obtenidos en la tabla 2 tienden a ser lineales ya que al momento de graficarlos la figura que se forma con esos datos es una línea recta, esto permite realizar una regla de 3 con el valor calculado anteriormente (56 semillas) y determinar la cantidad de fuerza necesaria para partir esas semillas.

$$5 \text{ ----- } 133.44\text{N}$$

$$16 \text{ ----- } X$$

$$X = 427 \text{ N}$$

Reduciendo al máximo el algodón que rodea a la semilla, se puede notar que la superficie de ésta tiene características muy similares a la madera y como va a estar en contacto con los rodillos que están hechos de un metal, se puede asumir el coeficiente de fricción que existe entre estos dos materiales el cual varía de 0.2 a 0.6.

El criterio de diseño tomado para este caso fue asumir un coeficiente de fricción de 0,3 y de esta forma hallar las fuerzas necesarias para calcular la potencia:

$$F_H = F_N * \mu$$

$$F_H = (427 \text{ N})(0.3)$$

$$F_H = 128.10 \text{ N}$$

Después de hallar la fuerza horizontal y con el radio del rodillo se calcula el torque:

$$T = F_H * r$$

$$T = (128.10 \text{ N})(0.0445\text{m})$$

$$T = 5.70 \text{ N/m}$$

Teniendo en cuenta que la máquina no está diseñada con fines de producción, se seleccionaron unas rpm adecuadas para este tipo de sistema que va a ser utilizado más que todo con fines de docencia o investigación, el valor escogido fue

$$1000 \text{ rpm}$$

Este valor se convierte a rad/seg para que al momento de multiplicarlo por el torque la potencia (W) quede en watts y finalmente transformarla a Hp

$$1000 \text{ rpm} = \text{rev/min} * 1\text{min}/60\text{seg} * 2\pi\text{rad}/1\text{rev} = 104.71 \text{ rad/seg}$$

$$W = T * \text{rpm}$$

$$W = (5.70 \text{ N/m})(104.71 \text{ rad/seg})$$

$$W = 596.89 \text{ watts}$$

$$W = 0.80 \text{ HP.}$$

596.89 watts = 0.80 HP es la potencia que consume el sistema de descascarado y es el valor recomendado para utilizar en la máquina.

3.8 TRANSMISION DE POTENCIA

Para la maquina descascaradora se utilizará una transmisión por banda en V ya que se trabajará con un motor eléctrico que no posee grandes torques. Este tipo de banda es utilizado con frecuencia para bajas velocidades, son silenciosas cuando operan, requieren de poco mantenimiento, son económicas y proporcionan absorción de impactos entre los ejes de accionamiento y los accionados. También al ser bandas en V su acción de acunamiento incrementa la fuerza normal y la tracción. Esta banda estará unida a dos poleas, ubicadas en el eje del motor y en el eje del cilindro.

La longitud de la banda se calcula teniendo en cuenta la figura 10:

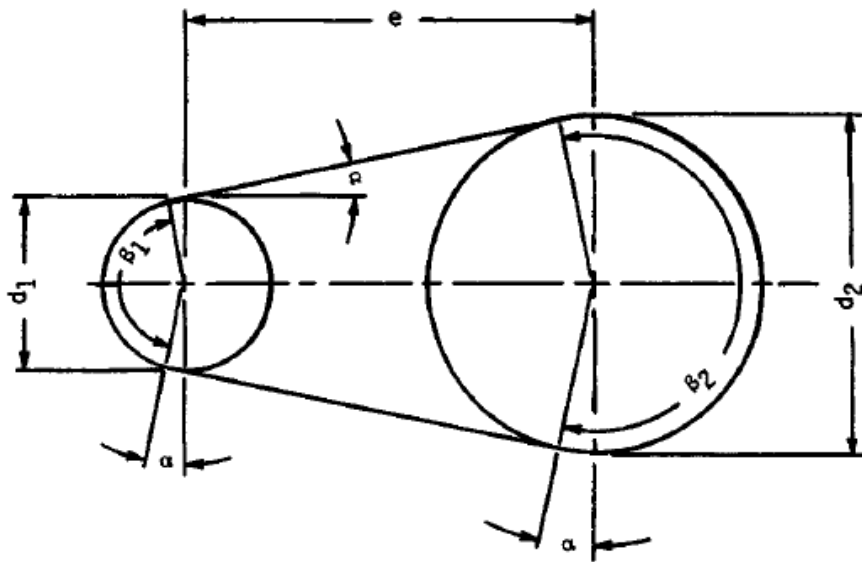


Figura 10. Grafica Longitud de Banda. Tomado de: URL: <http://www.elprisma.com>

e = longitud entre los centros de las poleas

$$e = 0.423\text{m}$$

Teniendo el dato de la distancia entre centros y los radios de las poleas se calcula el ángulo α :

$$\text{Sen}\alpha = \frac{d2 - d1}{2e}$$

$$\text{Sen}\alpha = [(0.45720\text{m}) - (0.056\text{m})]/2(0.423\text{m})$$

$$\text{Sen}\alpha = 0.47$$

$$\alpha = 28.30^\circ$$

Con el resultado del ángulo α se pueden calcular ahora los valores de β_1 y β_2

$$\beta_1 = 180^\circ - 2\alpha$$

$$\beta_1 = 123.4^\circ$$

$$\beta_2 = 180^\circ + 2\alpha$$

$$\beta_2 = 236.6^\circ$$

Y ahora por último se procede a calcular la longitud de la banda:

$$L = 2e\cos\alpha + \pi \left(d1 \frac{\beta1}{360^\circ} + d2 \frac{\beta2}{360^\circ} \right)$$

$$L = 0.7448 + \pi (0.0191 + 0.3004)$$

$$L = 1.7485\text{m}$$

3.9 MATERIALES

En el momento de seleccionar los materiales de la maquina descascaradora, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Costo.
- Durabilidad.
- Destino de uso.
- Disposición del material en el mercado.

Los materiales de los ejes y de los cilindros fueron los siguientes:

3.9.1 Ejes y Estructura

Para la construcción de la estructura de la máquina y los ejes, se utilizara el siguiente material:

- Acero 1020 AISI – Cold Rolled

Este material fue utilizado debido a su fácil manipulación y su resistencia a las cargas (ver tabla 3) y además es un material fácil de conseguir en el mercado a un bajo costo.

En los ejes este material fue seleccionado ya que tiene una baja fricción frente al bronce de los bujes (Ver tabla 10) lo que permite que estos sufran menos desgaste.

Propiedades del Acero AISI 1020 “COLD ROLLED”:

"Acero 1020 AISI - Cold Rolled" Propiedades Constantes	
Nombre	Valor
Densidad	7,870.0 kg/m ³
Relacion de Poisson	0.29
Modulo de Young	2.05xe+11 Pa
Fuerzo de Fluencia a la Tension	3.5xe+8 Pa
Fuerzo Ultimo a la Tension	4.2xe+8 Pa

Tabla 3. Propiedades del Acero AISI 1020 Cold Rolled. Tomado de: **URL:** <http://www.matweb.com>

3.9.3 Rodillos

Para la fabricación de los rodillos se utilizará el siguiente material:

- Tubo de perforación (Acero al alto carbono AISI 1080)

Este material fue seleccionado debido a que posee una alta dureza y buena resistencia a la fatiga e impacto (Ver tabla 4), estas características son importantes teniendo en cuenta que la función de los rodillos en la máquina es fracturar la semilla de algodón. Es un material fácil de conseguir en el mercado y a un bajo costo.

“ACERO 1080 AISI – Acero al Alto Carbono” Propiedades Constantes

NOMBRE	VALOR
Densidad	7840 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	207 GPa
Resistencia a la fluencia	380 MPa
Resistencia a la rotura	615 MPa
Razón de Poisson	0.30

Tabla 4. Propiedades del Acero AISI 1080. Tomado de: **URL:** <http://www.matweb.com>

Estos tubos también cumplirán con las normas IRAM-IAS U 500-2592 (Ver tabla 5), norma que se utiliza para tubos de acero al alto carbono con costura para uso estructural.

- **Tubos con costura** (según Tabla 1 de la Norma IRAM-IAS U 500-2592:2004)

Tabla C.1. Características Mecánicas

Denominación del tubo*	Resistencia a la tracción mínima F _u (MPa)		Límite de fluencia mínimo F _y (MPa)			Alargamiento de rotura** mínimo L ₀ = 50 mm (%)	
	sección circular	sección cuadrada y rectangular	sección circular		sección cuadrada y rectangular	sección circular	sección cuadrada y rectangular
			D/t ≤ 10	D/t > 10			
TE-20	310	310	200	200	220	15	13
TE-22	320-470	320-470	225	215	237	22	20
TE-30	460-610	460-610	310	295	325	19	17
TE-36	500-650	500-650	373	355	390	19	17

* La denominación de estos tubos en sus dos últimos dígitos corresponde a la denominación adoptada en las normas IRAM-IAS U 500-42 e IRAM-IAS U 500-180, que definen la chapa base.

** Debido al envejecimiento natural que experimentan los aceros al carbono, los valores mínimos de alargamiento se garantizan con ensayos realizados inmediatamente después de fabricados los tubos.

Tabla 5. Normas IRAM-IAS para tubos de perforación. Tomado de: **URL:** <http://www.inti.gov.ar>

3.9.4 Engranés

Para la fabricación de los engranes se utilizara el siguiente material:

- Hierro Fundido Gris

Los engranes hechos en fundición son relativamente bastos e inexactos por lo que son utilizados en máquinas medianas y de baja velocidad (Ver tabla 6), preferiblemente al aire libre o intemperie en donde el ruido no es tan molesto. Generalmente usados para aplicaciones de transmisión de potencia.

Fundición gris:

“HIERRO FUNDIDO GRIS” Propiedades Constantes

NOMBRE	VALOR
Densidad	7150 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	Variable
Resistencia a la fluencia	-----
Resistencia a la rotura	125 MPa

Razón de Poisson	Variable
------------------	----------

Tabla 6. Propiedades de la fundición gris. Tomado de: **URL:** <http://www.matweb.com>

Para diseñar estos engranes se tuvo en cuenta la máxima distancia que los rodillos podían separarse (0.5mm) y el diámetro de los rodillos (0.0445m), estos dos datos fueron calculados anteriormente.

Comercialmente no se encontraron unos engranes adecuados para la máquina, razón por la cual hubo la necesidad de diseñarlos en un molde de madera (Ve diseño detallado) que sirvió para obtener los modelos en fundición gris, al mismo tiempo que se redujeron los costos.

El hecho de que los engranes sean del mismo tamaño y se acoplen entre sí, es con el propósito de proporcionar un movimiento relativo instantáneo y constante entre ellos.

3.9.5 Bandeja

Para la fabricación de la bandeja se utilizara el siguiente material:

- Acero galvanizado (CS Comercial).

Es un material que combina las características de resistencia mecánica del acero, la resistencia a la corrosión y a la abrasión y es fácil de conseguir en el mercado a un bajo costo (Ver tabla 7).

PROPIEDADES MECANICAS				
Calidad	Fluencia Mpa	Resistencia Mpa	Elongación %	Dureza HRB
CS Comercial	-	-	25 mín	60 máx
SS G30 (230)	230	310	20 mín	-
SS G40 (275)*	275	380	16 mín	-
SS G50 (350)**	350	450	-	-

Tabla 7. Propiedades del Acero galvanizado CS Comercial. Tomado de: **URL:** <http://www.acesco.com>

3.9.6 Tolva

Para la fabricación de la tolva utilizará:

- Acero inoxidable Austenítico 316.

Es un acero que tiene mejores presentaciones desde el punto de vista de fabricación de componentes, posee muy buena soldabilidad, contiene cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos (Ver tabla 8).

El acero Austenítico 316 es muy usado en el mercado, se consigue con gran facilidad y se aconseja la elección de este, dado que la tolva tiene así una mayor duración además de una mejor presentación desde el punto de vista estético.

“ACERO INOXIDABLE 316” Propiedades Constantes

NOMBRE	VALOR
Densidad	8000 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	193 GPa
Resistencia a la fluencia	207 MPa
Resistencia a la rotura	552 MPa
Razón de Poisson	0.30

Tabla 8. Propiedades del acero inoxidable Austenítico 316. Tomado de: URL: <http://www.matweb.com>

3.9.7 Poleas

Para la fabricación de las poleas se utilizara:

- Fundición en Aluminio

Es un material que posee gran resistencia a la tracción, tensión y a la corrosión, es económico y de fácil maquinado lo que permite que se pueda tornearse en menos tiempo que una polea de acero, además es liviano lo que disminuye la carga en el peso del eje que lo soporta (Ver tabla 9).

Fue seleccionado ya que para esta máquina una de las poleas tendrá unas guías y no un canal completo, esto en caso de que las semillas de algodón atasquen los rodillos, pues al tener un diseño distinto al usual, no se conseguía comercialmente.

“FUNDICION EN ALUMINO” Propiedades Constantes

NOMBRE	VALOR
Densidad	2660 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	70 GPa
Resistencia a la tracción	130 MPa
Resistencia a la rotura	290 MPa
Razón de Poisson	0.33

Tabla 9. Propiedades de la fundición de Aluminio. Tomado de: **URL:** <http://www.matweb.com>

3.9.8 Bujes

Para la fabricación de los bujes se utilizara el siguiente material:

- Bronce Fosforado

Este material fue seleccionado por que impide que el acero del eje sufra gran desgaste, debido a que este tipo de bronce posee una baja fricción frente al acero y es el que se utiliza con mayor frecuencia en la fabricación de bujes (Ver tabla 10).

“BRONCE FOSFORADO” Propiedades Constantes

NOMBRE	VALOR
Densidad	8800 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	110 GPa
Resistencia a la fluencia	152 MPa
Resistencia a la rotura	380 MPa
Razón de Poisson	0.35

Tabla 10. Propiedades del Bronce Fosforado. Tomado de: **URL:** <http://www.matweb.com>

3.10 SOLDADURA

Los parámetros que se tuvieron en cuenta para la soldadura de la maquina descascaradora de semillas de algodón fueron:

- Uso destinado del material.
- Soldadura Apropiaada para cada material.
- Tipo del material.
- Costo de la soldadura.

La soldadura aplicada para la construcción y fabricación de la estructura, soporte de los ejes, bandeja y tolva fueron las siguientes:

3.10.1 Estructura, Soportes y Bandeja

La soldadura que se utilizará para la construcción de la estructura, los soportes de los ejes y la bandeja es

- **Lincoln Gricon 33E6013**

Debido a su bajo costo y buena durabilidad, este tipo de soldadura es un electrodo de fácil manipulación, desarrollado para toda clase de elementos que requieran poca penetración.

3.10.1.1 Descripción de la soldadura

El metal que se deposita produce una capa uniforme, lisa, sin entalladuras, ni socavaciones en los costados, deja cordones de muy buena presentación con cualquier tipo de equipo soldador incluyendo los del bajo voltaje del circuito abierto.

3.10.1.2 Aplicaciones típicas

Se utiliza más que todo para la construcción de hierro y aceros en general, carpintería de lámina delgada, fabricación de puertas, ventanas rejas ductos, ensamble de carrocerías y ornamentación en general.

3.10.2 Tolva

Para la construcción de la tolva se utilizará

- **Soldadura de acero inoxidable 308L**

Es una soldadura de bajo costo y es recomendada para el acero inoxidable ya que los electrodos de esta soldadura unen o reconstruyen el acero inoxidable

3.10.2.1 Descripción de la soldadura

Esta soldadura posee un electrodo con un revestimiento que le permite soldar con los amperajes más bajos, deja cordones sin salpicaduras, planos, lisos y sin socavaciones, es muy resistente a la corrosión.

3.10.2.2 Aplicaciones típicas

Este tipo de soldadura es muy recomendable para la industria de lácteos, alimenticia, farmacéutica, para embotelladoras, para la industria química, petrolera e industria en general.

4. DISEÑO DETALLADO

4.1 ENGRANES

Los engranes de esta máquina (Ver figura) fueron diseñados de la siguiente forma:

El diámetro exterior (De) seleccionado para los engranes es de 10cm y un modulo (M) adecuado a utilizar para los dientes es de 5.75mm (Estos dos datos son criterios de diseño teniendo en cuenta lo dicho anteriormente en la selección del material del engrane).

Después de definir un De y un M se puede calcular el número de dientes (N) que tendrán los engranes

$$De = M \times (N + 2)$$

$$100mm = 5.75mm \times (N + 2)$$

$$100mm = 5.75N + 11.5mm$$

$$N = \frac{100mm - 11.5mm}{5.75mm}$$

$$N = 15$$

Con estos resultados se calcula el diámetro primitivo (Dp)

$$Dp = M \times N$$

$$Dp = 5.75mm \times 15$$

$$Dp = 86.25mm$$

Este valor permite calcular el diámetro interior (Di)

$$Di = Dp - (2M \times 1.167)$$

$$Di = 86.25mm - (2 \times 5.75mm \times 1.167)$$

$$Di = 72.82mm$$

1.167 = Es una constante utilizada en esa ecuación.

