



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO
DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO
DE MAÍZ (CACAHUAZINTLE)”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:

ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

ASESOR:

DR. LEOPOLDO ADRIAN GONZÁLEZ GONZÁLEZ

MEXICO, D. F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas de la Universidad que me ayudaron, no solo a dar forma a este trabajo, si no por todo el conocimiento que pude absorber de ellos,

A mi familia porque me han brindado su apoyo incondicionalmente y me han apoyado a cada paso que daba día a día, me dieron fuerzas para no rendirme y seguir esforzándome, gracias Padre, Madre, Beto y Michelle, por estar siempre conmigo y ser la familia que me ha brindado Dios.

A mi director de tesis Doctor Leopoldo A. González González por su apoyo y su amistad durante los últimos semestres de la carrera.

Al Maestro Jesús Trenado Soto, pues me ha brindado su amistad y sus conocimientos.

A cada amigo de esta Universidad que me han mostrado su amistad, a los cuales no terminaría de mencionar, pero saben que los considero mis amigos.

ÍNDICE		Pág.
Introducción.....		1
Objetivos.....		3
Antecedentes.....		4
Capítulo 1. Diseño conceptual.....		11
1.1. Necesidad		
1.2. Planteamiento del problema		
1.3. Requerimientos para la máquina		
1.4. Requerimientos durante el proceso de corte		
1.5. Modelo de caja negra		
1.6. Funciones		
1.7. Especificaciones		
Capítulo 2. Generación de alternativas de solución.....		16
2.1. Sistema de recepción de mazorca		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.2. Sistema de traslado de mazorca		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.3. Sistema para especificar tamaño de corte		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.4. Sistema de giro de mazorca		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.5. Sistema de corte de mazorca.		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.6. Sistema succionador de polvo		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.7. Sistema de salida de producto.		
Generación de alternativas		
Matriz de decisión (selección del sistema)		
Evaluación y selección de alternativas		
2.8. Sistema de salida de desechos.		
Generación de alternativas		

Matriz de decisión (selección del sistema)
Evaluación y selección de alternativas

Capítulo 3. Diseño de detalle y propuesta de fabricación.....61

- 3.1. Sistema de recepción de mazorca.
 - 3.1.1 Descripción
 - 3.1.2 Propuesta de manufactura
- 3.2. Sistema de traslado de la mazorca.
 - 3.2.1 Descripción
 - 3.2.2 Propuesta de manufactura
- 3.3. Sistema para especificar tamaño de corte.
 - 3.3.1 Descripción
 - 3.3.2 Propuesta de manufactura
- 3.4. Sistema de giro de la mazorca.
 - 3.4.1 Descripción
- 3.5. Sistema de corte de la mazorca.
 - 3.5.1 Descripción
 - 3.5.2 Propuesta de manufactura
- 3.6. Sistema succionador de polvo.
 - 3.6.1 Descripción
 - 3.6.2 Propuesta de ensamble
- 3.7. Sistema de salida del producto.
 - 3.7.1 Descripción
 - 3.7.2 Propuesta de manufactura
- 3.8. Sistema de salida de desechos.
 - 3.8.1 Descripción
- 3.9. Base de los sistemas.
 - 3.9.1 Descripción
 - 3.9.2 Propuesta de manufactura

Capítulo 4. Resultados.....77

Conclusiones.....84

Anexos.....87

Bibliografía..... 102

INTRODUCCIÓN

La existencia de las necesidades tecnológicas agrícolas presentes en el país, permite que las universidades como la UNAM, busquen, junto con investigadores, académicos y alumnos, soluciones para cubrir la demanda de éstas. Por tal motivo cuando alguien se acerca a la UNAM para realizar un proyecto de investigación, esta reúne al personal capacitado y las instalaciones necesarias, para brindar el apoyo a la comunidad que lo necesite. En esta ocasión le corresponde a la Facultad de Ingeniería en el área de diseño, brindar apoyo a un sector de suma importancia para el país como es el área agrícola, que como es de saber, nuestros agricultores carecen de herramientas necesarias para realizar su trabajo productivo.

Un ejemplo de la situación descrita anteriormente, surge en una comunidad del Estado de Toluca con el Sr. Gerardo Camacho, que actualmente quiere aumentar su producción y calidad del grano de maíz cortado de la mazorca, tal como se muestra en la fotografía A, para lo cual acude a la Facultad de Ingeniería y en especial al área de diseño mecánico, para solicitar el desarrollo de una máquina cortadora de grano de maíz, ya que las condiciones actuales, requiere usar demasiada mano de obra, la cual se necesita para una producción de 30 toneladas de mazorca que hay para trabajar, para lo cual esto limita en tiempo y costo para su venta.



Fotografía A. Maíz Cortado.

El desarrollo de esta máquina, puede generar un nuevo método para cortar el grano de maíz, con la cual logre resultados de corte de grano de maíz y cubrir la demanda actual en menor tiempo, ya que el método actual es de alto riesgo y se obtiene una producción muy baja.

Debido a la situación antes descrita, el Sr. Gerardo Camacho junto con el área de ingeniería de diseño, lograron llegar a un acuerdo, que permitió el desarrollo, diseño y puesta en marcha de una máquina cortadora del grano de maíz y así cubrir la demanda actual.

El presente trabajo documenta todo el proceso para diseñar la máquina, seguido por la puesta en marcha de un prototipo de máquina cortadora de grano de maíz cacahuacintle (pozolero).

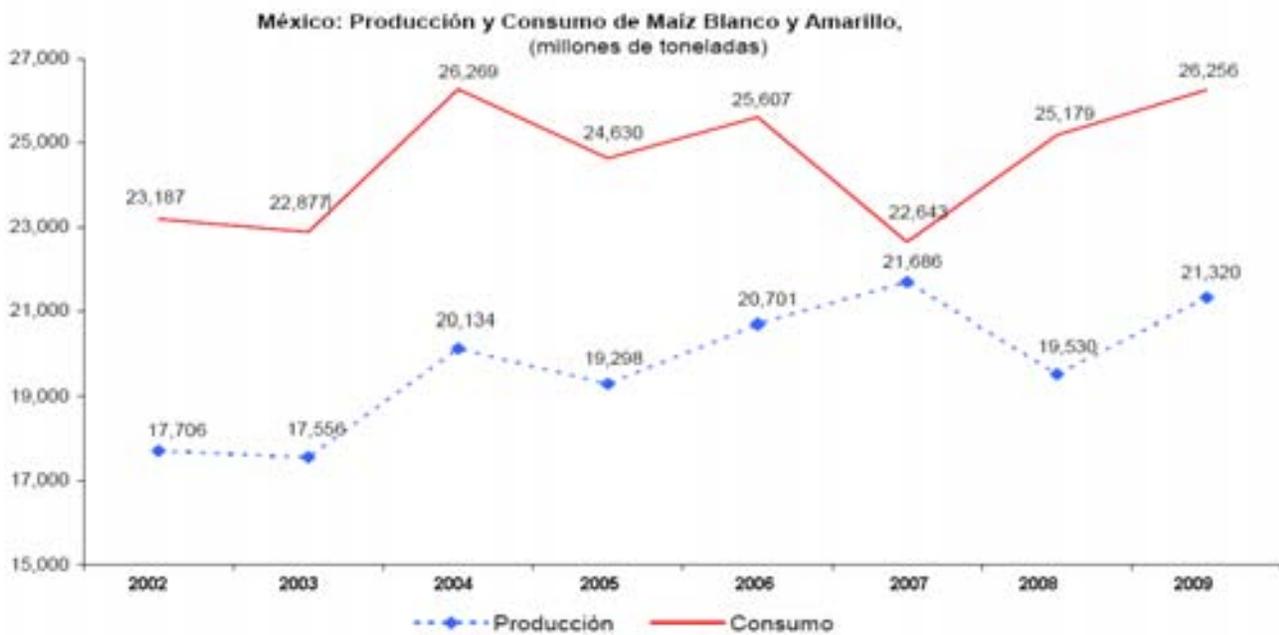
OBJETIVO

- Diseñar, fabricar y poner en marcha un prototipo de una máquina que corte el grano de maíz cacahuacintle de la mazorca.

ANTECEDENTES

La gran cantidad de grano de maíz que se consume actualmente en los estados del país, son variados, ya que existen diferentes formas de consumo de este producto. En particular el grano de maíz cacahuacintle, que es necesario para preparar el platillo típico mexicano, llamado pozole, es de características de grano grande, el cual es cosechado en los estados de Toluca, Puebla, Hidalgo durante temporadas de lluvias por lo general, después es almacenado hasta por ocho meses antes de darle su valor agregado y venderlo para su consumo.

En la gráfica A, se presentan, los niveles de producción y consumo del maíz en México, aunque con estas cifras no todos los productores agrícolas se dedican a darles la transformación al producto y lo venden como maíz desgranado, por lo que el corte de grano es poco conocido o poco trabajado.



Gráfica A. Producción de maíz en el país.

El caso de estudio surge en Toluca (Estado de México), donde los productores se encargan de cosechar, recolectar, darle una preparación previa para el corte y cortar los granos de maíz cacahuacintle, para después llenar costales con el producto ya transformado y finalmente llevarlo al mercado para su venta.

PROCESO ACTUAL DE CORTE DE GRANO DE MAÍZ

A continuación se presenta una descripción del proceso del corte del grano de maíz, como lo realizan en algunos municipios del Estado de México con la finalidad de identificar las herramientas empleadas, el tiempo de desarrollo del trabajo, el lugar de la actividad, número actual de trabajadores, capacidad del proceso productivo, seguridad para los trabajadores, características propias del corte, almacenaje del producto antes y después de su corte y por último saber el interés de mejorar las condiciones de trabajo en general para los agricultores.

1. Cada trabajador se encuentra operando un motor eléctrico de 127 [V] a 1500 RPM y ½ HP, con una cierra de disco, como se muestra en la Fotografía B.



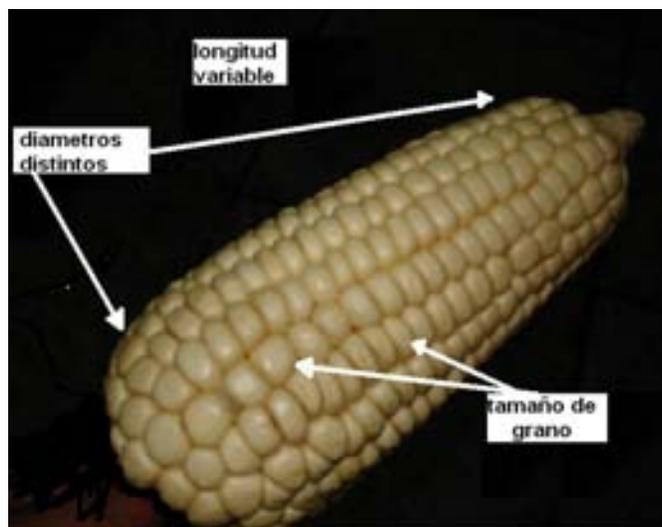
Fotografía B. Operador del motor con cierra de disco, cortando una mazorca.

2. Las mazorcas tienen una preparación previa al corte, que consiste en quitarle una fila de granos en sus extremos y una fila a lo largo de su longitud (Fotografía C). Estas mazorcas son acumuladas en costales, para iniciar el proceso de corte de grano.



Fotografía C. Tipos de mazorcas para el corte.

3. Las mazorcas presentan una variación de diámetro y longitud, por lo cual es indispensable el criterio de una persona para generar el tamaño de corte deseado (Fotografía D).



Fotografía D. Partes características de una mazorca.

4. A continuación, el trabajador coloca una punta de metal en un extremo de la mazorca, para sujetarla y así permitir introducirla al disco de cierra para realizar el corte del grano de maíz, considerando su criterio y evaluando el tamaño del corte que es mejor para esa mazorca, logra un corte uniforme.
5. El trabajador trata de realizar un buen corte, el cual deje poco desperdicio incrustado en el olote.
6. La recolección y separación del grano de maíz cortado, corre a cargo del trabajador que tiene que colocar el maíz en un arnés para separar el grano (bueno-malo) y llevarlo a un costal, para después pesar cada bulto (20 [Kg]), esto se muestra en la fotografía E.



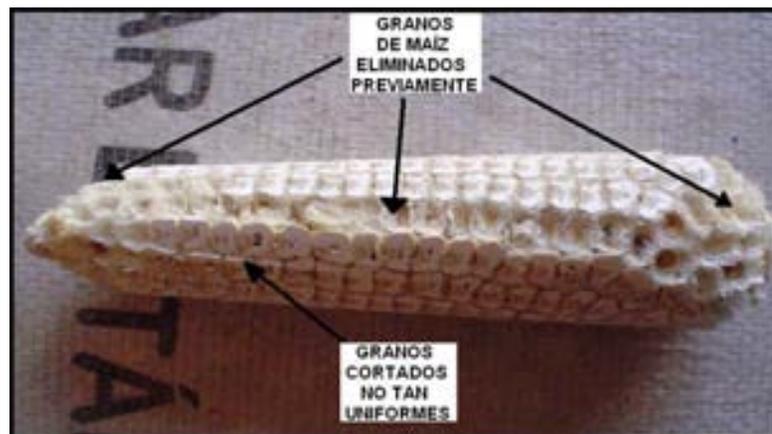
Fotografía E. Arnés y costales donde se deposita el grano de maíz cortado.

7. Durante el proceso de corte, se genera una gran cantidad de polvo que no se recolecta y se deposita en el piso, paredes, motor, ropa de los trabajadores, etc. (Fotografía F).



Fotografía F. Ubicación de las piezas de trabajo y polvo acumulado en diferentes partes.

8. El olote cortado (Fotografía G), es colocado en costales después de realizado el corte. Este es usado como alimento para ganado.



Fotografía G. Olote cortado con irregularidades en el corte.

9. El trabajador obtiene experiencia por medio de las repeticiones de la operación del corte de grano de maíz de las mazorcas.

Actualmente los trabajadores encargados de hacer el corte, realizan esta operación a diferentes tamaños de mazorca, las cuales pueden variar entre la

longitud del largo y en el diámetro de los extremos. La variación de las diferentes medidas se muestra en la tabla A y en la figura B, donde se presentan las dimensiones que se encuentran en la mayor cantidad de mazorcas, por lo que se propone considerar estos datos como referencia.

Tabla A. Tamaño de mazorcas admisibles

Diferentes longitud de largo [cm]	Rango de diámetro mayor a menor [cm]	Rango de tamaño de grano [cm]
25	3 a 10	1 a 1.5
23	3 a 10	1 a 1.5
20	3 a 10	1 a 1.5
15	3 a 10	1 a 1.5
10	3 a 10	1 a 1.5

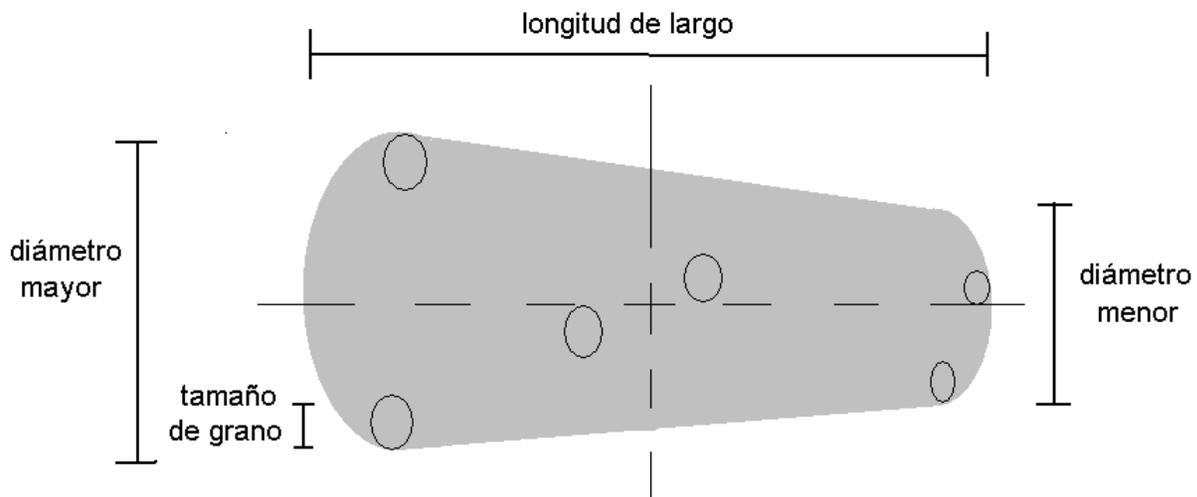


Figura B. Mazorca con las diferentes características en sus medidas.

Las partes que distinguen a las mazorcas son:

- *Longitud variable.*
- *Variación del tamaño de diámetros.*
- *Tamaño de grano distinto.*

Después de conocer las características generales del proceso de transformación del grano de maíz, se busca que con esta información se consigan generar ideas para diseñar, fabricar y realizar pruebas de funcionamiento, para una máquina cortadora de grano de maíz cacahuacintle.

Capítulo 1. Diseño conceptual

Para poder comprender la finalidad del diseño conceptual de la cortadora de grano de maíz, es necesario conocer el proceso actual de trabajo, para así generar ideas que permiten tener la base para la máquina a desarrollar. Con esto se sabe específicamente la necesidad que hay que satisfacer, pues se conoce el problema y se logra plantearlo con diagramas que ayudan a detallar sistemas con diferentes alternativas de solución.

1.1. Identificar la necesidad

Un grupo de agricultores requiere cortar grano de maíz de las mazorcas a gran escala y con la calidad requerida por las empresas procesadoras de maíz.

1.2. Planteamiento del problema

Diseñar un dispositivo que corte grano de maíz sin la raíz, así como los sistemas complementarios que permitan el correcto funcionamiento.

1.3. Requerimientos del usuario final

- El dispositivo debe ser fácilmente transportable.
- Los sistemas deben estar diseñados con elementos comerciales.
- El dispositivo debe permitir la recolección de producto y desperdicio de forma separada.
- Debe soportar las condiciones climáticas del campo.
- De fácil operación.
- De bajo costo de operación.

- Bajo mantenimiento.
- La forma de colocar la mazorcas, deben ser siempre con el diámetro menor hacia abajo, para no estar modificando el mecanismo diseñado.
- La sujeción de las mazorcas, debe permitir identificar sus características.

Una vez conocidos los requerimientos, por parte del usuario final en la tabla 1.1 se indica la jerarquización de acuerdo al impacto que tiene cada uno de ellos en relación al proceso.