El paso (P) es

$$P = M \times \pi$$

$$P = 5.75mm \times \pi$$

$$P = 17mm$$

Con el paso (P) se obtiene el espacio entre dientes (c)

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

$$c = \frac{17}{2}$$

$$c = 8.5mm$$

El espesor del diente (e) y el espacio entre dientes (c) se calculan de la misma manera eso quiere decir que son iguales.

$$e = 8.5mm$$

Se calcula la altura total del diente (h)

$$h = M \times 2.167$$

$$h = 5.75mm \times 2.167$$

$$h = 12.5mm$$

Y por último se obtiene el radio del pie del diente (r)

$$r = 0.3 \times M$$

$$r = 0.3 \times 5.75mm$$

$$r = 1.7mm$$

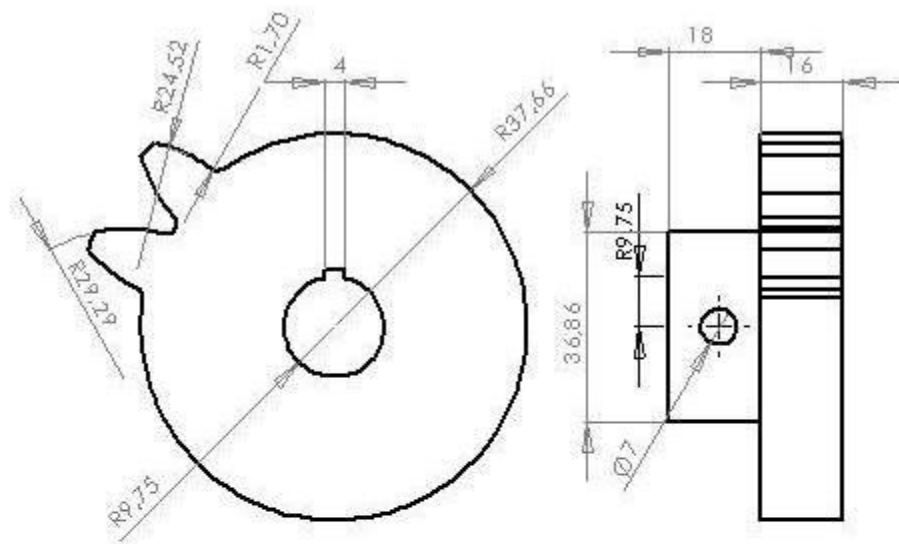
El ángulo de presión (φ) para engranes que tienen entre 14 y 17 dientes es de 22.5° , este valor permite calcular el diámetro del círculo de trazado (CT)

$$CT = Dp \times \cos\varphi$$

$$CT = 86.25mm \times \cos 22.5^\circ$$

$$CT = 86.25mm \times 0.92387$$

$$CT = 79.68mm$$



Módulo	5.75
Diámetro Exterior	100 mm
Diámetro interior	72.82 mm
Diámetro Primitivo	86.25 mm
Paso	17 mm
Espacio entre dientes	8.5 mm
Altura del diente	12.5 mm
Angulo de Presión	22.5°
CT	79.68 mm
Número de dientes	15

Figura 11. Plano del Engrane. Escala 1:1. Medida en milímetros. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

4.2 FACTOR DE SEGURIDAD DE LA POTENCIA

El factor de seguridad para la potencia es

$$\eta = \frac{P_m}{P_{ca}}$$

P_m = Potencia del motor (la que fue utilizada en el diseño final)

P_{ca} = Potencia calculada (la que se halló teóricamente)

$$\eta = \frac{1.0HP}{0.80HP}$$

$$\eta = 1.25$$

Este resultado indica que la perdida por calor del motor es de 0.25, con esto se puede decir que la potencia requerida por el sistema no sobrepasa los límites de diseño.

4.3 ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS COMPONENTES DE LA MAQUINA DESCASCARADORA

4.4 ANALISIS DEL CILINDRO PRINCIPAL, TRANSPORTADOR DE POTENCIA

4.4.1 Tipos de soportes y condiciones de frontera

Los tipos de soportes utilizados en esta prueba fueron dos soportes cilíndricos debido a que los bujes y ejes tienen forma cilíndrica, uno de estos está ubicado en el extremo del eje secundario (eje corto) y otro está ubicado en medio del eje principal (eje largo).

Las condiciones de frontera fueron las cargas críticas del sistema. A lo largo del cilindro se aplicó una fuerza Normal (FN) que en la grafica está representada por el valor 427.008N y una fuerza horizontal (FH) cuyo valor es 128.1N (Ver figura 12).

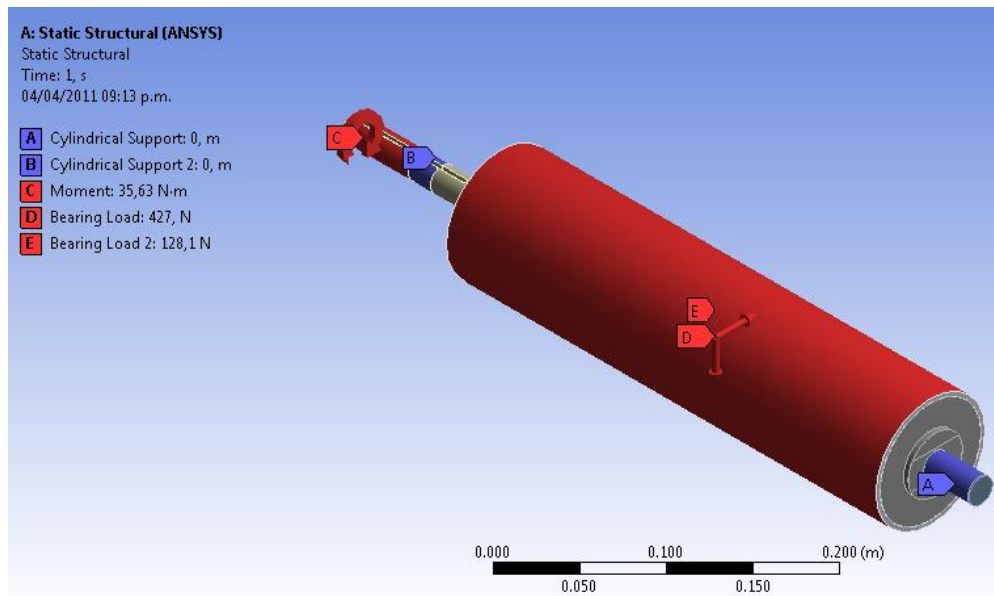


Figura 12. Tipos de apoyos. Elaborado por Juan Pablo Hinstroza Durán.

4.4.2 Esfuerzo cortante máximo

El esfuerzo cortante máximo que se obtuvo por medio del software ANSYS (Ver figura 13) con un valor máximo de 86.34Mpa, está localizado en el eje secundario (eje corto). Este valor que se obtuvo indica que el eje puede soportar las cargas que recibe.

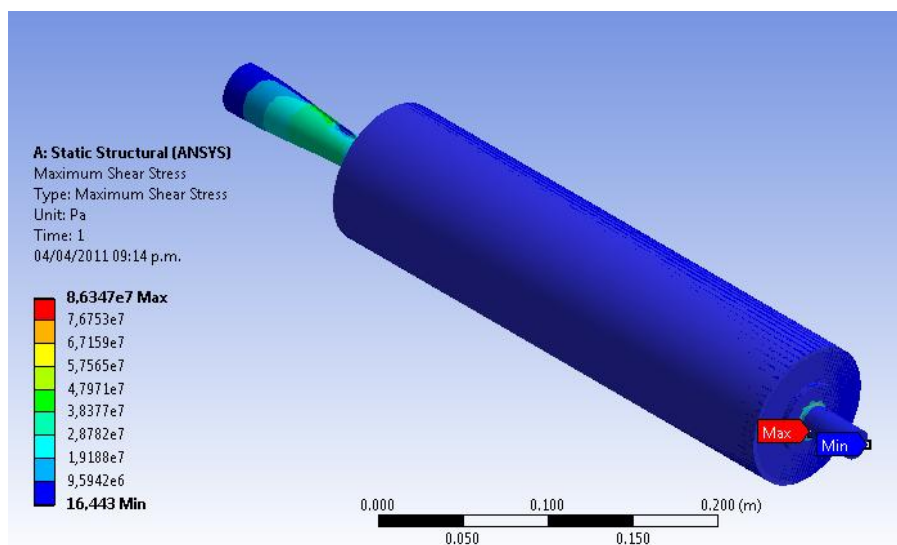


Figura 13. Esfuerzo Cortante Máximo. Elaborado por Juan Pablo Hinstroza Durán.

4.4.3 Esfuerzo equivalente

El esfuerzo equivalente que se obtuvo por medio del software ANSYS (Ver figura 14) con un valor máximo de 149.59Mpa, está localizado en el eje secundario (eje corto). Este valor que se obtuvo indica que el eje puede soportar las cargas que recibe sin sufrir mayores daños.

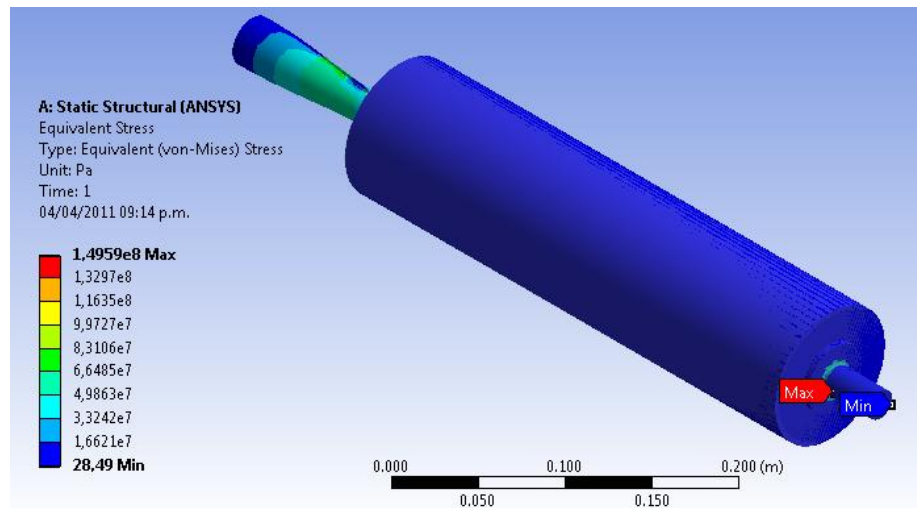


Figura 14. Esfuerzo Equivalente. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

4.4.4 Deformación total

La deformación total que se ha obtenido para el eje que recibe la potencia transmitida por el motor (eje principal) por medio del software ANSYS (Ver figura 15) es de 3.7653×10^{-5} m ubicada en el extremo del eje. El resultado indica que el material ha sufrido una leve expansión probablemente causada por la velocidad de giro y por los pesos de otros componentes de la máquina que están recargados sobre este, como lo son la polea y el engrane, sin embargo esto no afecta la integridad del componente.

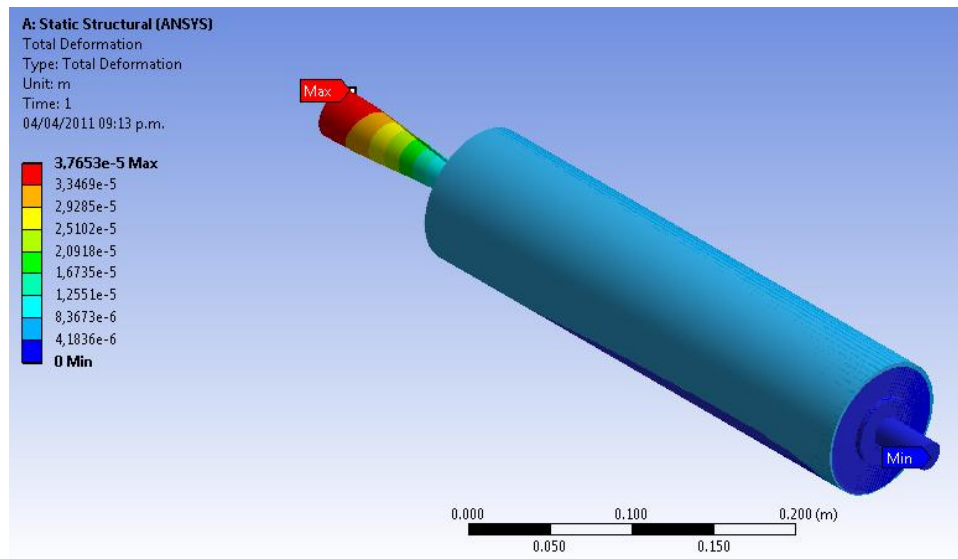


Figura 15. Deformación Total. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

4.4.5 Factor de seguridad del esfuerzo cortante máximo

El factor de seguridad que se ha obtenido para el eje que recibe la potencia transmitida por el motor (eje principal) por medio del software ANSYS (Ver figura 16) es de 2.02, el cual indica que los parámetros de diseño para esta pieza son los adecuados ya que ésta puede soportar las cargas que recibe.

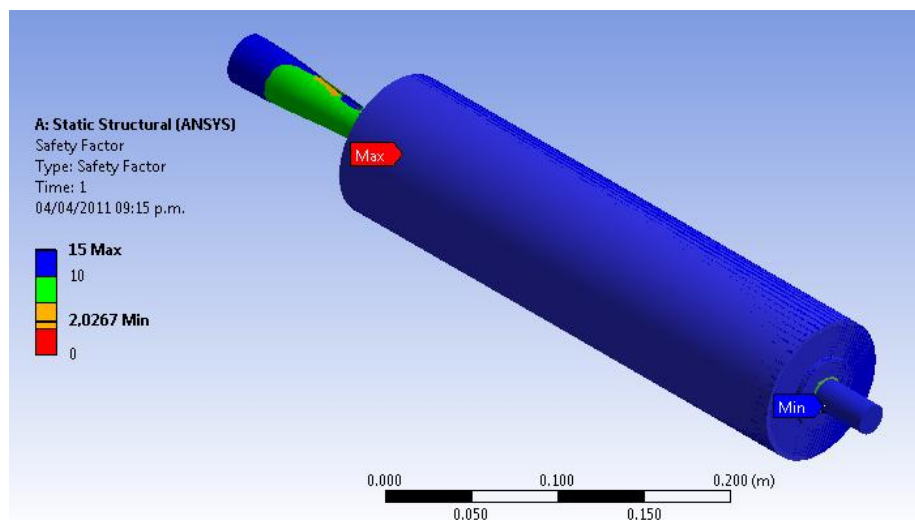


Figura 16. Factor de Seguridad del esfuerzo Cortante. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán

4.4.6 Factor de seguridad del esfuerzo equivalente

El factor de seguridad que se ha obtenido para el eje que recibe la potencia transmitida por el motor (eje principal) por medio del software ANSYS (Ver figura 17) es de 2.33, el cual indica que los parámetros de diseño para esta pieza son los adecuados ya que ésta puede soportar las cargas que recibe.

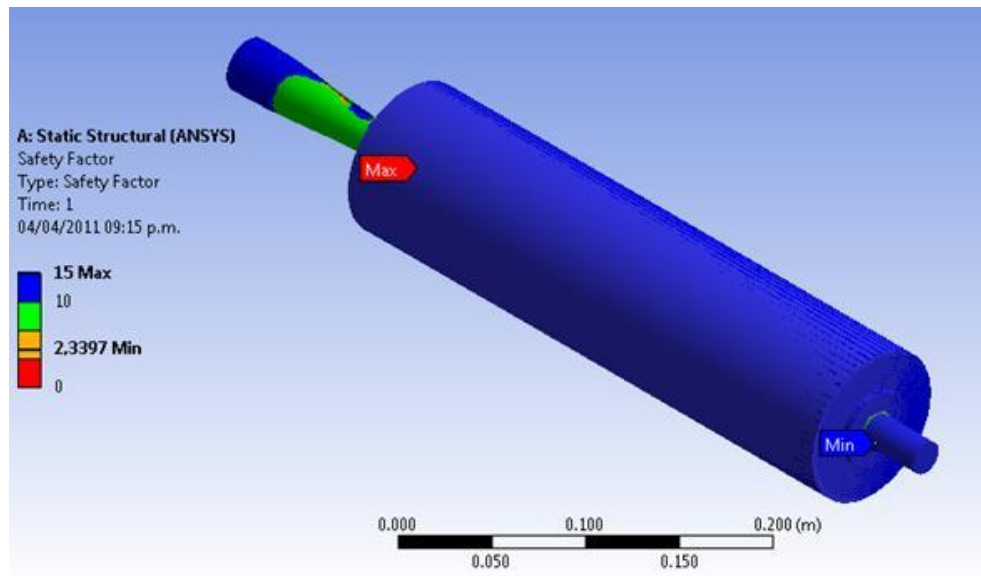


Figura 17. Factor de Seguridad del esfuerzo Equivalente. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

5 PRUEBAS

5.1 METODOLOGIA DE PRUEBAS

La metodología durante las pruebas de la maquina descascaradora de semillas de algodón se desarrollo para saber con exactitud qué cantidad de pulpa y de cáscara hay en cierta cantidad de semillas de algodón.

Las pruebas se realizaron de dos formas, la primera fue una prueba manual de 100g de semillas de algodón la cual nos revelo el porcentaje de cáscara y pulpa que había en esa cantidad, posteriormente estos primeros datos se compraron con los de las segundas pruebas que fueron realizadas en la máquina con cantidades de 20g y 100g de semillas de algodón.

5.2 REALIZACION DE PRUEBAS

La máquina fractura la semilla para facilitar la posterior separación de los componentes de la misma, la figura 18 muestra las semillas después de atravesar los rodillos.



Figura 18. Semillas de algodón después de atravesar los cilindros. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

5.2.1 Prueba manual de 100g

En esta prueba se separaron 100g de pepas de algodón manualmente, las figuras 19 y 20 muestran la cantidad de pulpa y cáscara después de realizar la prueba.



Figura 19. Pulpa de las semillas. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.



Figura 20. Cáscaras de las semillas de algodón. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

	CANTIDAD DE PULPA (g)	CANTIDAD DE CASCARA (g)
PRUEBA MANUAL (100g)	51g	49g

Este resultado indica que en 100g gramos de semillas de algodón 51g son de pulpa y 49g son de cascara.

5.2.2 Pruebas de 20g

Se realizaron 5 pruebas de 20g en la máquina con el fin de encontrar un promedio de pulpa y cascara en esa cantidad de semillas de algodón, la figura 21 muestra el inicio de las pruebas.



Figura 21. Realización de pruebas de 20g. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

	CANTIDAD DE PULPA (g)	CANTIDAD DE CASCARA (g)
PRUEBA 1	10.2g	9.8g
PRUEBA 2	11g	9g
PRUEBA 3	10.1g	9.9g
PRUEBA 4	10.2g	9.8g
PRUEBA 5	10.7g	9.3g

Tabla 11. Resultados de las Pruebas de 20g. Elaborada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

Después de realizar las cinco pruebas de 20g se puede decir que en promedio hay 10.44g de pulpa y 9.56g de cascara.

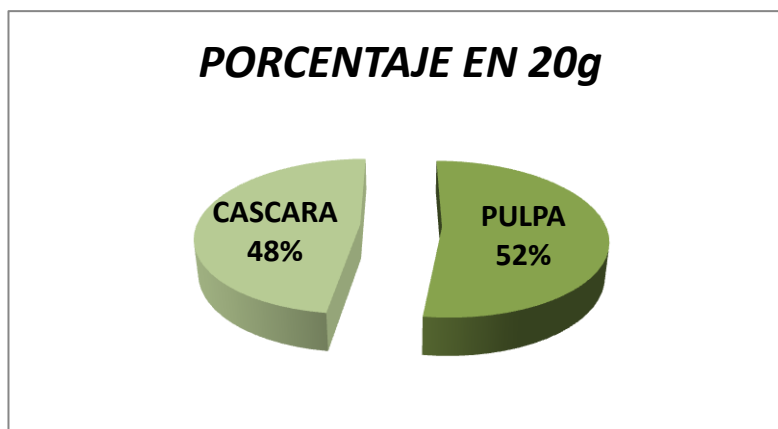


Figura 22. Porcentaje de elementos en 20g. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

5.2.3 Pruebas de 100g

Con el mismo propósito de las pruebas de 20g, estas pruebas de 100g realizadas en la máquina se hicieron con el fin de encontrar un promedio de pulpa y cáscara en esa cantidad de semillas de algodón (Ver figura 23).



Figura 23. Realización de pruebas de 100g. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

	CANTIDAD DE PULPA (g)	CANTIDAD DE CASCARA (g)
PRUEBA 1	53g	47g
PRUEBA 2	51g	49g
PRUEBA 3	50.6g	49.4g

PRUEBA 4	52.1g	47.9g
PRUEBA 5	51g	49g
PRUEBA 6	50.2g	49.8g
PRUEBA 7	51.4g	48.6g
PRUEBA 8	51.2g	48.8g
PRUEBA 9	51g	49g
PRUEBA 10	51.1g	48.9g

Tabla 12. Resultados de las Pruebas de 100g. Elaborada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

Después de realizar las 10 pruebas de 100g se puede decir que en promedio hay 51.25g de pulpa y 48.74g de cascara.

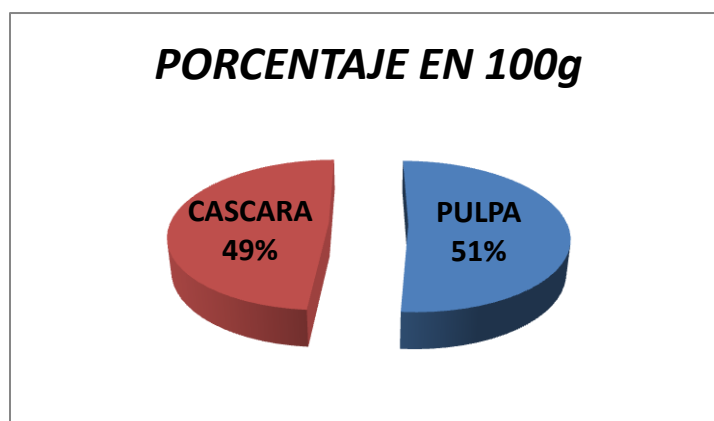


Figura 24. Porcentaje de elementos en 100g. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Durán.

Analizando los resultados obtenidos en las distintas pruebas, se comprobó que el componente de la semilla de algodón con mayor peso es la pulpa, esto es conveniente al momento de realizar la extracción del aceite vegetal y que entre más grande sea la semilla más cantidad de aceite se podrá extraer.

La máquina fracturo el 80% de las semillas que pasaron a través de los rodillos, algunas de ellas aun contenían gran cantidad de algodón lo que dificultó la fractura en su totalidad, sin embargo, las semillas que tenían reducido al máximo la cantidad de algodón fueron fracturadas totalmente lo que permitió posteriormente separar fácilmente la cáscara de la pulpa.

6 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

6.1 OBJETIVO

El objetivo de este manual de funcionamiento es darle a conocer como se debe utilizar correctamente la maquina, son 9 sencillos pasos que cualquier persona puede realizar si se hace de la forma correcta.

6.2 FUNCIONAMIENTO

- El primer paso que cualquier persona debe hacer antes de trabajar en la maquina es contar con unos guantes para evitar que le suceda cualquier accidente en las manos.
- El siguiente paso es verificar que los componentes de la maquina se encuentren en perfecto estado, los cuales son la tolva, los engranes, la banda, los rodillos, el motor, los bujes, las poleas, ejes y la estructura (Ver figura 25).

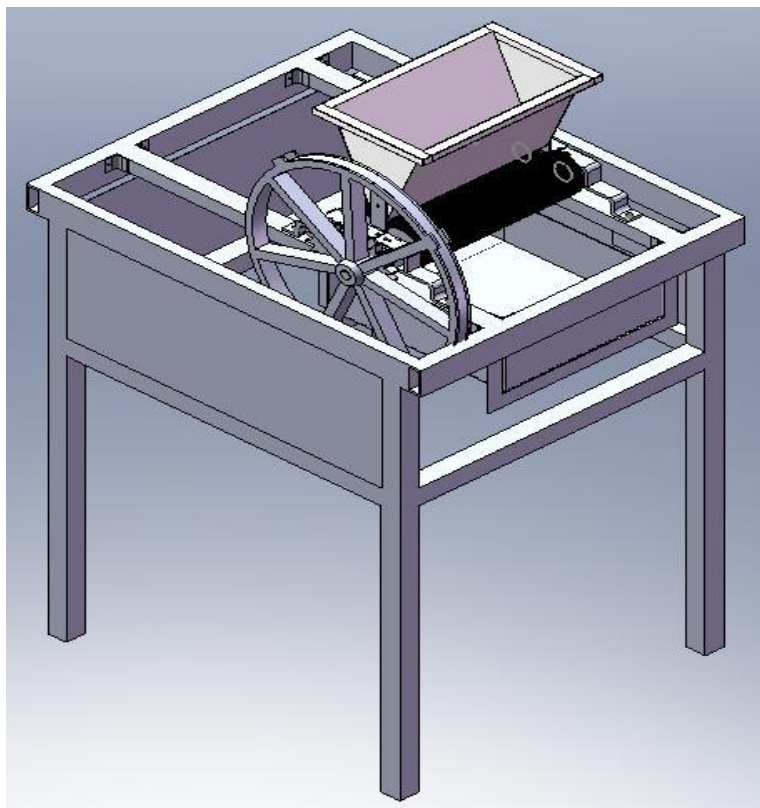


Figura 25. Máquina Descascaradora. Elaborado por Juan Pablo Hinestroza Duran.

- Revise las conexiones eléctricas para evitar un corto circuito.

- Calibre los rodillos de tal forma que estén a la medida que se desea utilizar y ajuste las tuercas para que estos no se muevan de la posición de trabajo (Ver figura 26).

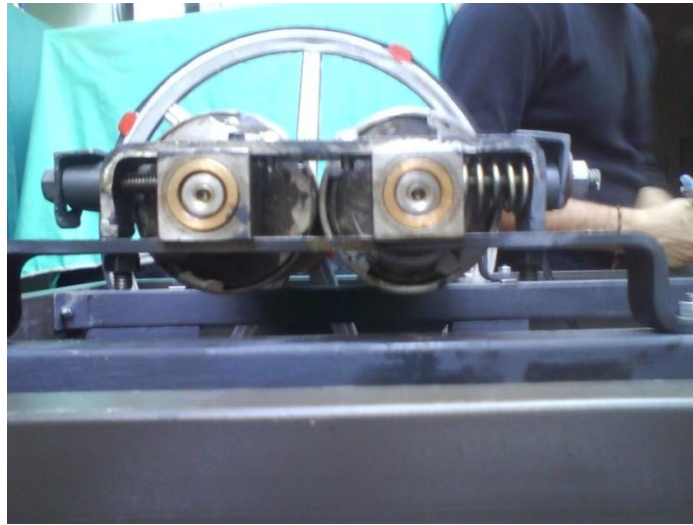


Figura 26. Calibrar cilindros. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

- Aplique aceite en las aceiteras de los bujes para disminuir la fricción con los ejes de los cilindros (Ver figura 27).

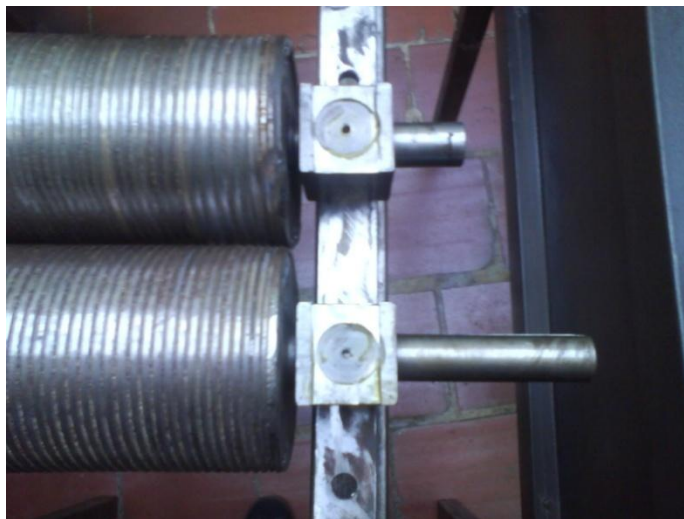


Figura 27. Graseras de los bujes. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

- Diríjase al botón de encendido para encender la maquina (Ver figura 28).



Figura 28. Botones de encendido y apagado. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

- Aplíquese semillas gradualmente (Ver figura 29).



Figura 29. Agregado de semilla a la maquina. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

- Cuando el depósito de semillas este lleno apague la máquina para realizar de forma segura la extracción de la semilla (Ver figura 30).



Figura 30. Botones de encendido y apagado. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

- Desconecte la maquina del toma corriente si el trabajo ha sido terminado (Ver figura 31).



Figura 31. Maquina desconectada. Tomada por Juan Pablo Hinestroza Durán.

CONCLUSIONES

Se diseñó, construyó y probó una máquina descascaradora de semillas de algodón, mediante la utilización de un sistema de rodillos que permitió obtener una fibra carnosa la cual servirá para conseguir por medio de otros procesos aceite vegetal.

Se elaboraron los planos detallados de la maquina descascaradora de semillas de algodón con base en los procesos de diseño y simulaciones realizadas.

El esfuerzo cortante máximo y el esfuerzo equivalente calculados mediante el software de elementos finitos ANSYS V11.0 indican que el cilindro de la máquina descascaradora de semillas de algodón puede soportar cargas verticales y horizontales sin inconvenientes con un factor de seguridad (n) mínimo de 2.11 y 2.43. Esto se debe a que los esfuerzos no superan al esfuerzo último de los materiales seleccionados.

Se concluyo que para obtener un mejor descascarado de las semillas, se deben separar los rodillos al máximo para que de esta forma la pepa de algodón atraviese los rodillos sin ser triturada. Al realizar el proceso de descascarado de esta forma, se puede ver como resultado la fractura de la semilla de algodón para posteriormente separar sus componentes.

La máquina fractura el 80% de las semillas que ingresan en ella, cabe resaltar que para las pruebas realizadas no se contaba con una desmotadora de semillas de algodón la cual es la encargada de suprimir al máximo el algodón que rodea a las semillas para luego fracturarlas, es por eso que existe un margen de error del 20% ya que a algunas de las semillas utilizadas tenían gran cantidad de algodón a su alrededor.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. TORRES, Clara Ximena. Manual agropecuario Biblioteca del Campo. 1 ed. Bogotá: Fundación hogares juveniles campesinos, 2002.
- [2]. PRADO, Alberto Borrero. Enciclopedia Agropecuaria Ingeniería y Agroindustria. 2 ed. Bogotá: Terranova Editores, Ltda, 2001.
- [3]. Harina y semilla de algodón [on line]. 1. Ed. España: UCO. [Citado 12 Nov., 2008]. Disponible en internet: <<http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/tablas/protvegTEX.pdf>>
- [4]. USACH, Leandro. Algodón [on line]. 1. Ed. Argentina: Monografías, ago. 2008. [Citado 10 oct., 2008]. Disponible en internet: <<http://www.agriculturayganaderia.com>>
- [5]. Procesamiento de Cereales / Intermediante Technology Development Group; United Nations Development Fund for Women. -- 2da.ed.-- Lima: ITDG,1998. Disponible en internet: <<http://www.fao.org>>
- [6]. GIMENEZ, Marcela. Obtención de aceite comestible [on line]. 1. Ed. Argentina: Monografías, abr. 2007. [Citado 7 Ago., 2008]. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos35/obtencion-aceite>>
- [7]. BELLIDO, Luis López. Cultivos Industriales. ed. Mundi prensa, 2002
- [8]. COVALEDA, Héctor Martínez. Agroindustria y Competitividad. ed. AC. Graficolor, 1992 – 2005.
- [9]. BAILEY, Alton Edward. Aceites y Grasas Industriales. ed. Reverté S.A. 2001.

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE MANTENIMIENTO

Este manual contiene 7 recomendaciones para el buen mantenimiento de la maquina y sus componentes, para que de esta forma la maquina siempre se encuentre en buenas condiciones.

Los pasos para el buen mantenimiento de la maquina descascaradora de semillas de algodón son:

- 1- Mantener siempre bien engrasados los piñones. Un tiempo adecuado para este proceso de engrasamiento es de 2 días o 10 horas de trabajo, no importa el tipo de grasa, puede ser grasa negra o grasa roja.



- 2- Mantener limpias las ranuras de los rodillos, esto con el fin de que el proceso de descascarado se realice eficazmente y de esta forma también se evita que pueda existir un bloqueo entre los rodillos por exceso de mugre en las ranuras.



- 3- Revisar que la correa siempre este templada para que la potencia que se transmite del motor hacia la polea sea la correcta, de lo contrario la maquina no va a trabajar de una forma eficiente.



- 4- Mantener siempre engrasados los bujes, se deben engrasar al inicio de la jornada de trabajo y 10 horas después si se continúa trabajando con la maquina, este paso se realiza con el fin de evitar la fricción para mantener el buen funcionamiento de los rodillos.



- 5- Tensionar los tornillos graduadores, estos tornillos son los que nos permiten acercar o alejar los rodillos, dependiendo de la forma que se desee trabajar, después de que ubiquemos los rodillos a la distancia con la cual vamos a trabajar, estos tornillos se deben tensionar para evitar que los rodillos se muevan de la posición de trabajo.



- 6- Mantener limpia la tolva para que no hayan residuos y evitar de esta forma que al momento de trabajar estos residuos se mezclen con las semillas de algodón.



- 7- Mantener desconectado la toma corriente si la maquina no va a ser utilizada.

ANEXO B. GUIA.

LABORATORIO DE DISEÑO DE MAQUINAS.		
Práctica Nº 1	FUERZA APLICADA	Elaboró: J.P. Hinestroza
		Revisó: A. Santos

1. OBJETIVOS:

- ❖ Determinar qué cantidad de semillas de algodón son fracturadas en diferentes intervalos de tiempo y distancia entre los rodillos para comprobar en porcentajes la cantidad de cascara y pulpa que estas contienen.

2. CONCEPTOS IMPORTANTES:

- Bujes. Tipos de Bujes. Normatividad sobre el tema. Aplicaciones típicas.
- Estrías. Tipos de estrías en rodillos. Normatividad sobre el tema. Aplicaciones típicas.
- BIBLIOGRAFIA: Textos de diseño de máquinas. Catálogos Web.

3. ACTIVIDADES:

3.1 Toma de datos para:

- 50g de semilla de algodón en 30 segundos.
- 100g de semilla de algodón en 60 segundos.
- 200g de semilla de algodón en 120 segundos.

Mínimo realizar 3 pruebas para cada una de las cantidades anteriores y hacer un promedio con los resultados obtenidos.

Para esta actividad se deben engrasar los engranes y los bujes con el fin de proporcionar mayor efectividad al momento de fracturar la semilla. Se debe contar con un cronometro para calcular el tiempo de proceso y un calibrador para medir la separación de los rodillos.

3.2 Realizar los cálculos correspondientes para determinar qué cantidad de semillas no se fracturaron y para calcular el porcentaje de cascara y pulpa que hay en las semillas fracturadas.