*Tabla 1.1. Jerarquización de requerimientos
(Escala 1-5, donde 1 es el menor y 5 es el de mayor importancia).*

No	Requerimiento	Importancia
1	Fácil de transportar.	3
2	Sistemas de elementos comerciales para repuesto.	3
3	Recolección del producto por separado.	5
4	Soportar condiciones climáticas del campo.	3
5	Fácil operación.	5
6	Bajo costo de operación.	5
7	Bajo mantenimiento.	5
8	Ubicación de mazorca con el diámetro menor hacia abajo.	4
9	Sujeción de mazorca, identificado.	2

1.4. Modelo de caja negra

En la figura 1.1, se muestra el modelo de caja negra, con base en el planteamiento del problema.

Las entradas señalan lo que necesita el sistema para poder funcionar y las salidas representan el producto y desperdicios.

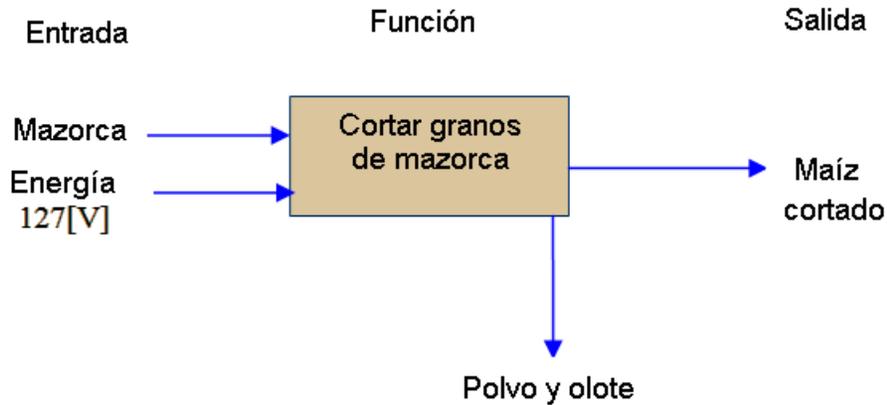


Figura 1.1. Diagrama de caja negra.

1.5. Funciones

Tratando de solucionar el problema de “Cómo cortar granos de maíz sin desgranar la mazorca” y respondiendo a los requerimientos antes descritos, se propone lo siguiente:

Una máquina que se alimente de mazorcas limpias (una por una), de varios tamaños y que entregue el producto “granos de maíz cortados”. También debe reunir el polvo y el olote que es el desperdicio del corte.

Considerando lo anterior, se propone la siguiente secuencia de funciones a realizar:

- *Ubicación ordenada de las mazorcas de acuerdo al diámetro (de mayor a menor).*
- *Recepción de las mazorcas en un contenedor.*
- *Permitir el suministro apropiado a la máquina, sujetando firmemente la mazorca para realizar el corte.*
- *Medición del tamaño de corte a realizar.*
- *Corte del grano.*
- *Separación del grano, polvo y olote.*
- *Recolección del grano cortado, polvo generado y olote.*

El diagrama funcional, es mostrado en la figura 1.2 mostrando las funciones necesarias para el corte de grano de maíz, desde la llegada de materia prima (mazorca seleccionada), control, recepción, traslado, tamaño de corte, giro, corte del grano, y por último la separación del grano del olote.

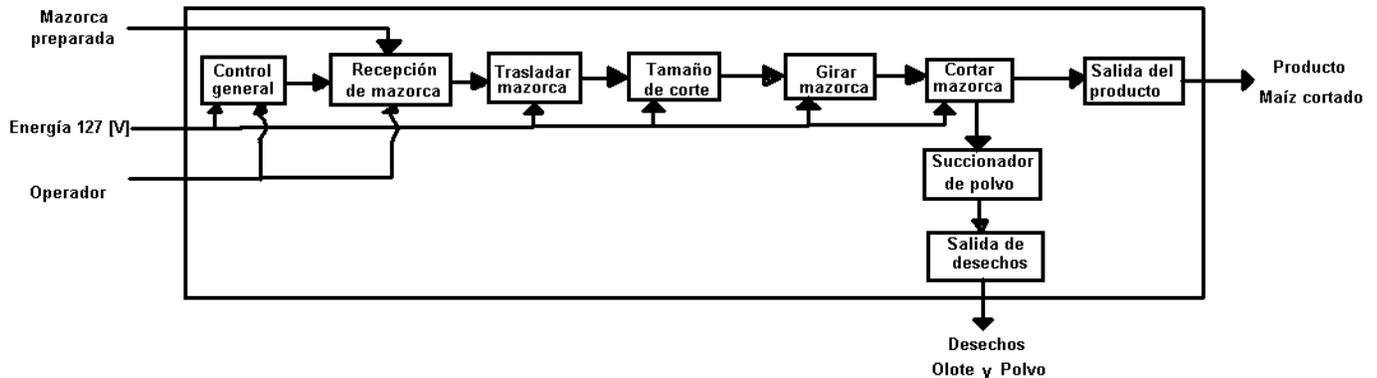


Figura 1.2. Diagrama funcional del proceso de corte de grano de maíz a realizar.

La propuesta contempla los siguientes sistemas:

1. Sistema de recepción de mazorca.
2. Sistema de traslado de mazorca.
3. Sistema para especificar tamaño de corte.
4. Sistema de giro de mazorca.
5. Sistema de corte de mazorca.
6. Sistema succionador de polvo
7. Sistema de salida de producto.
8. Sistema de salida de desechos.
9. Sistema de control general.

1.6. Especificaciones

En este caso para determinar las especificaciones del sistema cortador de grano de maíz, se consideran las características físicas de la mazorca, las técnicas en el proceso de operación, las físicas del dispositivo a diseñar y fabricar, las condiciones

de uso del nuevo dispositivo y finalmente los costos de fabricación. Esto se presenta en la tabla 1.2:

Tabla 1.2. Especificaciones generales.

<i>Especificación</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Dimensión</i>
Físicas de la mazorca		
Dimensiones		
Diámetro mayor	Medida con el grano	90 [mm]
Diámetro menor	Medida con el grano	30 [mm]
Largo	Longitud	200 [mm]
Tamaño de grano	Variado en la mazorca	5 [mm]
Humedad	Se secan en la hoja.	>60 días
Limpieza	Sin hojas, con preparación previa en los extremos y una fila de grano.	
Técnicas de la máquina		
Periodos de operación anuales		10 meses
Duración del periodo a la semana		6 días
Duración del proceso		6 horas
Tipo de alimentación	Monofásica	127 [V]
Vida útil de la máquina	Campo	2 años
Vida útil del elemento cortante	El filo se puede renovar	2 semanas
Mantenimiento preventivo	Limpieza diaria	
Mantenimiento correctivo	mensual	1 mes
Velocidad de operación	Corte de maíz de la mazorca	120 Mazorca/hora
Físicas de la máquina		
Dimensiones máximas largo		1 000 [mm]
Dimensiones máximas ancho		400 [mm]
Dimensiones máximas alto		500 [mm]
Peso aproximado	Totalmente armada	50 [Kg]
Condiciones de uso		
Humedad ambiental	Toluca y Puebla	
Tipo de control	On/off y botón de paro	
Movilidad	si	
Costos		
Manufactura		\$3 500.00
Materiales		\$3 500.00
Instalación	No incluido	
Capacitación	No incluido	

Capítulo 2. Generación de alternativas de solución

A continuación se presentan las alternativas generadas para cada uno de los sistemas indicados en la figura 1.2, en los que se describen el funcionamiento, la finalidad que tienen, los elementos que la constituyen y el reporte de pruebas.

2.1. Sistema de recepción de mazorca

El sistema de recepción de la mazorca es el encargado de sujetar la mazorca en el momento en que estas llegan a la máquina, sujetándola en sus extremos. Este también debe permitir el retiro de la mazorca después del corte, preparándose para que se le coloque otra mazorca con grano.

A. Alternativa de recepción de mazorca por operador

DESCRIPCIÓN

Este concepto se basa en un operador que coloque cada una de las mazorcas manualmente, a una velocidad determinada, según la máquina lo requiera (figura 2.1).



Figura 2.1.Recepción de mazorca por operador.

FINALIDAD

Que el operador, coloque la mazorca una por una, para garantizar la mejor ubicación y correcta posición en el dispositivo.

ELEMENTOS

- a. Un operador con una capacitación previa.

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El operador observa y corrige la posición de la mazorca, supervisando el correcto alineamiento y sujeción de la mazorca.

- **DESVENTAJAS**

Requiere la supervisión constante por parte del operador que ajusta cada una de las mazorcas y tiene que permanecer frente a la máquina, colocando cada una de las mazorcas.

- **RESULTADOS**

La operación de colocar la mazorca en el lugar donde se corta el grano por un operador, da como resultado, la seguridad de que se encuentra bien sujeta y que tiene una correcta colocación realizada por el operador.

Aunque el tiempo de colocar la mazorca en una posición adecuada, hace perder tiempo al operador, garantiza que se encuentra bien sujeta y en una correcta posición para obtener un corte correcto del maíz.

El operador está pendiente de cualquier interferencia, aun y cuando la mazorca se encuentre en la máquina realizando un buen trabajo.

B. Recepción de mazorca por tolva y planos inclinados

DESCRIPCIÓN

Este diseño consiste en una tolva la cual recibe las mazorcas a granel, modifica su posición a través de planos inclinados y provoca que deslicen hasta llegar a otro plano inclinado que las hace girar para finalmente salir en dirección vertical.

Con esto se intenta garantizar que solo se encuentren en una sola dirección las mazorcas para su corte, no importando para donde se encuentra el lado más angosto (figura 2.2).

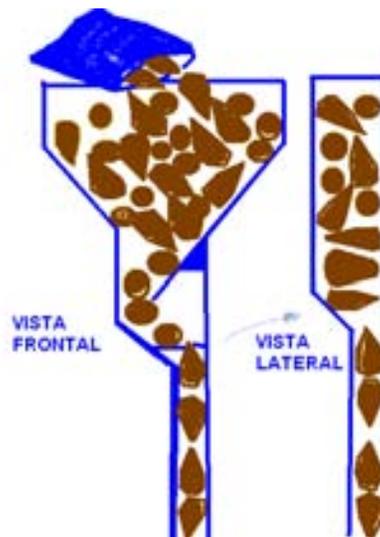


Figura 2.2. Vista frontal y lateral de la tolva con planos inclinados.

FINALIDAD

Posicionar las mazorcas en una dirección, no importando si el extremo delgado se encuentra hacia arriba o hacia abajo.

ELEMENTOS

- Tolva de lámina, con una cierta capacidad no especificada.
- Diferentes planos inclinados en el interior de una sección cuadrada de lámina.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

Se coloca en la tolva un lote de mazorcas. El sistema ingresa a la máquina, las mazorcas en una sola dirección. Permite que el operador tenga tiempo de

operar las demás partes de la máquina y no solo estar colocando las mazorcas de una por una.

- **DESVENTAJAS**

El sistema se satura si se le colocan demasiadas mazorcas y hay que estarlas moviendo en el interior para desatorar algunas que no permiten el libre deslizamiento.

No hay un completo deslizamiento entre las mazorcas, ya que sus mismos granos, hacen que se atoren entre ellas, aun y cuando la tolva tenga sus partes con paredes lisas.

- **RESULTADOS**

Cuando se coloca el maíz a granel dentro de la tolva, el sistema se satura cuando se colocan demasiadas mazorcas, no permitiendo el libre deslizamiento.

El sistema de tolva, provoca varias interrupciones al operador, que tiene que estar destrabando las mazorcas, por lo tanto el tiempo que se pierde no puede ser medido y es variado.

Se requiere un sistema que haga vibrar la tolva para así estar desatorando las mazorcas, esto ayudaría a que el operador no estuviera al pendiente de cuando se atoren y solo tendría que colocar a granel las mazorcas.

C. Recepción de mazorca de tolva inclinada

DESCRIPCIÓN

Este sistema de recepción consiste en una tolva la cual se encuentra con una inclinación para ayudar a las mazorcas desplazarse sin encimarse (figura 2.3).



Figura 2.3. Mazorca en tolva inclinada de un plano.

FINALIDAD

Las mazorcas se colocan en forma inclinada, formando una cama de mazorcas, para después ir saliendo en un solo sentido.

ELEMENTOS

- Tolva de lámina con inclinaciones regulables.
- Paredes lisas en todas sus caras internas.
- Sistema vibratorio para la tolva.
- Motor.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

Las mazorcas salen del sistema orientadas y no se atorán dentro del sistema al momento de estarse deslizando gracias al sistema vibratorio hacia la salida. La vibración sobre la tolva, ayuda a que se estén moviendo continuamente las mazorcas y pasen por el conducto angosto.

- DESVENTAJAS

No se debe alimentar al sistema encimando mazorcas, para evitar que se atoren.

No se puede colocar las mazorcas a granel.

- **RESULTADOS**

El sistema logra orientar en un plano a las mazorca y los conduce hasta salir una por una por el orificio más angosto.

Un operador tiene que estar colocando las mazorcas en una forma previa a la solicitada, por lo cual el operador tiene que estar pendiente de llenar la tova con mazorcas en tiempos determinados.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para poder evaluar las alternativas del sistema de recepción de mazorca, es necesario dar valores de importancia a los diferentes criterios de diseño, siendo la suma de estos un total de 100% (tabla 2.1). Con estos datos se puede construir una matriz de decisión como la que se muestra en la tabla 2.3 y determinar cual concepto de los sistemas de recepción de mazorcas, es la que tiene mayor calificación.

Los criterios de diseño es el valor de importancia que se considera basándose en la experiencia y criterio del diseñador. El significado de cada criterio es señalado a continuación;

- Costo. El material debe ser de tipo comercial para su fabricación.
- Fácil de operar. El operador del dispositivo no debe tener cierta preparación académica para operar el dispositivo, solo una capacitación previa.
- Mantenimiento. El dispositivo requiere de servicio de limpieza para su funcionamiento.
- Flexibilidad. Que tan adecuado es para fabricarse.
- Seguridad. Las partes que pueden dañar al operador no interactúen con este.
- Fácil manufactura. La fabricación del dispositivo debe ocupar torno, fresa convencional y herramienta de taller.
- Desperdicio. La cantidad de este debe ser mínima.
- Velocidad de corte. El tiempo de corte del grano de una mazorca.

- Calidad de corte. El grano debe estar cortado en un 90% de su volumen, dejando la punta dentro del olote y no desgranado.

Tabla 2.1. Criterios de diseño para el sistema de recepción de mazorca.

<i>CRITERIO DE DISEÑO</i>	<i>VALOR DE IMPACTO</i>
<i>Costo</i>	<i>25</i>
<i>Fácil de operar</i>	<i>15</i>
<i>Mantenimiento</i>	<i>10</i>
<i>Flexibilidad</i>	<i>10</i>
<i>Seguridad</i>	<i>35</i>
<i>Fácil manufactura</i>	<i>5</i>
<i>Total</i>	<i>100</i>

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Escala de valor.

<i>Muy bueno</i>	<i>10</i>
<i>Bueno</i>	<i>9</i>
<i>Suficiente</i>	<i>8</i>
<i>Adecuado</i>	<i>7</i>
<i>Competente</i>	<i>6</i>
<i>No cumple</i>	<i>5</i>

Tabla 2.3. Matriz de decisión para el sistema de recepción de mazorca.

<i>Criterio</i>	<i>Costo</i>	<i>Fácil Operar</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>Flex</i>	<i>Seguridad</i>	<i>Fácil manufactura</i>	<i>Calificación</i>
<i>Alternativa</i>	<i>25</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>35</i>	<i>5</i>	
<i>Operador</i>	<i>10\250</i>	<i>8\120</i>	<i>10\100</i>	<i>8\80</i>	<i>5\175</i>	<i>10\50</i>	<i>775</i>
<i>Tolva y planos inclinados</i>	<i>6\150</i>	<i>6\90</i>	<i>6\60</i>	<i>7\70</i>	<i>8\180</i>	<i>7\35</i>	<i>485</i>
<i>Tolva inclinada</i>	<i>6\150</i>	<i>6\90</i>	<i>6\60</i>	<i>6\60</i>	<i>7\245</i>	<i>10\50</i>	<i>655</i>

La matriz de decisión, muestra la evaluación con los criterios de la tabla 2.1 y la tabla 2.2, dando por resultado, que la alternativa con mayor calificación es de operador, por lo cual se toma esta alternativa para trabajar.

2.2. Sistema para trasladar la mazorca.

Este sistema traslada la mazorca hacia el cortador del grano, teniendo que hacerlo de una forma segura y rígida, Por consiguiente, también ayudara al retiro en una forma de retroceso del sistema.

Este sistema se mantiene en una posición, mientras se realiza el corte. Una vez terminado el corte, esta regresa a su posición inicial, a la espera de otra mazorca e iniciar el ciclo de nuevo.

A. Sistema para trasladar la mazorca de giro en un eje

DESCRIPCIÓN

Esta parte del sistema, es pensada en un brazo que gira sobre un eje, tomando las mazorcas y girando para ponerlas en el cortador (figura 2.4).

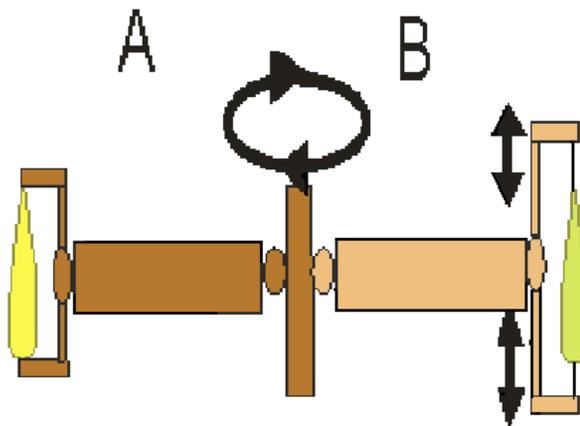


Figura 2.4. Sistema para trasladar las mazorcas con giro.

FINALIDAD

Que el sistema logre sujetar la mazorca (que ya se encuentra en la posición deseada), para trasladarla al cortador.

ELEMENTOS

- a. Brazo móvil con movimiento.
- b. Sistema para sujetar la mazorca en el centro de sus extremos, que contiene unas puntas que logren penetrar el olote de la mazorca.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El brazo permite colocar las mazorcas de diferentes tamaños, no importando donde se encuentre la parte más angosta de la mazorca.

El giro permite que la mazorca se coloque antes de acercarse al sistema de corte.

- DESVENTAJAS

No presento alguna visible o teórica.

- RESULTADOS

El mecanismo indicado, tiene que ajustarse al tamaño de diferentes mazorcas y determinar el momento en el cual ha sujetado correctamente al olote en el centro de sus extremos.