3.3 Que cantidad de fuerza es necesaria para fracturar las semillas de algodón.

4. CONTENIDO DEL INFORME:

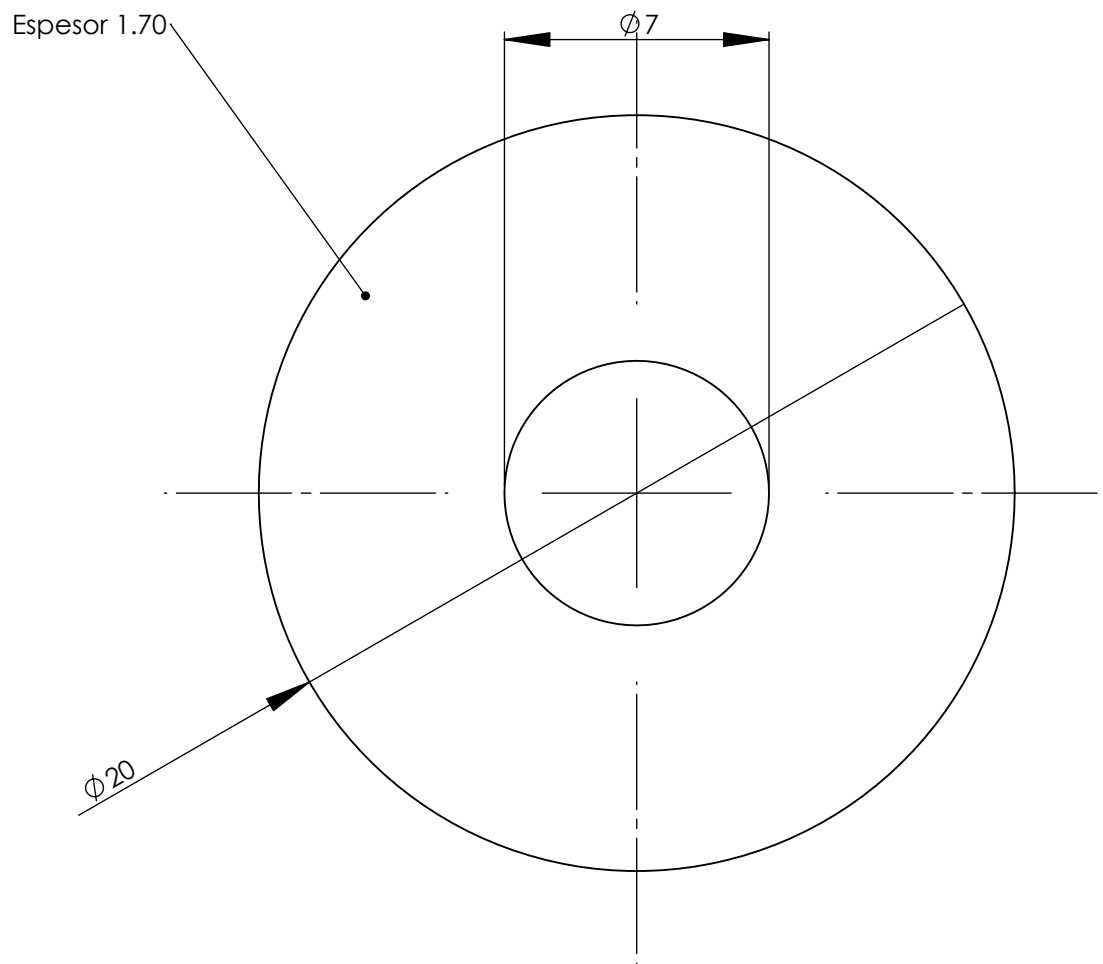
4.1 Entrega de ficha en laboratorio. (30 %)

4.2 Informe. (70%)

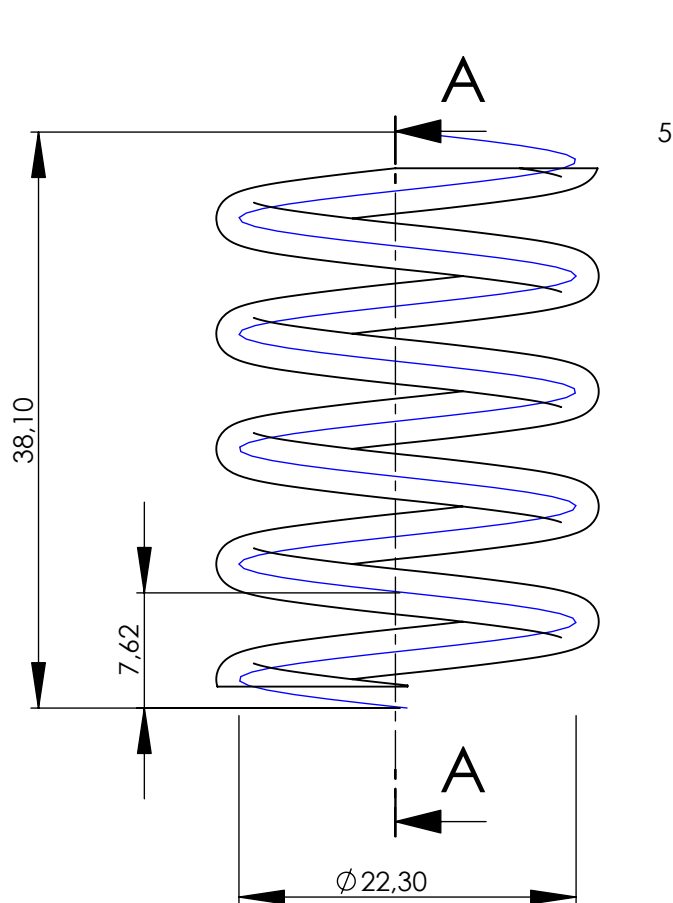
Los informes de laboratorio deben ser **escritos a mano**, en hojas blancas tamaño carta, en forma ordenada, contenido bien distribuido, **con normas técnicas**.

1. Título
2. Integrante(s)
3. Objetivos
4. Marco teórico (Breve descripción de los conceptos claves)
5. Desarrollo y descripción de la actividad(incluye registro de datos y gráficas)
6. Análisis / observaciones / conclusiones (importante el **aporte personal**)
7. Referencias bibliográficas.

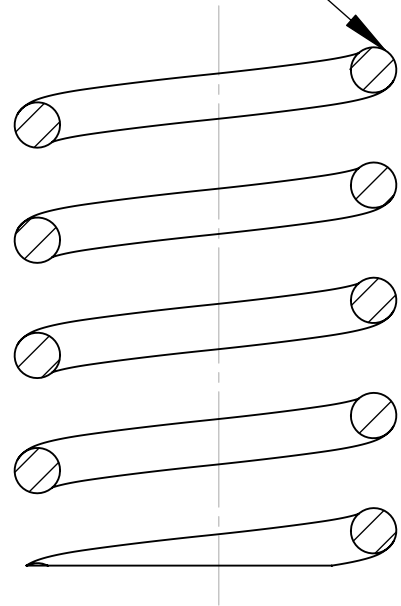
ANEXO C, PLANOS.



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Arandela Pequeña			Hoja 61

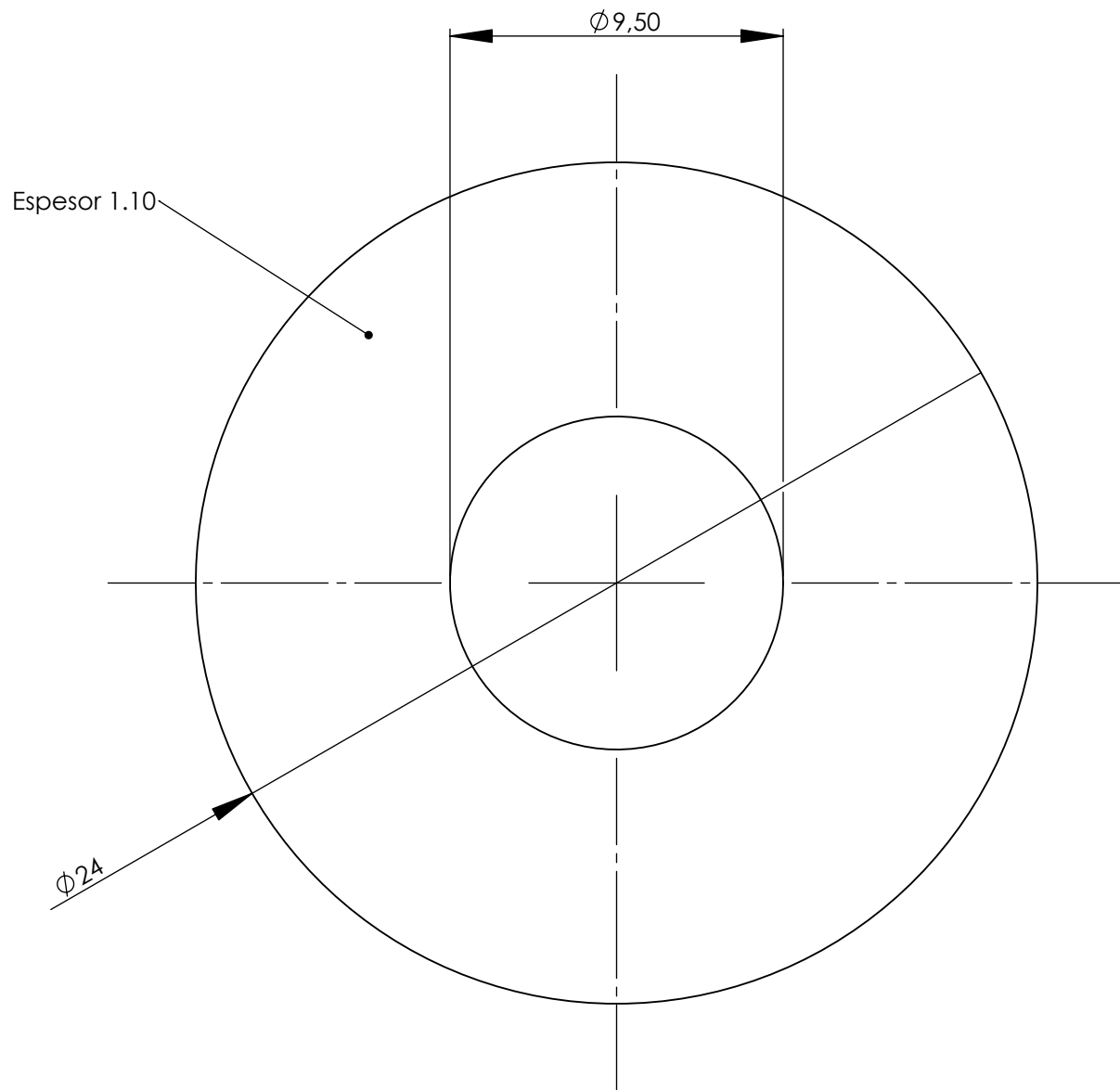


Diam=3

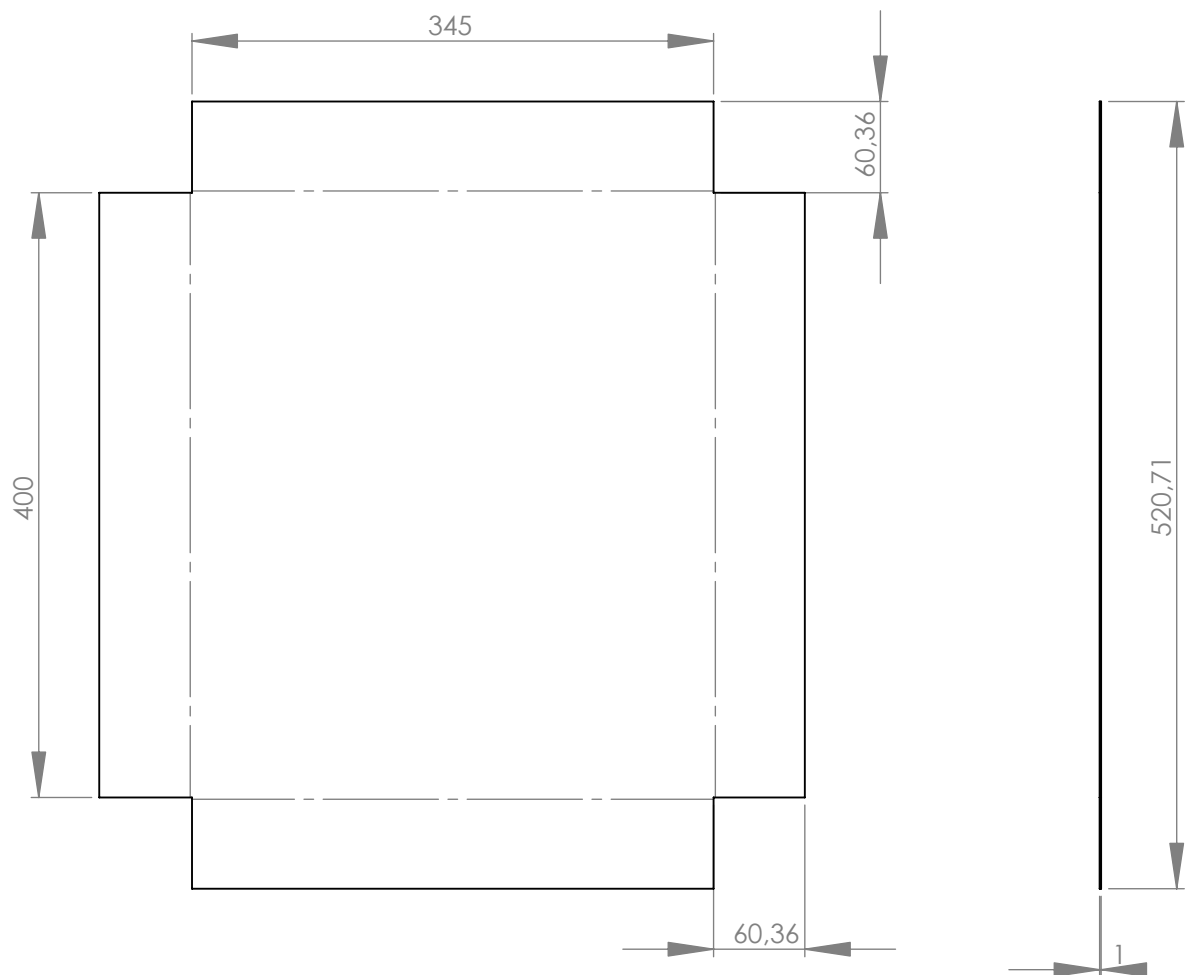


SECCIÓN A-A

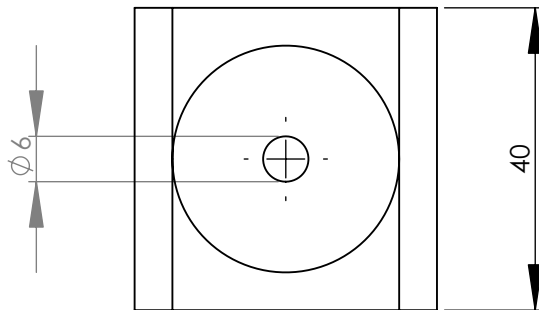
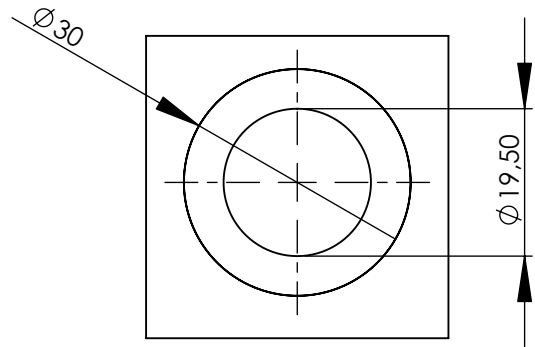
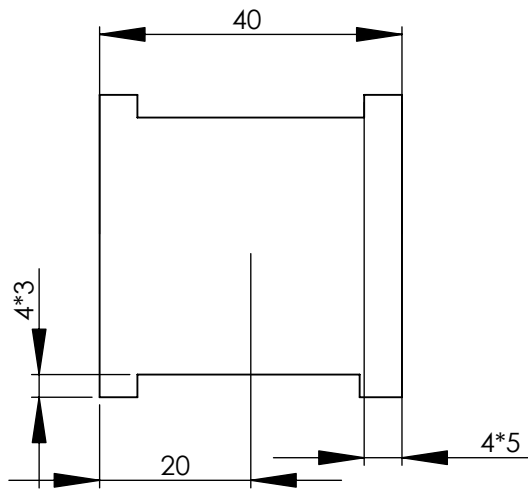
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Resorte			Hoja 62



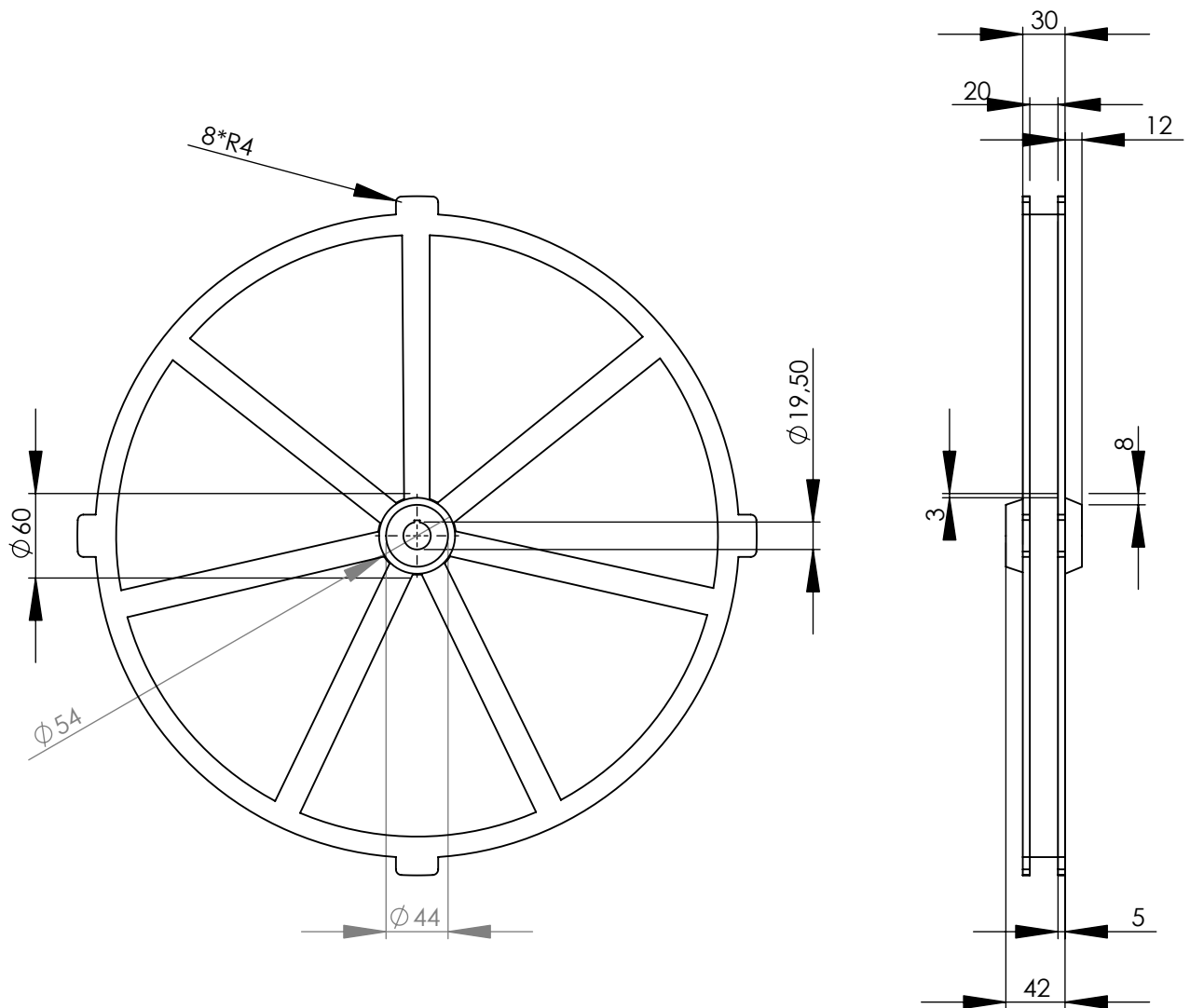
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Arandela Mediana			Hoja 63



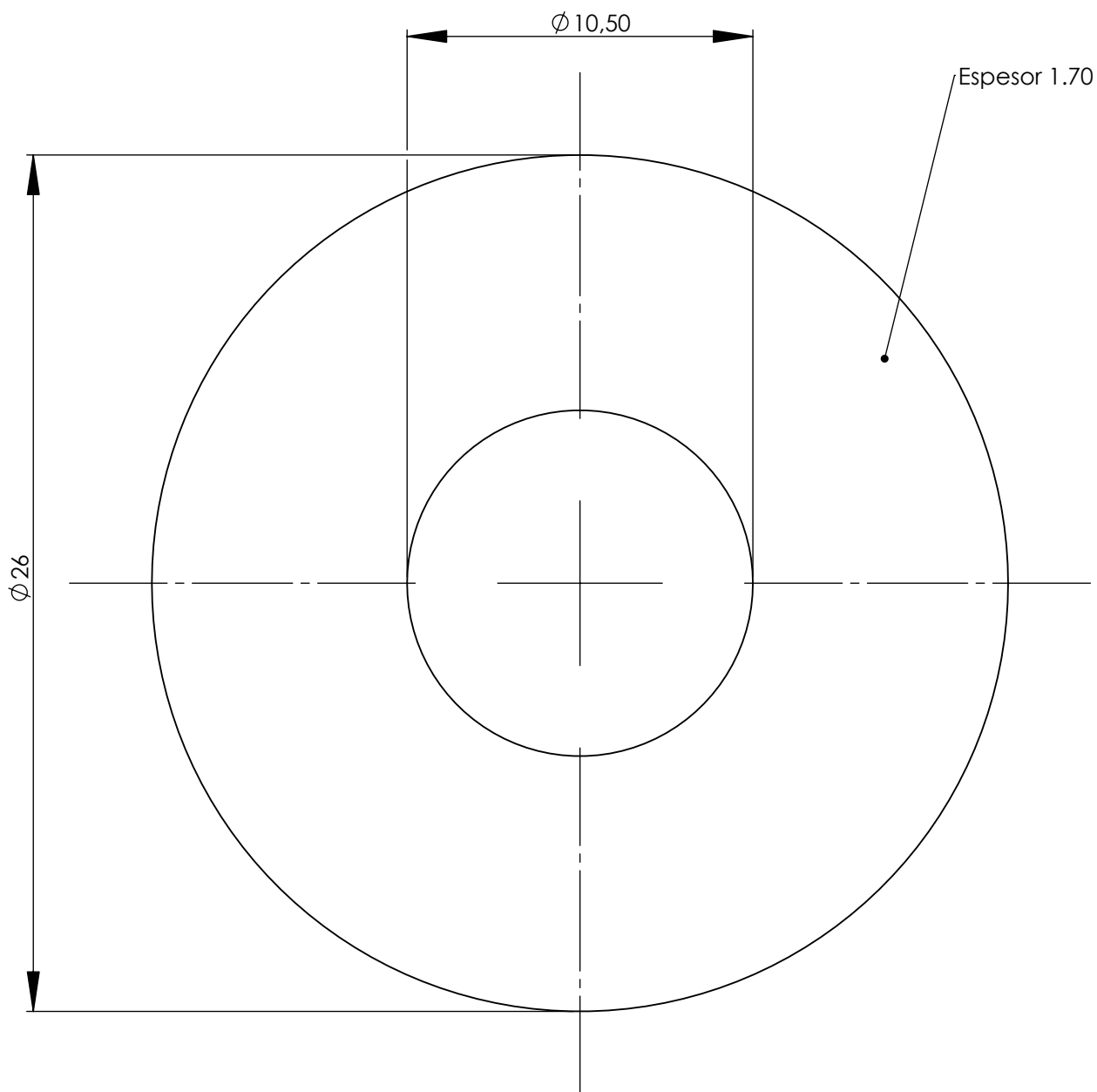
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Bandeja			Hoja 64



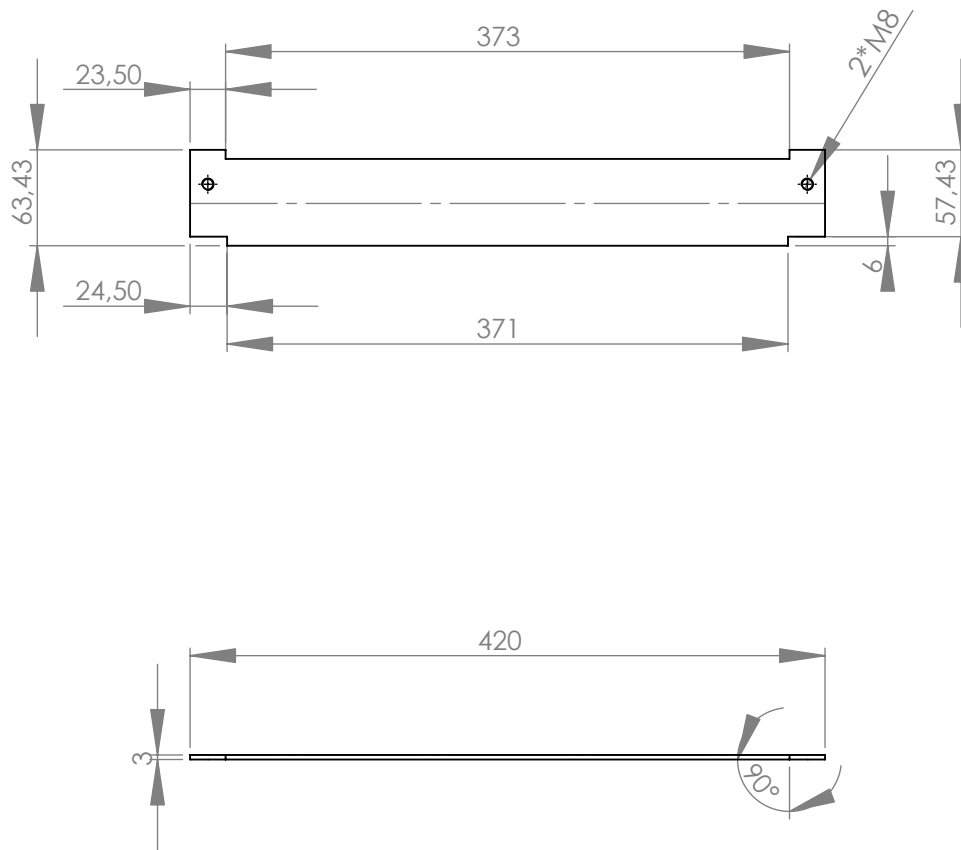
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Buje			Hoja 65



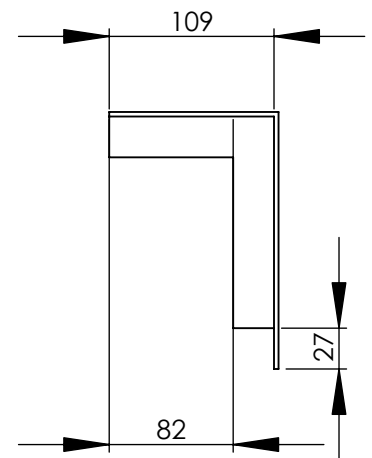
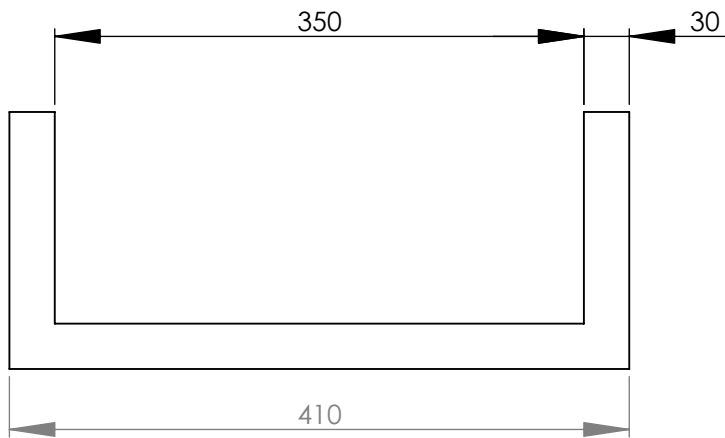
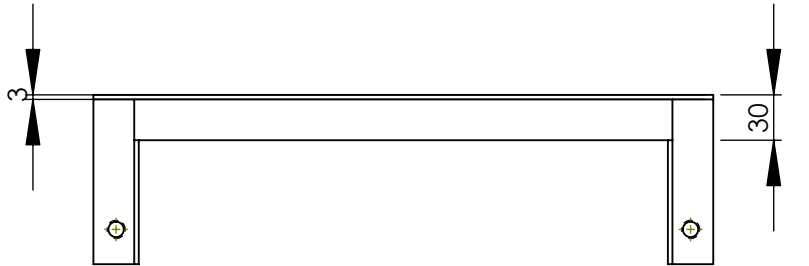
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	29/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Polea Principal			Hoja 66



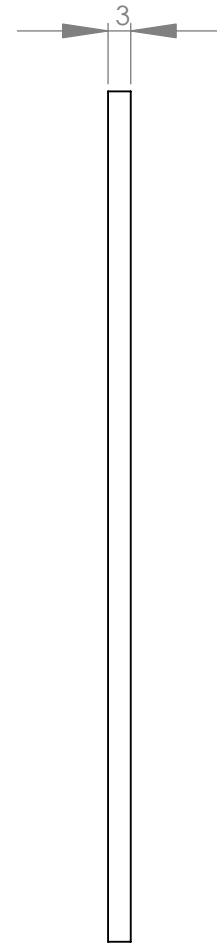
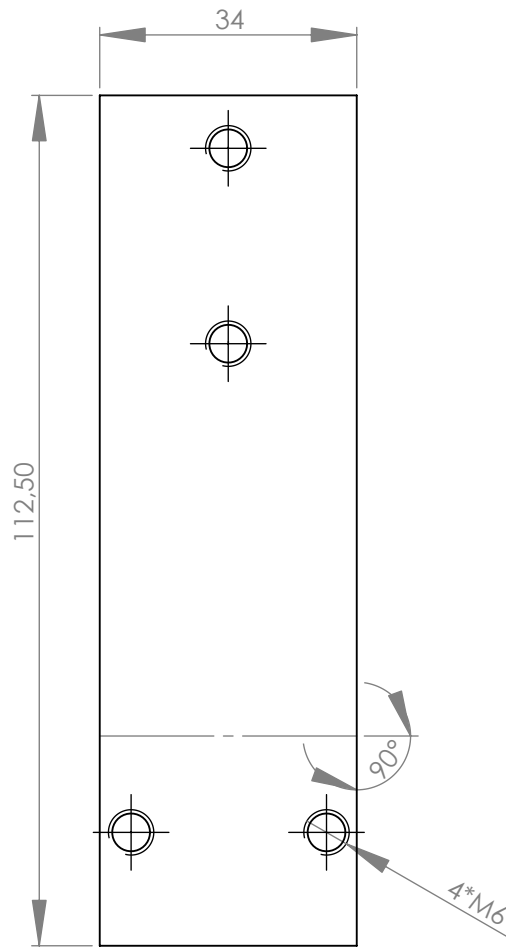
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Arandela Grande			Hoja 67



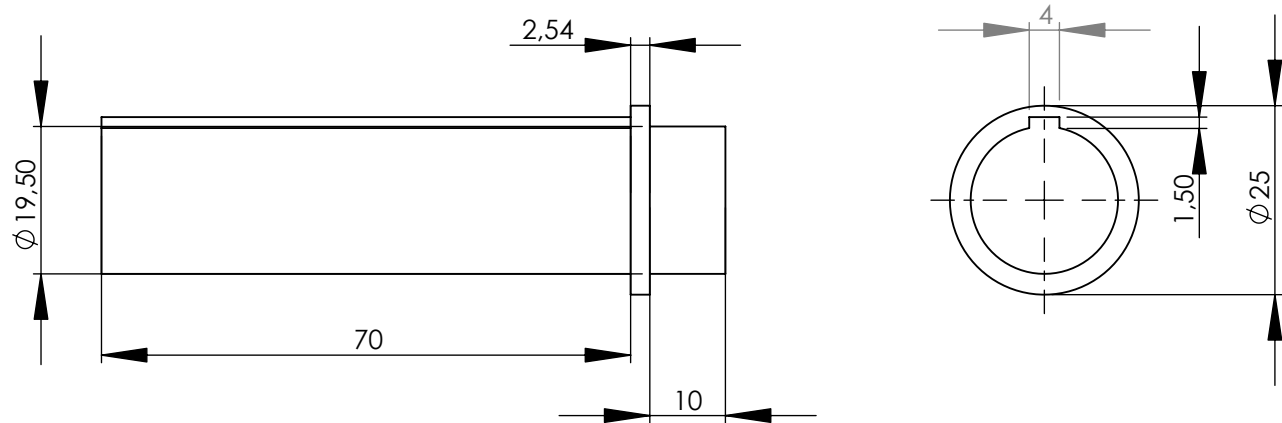
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Raspador			Hoja 68



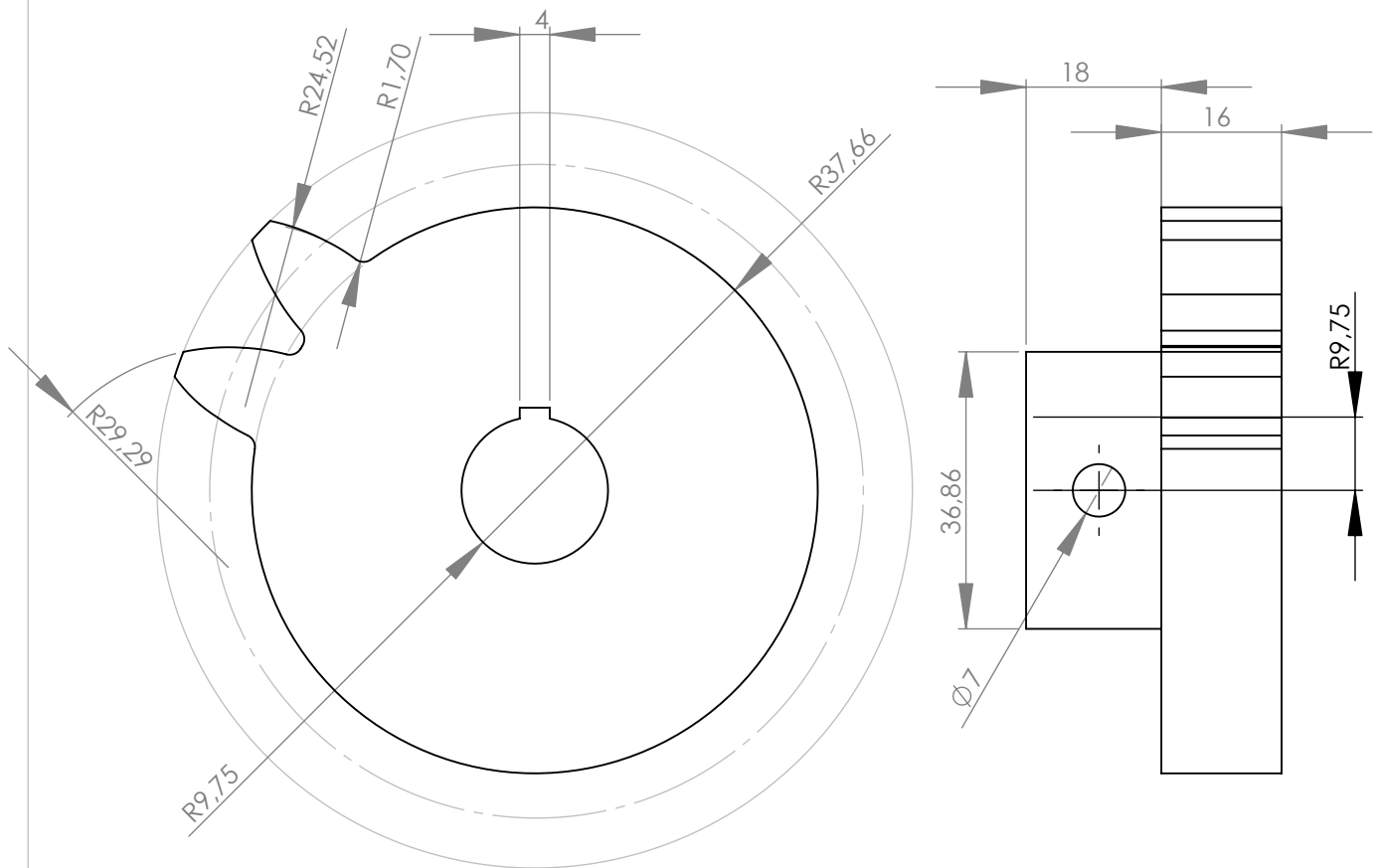
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Soporte de la Bandeja			Hoja 69



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Soporte de la Tolva			Hoja 70

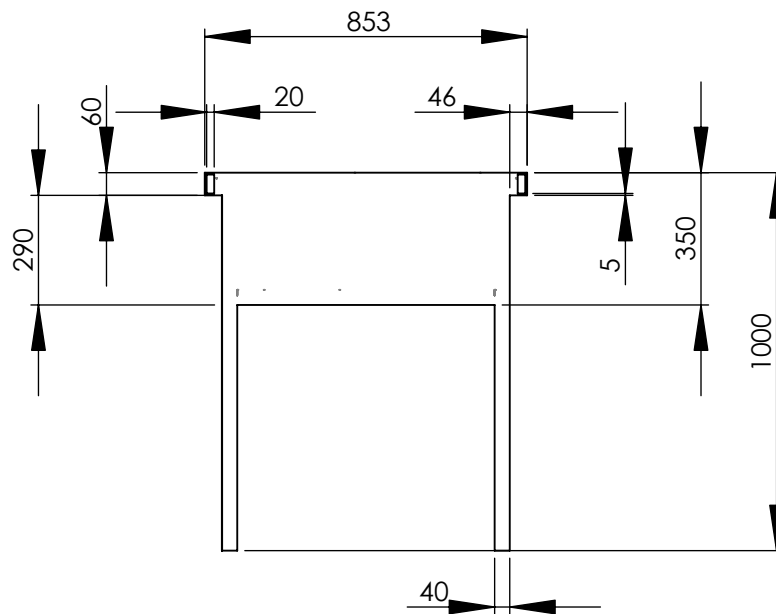
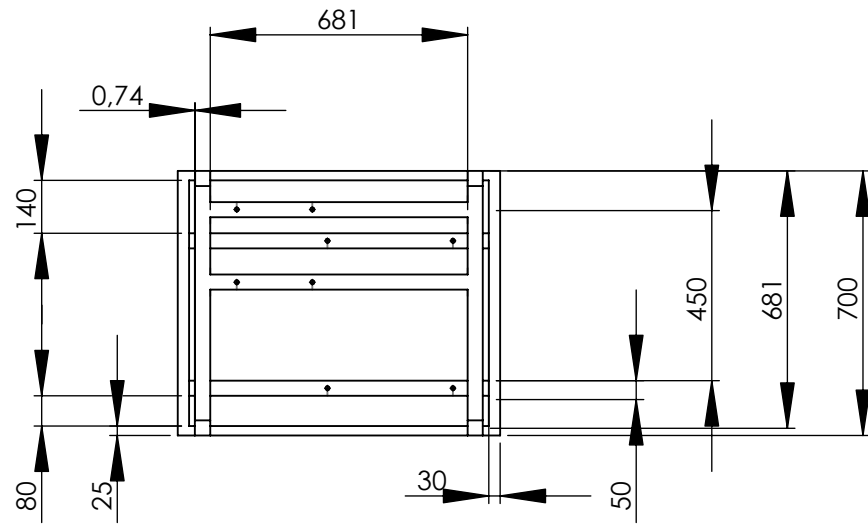