El brazo tiene dos posiciones, una para colocar la mazorca y otra para realizar el corte, logrando que se disminuya el riesgo para el operador en el momento que realice la colocación de la mazorca y el corte.

La velocidad del brazo, puede ser controlada por un motor y un potenciómetro, ajustando la necesidad del operador y la velocidad de corte de la máquina.

B. Sistema lineal para trasladar la mazorca

DESCRIPCIÓN

El movimiento que se tiene que hacer es de atrás hacia adelante, trasladando el sistema en una dirección y así acercar las mazorcas en el cortador (figura 2.5). El sistema logra posicionar a la mazorca frente al sistema de corte a través de un movimiento lineal.

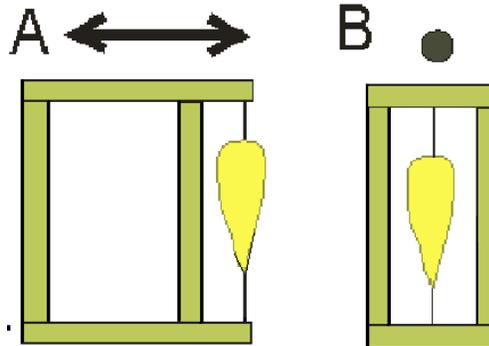


Figura 2.5. Soporte rígido que sujeta a la mazorca.

A (muestra la vista lateral y la dirección en que se mueve), B (vista frontal del sistema).

FINALIDAD

La mazorca se acerca y se aleja del cortador a la distancia deseada.

ELEMENTOS

- Soporte rígido que permita sujetar la mazorca en una dirección.
- Partes que ayudan a deslizar el soporte de la mazorca en la base de la máquina.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

Lograr colocar la mazorca en una posición y tener un exacto acercamiento al cortador, ya que el sistema permite ver paralelamente el tamaño de corte del grano y sistema cortador.

Los cojinetes ajustados evitan que el sistema se mueva en otra dirección.

- DESVENTAJAS

No se presentaron desventajas visibles en el funcionamiento lineal de la base rígida.

- **RESULTADOS**

Se puede hacer que el sistema aproxime la mazorca al cortador, con una velocidad deseada.

El soporte de la mazorca es rígido y no presenta algún movimiento con respecto de la base de la máquina.

Se tiene que diseñar un mecanismo que permita el movimiento del soporte en una dirección.

El sistema permite acercar a una velocidad deseada la mazorca, el operador decide el momento en el cual el sistema actúa.

El ensamble de los cojinetes tiene que ser con un ajuste de tipo apriete suave, ya que esto ayuda al sistema a solo moverse en una dirección y siempre y cuando el operador lo crea conveniente.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de las alternativas se observan en la tabla 2.4 de criterios de diseño y la selección de la mejor alternativa, se encuentra en la tabla 2.5 de la matriz de decisión.

Tabla 2.4. Criterio de diseño para trasladar la mazorca.

CRITERIO DE DISEÑO	VALOR DE IMPACTO
Costo	20
Fácil de operar	15
Mantenimiento	20
Flexibilidad	5
Seguridad	20
Fácil manufactura	20
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.5. Matriz de decisión para el sistema de trasladar las mazorcas.

Criterio	Costo	F Operar	Mantenimient	Flex	Segurida	Fácil	Calificació
Alternativa	20	15	o 20	5	d 20	manufactura 20	n
Giro en un eje	8\160	8\120	10\200	10\50	7\140	6\120	790
Una dirección	8\160	10\150	10\200	9\45	10\200	6\120	875

La calificación que tiene el sistema de giro en un eje en la matriz de decisión, proporciona datos con los cuales se toma la decisión de trabajar con esta alternativa.

2.3. Sistema para especificar tamaño de corte

Cuando la mazorca se encuentre en esta etapa, será medido el tamaño de grano que se desee cortar. También se especifica que se seleccionen mazorcas semejantes, para así tener un corte de grano más estándar.

A. Sistema para especificar tamaño de corte con sensor láser

DESCRIPCIÓN

Un dispositivo láser, que identifique donde se encuentra la mazorca y que tamaño de grano se desea cortar.

FINALIDAD

Que un dispositivo con un láser, logre indicar la posición de la mazorca, para así realizar el corte del grano de maíz, con un tamaño deseado.

ELEMENTOS

- a. Dispositivo láser

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El corte necesario, se obtenía en la primera prueba de corte de la mazorca.

- DESVENTAJAS

El lente se ensuciaba durante el primer corte y se tiene que limpiar, para que vuelva a detectar la posición de la siguiente mazorca.

- RESULTADOS

El láser indica la posición de la esquina de la mazorca ayudando a especificar el tamaño de corte del grano de maíz.

El dispositivo mostró que se puede especificar el tamaño de corte con el láser, pero ya que es un corte que deja mucho polvo, no es apto para este trabajo.

B. Sistema para especificar tamaño de corte de forma manual

DESCRIPCIÓN

La forma de hacer trabajar esta parte, es a criterio del operador de la máquina, que tendrá que especificar en donde se encuentra la mazorca y que tamaño de grano hay que cortar.

Se diseñara un dispositivo que acerque o aleje la mazorca al sistema hacia el cortador del grano (figura 2.6).

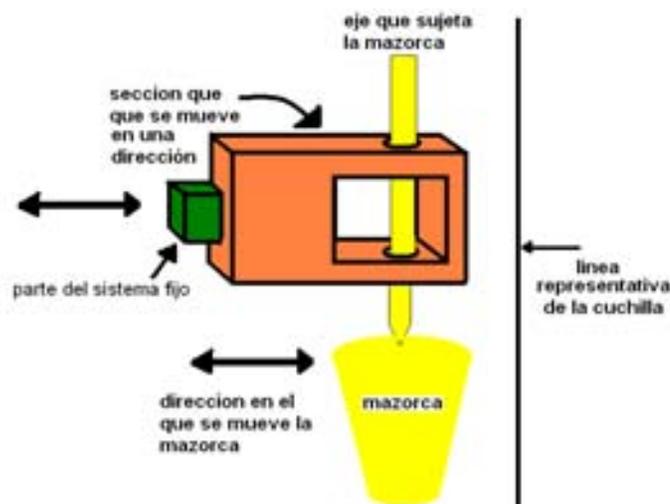


Figura 2.6. Dispositivo que acerca o aleja hacia el sistema cortador.

FINALIDAD

Que el operador acerque la mazorca al cortador, observando y determinando, que tamaño de corte es el mejor para esta mazorca, ayudado de un dispositivo.

ELEMENTOS

- a. Un operador capacitado para cortar un grano de maíz sin la raíz y sin cortar el olate.
- b. Dispositivo que ayude a acercar y alejar la mazorca del cortador.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El corte permite dejar la raíz en el olate y tener un buen tamaño de grano, sin tanto desperdicio.

Se corrige con el dispositivo el tamaño de corte.

- DESVENTAJAS

El operador debe ajustar a su criterio cada mazorca para realizar el corte.

- CONCLUSIONES

El operador muestra un criterio propio y designa para cada mazorca el tamaño de grano cortado, que se puede obtener de esta.

El dispositivo diseñado, muestra que se puede acercar de dos extremos la mazorca.

Se obtiene el mejor aprovechamiento del corte del grano, no importando si varia lo largo de la mazorca o el ancho.

El operador puede corregir el corte si observa que este no es muy bueno, adaptando el dispositivo a otro tamaño de corte.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de las alternativas generadas, son mostradas con base a la tabla 2.6 que limita los criterios de diseño y genera la tabla 2.7 de la matriz de decisión. Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.6. Criterios de diseño para el tamaño del corte.

CRITERIO DE DISEÑO	VALOR DE IMPACTO
Costo	10
Fácil de operar	15
Mantenimiento	10
Desperdicio	15
Velocidad de corte	10
Calidad de corte	15
Flexibilidad	5
Seguridad	10
Fácil manufactura	10
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.7. Matriz de decisión para especificar tamaño de corte.

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Desp	V corte	Cal corte	Flex	Seguridad	Fácil manufactura	Calificación
Alternativa	10	15	10	15	10	15	5	10	10	
Sensor láser	6\60	6\90	6\60	6\90	7\70	8\120	6\30	7\70	10\100	690
Forma manual	8\80	10\150	10\100	9\135	7\70	10\150	8\40	10\100	6\60	985

La matriz de decisión, indica que la alternativa de forma manual para especificar el tamaño del corte, es la mejor opción.

2.4. Sistema para girar la mazorca.

Básicamente, el sistema para girar la mazorca, será usado desde que la mazorca comience a entrar al sistema de corte, y hasta que cumpla un giro, finalizando con este el corte. Después solo funcionara hasta tener nuevamente una mazorca con grano, para que se repita la operación.

A. Sistema para girar la mazorca de una caja con reductor.

DESCRIPCIÓN

Para este concepto, es necesario instalar un juego de engranes (reductores) dentro del dispositivo, que realiza la función de girar la mazorca, cuando se encuentre en funcionamiento el cortador.

Se busca un motor que tenga acoplado algunos reductores internos, y se instalara bajo el eje que sostiene la mazorca, como se muestra en la figura 2.7.

En los extremos donde se sujeta la mazorca, se tendrá una punta de cada lado, para sujetar la mazorca por el centro de sus diámetros.

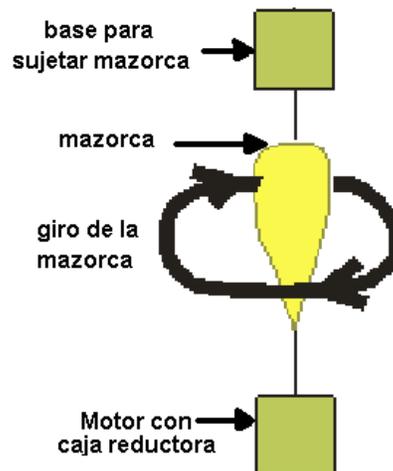


Figura 2.7. Caja con reductor para girar la mazorca.

FINALIDAD

La mazorca debe girar una revolución en un tiempo deseado.

ELEMENTOS

- Caja reductora acoplada con su motor.

- b. Dos ejes concéntricos, los cuales se encuentran en cada extremo de la mazorca.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

Se puede regular la velocidad de giro, por medio de un potenciómetro de perilla.

- DESVENTAJAS

Se tiene que colocar un temporizador (dispositivo electrónico), que permita el paro del motor, cuando este ya haya realizado un giro de la mazorca.

- RESULTADOS

El motor tiene suficiente par, que permite girar la mazorca sin mayor contratiempo.

El sistema permite variar el tiempo de giro de la mazorca en una vuelta.

Dependiendo de qué tan rápido permita girar el cortador a la mazorca, se puede hacer que el motor gire más rápido o más lento.

El excelente par del motor ayuda a que no se interrumpa el giro de la mazorca.

B. Sistema para girar la mazorca con cremallera.

DESCRIPCIÓN

El giro de la mazorca es con un motor que se encuentra acoplado a una cremallera.

El motor tiene acoplado un engrane a una cremallera, el cual a su vez esta acoplado a otro engrane que hace girar el eje inferior que sostiene la mazorca, como se muestra en la figura 2.8.

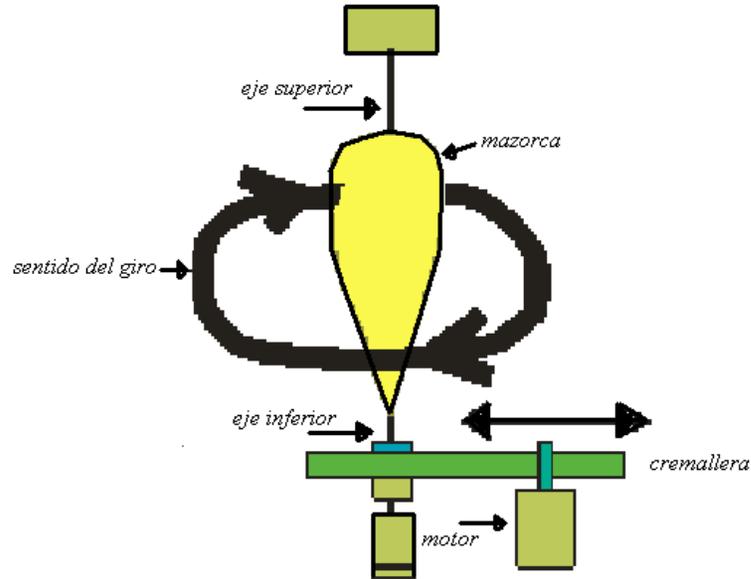


Figura 2.8. Motor con cremallera acoplada al eje de la mazorca.

FINALIDAD

Que el motor gire y por medio de un engrane, haga avanzar la cremallera, Está a su vez gire el engrane acoplado al eje inferior de la mazorca y realizar el giro deseado.

ELEMENTOS

- Motor con acoplamiento de una cremallera y un engrane conectado al eje de la mazorca, además de tener una base para sostener el sistema.
- Dos engranes, uno acoplado al eje inferior de la mazorca y otro al eje del motor.

REPORTE DE PRUEBAS

• VENTAJAS

Se necesitan solo tres piezas acopladas a un sistema rígido, los cuales son eje con engrane a la mazorca, cremallera y el motor.

Se garantiza el giro de una vuelta completa, ya que se regula con el avance de la cremallera.

• DESVENTAJAS

El sistema debe contener un sistema que indique cuando se ha cumplido con dar un giro a la mazorca, para así regresar a su posición inicial.

- **RESULTADOS**

El motor es regulado en sus revoluciones y logra hacer avanzar el eje a una velocidad que permite el corte correctamente.

Cuando la mazorca realiza una vuelta completa, la cremallera regresa a su punto de inicio.

El dispositivo trabaja correctamente al hacer girar la mazorca. El par que se obtiene se puede regular colocando diferentes tamaños de engranes en el motor y en el eje que sostiene la mazorca. El motor usado, debe tener un potenciómetro, para regular la velocidad de giro de la mazorca.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de las alternativas, se obtiene por medio de las tablas 2.8 y 2.9.

Tabla 2.8. Criterio de diseño para girar la mazorca.

CRITERIO DE DISEÑO	VALOR DE IMPACTO
Costo	10
Fácil de operar	15
Mantenimiento	20
Velocidad de corte	15
Calidad de corte	10
Flexibilidad	5
Seguridad	15
Fácil manufactura	10
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.9. Matriz de decisión para el sistema para girar la mazorca.

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Velocidad de corte	Cal corte	Flex	Seguridad	Fácil manufactura	Calificación
Alternativa	10	15	20	15	10	5	15	10	
Caja con reductor	8\80	8\120	10\200	10\150	8\80	8\40	9\135	7\70	875
Cremallera	8\80	6\150	9\180	10\150	8\80	9\45	9\135	6\60	780

La primera alternativa de la caja reductora, presenta mayor calificación en la matriz de decisión, por lo cual es con el que se trabajara en el tema de diseño de detalle.

4.5. Sistema para cortar la mazorca

El sistema de corte del grano, tendrá que ser en un tiempo especificado, que ayude a que el corte sea lo mas uniforme y exacto posible, como lo requiere el usuario. En este caso se tiene que prevenir el desgrane de la mazorca, el corte sin la raíz, el corte a la mitad del grano, por lo que es necesaria regular la velocidad del cortador.

A. Sistema para cortar la mazorca de un sistema de cuchillas

DESCRIPCIÓN

Este sistema cortador recibe verticalmente las mazorcas. Son sostenidas por un aro que gira para permitir que elote gire también junto con este, dos cuchillas cortan los granos, después de la función de corte, el anillo se abre y deja caer el olote con los granos.

Este sistema cortador ofrece la posibilidad de recibir la mazorca en cualquiera de sus dos sentidos verticales y dejar pasar las mazorcas pequeñas (figura 2.9).

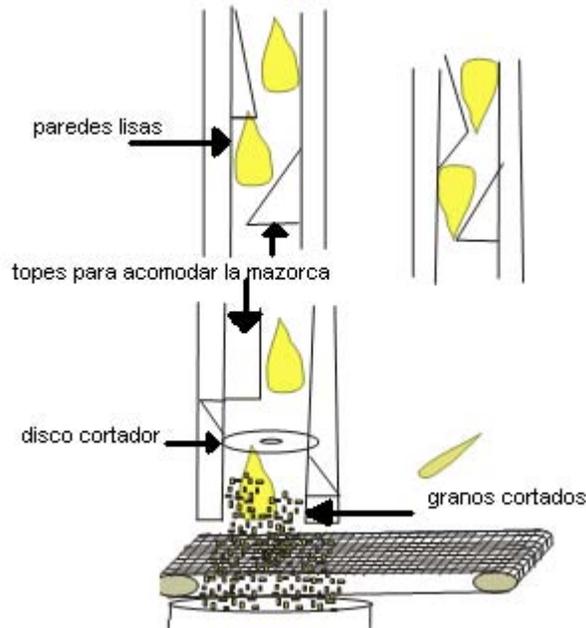


Figura 2.9. Cuchillas horizontales que cortan el grano de maíz.

FINALIDAD

Cuando la mazorca este cayendo dentro, en las paredes del sistema se cortan los granos con ayuda de los discos que están girando.

ELEMENTOS

- Sistema de toberas
- Motores acoplados a las cuchillas
- Cuchillas internas en las paredes y las cuales serán giratorias.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El sistema puede caer a granel no importando la forma de la dirección de las mazorcas.

- DESVENTAJAS

Tiene el problema de que el anillo no sujetaría los elotes más grandes.

- RESULTADOS

El corte que se tiene no es parejo, se tiene mucho desperdicio y no se asegura que pase la mazorca por el conducto de tobera.

El sistema no corta homogéneamente el grano, por el contrario, pasan muchas mazorcas que no son cortadas adecuadamente

B. Sistema para cortar la mazorca con rodillos

DESCRIPCIÓN

Este sistema consiste en hacer un corte horizontal sobre la mazorca que se encuentra posicionado entre 2 rodillos. Estos rodillos giran i hacen girar la mazorca hacia el lado contrario de los rodillos. Enseguida se hace bajar las cuchillas que cortan un lado del grano de la mazorca. La fuerza que se aplica en las cuchillas es manual y es tal que logren cortar el grano (figura 2.10).