	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Eje del Engrane			Hoja 71

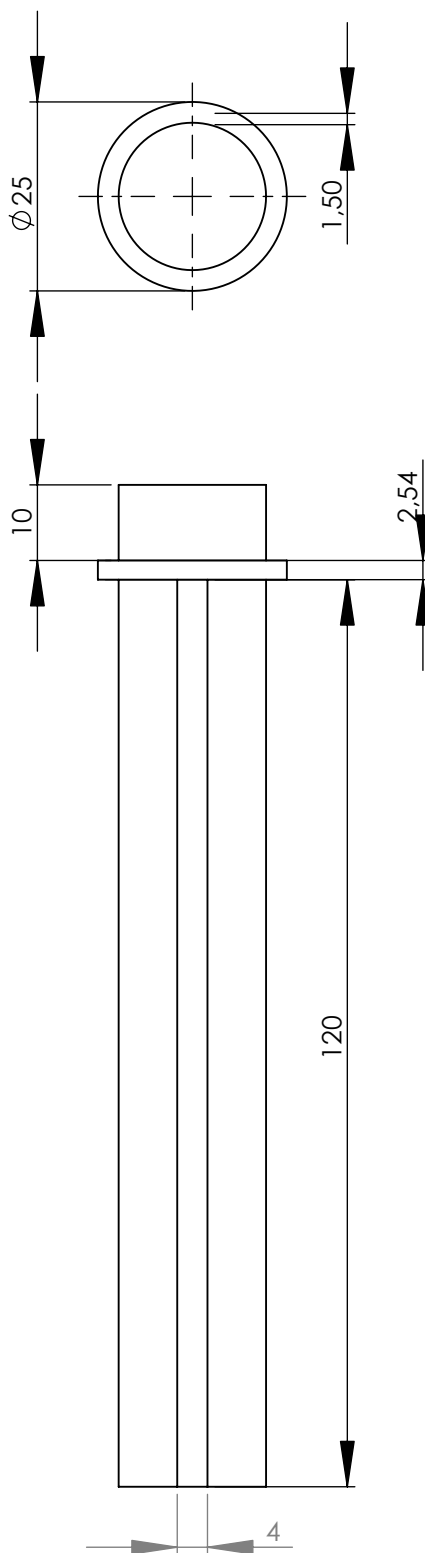


Módulo	5.75
Diámetro Exterior	100 mm
Diámetro interior	72.82 mm
Diámetro Primitivo	86.25 mm
Paso	17 mm
Espacio entre dientes	8.5 mm
Altura del diente	12.5 mm
Angulo de Presión	22.5°
CT	79.68 mm
Número de dientes	15

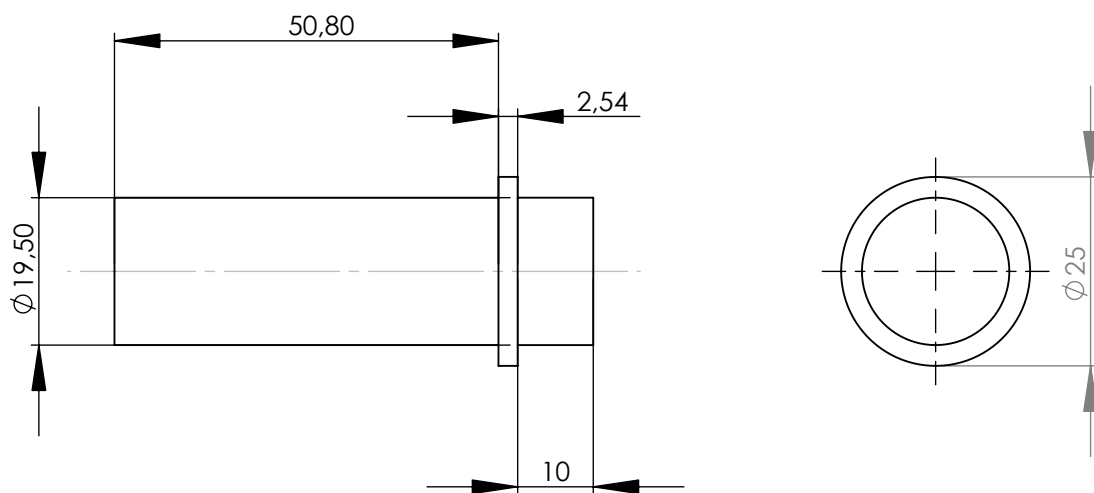
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	21/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Engrane			Hoja 72



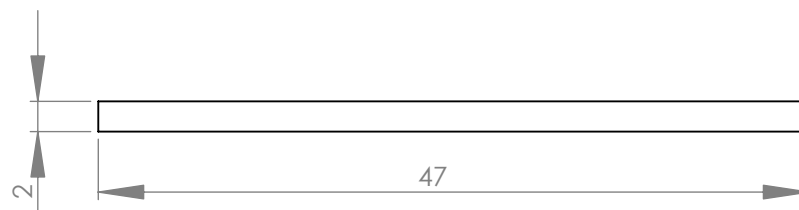
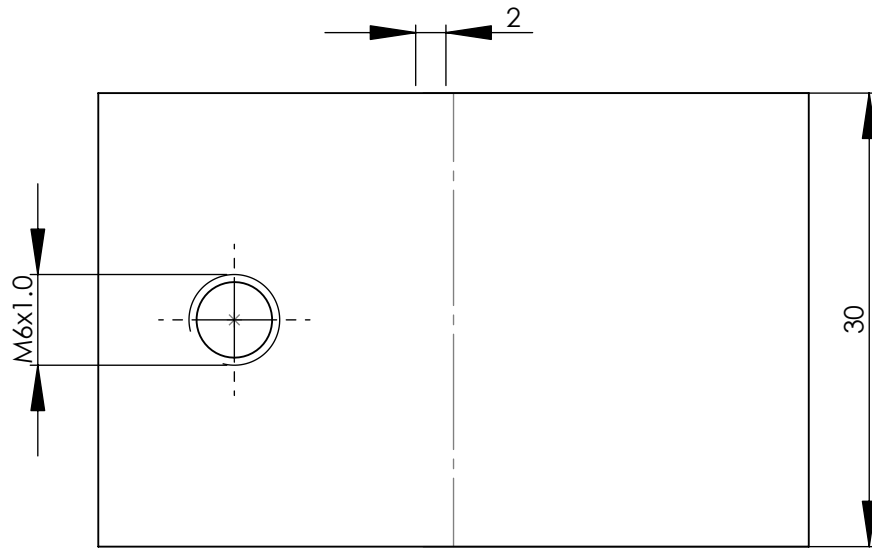
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Mesa			Hoja 73



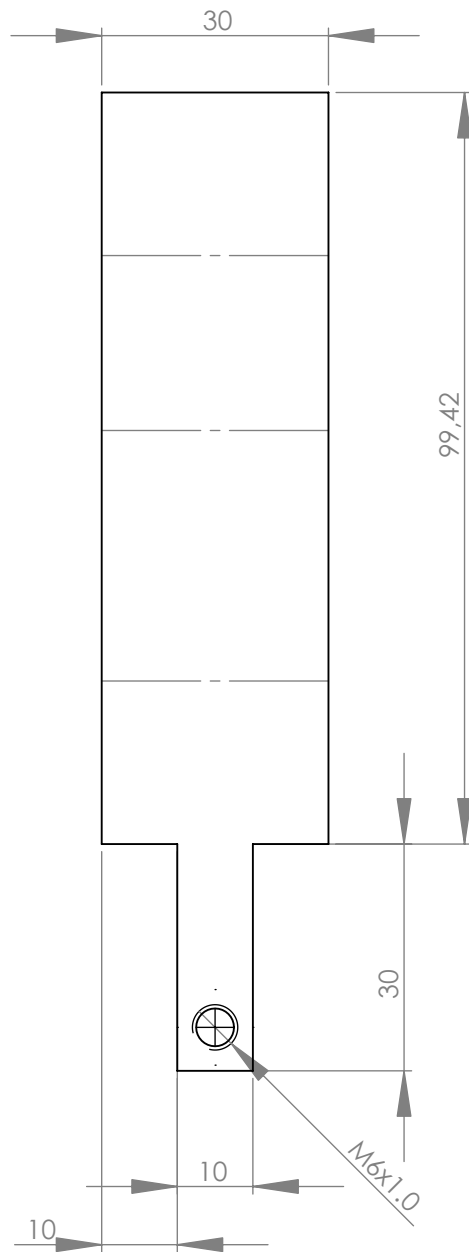
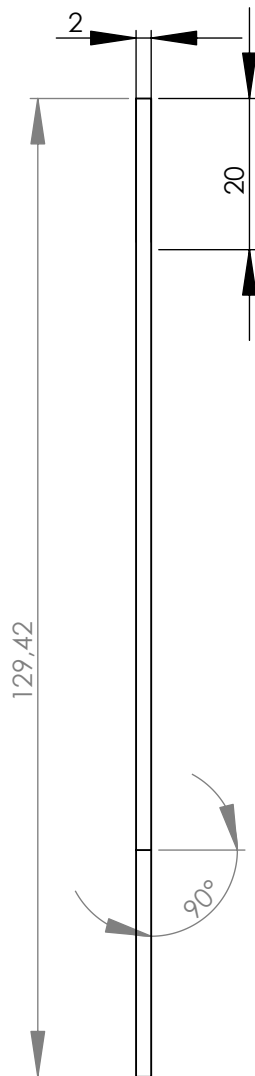
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		Facultad de Ingeniería Mecánica
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Eje de la Polea			Hoja 74



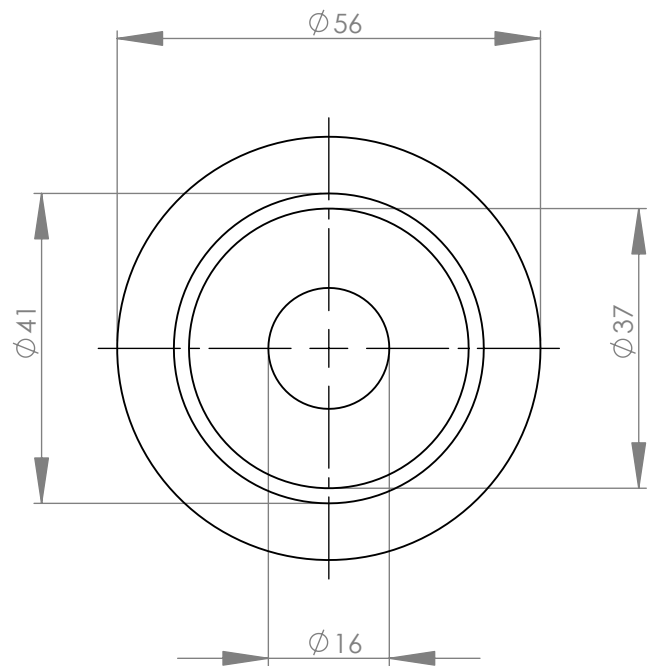
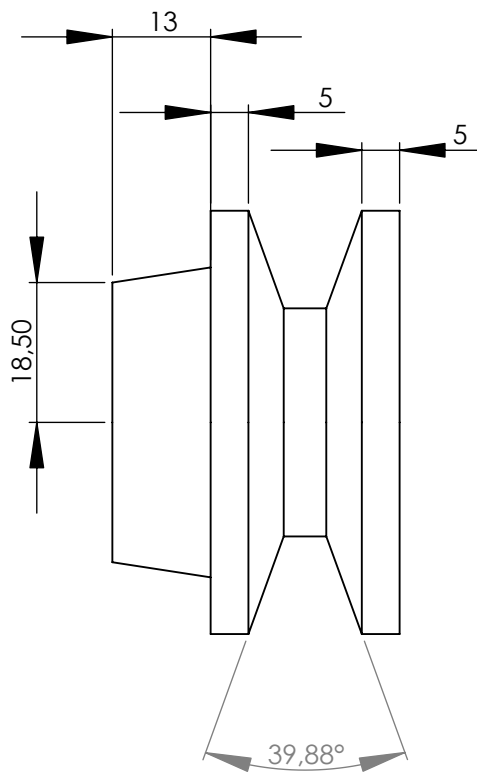
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Eje Menor			Hoja 75



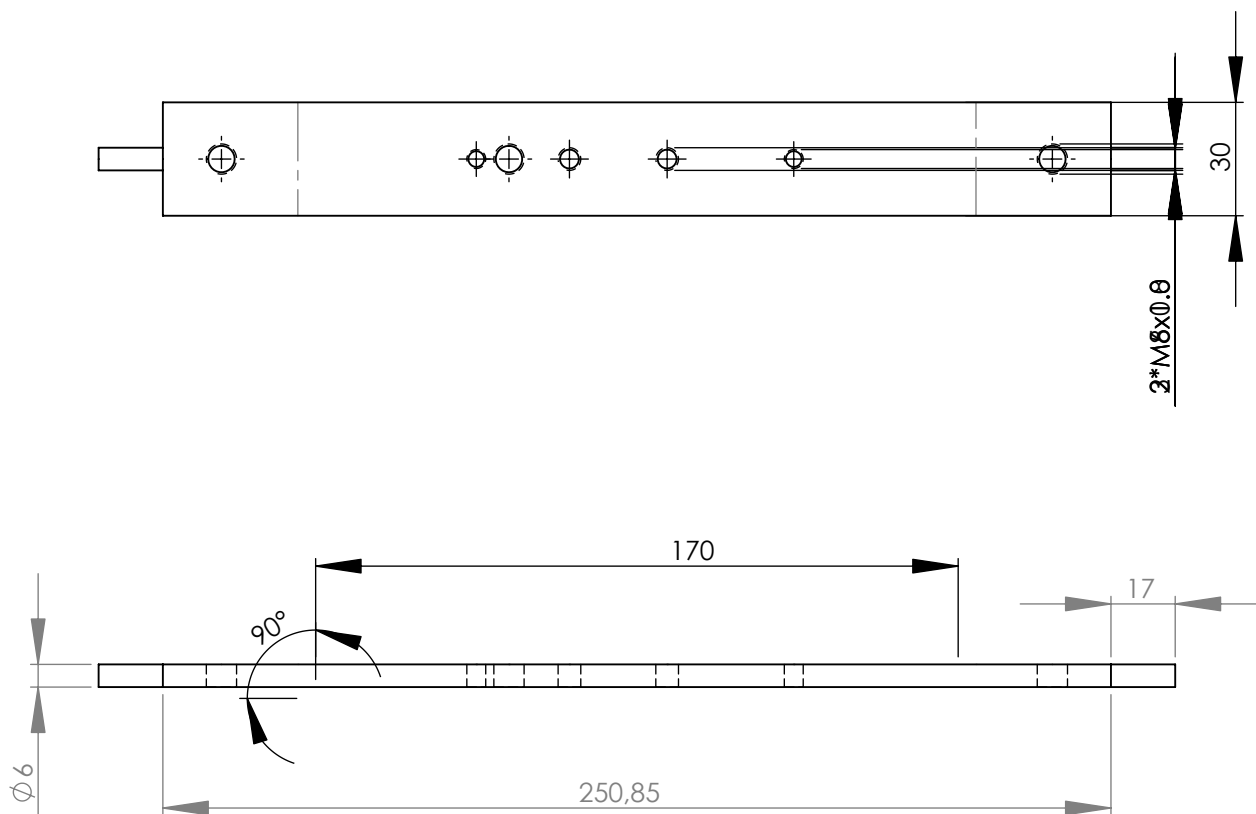
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	21/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Placa de Unión			Hoja 76



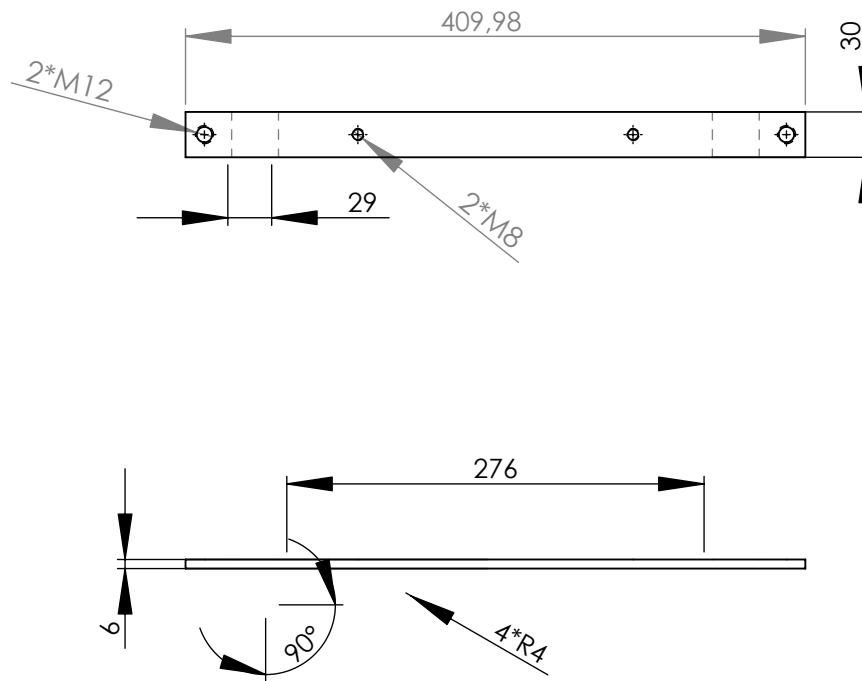
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Soporte de la cubierta de la Polea			Hoja 77