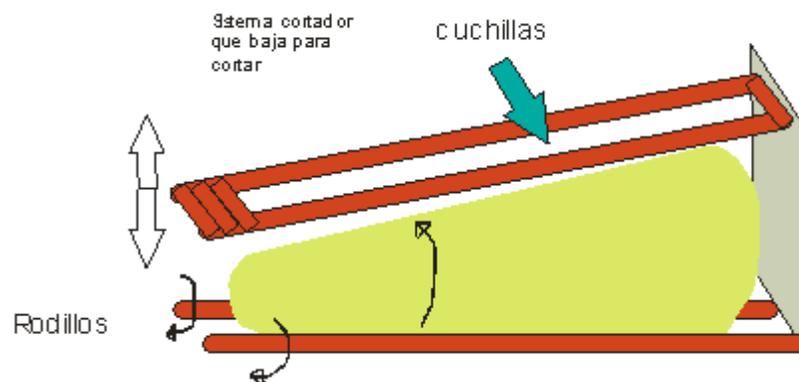


Figura 2.10. Rodillos con cuchillas no paralelas.

FINALIDAD

Mientras se encuentra girando la mazorca con la ayuda de los rodillos, las cuchillas bajan entrando en los granos de maíz y con ayuda del giro de la mazorca, se va cortando una fila de los granos de maíz, así hasta que corta los granos de la superficie.

ELEMENTOS

- Dos rodillos no paralelos fijados a una flecha que los hace girar a la misma velocidad.

- b. Dos cuchillas móviles no paralelas que se puedan ajustar a diferentes tamaños.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

La mazorca se coloca entre los dos rodillos, y se ajusta al movimiento rotatorio.

Las cuchillas son ajustables a cualquier tamaño de mazorca.

- DESVENTAJAS

Al momento de bajar las cuchillas se traba y no corta.

- RESULTADOS

Las cuchillas bajan hacia la mazorca penetrando en los granos para cortarlos.

La forma en que se gradúa las cuchillas al momento de bajar, es manualmente, buscando que corte los granos mientras va girando.

Las cuchillas no logran cortar el grano duro. Estas intentan bajar y por un momento logran desgranar el maíz, pero no cortarlo.

El sistema de cuchillas no corta los granos, pero los rodillos si logran girar la mazorca.

Las cuchillas no cortan porque no se mueven, pero si fuera como un cuchillo que se moviera en zigzag, podría cortar mientras gira la mazorca en los rodillos.

C. Sistema para cortar la mazorca de discos cortadores

DESCRIPCIÓN

En la figura 2.11, se muestra un sistema de corte con dos discos, que se aproximan a los extremo de la mazorca. Impulsando la mazorca por otro sistema, la mazorca se acerca a las cuchillas para cortar el grano de maíz.

El elote está sujeto a una base que pasara por un riel a medida que se desplace a través de los discos, girando sobre el sujetador. Los discos, estarán inclinados para

hacer un corte más apegado a la superficie de la mazorca, tal como se muestra en el dibujo. Se girarán por un motor que dará la vuelta en forma simultánea, con motores independientes, según se facilite más la construcción. A cada lado de los discos, habrá contenedores que retengan el maíz.

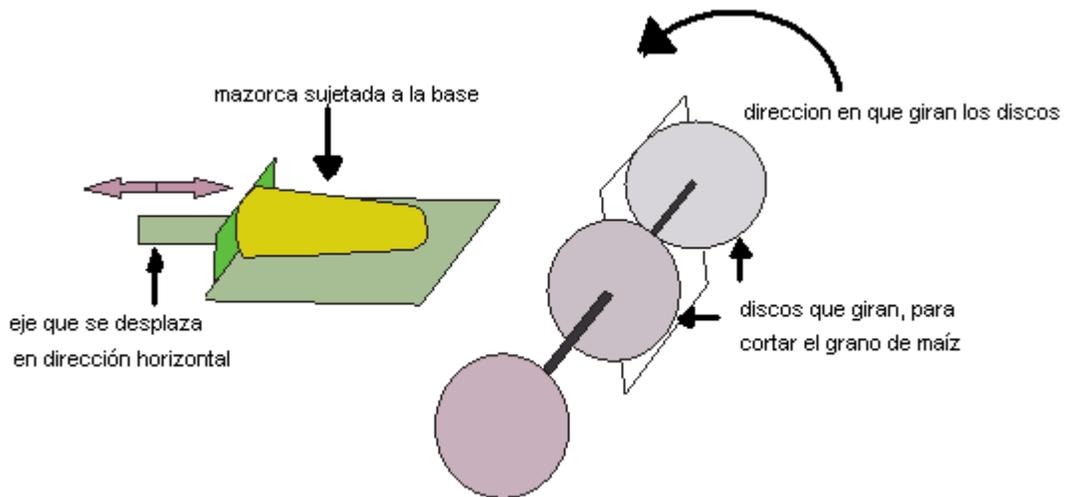


Figura 2.11. Discos cortadores paralelos.

FINALIDAD

Que los discos corten los granos de maíz cuando la mazorca se desplace a un lado de estos.

ELEMENTOS

- Un eje que sujeta la mazorca y la hace girar.
- Sierras de disco para cortar el grano de maíz.
- Base que acerca la mazorca a los discos cortadores.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El dispositivo tiene dos cortadores que ayudan a cortar los granos de maíz de la mazorca en dos de sus lados.

La velocidad que tienen los discos puede regularse para hacer más rápido el corte de entrada.

- **DESVENTAJAS**

Se tiene mucho desperdicio al cortar el grano de maíz y este se obtiene de manera irregular.

Tiene que entrar y salir la mazorca varias veces para cortar la mayoría de granos de la mazorca.

El tiempo de corte es semejante al que ya se tiene con una sierra de disco (cuatro mazorcas por minuto), pero existe gran cantidad de grano que es mal cortado.

- **RESULTADOS**

Al acercar la mazorca a las sierras de discos, se logra cortar los granos de maíz de dos hileras, en dos extremos.

El dispositivo mostró dificultad en el momento de hacer el corte, ya que tenía que entrar y salir 8 veces para cortar la mayoría de los granos de maíz. El tiempo total del corte fue de 15 segundos.

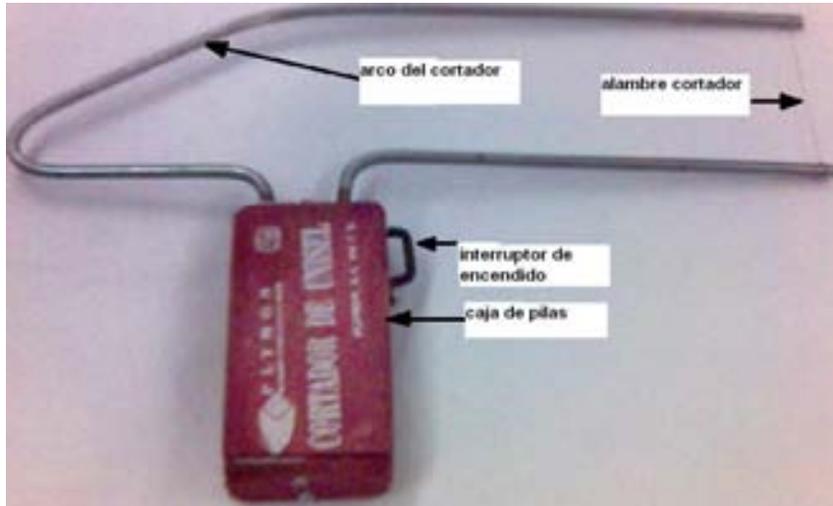
Los cortes no fueron parejos y se desperdicio mucho grano, ya que este quedo mal cortado.

Este sistema presenta un mal corte del grano de maíz, de tal modo que hay mucho desperdicio de grano.

D. Sistema para cortar la mazorca con alambre caliente

DESCRIPCIÓN

El principio de corte consiste en calentar un alambre (fotografía 2.1), el cual llega hasta una temperatura de 50 [°C], con la cual se pueda deslizar el alambre caliente a través del grano de maíz. Se necesita entrar a una velocidad de 20 [mm/s] la cual se debe mantener constante y que se pueda cortar el grano sin tener que aplicar una fuerza que lo arranque.



Fotografía 2.1. Dispositivo de alambre caliente, indicando sus partes que lo integran.

FINALIDAD

Encontrar un alambre que alcance la temperatura para poder realizar el corte del grano de maíz sin que se desgrane.

ELEMENTOS

- a. fuente de voltaje de 3[V].
- b. barras para poder mantener el alambre fijo y estirado.
- c. Interruptor
- d. Alambre tipo resistencia.

A continuación se muestra la tabla 2.10, donde se explica con más detalle las partes que integran este sistema.

Tabla 2.10. Elementos constitutivos del sistema de corte.

Sistema	Elemento	Dimensiones	Descripción	Material	Manufactura
Corte por alambre caliente	Suministro de voltaje	5 X 13 cm., 3 V , contiene 2 pilas	Transmite el voltaje (3 V, Tem 50 °C) para realizar el corte	madera	manual
	Barras	25 cm.	Sostiene al alambre	acero	Selección

	Interruptor de alambre	1.5 cm	On/ Off	cobre	Selección
	alambre	8 cm de largo, calibre H=9/32[in]	Realiza el corte	Acero	Selección

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

La flexión del cable ayuda a adaptarnos a la forma y tamaño del maíz.

El costo del metro de alambre es \$20.00 pesos.

Nos permite variar la posición del elote para el corte.

- **DESVENTAJAS**

Quema el maíz, en el lugar donde corta o secciona.

El corte es muy lento.

- **RESULTADOS**

Al dispositivo se le suministra una voltaje, que llega al alambre con una resistencia de 5 Ohm, esta resistencia calienta al alambre logrando una temperatura de 50(°C), que permita cortar el grano de maíz.

Asociados al corte, se tiene el calibre del alambre, del cual dependen factores como la temperatura alcanzada por el alambre, el voltaje máximo que se le puede suministrar y la velocidad del corte.

La influencia de estos parámetros se analizó experimentalmente, variando los calibres (grosor) del alambre, el voltaje suministrado, y la velocidad con la que se realiza el corte.

La posición de la mazorca puede ser tanto vertical como horizontalmente, es algo que gracias a la practicidad del dispositivo y la flexibilidad del alambre nos permite variar sin ningún problema.

Se consiguieron diferentes tipos de alambres que se escogieron aleatoriamente, con cada uno de estos alambres se realizó la misma prueba que consistía en: calentarlo con una fuente de voltaje (ya mencionada), y deslizarlo a través de la mazorca.

Lo primero que se hizo, fue conseguir un alambre que tuviera la resistencia adecuada para poder alcanzar el calor necesario para poder cortar el grano de maíz. Ya con el alambre escogido, se implementó en un dispositivo tipo pistola, con la que se puede manejar de forma segura y fácil.

Cuando se realizó el corte, el maíz efectivamente se cortó, pero el detalle fue la marca que dejaba por una quemadura del alambre, en una sección del maíz. Este resultado es un problema, porque se dañaba estéticamente nuestro producto (tomaba un color café), lo cual es de suma importancia para nuestro cliente.

El desgrane se presentó al realizar la prueba de corte, ya que no fue constante el corte del grano de maíz.

E. Sistema para cortar la mazorca con una sierra cinta

DESCRIPCIÓN

Es una cinta metálica de acero, con dientes cortadores (Fotografía 2.2), la cual es flexible y tiene una longitud específica de acuerdo a su necesidad.



Fotografía 2.2. Cinta metálica cortadora tipo sierra.

FINALIDAD

Que la cinta sierra, corte paralelo a la mazorca, y que esta gire sobre su centro para realizar un corte homogéneo.

ELEMENTOS

- a. Cinta sierra de tipo comercial.
- b. Poleas por las cuales se desplace la cinta sierra.
- c. Motor que haga girar las poleas con la cinta sierra.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

El corte es uniforme en la mazorca y el desperdicio del maíz es del 10%.

- DESVENTAJAS

Se tiene que saber con qué fuerza se aprieta la cinta metálica para que no se rompa.

Se requieren de muchos dispositivos, para hacer funcionar este sistema.

- RESULTADOS

Esta cinta sierra la ocupan para cortar diferentes materiales los cuales pueden ser madera o huesos de animales, por lo que resulta eficiente para el corte del grano de maíz que tiene una cascarilla dura en su parte exterior.

Para el uso de esta cinta, es necesario tener poleas acondicionadas para que pueda circular en su periferia, también es necesario un motor con capacidad de variación de velocidad.

En esta prueba se utilizó un motor trifásico de *Baldor industrial motor*, en conjunto con un variador de frecuencia con el fin de manipular la velocidad para encontrar la que proporcione mejores resultados.

Previo a esta prueba se realizaron las siguientes actividades;

- a. Configurar el motor por medio de su diagrama de conexión para trabajar con voltaje de 220[V].
- b. Conectar el variador de frecuencia adecuadamente para alimentar al motor con 220 [V].
- c. Fabricar dos poleas, las cuales ayudaran al desplazamiento de la cinta sierra.

Esta prueba, muestra los mejores resultados que las pruebas anteriores, se comprobó la eficiencia del corte del grano de maíz y también de la resistencia de la herramienta, en este caso, una cinta metálica con sierra. Se observó que a altas velocidades el corte era bueno, solo se requiere recargar la mazorca a la cinta sierra, para cortar el grano de maíz, siendo bastante rápida en el corte (40 segundos) y se lograba cortar todo el grano de la mazorca. Conforme se reducía la velocidad, se volvía cada vez más deficiente. Con esto comprobamos que este sistema la opción más factible es la de a una velocidad de 900 [rpm] en la flecha del motor y en la velocidad de la cinta es de 1.8 [m/s], que garantiza un buen corte y no entre en la etapa de desgrane, ni genere muchas vibraciones por las altas [rpm] del motor.

F. Sistema para cortar la mazorca con un cuchillo dentado.

DESCRIPCIÓN

Cortar el maíz de la mazorca colocándola de forma paralela a la cuchilla de corte (fotografía 2.3). Se implementa un sistema que no permite la desviación de la cuchilla al momento de hacer el corte. El sistema se fija a una mesa, lo cual permite mayor movilidad y un mejor soporte para poder colocar la mazorca y que a esta se le pueda ejercer cierta presión para poder realizar el corte.



Fotografía 2.3. Soporte y cuchilla del sistema con cuchilla dentada, vista frontal y lateral.

FINALIDAD

Seleccionar una cuchilla, con dientes especiales, para realizar el corte del grano de maíz, el cual este compuesto de un material que no contamine el grano de maíz con residuos.

Esta cuchilla, será colocada en un sistema de zigzag (corredera, biela, manivela), el cual le dará movimiento para cortar el grano de maíz.

Se pondrá la cuchilla en forma perpendicular y paralela a la mazorca y se observaran las diferencias entre los dos cortes.

ELEMENTOS

- a. Cuchilla dentada.
- b. Sistema de zigzag.
- c. Soporte de la cuchilla y el sistema de zigzag.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS

En el corte perpendicular no se encontraron ventajas.

En el corte paralelo se encuentra un corte uniforme, el cual permite dejar la raíz del grano dentro de esta. También posee una buena velocidad de corte.

El sistema es muy simple en su construcción.

- DESVENTAJAS

El corte perpendicular muestra mucho desperdicio y tiene que entrar y salir varias veces la mazorca, por lo cual no es mejora el corte.

Para el corte paralelo, los granos de maíz, que como se mostró, se realizo de una buena forma, pero a la velocidad a la que se movía la cuchilla provocaba que esta tuviera vibraciones y comenzara a tener un movimiento hacia los lados, que obviamente perjudica el corte (desgrana la mazorca).

La cuchilla tiene una oscilación que afecta el corte.

- RESULTADOS

Para el corte perpendicular con cuchilla dentada, se observo un buen corte, sin desgranar, pero deja mucho desperdicio.

NOTA: para este sistema, los movimientos que se necesitan para mover la mazorca y hacer el corte, se hacen de manera manual (fotografía 2.4).



*Fotografía 2.4. Corte perpendicular a la mazorca.
(a, vista de planta y b vista lateral).*

Para el corte paralelo (Fotografía 2.5), se realizo un desgrane previo, paralelo al eje longitudinal de la mazorca, el cual sirve para hacer una entrada, que permite que la cuchilla llegue al fondo del grano, antes de la cabeza a

una distancia deseada para el corte (este dependerá de cada mazorca, pero se buscara obtener un grano estándar). Una vez que ha entrado la cuchilla, la mazorca tiene que hacerse girar sobre su eje, este corte permite obtener un mejor aprovechamiento del grano, ya que solo entra por un lado y por este mismo lado termina el corte.



Fotografía 2.5. Corte de los granos de maíz con cuchilla.

Las vibraciones en la cuchilla se lograron corregir o disminuir, gracias a la implementación de un soporte de madera para la cuchilla. Esto permite disminuir las vibraciones y un mejor corte.

El corte perpendicular de resultados muy poco favorables, ya que para que la cuchilla llegara hasta abajo de los granos de maíz y de ahí comenzar el corte, se desperdiciaban bastantes granos, por lo que esta posición de corte se descarto al momento, sin realizarse más pruebas y sin tomar datos o fotos del proceso o del resultado obtenido.

Con el sistema de corte paralelo, el corte que se obtuvo cumple con las características dispuestas por el cliente, se tiene que corregir las oscilaciones en un sistema más rígido. Esto quiere decir, que se deben hacer los cambios

necesarios al sistema para que las desventajas disminuyan, haciéndolo más rígido.

Este último prototipo presenta un incremento en el porcentaje de grano cortado, pero existe mucho desperdicio como se observa en la fotografía 2.6.

Se tiene porcentajes del corte, como:

- 3 granos = 3.22% de grano desgranado.
- 16 granos = 17.2% con corte con la raíz.
- 32 granos = 34.4% de corte incompleto.
- 42 granos = 45.18% de buen corte.

Dados estos resultados, aun no se tiene la mayor parte de granos bien cortados.



Fotografía 2.6. Muestra del corte de los granos de maíz con cuchilla.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Los criterios de diseño para el sistema de cortar la mazorca, se observan en la tabla 2.11 y la matriz de decisión de la tabla 2.12.

Tabla 2.11. Criterios de diseño para cortar la mazorca.

Criterio de diseño para cortar la mazorca	Valor de impacto
Costo	5
Fácil de operar	15
Mantenimiento	10

Desperdicio	10
Velocidad de corte	10
Calidad de corte	15
Flexibilidad	5
Seguridad	20
Fácil manufactura	10
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.12. Matriz de decisión para cortar la mazorca

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Desp	V corte	Cal corte	Flex	Seguridad	Fácil manufactura	
Alternativa	5	15	10	10	10	15	5	20	10	Calificación
Sistema de cuchillas	6\30	6\90	6\60	6\60	6\60	6\90	6\30	7\140	6\60	620
Rodillos	6\30	6\90	6\60	6\60	6\60	6\90	6\30	6\120	6\60	600
Discos cortadores	9\45	6\90	10\100	6\60	6\60	6\90	6\30	6\120	10\100	695
Alambre caliente	10\50	6\90	6\60	6\60	6\60	6\90	6\30	6\120	10\100	660
Cierra cinta	7\35	10\150	10\100	10\100	6\60	10\150	6\30	9\180	6\60	865
Cuchillo dentado	10\50	6\90	8\80	9\90	8\80	9\135	6\30	8\160	9\90	805

La alternativa de sierra cinta, es la que tiene mayor calificación para este sistema.

2.6. Sistema succionador de polvo

El sistema succionador ayuda a que el grano cortado contenga menor cantidad de polvo y logre dirigir hacia un contenedor la mayor parte de polvo producto del corte del grano de maíz.

A. Sistema succionador de polvo con hélices

DESCRIPCIÓN

Se colocaran un conjunto de hélices, que logren hacer pasar el polvo en una dirección y dirigirlo hacia un contenedor. El movimiento para este sistema, es proporcionado por medio de un motor instalado directamente al eje de la flecha.

FINALIDAD

Que el polvo que se obtiene por el corte, logre pasar por las hélices con un motor, hacia un contenedor, donde se almacena.

ELEMENTOS

- a. Un motor
- b. Hélices conectadas al eje del motor.

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El polvo pasa por las hélices ubicando el polvo en un contenedor.

- **DESVENTAJAS**

Se requiere diseñar las aspas con un contenedor que las sostenga y analizar que estas no se rompan.

- **RESULTADOS**

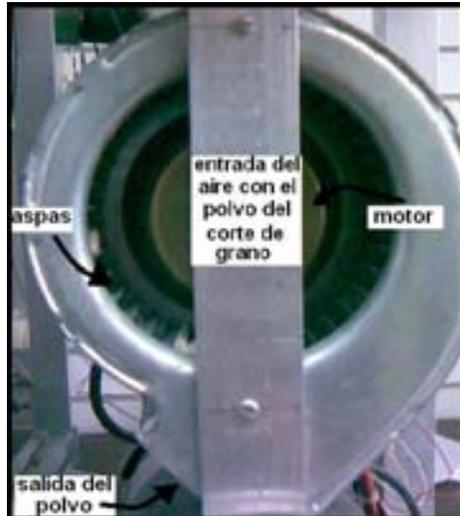
El polvo logra pasar por las hélices, ayudándolo a llegar a un contenedor del polvo.

Es una buena forma de dirigir el polvo para que este no se desperdicie, ni se riegue por encima o alrededor de la máquina.

B. Sistema extractor comercial.

DESCRIPCIÓN

En la búsqueda de acoplar y no diseñar todos los sistemas, se busca acoplar un sistema extractor comercial (Fotografía 2.7), por lo cual este tiene su bolsa y su motor.



Fotografía 2.7. Succionador de polvo comercial.

FINALIDAD

Buscar el dispositivo extractor de polvo de tipo comercial.

ELEMENTOS

- Extractor de polvo
- Bolsa para contener el polvo.

REPORTE DE PRUEBAS

- VENTAJAS
 - No diseñar el dispositivo extractor.
 - El motor viene junto con las hélices y su base.
 - El costo es de \$85.00 pesos y es de tipo comercial.
- DESVENTAJAS
 - No se encontraron desventajas

- RESULTADOS

El sistema encontrado se acopla a la máquina en un lugar deseado que permita conducir el polvo hacia la bolsa.

Este extractor presenta la mejor opción para juntar el polvo y dirigirlo por medio de un sistema de tubos conectados, con lo cual se puede dirigir hacia un contenedor, ayudando a reutilizar el polvo que no se encuentra contaminado.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Los criterios de diseño para el sistema succionador de polvo, se observan en la tabla 2.13 y la matriz de decisión de la tabla 2.14.

Tabla 2.13. Matriz de decisión para el sistema matriz succionador de polvo.

Criterio de diseño del succionador de polvo	Valor de impacto
Costo	10
Fácil de operar	15
Mantenimiento	20
Desperdicio	10
Flexibilidad	5
Seguridad	20
Fácil manufactura	20
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.14. Matriz de decisión para el sistema matriz succionador de polvo..

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Desp	Flex	Seguridad	Fácil manufactura	
Alternativa	10	15	20	10	5	20	20	Calificación
Hélices	8\80	6\90	9\180	8\80	9\45	7\140	6\120	735
Tipo comercial	9\90	10\150	10\200	10\100	7\35	10\200	10\200	975

El extractor de tipo comercial, es la mejor opción de las dos alternativas, por lo cual se trabaja con este.

4.7. Sistema de salida de desechos (olote)

Este sistema prácticamente separa el grano cortado de los residuos del maíz. Por un lado se obtendrá polvo y por otro el olote, que serán ubicados cada uno en un contenedor que corresponda a cada desecho.

A. Sistema de salida de desechos con un retiro manual

DESCRIPCIÓN

Los olotes se retiraran manualmente después del corte, colocando una nueva mazorca, para hacer de nuevo el corte.

FINALIDAD

El trabajador retira la mazorca, una vez que esta termina de ser cortada del grano.

ELEMENTOS

- a. Un operador que se encuentre al pendiente del corte y retirar el olote del dispositivo.

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El retiro de la mazorca se realiza en el momento que se ha terminado el corte.

- **DESVENTAJAS**

El operador tiene que retirar todas las mazorcas y colocar una nueva.

- **CONCLUSIONES**

El operador se encuentra observando la mazorca y en dado caso que se atore es posible retirarla y colocar una nueva.

La mazorca solo se retira si el operador lo cree conveniente.

El operador se encuentra al pendiente del corte y lo puede cancelar antes, eso si es necesario, para poner una mazorca y comenzar nuevamente.

B. Sistema de salida de desechos por gravedad

DESCRIPCIÓN

Una vez que se termine de realizar el corte del grano de maíz, el sistema suelta la mazorca y por medio de canaletas lisas, es llevada a un contenedor.

FINALIDAD

Que el dispositivo suelte el olote, cuando este haya terminado del corte, cayendo y dirigiéndolo hacia un contenedor.

ELEMENTOS

- a. Dispositivo sensor que permita indicar cuando se termine el corte.

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El operador solo coloca mazorcas y no se ocupa por retirarlas.

- **DESVENTAJAS**

El dispositivo que contiene todo el sistema es más grande y tiene que estar más alto para recibir los olotes.

- **RESULTADOS**

Un sistema suelta el olote dejándolo caer a una lámina lisa que logra dirigirla hacia un contenedor.

La maquina propuesta es más grande y ocupa más espacio.

Se tienen que colocar un sistema de sensores que indique cuando se tiene que soltar la mazorca, además que si es necesario se tiene que poner por un usuario la mazorca siguiente.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Los criterios de diseño para el sistema de cortar la mazorca, se observan en la tabla 2.15 y la matriz de decisión de la tabla 2.16.

Tabla 2.15. Criterios de diseño para el sistema salida de desechos.

Criterio de diseño para la salida del desechos	Valor de impacto
Costo	10
Fácil de operar	15
Mantenimiento	10
Desperdicio	10
Velocidad de corte	10
Flexibilidad	5
Seguridad	20
Fácil manufactura	20
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.16. Matriz de decisión para el sistema salida de desechos.

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Desp	V corte	Flex	Segurida d	Fácil manufactura	calificació n
Alternativa	10	15	10	10	10	5	20	20	
Retiro manual	10\100	10\150	10\100	10\100	8\80	6\30	6\120	10\200	880
Gravedad	10\100	8\120	10\100	10\100	8\80	7\35	10\200	7\140	875

Finalmente se sabe que el retiro manual es la mejor alternativa.

4.8. Sistema de salida del producto

Una vez separado el desperdicio, del grano bien cortado que sale del dispositivo, el sistema lo ubicara en una ranura donde se deja caer para su recolección, selección y empaquetamiento.

A. Sistema de salida del producto con tubos o embudos

DESCRIPCIÓN

En este caso, después de ser cortado el maíz, solo se deja caer y por medio de algunos tubos o embudos, se juntara todo este producto.

FINALIDAD

Que el maíz cortado caiga en un embudo y por medio de tubos se dirija a un contenedor.

ELEMENTOS

- a. Embudos de diferentes tamaños.
- b. Tubos que logran dirigir el maíz hacia un contenedor.

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El grano se desliza hacia un contenedor.

- **DESVENTAJAS**

No se encontraron.

- **RESULTADOS**

Los granos caen en un embudo y se deslizan por los tubos que llegan a un contenedor. No se interrumpe el proceso en ningún momento, solo para checar el contenedor si se encuentra lleno.

Este sistema permite que el operador no se encuentre al pendiente de recoger los granos, si no hasta que se llena el contenedor, el cual puede ser el costal donde se almacena.

B. Sistema de salida del producto en banda transportadora

DESCRIPCIÓN

La gravedad se hará responsable de hacer caer el maíz cortado y será trasladado por una banda con rodillos, hasta un lugar específico, para su recolección.

FINALIDAD

Que el grano que caiga del corte, sea transportado por una banda a su lugar de recolección.

ELEMENTOS

- a. Banda transportadora.
- b. Motor acoplado a la banda transportadora

REPORTE DE PRUEBAS

- **VENTAJAS**

El dispositivo no satura el lugar donde cae el grano, ya que lo transporta continuamente.

- **DESVENTAJAS**

El espacio que ocupa es más amplio.

- **RESULTADOS**

El dispositivo evita que se atoren en algún lado los granos de maíz y ayuda al transporte de este hacia un lugar más apropiado para su recolección.

El sistema trabaja bien, pero se hace más grande la máquina, ocupando mayor espacio en esta.

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Los criterios de diseño para el sistema de cortar la mazorca, se observan en la tabla 2.17 y la matriz de decisión de la tabla 2.18.

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

Tabla 2.17. Criterio de diseño para el sistema de salida del producto.

Criterio de diseño para la salida del producto	Valor de impacto
Costo	20
Fácil de operar	15
Mantenimiento	10
Desperdicio	10
Flexibilidad	5
Seguridad	20
Fácil manufactura	20
Total	100

Cada alternativa, se califica utilizando la escala presentada en la tabla 2.2.

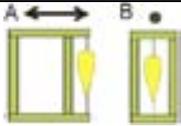
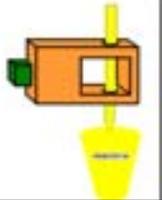
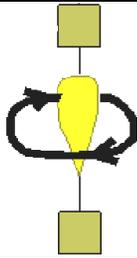
Tabla 2.18. Matriz de decisión para el sistema de salida del producto.

Criterio	Costo	F Operar	Mant	Desp	Flex	Seguridad	Fácil manufactura	
Alternativa	20	15	10	10	5	20	20	Calificación
Tubos o embudos	8\160	10\150	9\90	10\100	7\35	10\200	8\160	895
Banda transportadora	7\140	10\150	10\100	10\100	7\35	10\200	6\120	845

La alternativa de tubos y embudos, para recolectar el grano cortado, tiene mejor calificación en la matriz de decisión.

Finalmente se muestran los sistemas seleccionados de las alternativas en la tabla 2.19

Tabla 2.19. Sistemas.

<p>Sistema de recepción de mazorca por operador</p>	
<p>Sistema de trasladar la mazorca en una dirección</p>	
<p>Sistema para especificar tamaño de corte de forma manual</p>	
<p>Sistema para girar la mazorca con caja reductora</p>	
<p>Sistema para cortar la mazorca de cinta sierra</p>	
<p>Succionador de polvo de tipo comercial</p>	
<p>Salida de deshechos de forma manual</p>	
<p>Salida del producto por tubos</p>	

Capítulo 3: Diseño de detalle

3.1. Sistema de recepción de mazorca

3.1.1 Descripción

Este sistema, está compuesto por dos piezas que logran sujetar la mazorca en sus extremos, de las cuales una esta fija y otra esta semifija con un movimiento vertical para poder apretar la mazorca.

El diseño de la punta que sujeta a la mazorca por la parte inferior, se logro limitar en un eje con tres puntas en un lado, las cuales sirven para penetrar y centrar la mazorca por la parte de menor diámetro y no permitir su deslizamiento al momento de hacerla girar. La parte del eje de la pieza lleva integrado un engrane que le permite realizar el giro gracias a un motor acoplado a una caja reductora, esto con el fin de tener una velocidad de una revolución cada 40 segundos, ya que esto permite el corte de grano de maíz sin desgranar.

El elemento que sujeta la mazorca en la parte superior, está compuesto de varias piezas. Entre estas se encuentran:

- a. Una punta que gira.
- b. Una varilla móvil de perfil hexagonal.
- c. Tres resortes que ayudan a sujetar la varilla en su lugar de ajuste.

La punta logra sujetar a la mazorca por la parte de mayor diámetro, insertándose en el olote, permitiendo un deslizamiento entre la varilla hexagonal y la mazorca. Los resortes permiten admitir diferentes longitudes de mazorca y logran ajustar al tamaño deseado. Una vez finalizado el corte, un resorte ayuda a regresar la varilla a su posición inicial.

3.1.2 Propuesta de manufactura

El material propuesto para la fabricación de la punta que sujeta la mazorca por la parte inferior y superior, es de nylamid. Los elementos se proponen fabricar en torno y fresa convencional, el cual presenta una resistencia adecuada a las fuerzas aplicadas para el prototipo, las cuales no exceden los esfuerzos que resiste el material. La fotografía 3.1, muestra la pieza que sujeta la mazorca por la parte de menor diámetro y se observan los detalles de la pieza en el plano 1-14 del anexo y la fotografía 3.2 muestra el elemento que sujeta la mazorca por la parte de mayor diámetro, también se observan los detalles en el plano 2-14 del anexo.



Fotografía 3.1. Sistema de recepción de mazorca inferior.



Fotografía 3.2. Diferentes elementos para sujetar la mazorca por el lado de mayor diámetro.

La varilla de perfil hexagonal (Plano 3-14 del anexo), está fabricada de acero inoxidable. El uso de este perfil, palancas y resortes, logran un conjunto para sujetar diferentes tamaños de mazorcas en sus diferentes longitudes especificadas,

permitiendo el ajuste y apriete necesario para que no se salga, ni deslice al momento del corte del grano de maíz.

3.2. Sistema para trasladar la mazorca

3.2.1 Descripción

El sistema consta de varios elementos, las cuales están sujetas a la estructura que sirve como base de la máquina. Las partes que integran el sistema son:

- a. Una base rígida.
- b. Cuatro deslizadores.
- c. Tres poleas.
- d. Un cable de acero (chicote de freno de bicicleta).
- e. Una cadena.
- f. Una catarina que entre en la cadena.
- g. Seguro para tensar.
- h. Motor reductor.

La base rígida desliza en cuatro elementos que la mantienen en una posición y la hacen que se desplace en una dirección. Las poleas sirven de guía para el cable de acero que tensa el sistema por medio de un elemento y que transmite movimiento, por medio de una cadena y Catarina acoplado a un motor.

3.2.2 Propuesta de manufactura

Para realizar la base, se uso un perfil de tipo comercial, que permite fabricar estructuras rígidas al unirse con tornillos. El perfil es de aluminio de 1.5 [in] (Figura 3.1 y detalles en el plano 4-14 del anexo), se corto y unió, formando una base sólida. Con ayuda de unos deslizadores de nylamid atornillados a la estructura que sujeta todos los sistemas, se logra que la base deslice en un sentido.



Figura 3.1. Base rígida de aluminio.

Los deslizadores de la figura 3.2 (detalles plano 5-14 del anexo), fueron hechos de nylamid y se manufacturo con la forma del perfil que permite la entrada en una de las caras del aluminio y están sujetos a la base principal por medio de dos tornillos. Se necesitaron cuatro de estas piezas para asegurar que el sistema no presentara movimiento con respecto a la base general.



Figura 3.2. Deslizador de Nylamid.

El sistema para trasladar la mazorca, está integrado por 4 poleas fabricadas de una barra de nylamid de $1 \frac{3}{4}$ de [in] mostrada en la figura 3.3 (detalles en el plano 6-14 del anexo), a la cual se le realizo un canal al perímetro de la cara con el torno, para que se coloque el cable de acero que permite tensar el sistema.



Figura 3.3. Polea de nylamid para la base rígida.

El cable de acero es el que comúnmente se usa como chicote de los frenos de las bicicletas, ya que este se puede tensar y mantiene la curvatura en el perímetro de las poleas sin deformarse.

La cadena y la catarina usadas para poner en movimiento el sistema, es de uso comercial, por lo cual solo se acoplo a la flecha del motor. Para hacer rígido el movimiento del sistema, se fabrico un tensor de aluminio (Figura 3.4, plano 7-14 y 8-14 del anexo), que permite tensar el cable de acero, manteniendo en una sola posición a todas las partes del sistema.

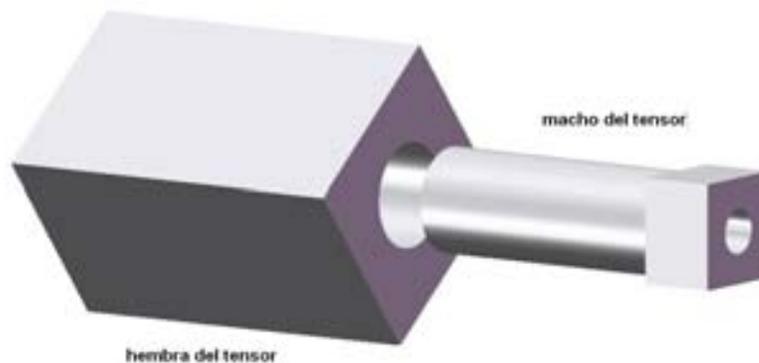


Figura 3.4. Tensor del cable de acero.

La fotografía 3.3, muestran las poleas y los deslizadores en la forma que se sujetan por medio de tornillos a la base general.



Fotografía 3.3. *Deslizador y polea empotrada en la base general.*

La fotografía 3.4, muestra el conjunto armado de las piezas del traslado de mazorca, indicando la posición de cada una de las partes que lo integran. Las poleas se encuentran acomodadas de tal modo que se pueda entrecruzar el cable de acero, ya que esto ayuda a que el desplazamiento sea en una dirección (izquierda o derecha).



Fotografía 3.4. *Partes del sistema para traslada la mazorca.*

En la fotografía 3.5, se observa con más detalle el sistema del cable de acero para trasladar las mazorcas. , que se encuentra sujeto a la estructura por medio de tornillos.