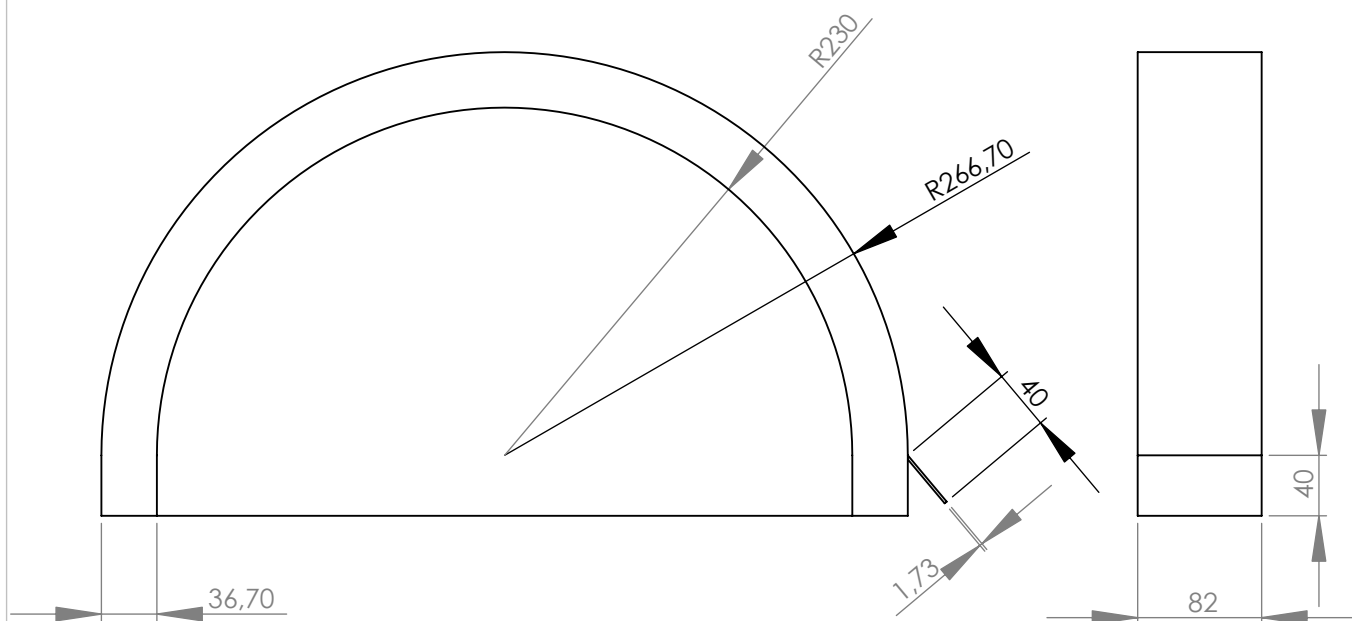
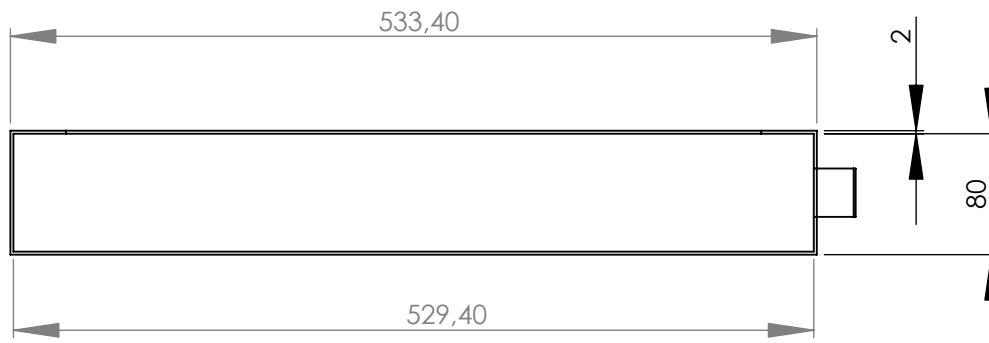
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	21/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Polea del Motor			Hoja 78



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Primera Guía			Hoja 79

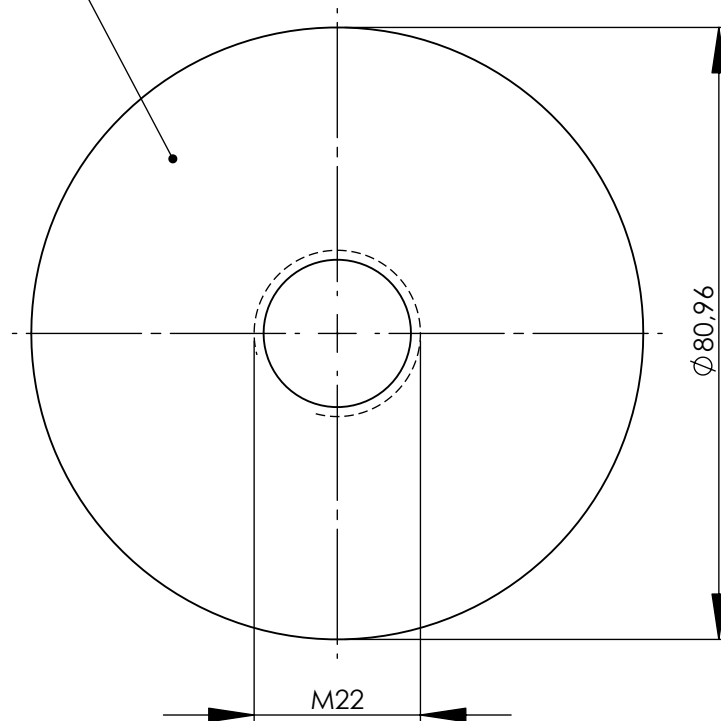


	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Segunda Guía			Hoja 80

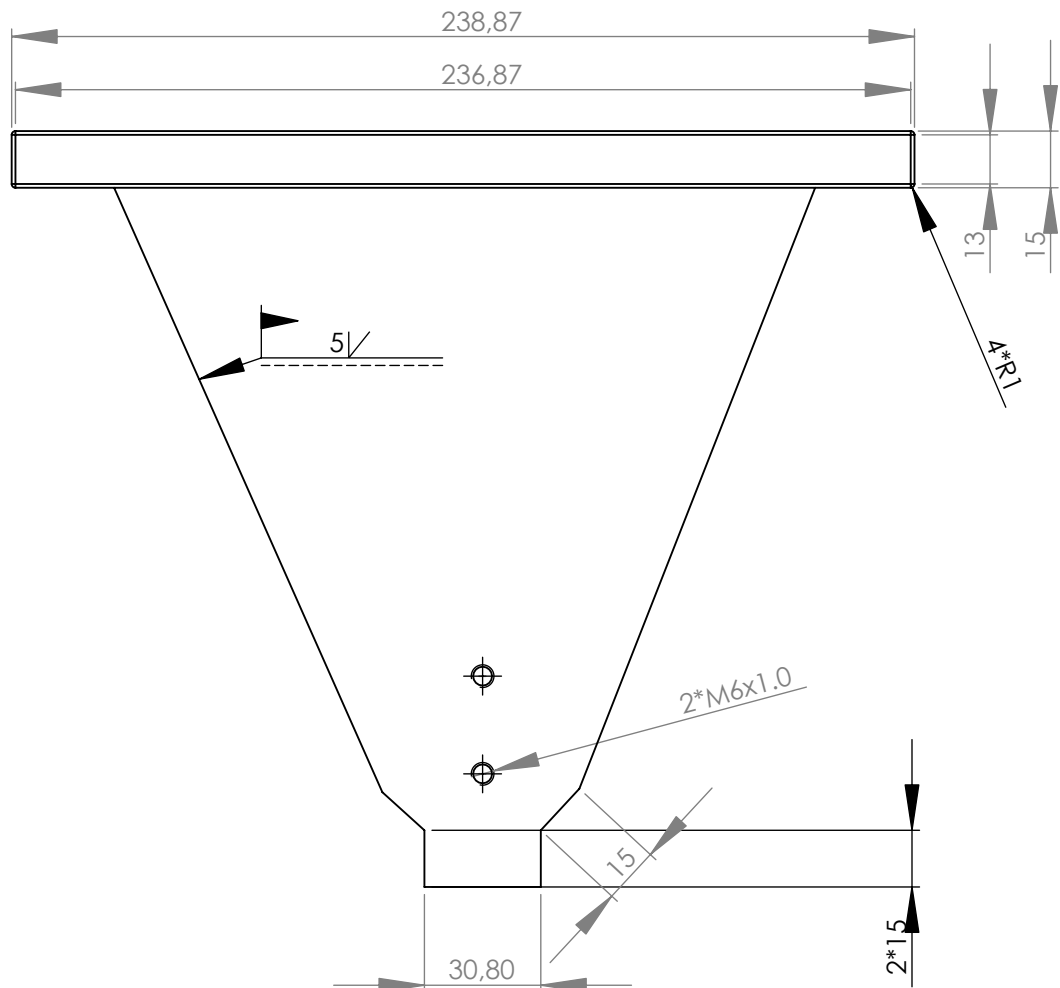


	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		Facultad de Ingeniería Mecánica
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Cubierta de la Polea			Hoja 81

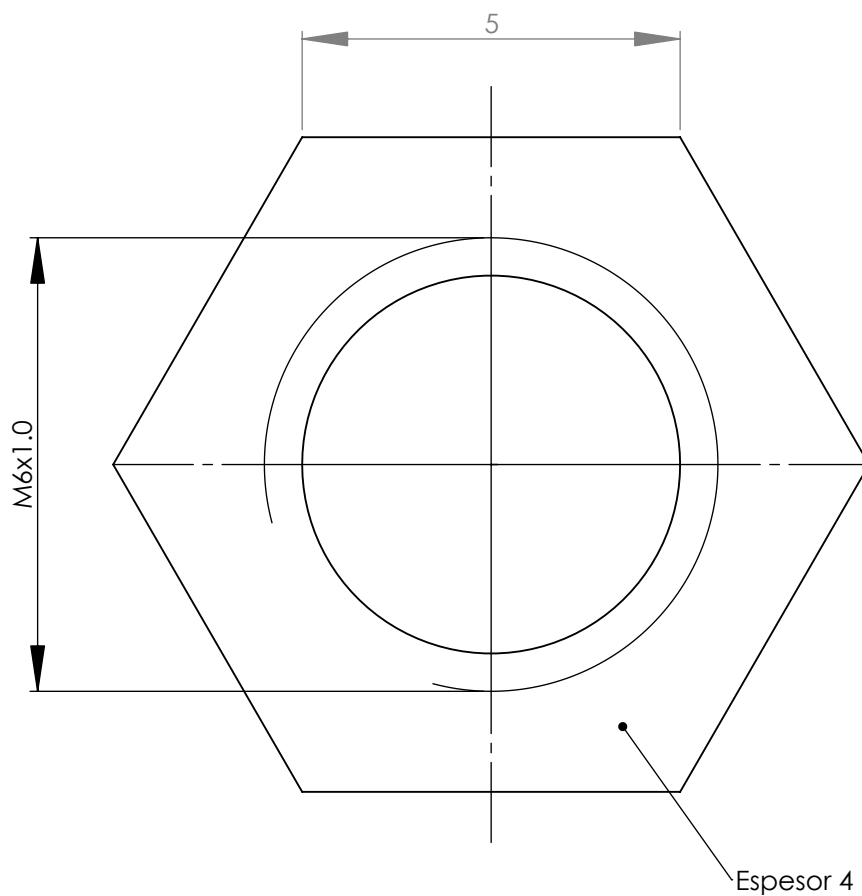
Espesor 10



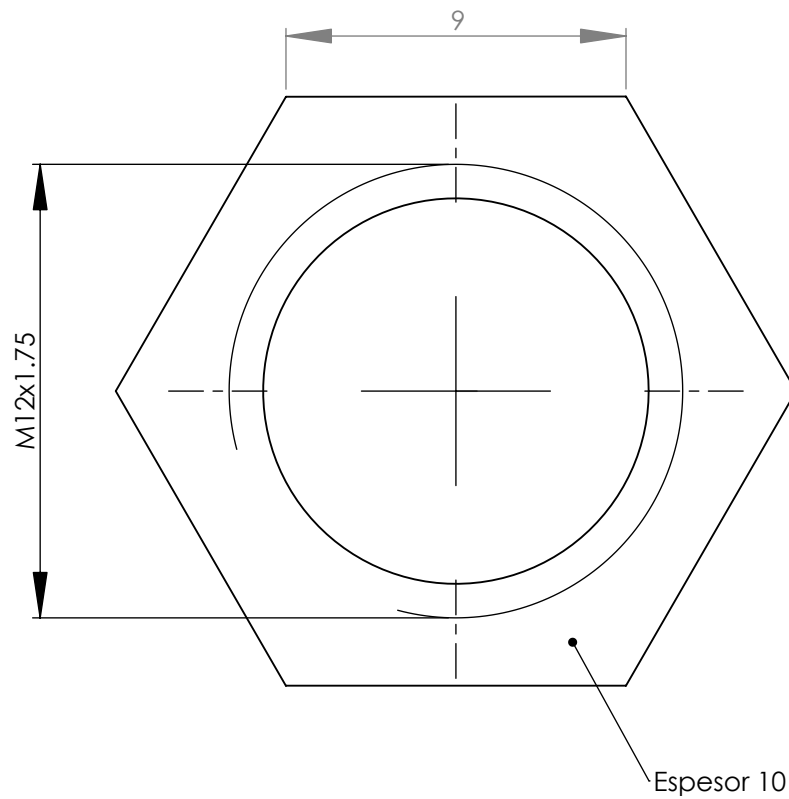
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	15/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tapa del Rodillo			Hoja 82



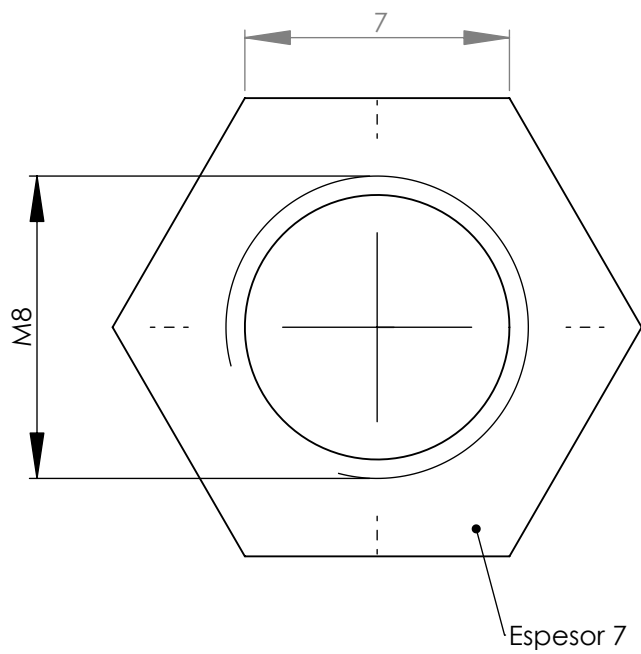
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tolva, Plano 1			Hoja 83



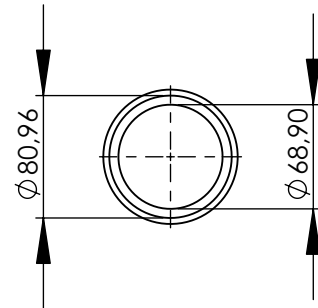
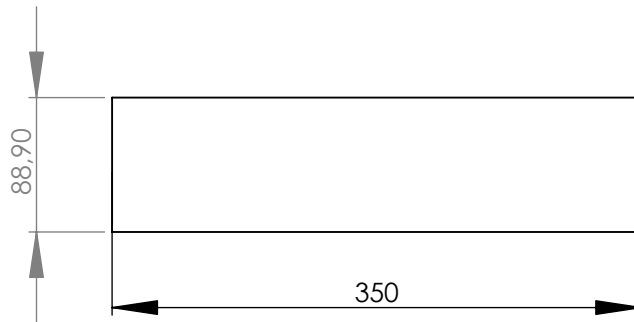
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	15/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tuerca Pequeña			Hoja 84



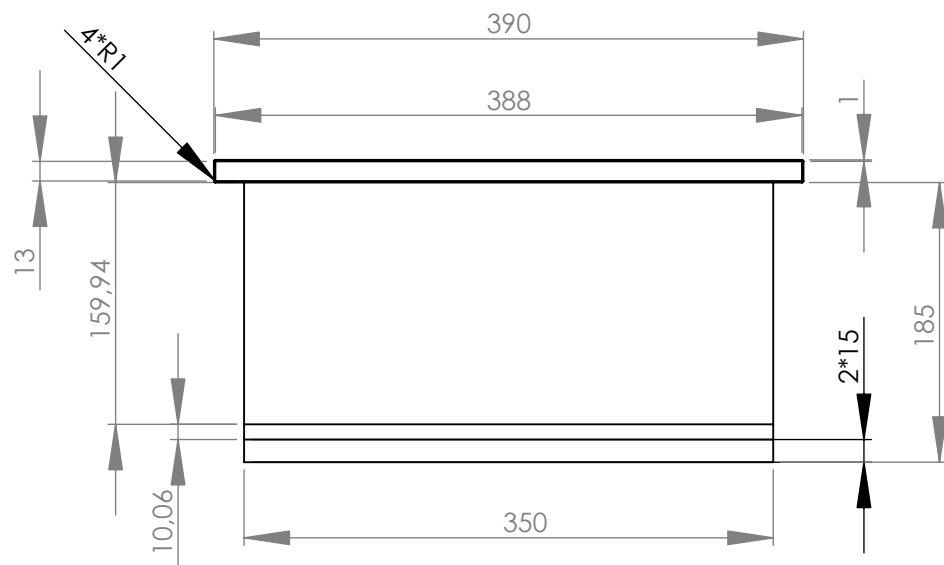
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	05/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tuerca Grande			Hoja 85