Fotografía 3.5. *Partes del sistema para trasladar la mazorca.*

3.3. Sistema para especificar tamaño de corte

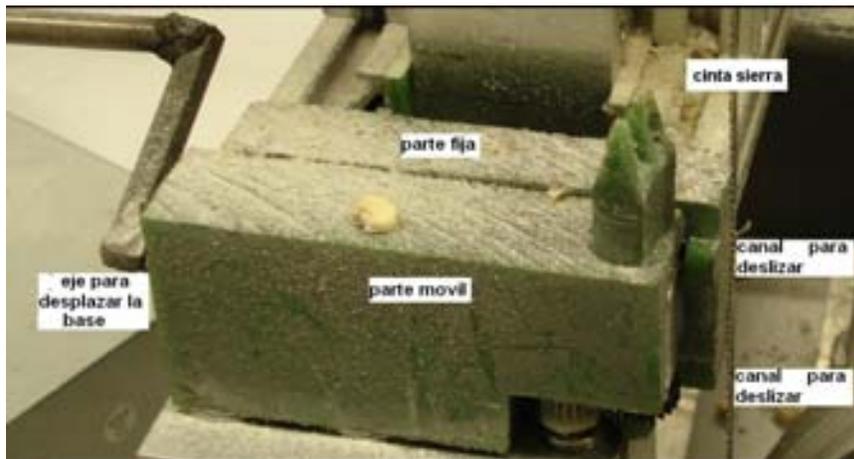
3.3.1 Descripción

Dado que la mazorca tiene diámetros diferentes en sus extremos, se tiene que acomodar de modo inclinado, de tal modo que uno de sus lados quede paralelo a la cinta sierra, por lo cual los dos elementos que integran la alternativa de tamaño de corte, se mueven independientemente.

Cada elemento está dividido en dos partes, ya que cuando una se encuentra fija a la base rígida hecha de aluminio, la otra se mueve de forma horizontal, por medio de una palanca unida a un tornillo. El elemento fijo, permite que se mueva el componente móvil hacia la derecha o izquierda de la cinta sierra.

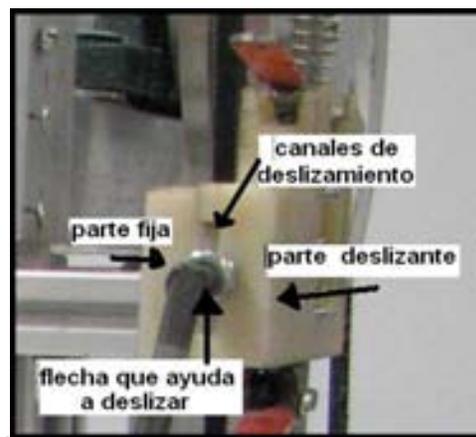
3.3.2 Propuesta de manufactura

La fotografía 3.6, muestra los elementos manufacturados de una placa de nylamid, para hacer los carriles donde se acoplan mutuamente los dos elementos. La parte móvil y la parte fija, se acoplan entre ellas por medio de un tornillo que tiene una palanca como se observa en los plano 9-14, 10-14 y 11-14. Al elemento móvil, se le acopla el sistema de la punta para sujetar la mazorca y también los elementos que hacen girar a la mazorca.



Fotografía 3.6. Sistema para especificar tamaño de corte inferior

La fotografía 3.7, muestra el sistema que ajusta el corte del grano por la parte superior. La unión del elemento fijo y el móvil, se acoplan por medio de un tornillo con una palanca. Al elemento móvil, se le acopla el sistema para sujetar la mazorca de una varilla hexagonal, palancas y resortes.



Fotografía 3.7. Sistema para especificar tamaño de corte superior.

3.4. Sistema de giro de la mazorca

3.4.1 Descripción

Para este caso se necesita acoplar:

- a. Un motor de 4.5 [V] comercial.
- b. Caja reductora.
- c. Engranés.
- d. Temporizador

La flecha transmite movimiento a la punta que sujeta a la mazorca por la parte inferior (Fotografía 3.1), por medio de un par de engranes. El sistema armado se observa en la fotografía 3.8, indicando las partes que lo integran, así como también el lugar donde se encuentra colocado.



Fotografía 3.8. Sistema motriz para girar la mazorca.

El sistema motriz para girar la mazorca, se coloca en la parte móvil inferior del elemento para medir el tamaño del corte del grano, sujetando los elementos con tornillos.

En la fotografía 3.9, se observa el circuito que controla el tiempo de funcionamiento del motor para girar la mazorca. Este temporizador se encuentra

integrado por un potenciómetro que regula el tiempo para cerrar el circuito (10 a 300 [s]), un foco que indica el funcionamiento del circuito y un interruptor de encendido.



Fotografía 3.9. *Temporizador.*

3.5. Sistema de corte la mazorca

3.5.1 Descripción

El sistema para cortar la mazorca, está integrado por:

- Dos poleas
- Dos chumaceras.
- Una barra que sirve como flecha de transmisión.
- Un motor variador de velocidad (Baldor) con flecha de transmisión de 5/8 [in].
- Cinta sierra de 1/4 [in].

Las poleas son de aluminio de tipo comercial en V, 5/8 [in] de diámetro de flecha y 8 [in] de diámetro exterior.

La forma de ubicar estas dos poleas es de cara hacia enfrente del sistema, de las cuales una polea va conectada a la flecha de motor de CA y la segunda, está conectada a una flecha sujeta a dos chumaceras (figura 3.5).

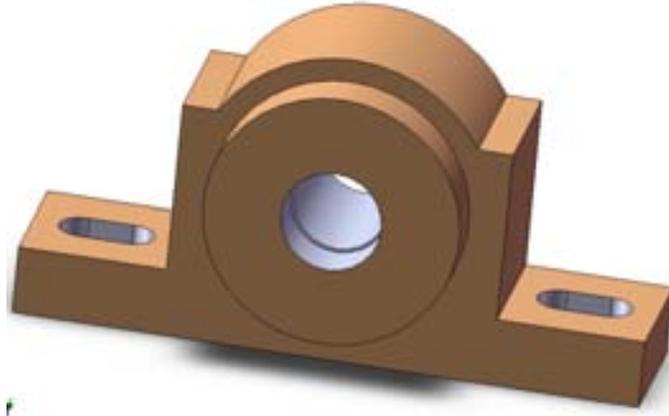


Figura 3.5. *Chumacera del sistema cortador de grano de maíz.*

La cinta sierra recibe la potencia del motor por medio de las dos poleas. Esta cinta es de tipo comercial (figura 3.6), y se puede cortar para hacerse a la medida del dispositivo, en este caso es de 0.40 [m] la distancia entre el centro de las poleas, por lo cual tiene una longitud total de aproximadamente de 45 [in].



Figura 3.6. *Sierra cinta de tipo comercial.*

El sistema ensamblado con sus partes, se muestra en la fotografía 3.10 y el motor utilizado es mostrando en la fotografía 3.11.



Fotografía 3.10. *Sistema motriz para cortar la mazorca.*



Fotografía 3.11. *Motor y variador de velocidad.*

3.5.2 Propuesta de manufactura

Las poleas de aluminio se maquinan en el torno para darles la forma en el perímetro de sus caras de tal modo que pueda colocarse la cinta cierra (ver plano 12-14 del anexo), esta es para transmitir movimiento y que no se salgan de esta

posición, , donde se coloque la cinta sierra. También se uso el torno para maquinar la flecha de aluminio de 5/8 [in] por 0.35 [m] de largo, que se coloca en las chumaceras de 5/8 [in].

3.6. Sistema succionador de polvo

3.6.1 Descripción

En la elección del succionador de polvo se eligió uno de tipo comercial el cual es mostrado en la figura 3.7. A este succionador se le adaptaran tubos de PVC que permitan guiar al polvo hacia un contenedor.

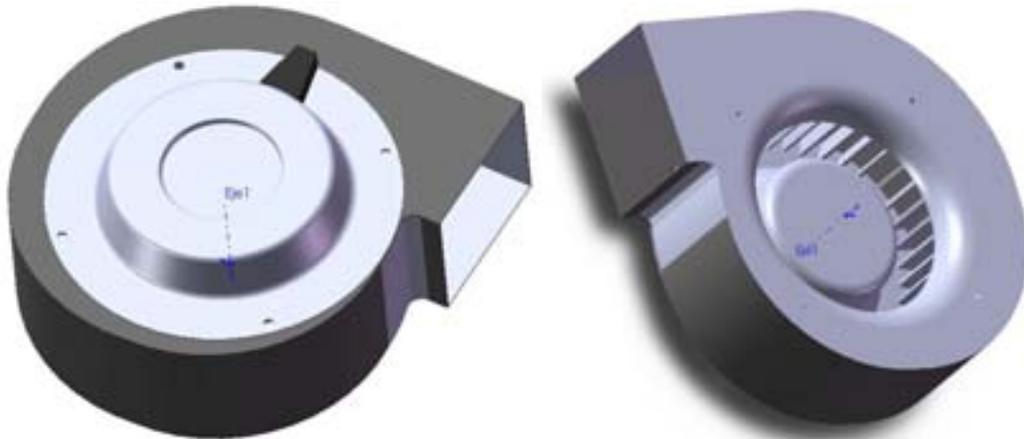


Figura 3.7. *Sistema succionador de polvo.*

El motor que tiene el succionador comercial opera con 12[V], el cual está conectado a la fuente de poder.

3.6.2 Propuesta de ensamble

El sistema tiene cuatro orificios equidistantes de 0.1 [m], para colocar tornillos, por lo cual se usan para instalarlo en la base general de los sistemas.

3.7. Sistema de salida del producto

3.7.1 Descripción

La salida del grano cortado y recolección de este, es por la acción de la gravedad, permitiendo que este caiga en un depósito de grano cortado (Fotografía 3.11).



Fotografía 3.11. *Grano cortado.*

3.7.2 Propuesta de manufactura

El depósito donde caen los granos de maíz es una caja con dimensiones no especificadas, pues solo se recolecta el grano de maíz cortado de una mazorca.

3.8. Sistema de salida de deshechos

3.8.1 Descripción

El olote que es el desperdicio del corte del grano de maíz, es retirado de forma manual por el operador (Fotografía 3.12), este lo transporta y reubica en un contenedor fuera de la máquina dejando el espacio libre para colocar una mazorca que necesite cortar el grano.



Fotografía 3.12. *Retiro manual del olote.*

3.9. Base de los sistemas

3.9.1 Descripción

Todos los sistemas mencionados, se colocan en una base, integrándolos para su funcionamiento. Para fabricar esta estructura, se propone:

- a. Perfil cuadrado de aluminio de 1.5 [in].
- b. Remaches de aluminio.

3.9.2 Propuesta de manufactura

Para fabricar la estructura, es necesario cortar el perfil de aluminio como se muestra en el plano 14-14 del anexo. Se realizan las perforaciones, para tornillos que van a sujetar los sistemas y se remacha para mantenerla rígida. En la figura 3.8, se observa la base sin ningún sistema y la figura 3.9, muestra los sistemas colocados en la base.

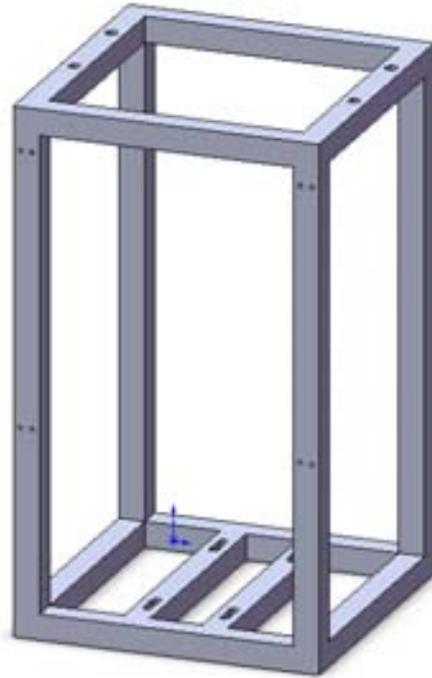


Figura 3.8. *Base de los sistemas.*

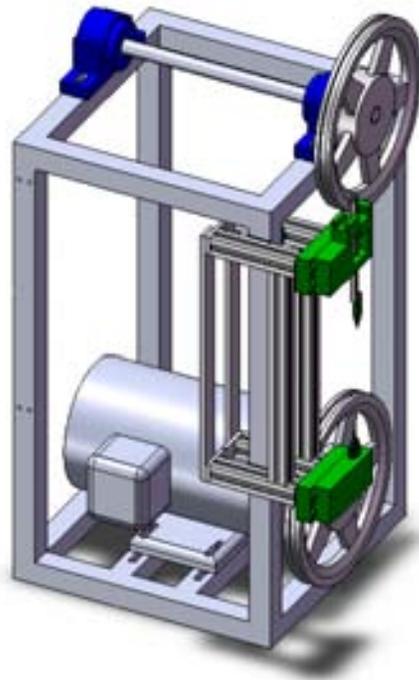


Figura 3.9. *Sistemas colocados en la base.*

Capítulo 4. Resultados

Para identificar el corte que se tiene que hacer, la figura 4.1 muestra un grano de maíz con un buen corte, en la cual se observa la cantidad en que se tiene que cortar, dejando un mínimo de grano dentro del olote. A continuación se muestra la calidad del corte que va de bueno a regular, malo y desgrane.

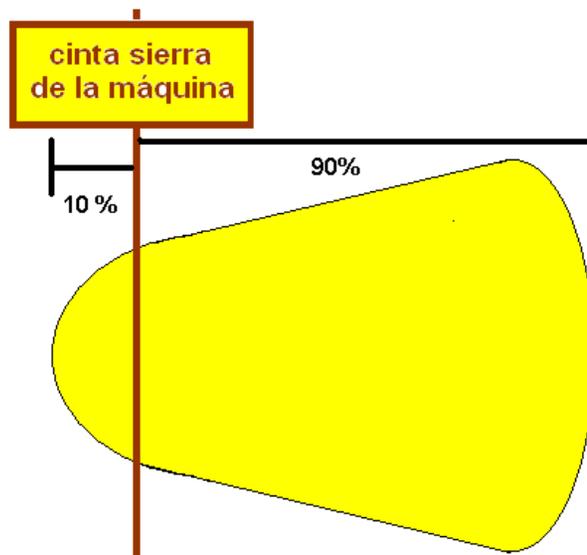
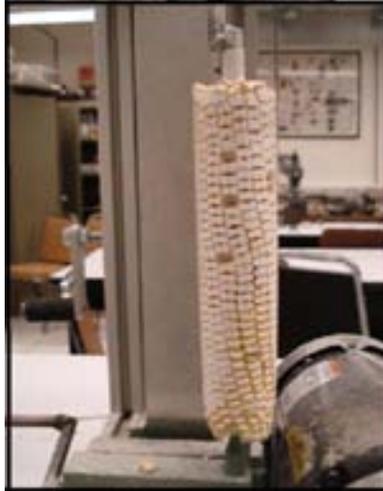


Figura 4.1. Grano con buen corte.

Los resultados obtenidos del corte de grano de maíz cacahuazintle por medio de la máquina cortadora, son mostrados con diferentes mazorcas a las cuales se les ha cortado el grano de maíz.

La primera mazorca fue de un grano pequeño, con una longitud de 20 [cm], con diámetro mayor similar al diámetro menor, por lo que el olote cortado de forma cilíndrica, se observa en la fotografía 4.1.



Fotografía 4.1. *Mazorca cortada en la máquina.*

Para este primer corte los granos de maíz presentan un corte con menos de la mitad de lo especificado y en el olote se presentan las raíces del grano con un poco más que se debe cortar, por lo que esta prueba muestra un corte deficiente al no especificar correctamente el tamaño de grano a cortar. Los resultados en porcentajes de bueno, regular y mal corte son de menor a mayor, por lo que la primera muestra de grano de maíz cortado por la máquina fue deficiente, mostrando en general un mal corte.

La siguiente mazorca de cacahuazintle, fue previamente preparada en sus extremos para que entrara fácilmente en las piezas que sujetan la mazorca, por lo que fue sencillo colocarla para el corte (Fotografía 4.3), también se le eliminó una fila de grano de maíz para que entrara la cinta sierra sin que tenga granos mal cortados. Esta mazorca presenta un grano más grande y con el grano retirado, se calcula el tamaño de corte promedio que tiene que ser cortado.



Fotografía 4.3. *Modo en el cual se introduce la mazorca, con respecto a la sierra cinta.*

Los resultados del corte anterior son observados en la fotografía 4.4 mostrando los granos y el olote. En el caso de esta mazorca fue más acertado el tamaño de grano cortado, no logrando aun definir un corte bueno para todo el grano. La fotografía 4.5 muestra el corte bueno, la fotografía 4.6 muestra el corte irregular, el corte malo es mostrado en la fotografía 4.7, el grano desgranado está en la fotografía 4.8 y la mazorca de forma cónica se observa en la fotografía 4.9.



Fotografía 4.4. *Muestra general de la mazorca después del corte.*



Fotografía 4.5. Resultados del grano de maíz bien cortado.

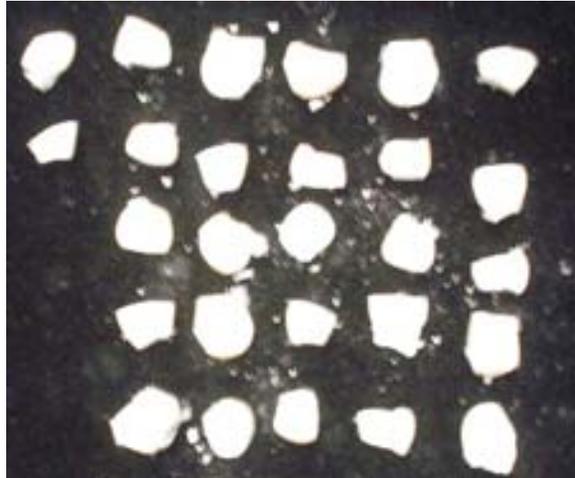
Aunque observando la fotografía 4.5, no hay granos de maíz de igual tamaño, se puede determinar que los pequeños muestran un buen corte, ya que en los extremos de la mazorca presentan algunas veces grano pequeño.

La fotografía 4.6 muestra un corte de aproximadamente del 50 % del total del grano, por lo que se caracteriza como un corte irregular, aunque no siendo tan preciso, este grano se podría admitir como bueno, aumentando el porcentaje del bueno y sumándole el corte irregular, da una suma total de 81.39 % de corte del grano.



Fotografía 4.6. Maíz cortado por debajo de lo necesario (el corte se realizo a la mitad).

La figura 4.7 muestra un grano mal cortado, por que presentan dos cortes, uno casi al inicio de la cabeza del grano y otro por la mitad del grano.



Fotografía 4.7. *Granos de maíz con mal corte.*

Observando el maíz desgranado (Fotografía 4.8), se determina que este se encontraba demasiado flojo en el momento que entro la cinta sierra y en lugar de soportar el corte, prefirió mejor separarse con todo y la raíz, dejando en el olote un orificio en el cual se encontraba.



Fotografía 4.8. *Maíz desgranado.*

El olote de la Fotografía 4.9 muestra la conicidad de las mazorcas y como es un buen corte de grano, dejando la raíz dentro, aunque aun algunos granos son cortados por la mitad.



Fotografía 4.9 *Mazorca con maíz cortado (olote), el cual se considera como desperdicio.*

La tabla 4.1 muestra el porcentaje total para la mazorca cortada, en la cual se mide en un total de 71 % de buen corte. Si a este porcentaje se le puede añadir el que tiene doble corte y el mal cortado (suma 93.03), lo cual se puede corregir, haciendo una preparación previa a la mazorca, eliminando una fila de maíz, donde se coloca la sierra cinta, aunque también es bueno quitarle en los extremos una fila de maíz dejando las esquinas sin grano, disminuyendo los que se puedan cortar mal y así garantizar el éxito del cortador y de la máquina en general.

Tabla 4.1. Porcentajes de maíz cortado con la sierra banda.

Resultado de corte	Cantidad de granos	Porcentaje %
Buen corte	183	70.93
Doble corte	27	10.46
Mal cortado	30	11.62
Desgrane	18	6.97
Total	258	100%

Por último, al realizar el corte, también se obtiene el polvo generado por el proceso.

Para la tercera prueba del corte de grano de maíz, se desgrana la mazorca retirando una fila de grano de forma paralela a la mazorca (Fotografía 4.10) y en sus extremos, ya que esto permite que la sierra cinta entre sin que realice un mal corte.

Los resultados se muestran de mejor calidad que la prueba anterior, cortando todos los granos de la mazorca, aunque aún no se alcanza a definir el tamaño de grano a cortar (Fotografía 4.11).



Fotografía 4.10. *Fila de grano eliminado en la mazorca.*



Fotografía 4.11. *Grano y olote cortado en un 100 % de forma correcta.*

En esta última muestra se definió el corte del grano, aunque solo falta caracterizar las mazorcas para saber que tan grande tienen el grano de maíz y cuanto es recomendable cortarles para dejar solo la raíz en el olote.

Conclusiones

El presente trabajo incluye todos los pasos que se llevaron a cabo para lograr el diseño y fabricación de la máquina cortadora de grano de maíz, desde la descripción de la necesidad, hasta el prototipo final.

El diseño y fabricación de un prototipo mecánico, conlleva a probar nuevos mecanismos y generar experiencia con las pruebas, por lo que fue necesario invertir seis meses de trabajo.

El costo del prototipo fabricado es de aproximadamente de \$ 4065.00 (cuatro mil sesenta y cinco pesos) considerando solo el material. El costo de mano de obra se puede calcular considerando las horas de trabajo por un precio determinado.

Los materiales utilizados para este prototipo son fácilmente asequibles y de bajo costo, de acuerdo a lo solicitado por los agricultores.

Las pruebas finales muestran resultados de buen corte y bajo desperdicio, comparando la fotografía G (de la página 8 del tema antecedentes) del olote cortado, con la fotografía 4.9, se observa la diferencia de uniformidad, mostrando una mejoría en la calidad del corte. En comparación de los dos métodos que usan actualmente, el corte que hace la máquina cortadora de grano de maíz, se puede considerar como muy bueno, el tamaño de grano adecuado, con poco desperdicio a una velocidad de corte satisfactoria, con poco mantenimiento y que la máquina necesita solo de un operador para trabajar correctamente, por lo anterior la máquina es eficiente y cumple con las necesidades del cliente.

Considerando que a esta máquina prototipo, se le puedan adaptar tres sistemas iguales usando la misma potencia del motor Baldor, para que un operador este

constantemente colocando mazorcas en lapsos de 20 [s] a cada uno de los sistemas cortadores, se puede genera la tabla 6.1 donde muestra los cuatro dispositivos en los cuales indica el momento de retirar el olote y colocar una mazorca con grano (color verde) y restan 40 [s] para que la termine de cortar hasta que llegue el momento de cambiar por una nueva. Esto lleva a un resultado de que en una hora (3600 [s]) se cortan 180 mazorcas con una máquina con cuatro dispositivos cortadores integrados.

Tabla 6. 1 Intervalo de intercambio de mazorca, cada 20 [s].

tiempo/dispositivo	0 a 20 [s]	20 a 40 [s]	40 a 60 [s]	60 a 80 [s]	80 a 100 [s]	100 a 120 [s]	120 a 140 [s]	140 a 160[s]	160 a 180 [s]	180 a 200[s]	200 a 220 [s]	220 a 240 [s]	240 a 260 [s]
dispositivo 1	■				■				■				■
dispositivo 2		■				■				■			
dispositivo 3			■				■				■		
dispositivo 4				■				■				■	

Para la segunda propuesta (tabla 6.2) se reduce el tiempo de cambio de la mazorca en 15 [s], haciendo más rápido el cambio. Por tal motivo, cada sesenta minutos se cortaban 240 mazorcas. Considerando esta propuesta, ya se iguala la velocidad de corte con la máquina que tienen los agricultores, considerando que se mejoraron las condiciones de uniformidad en el corte y disminuyendo el riesgo para la salud de los trabajadores.

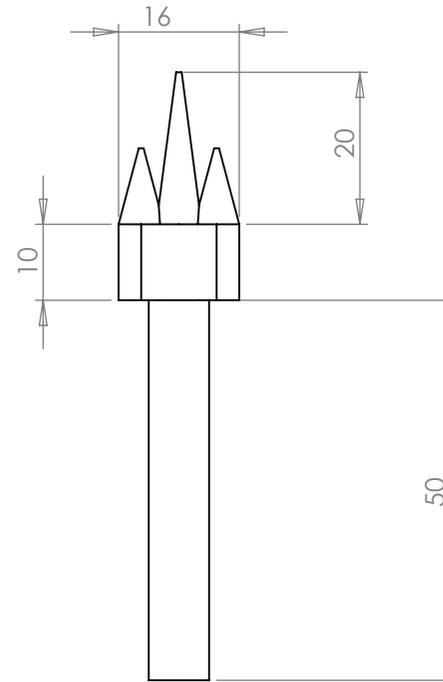
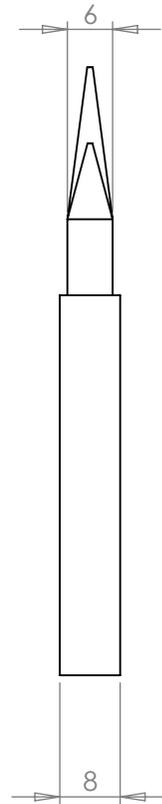
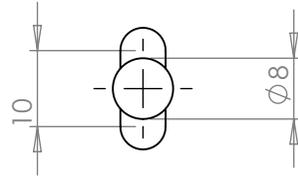
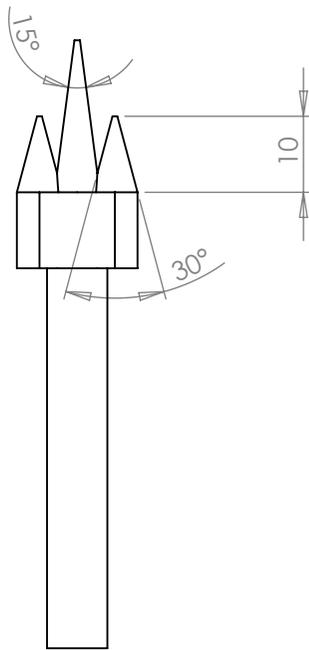
Tabla 6.2. Intervalo de intercambio de mazorca 15[s].

tiempo/dispositivo	0 a 15 [s]	15 a 30 [s]	30 a 45 [s]	45 a 60 [s]	60 a 75 [s]	75 a 90 [s]	90 a 105 [s]	105 a 120 [s]	120 a 135[s]	135 a 150 [s]	150 a 165[s]	165 a 180 [s]
dispositivo 1	■				■				■			
dispositivo 2		■				■				■		
dispositivo 3			■				■				■	
dispositivo 4				■				■				■

Estos datos se consideran para realizar una máquina de tipo comercial que logre cortar cuatro mazorcas simultáneamente con un operador que se encuentre manipulando su funcionamiento y rendimiento, considerando que se puede acelerar el proceso del corte para cada mazorca.

El desarrollo y fabricación de esta máquina, me permitió usar los conocimientos adquiridos durante las clases de las materias de Ingeniería Mecánica, principalmente las de diseño, que es el área donde me interesa desenvolverme en un futuro.

Anexos

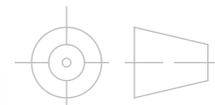


FECHA: NOVIEMBRE 2009

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).

DIMENSIONES: mm

ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ



RECEPCIÓN DE MAZORCA INFERIOR

MATERIAL:

NYLAMID

ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

1

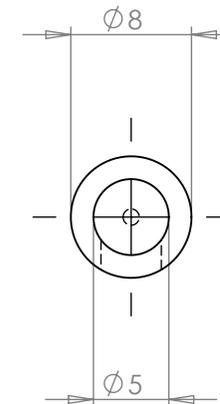
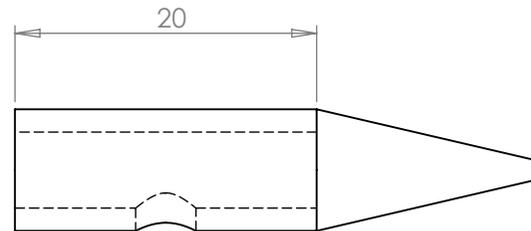
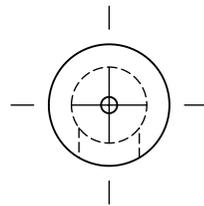
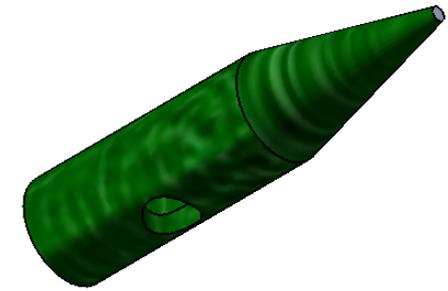
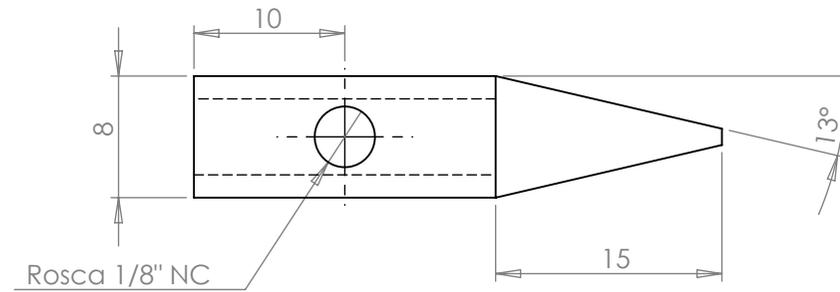
2

3

4

5

6

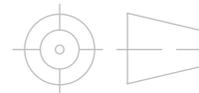


FECHA: NOVIEMBRE 2009

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).

DIMENSIONES: mm

ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ



MATERIAL:

NYLAMID

PUNTA QUE GIRA

ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

1

2

A

A

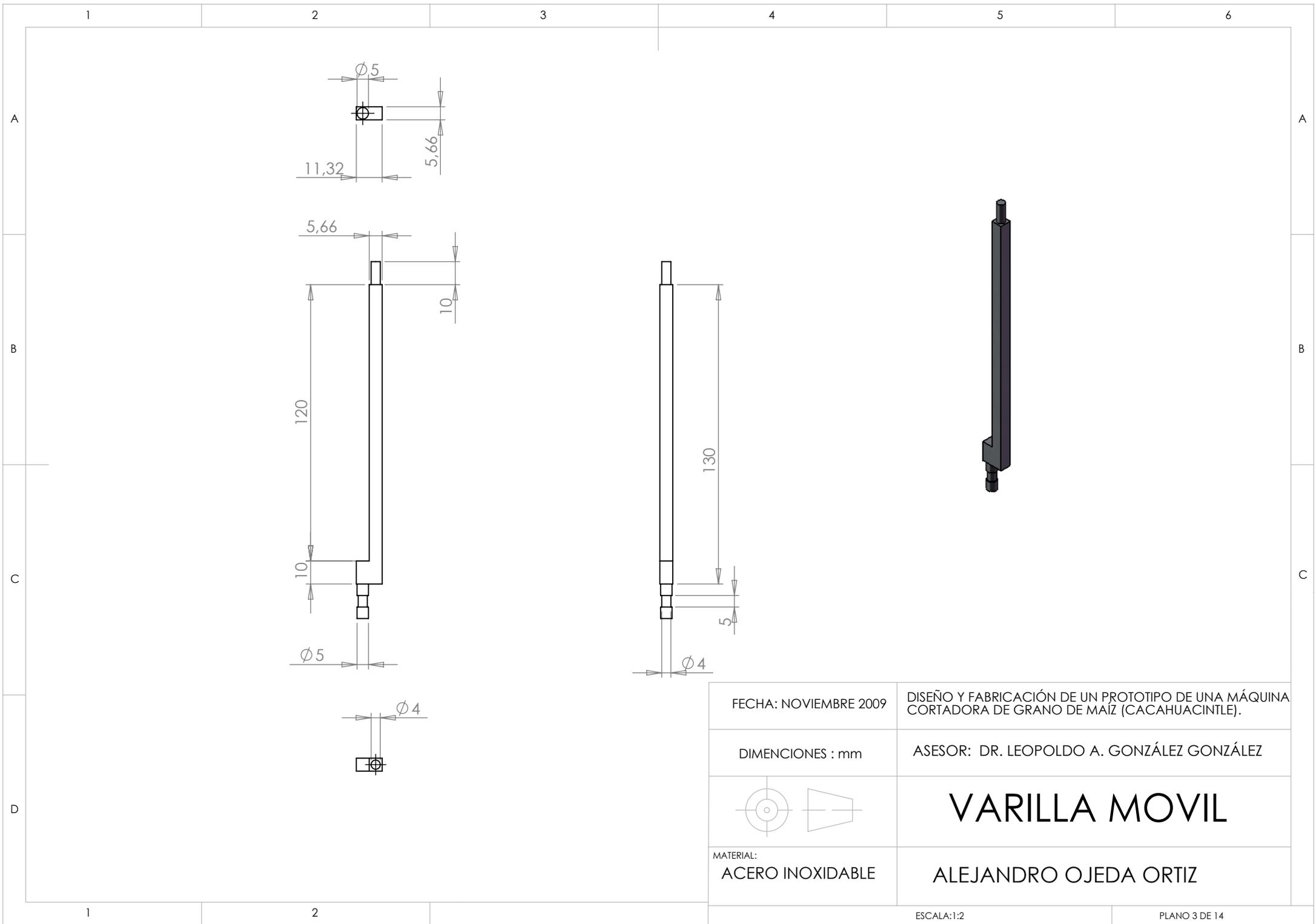
B

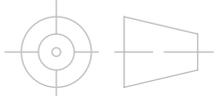
B

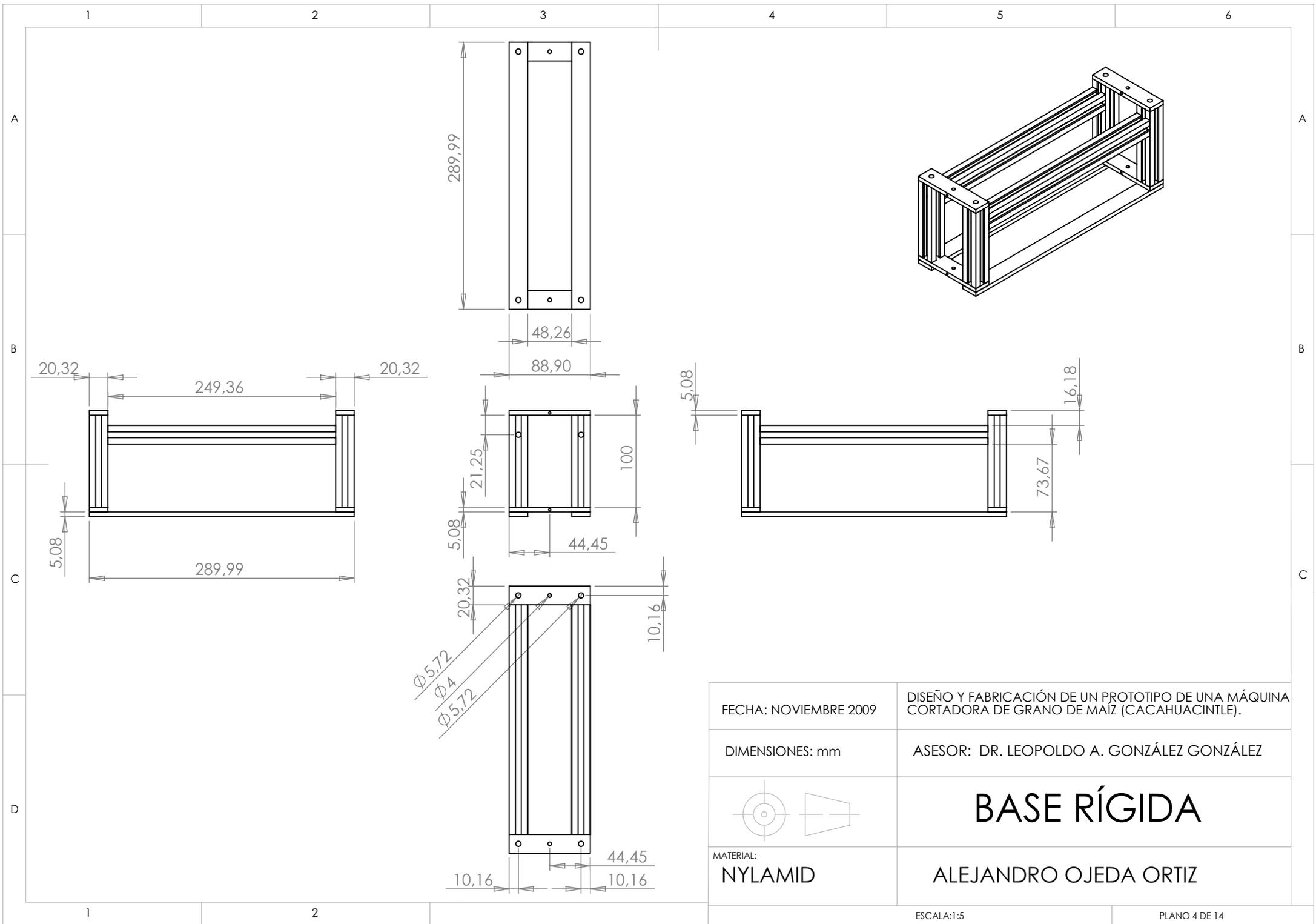
C

C

D



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES : mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	<h1>VARILLA MOVIL</h1>
MATERIAL: ACERO INOXIDABLE	<h2>ALEJANDRO OJEDA ORTIZ</h2>

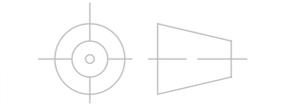


FECHA: NOVIEMBRE 2009

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).