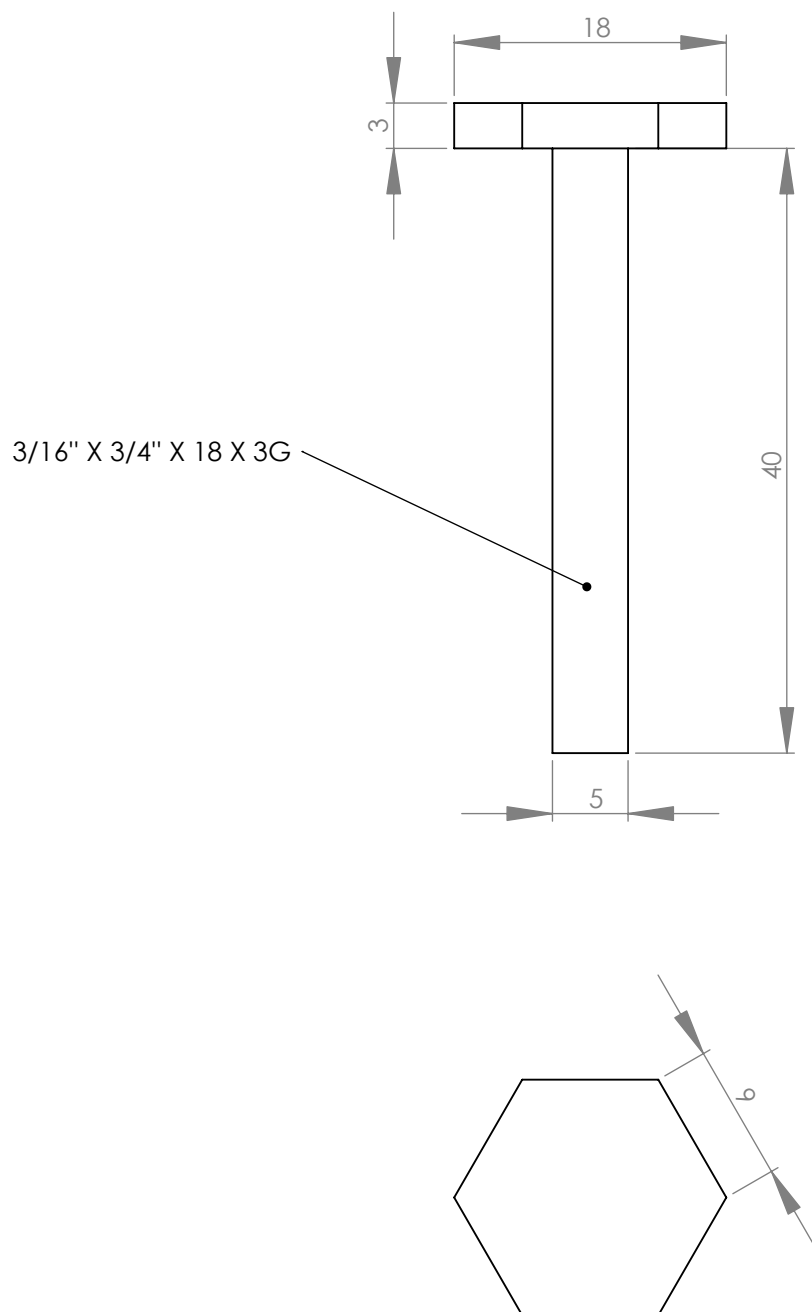
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	29/03/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tuerca Mediana			Hoja 86



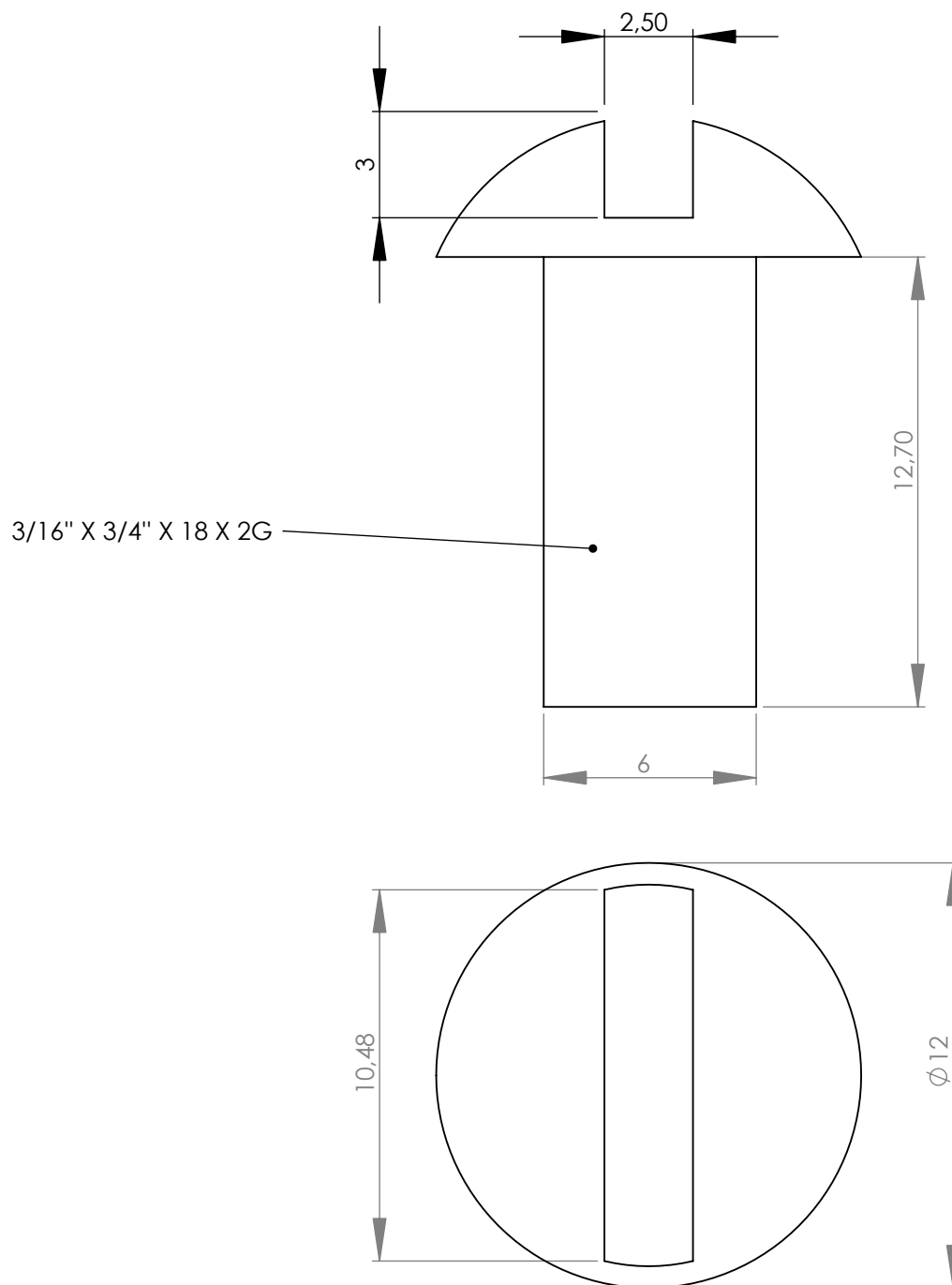
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Rodillo			Hoja 87



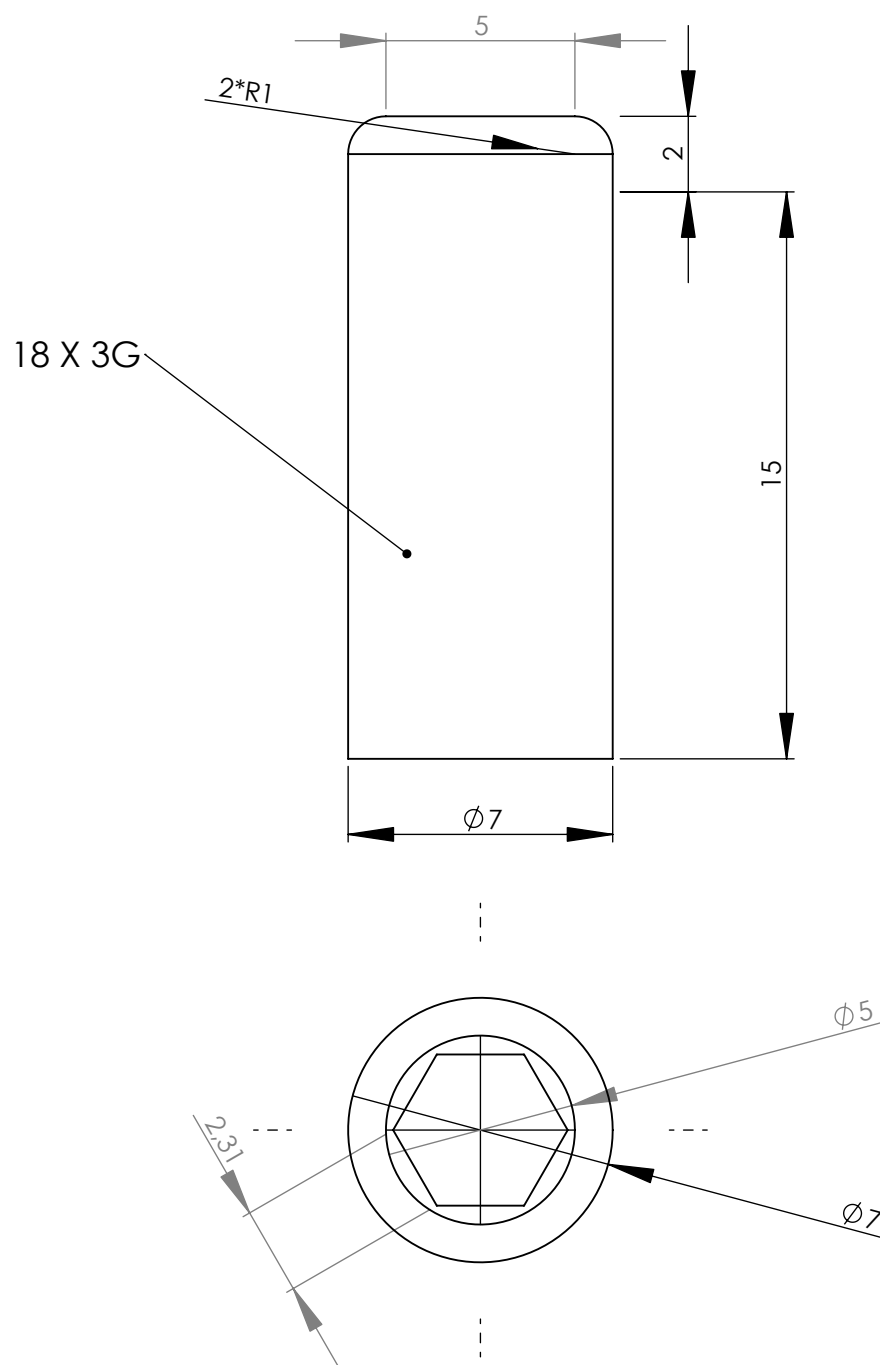
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	09/02/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tolva, Plano 2			Hoja 88



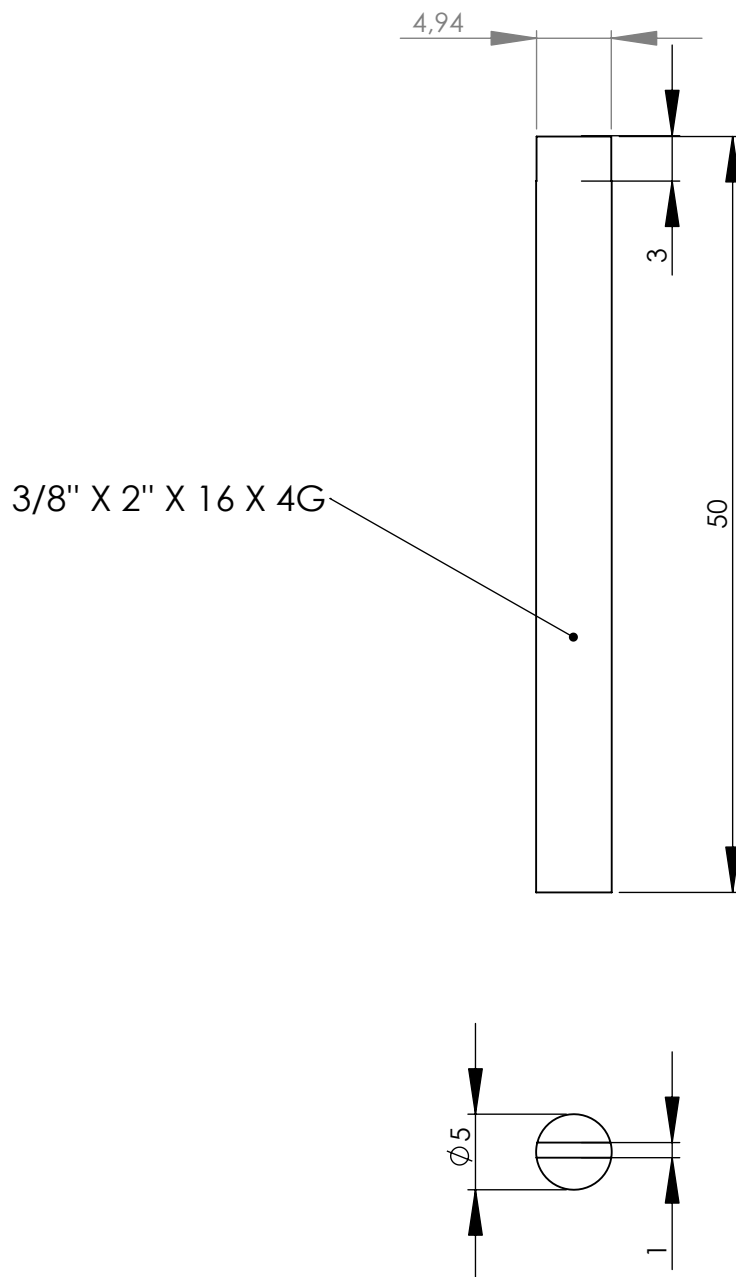
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	03/04/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tornillo Mediano			Hoja 89



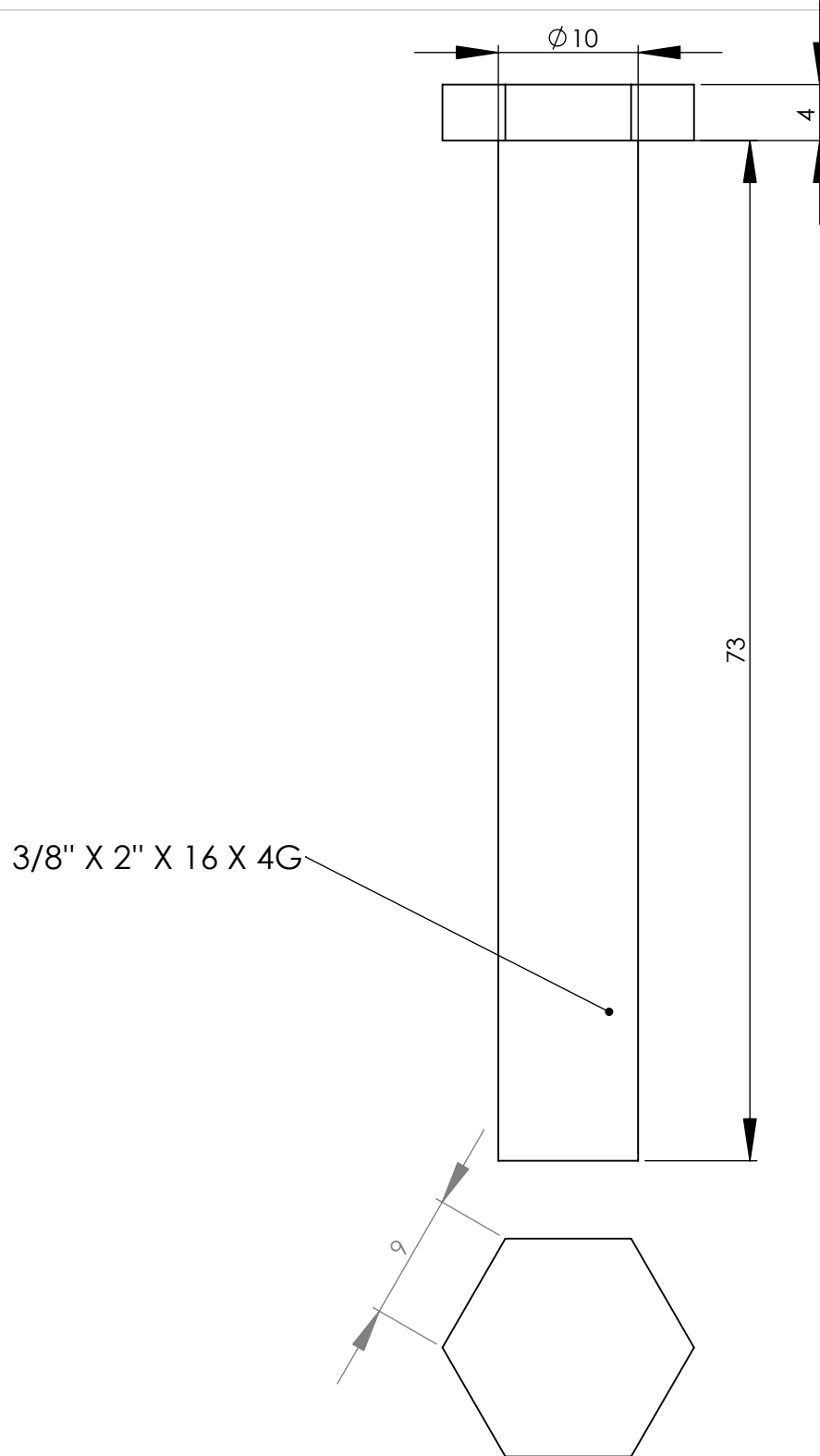
	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías
Dibujó	J. Hinestroza	03/04/2011		Facultad de Ingeniería Mecánica
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tornillo Pequeño			Hoja 90



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	03/04/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tornillo Bristol			Hoja 91



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	03/04/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tornillo sin Cabeza			Hoja 92



	Nombre	Fecha	UPB Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Escuela de Ingenierías Facultad de Ingeniería Mecánica
Dibujó	J. Hinestroza	03/04/2011		
Comprobó	J. Arguello	05/04/2011		
Norma	ISO			
	Tornillos Grande			Hoja 93