DIMENSIONES: mm

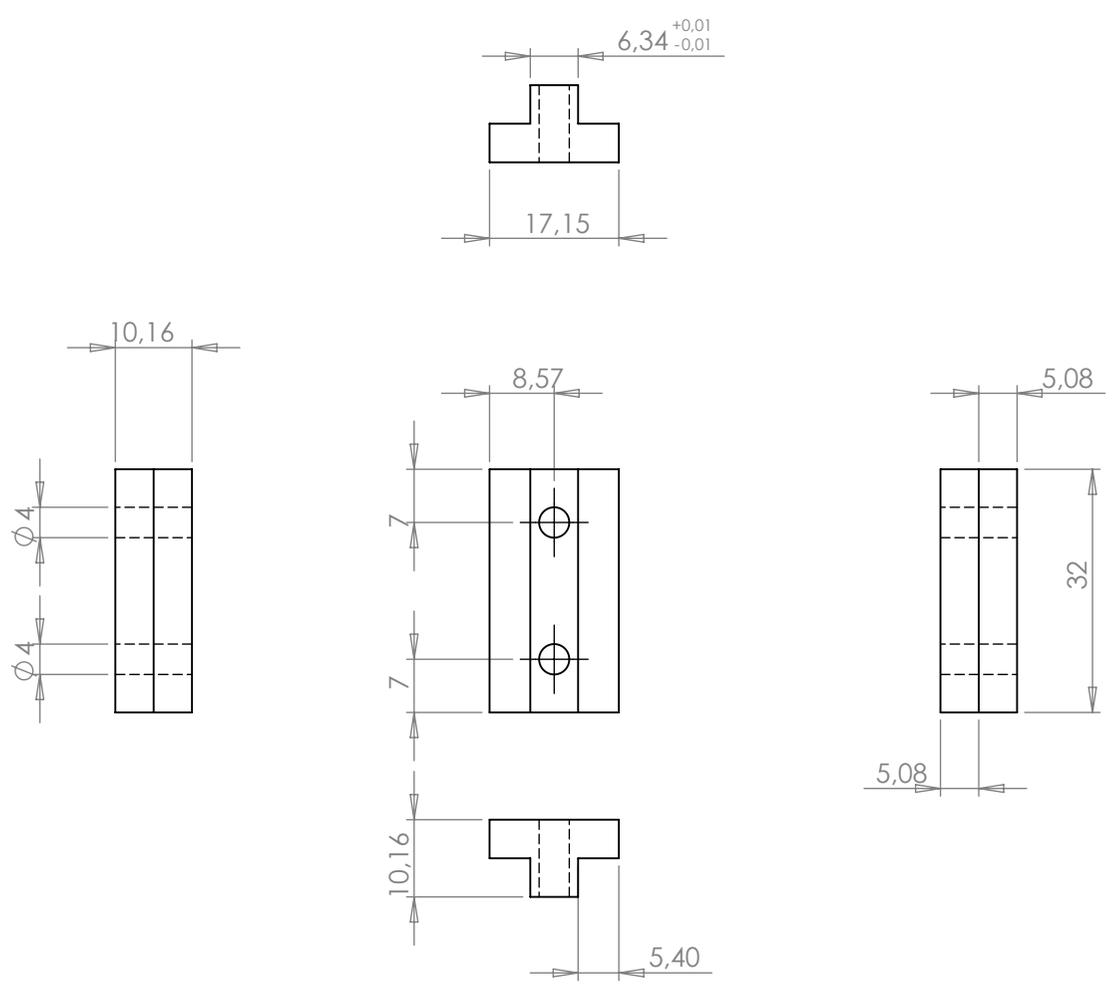
ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ

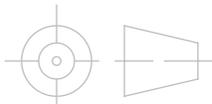


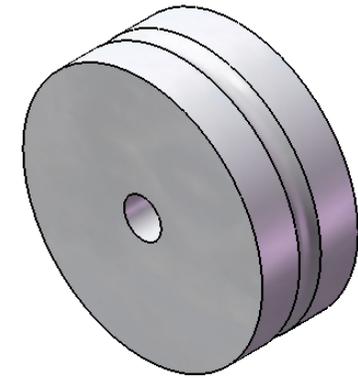
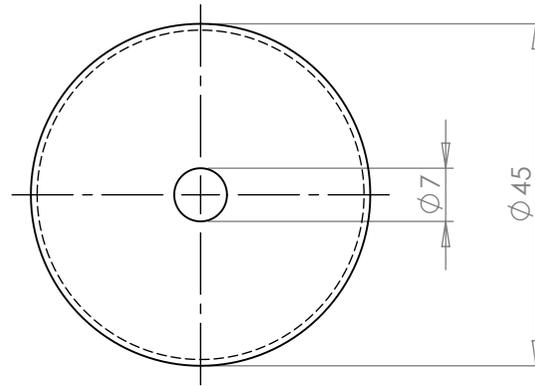
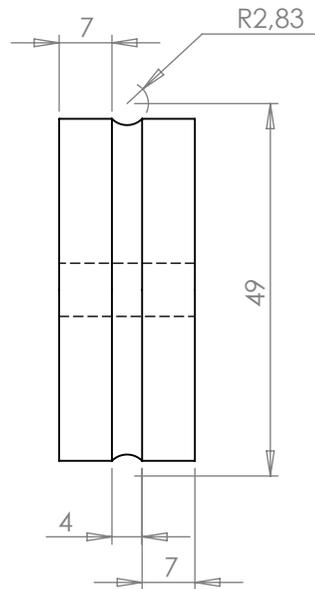
BASE RÍGIDA

MATERIAL:
NYLAMID

ALEJANDRO OJEDA ORTIZ



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	<h1>DESLIZADOR</h1>
MATERIAL: NYLAMID	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

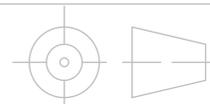


FECHA: NOVIEMBRE 2009

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).

DIMENSIONES: mm

ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ

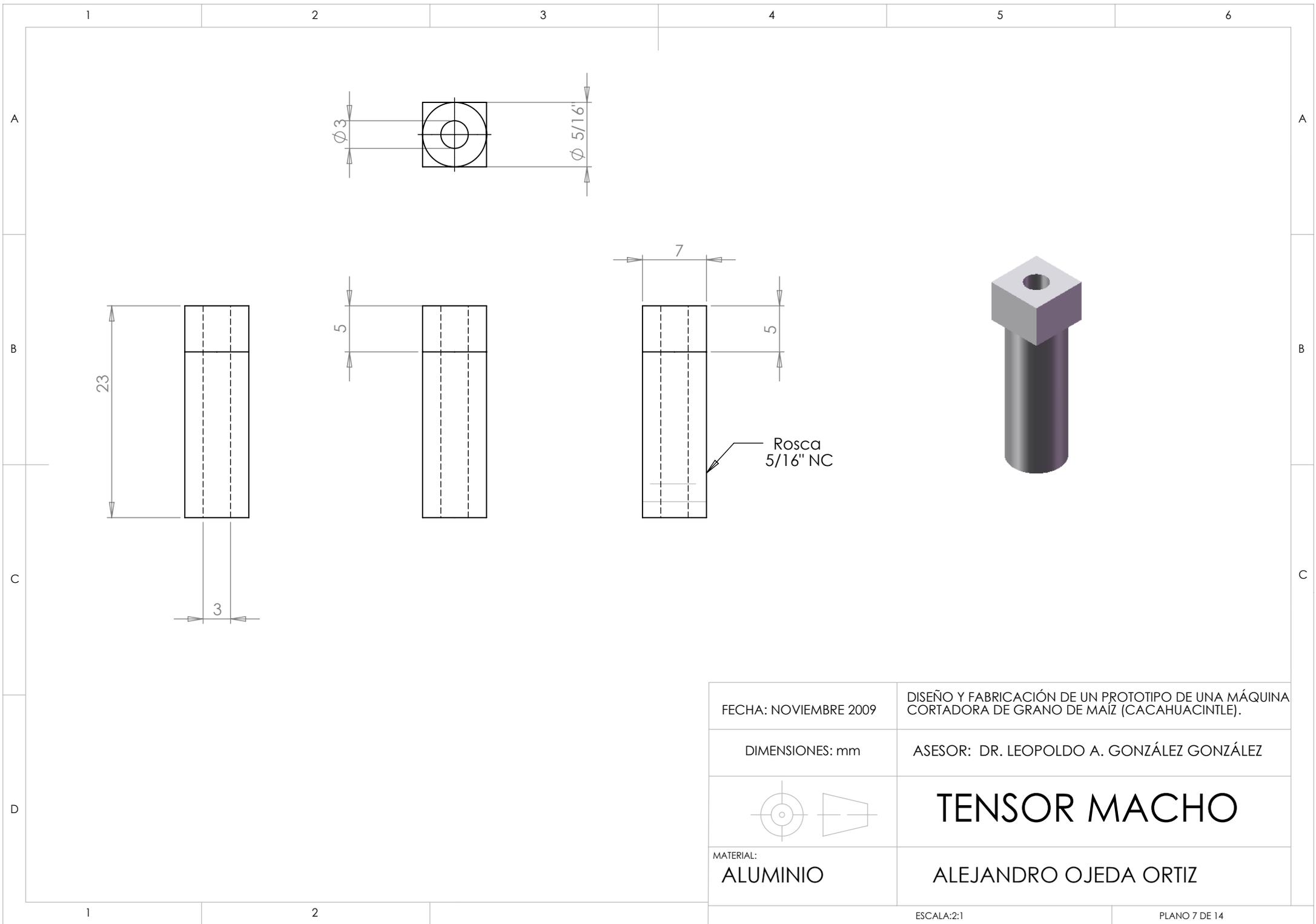


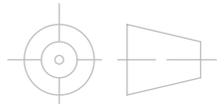
POLEA

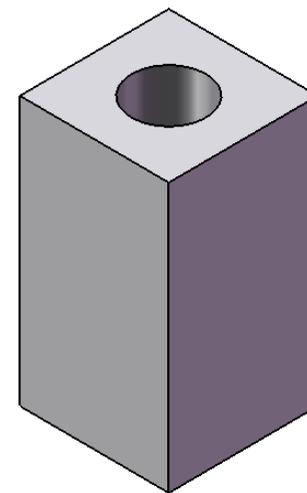
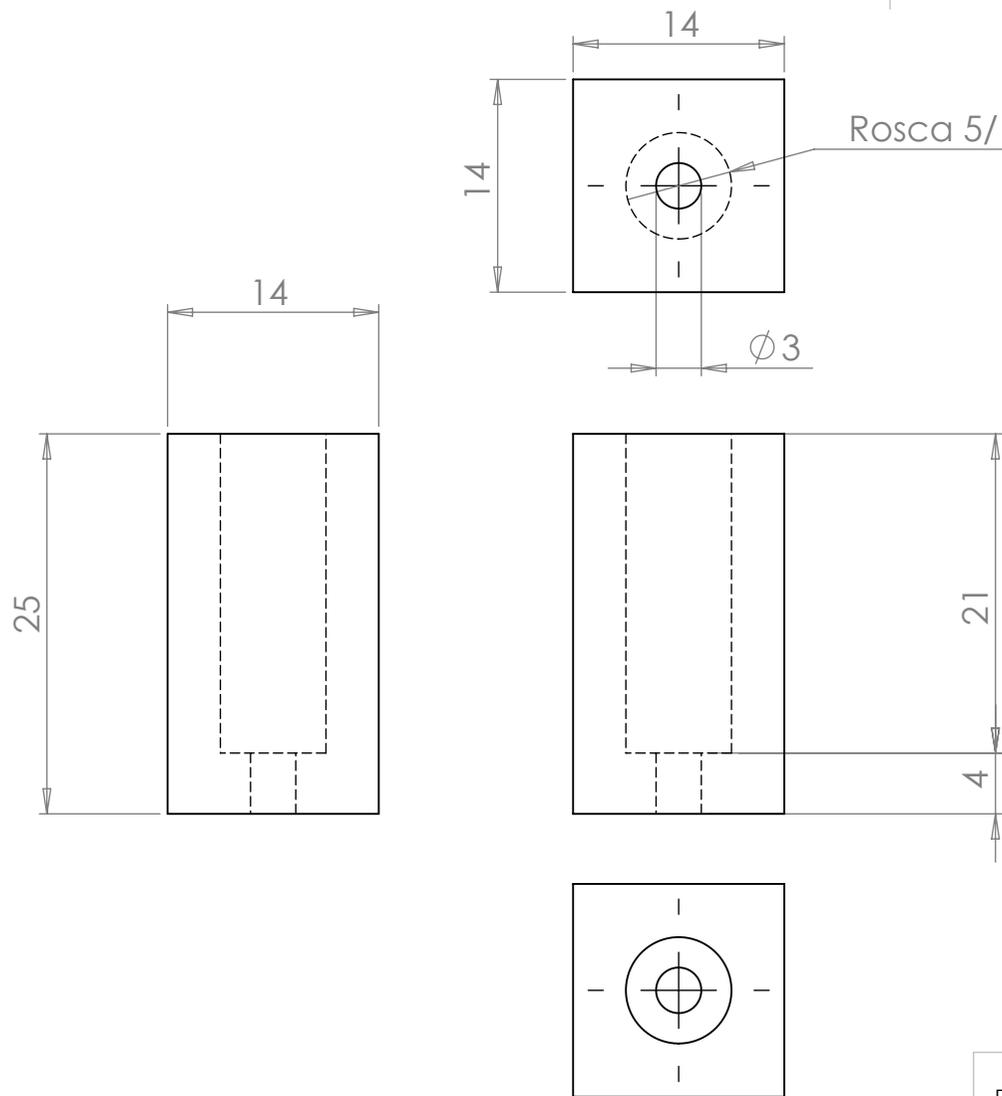
MATERIAL:

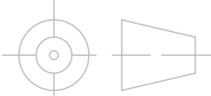
NYLAMID

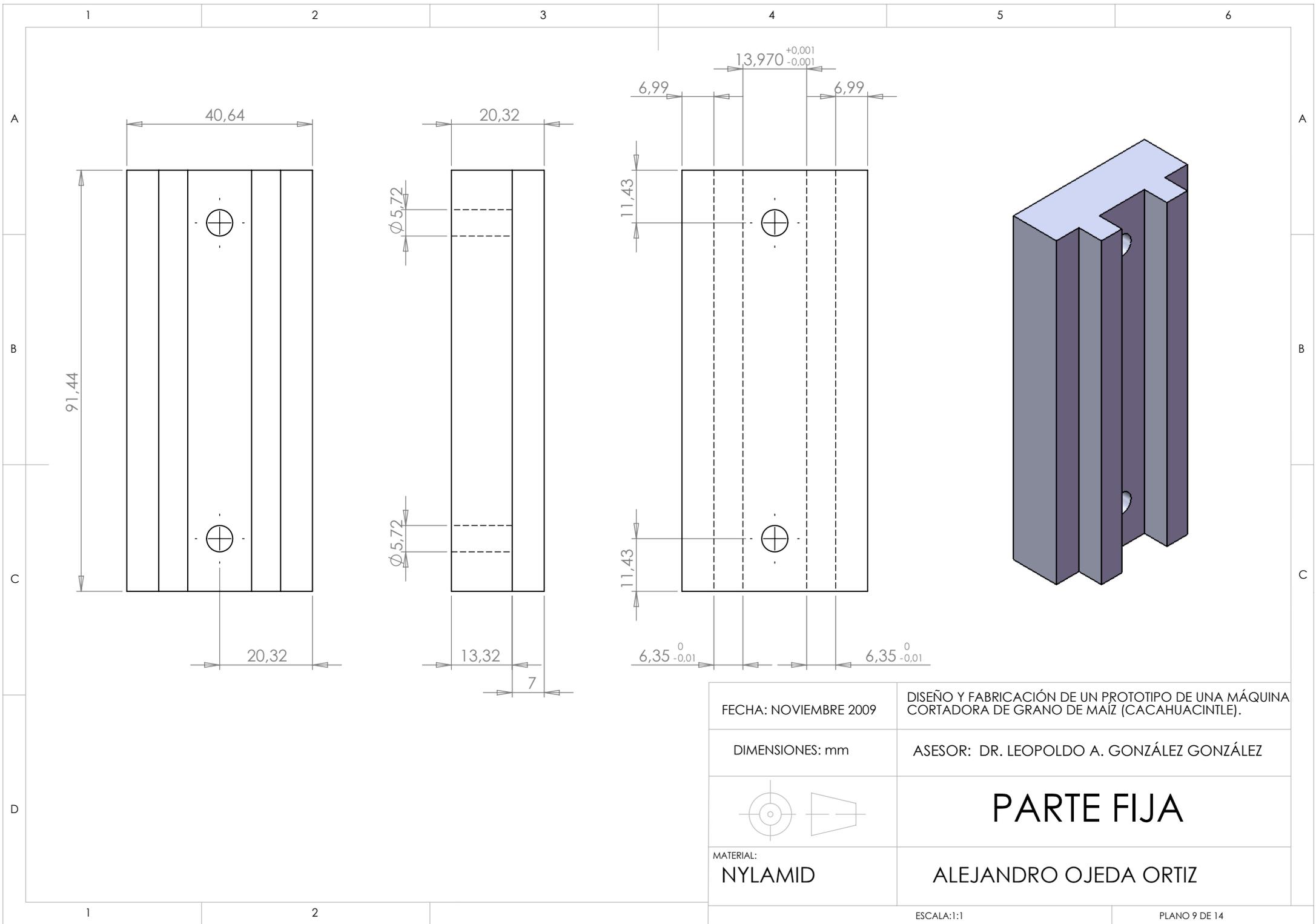
ALEJANDRO OJEDA ORTIZ



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	TENSOR MACHO
MATERIAL: ALUMINIO	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	TENSOR HEMBRA
MATERIAL: ALUMINIO	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

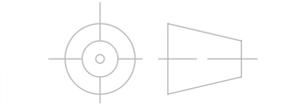


FECHA: NOVIEMBRE 2009

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).

DIMENSIONES: mm

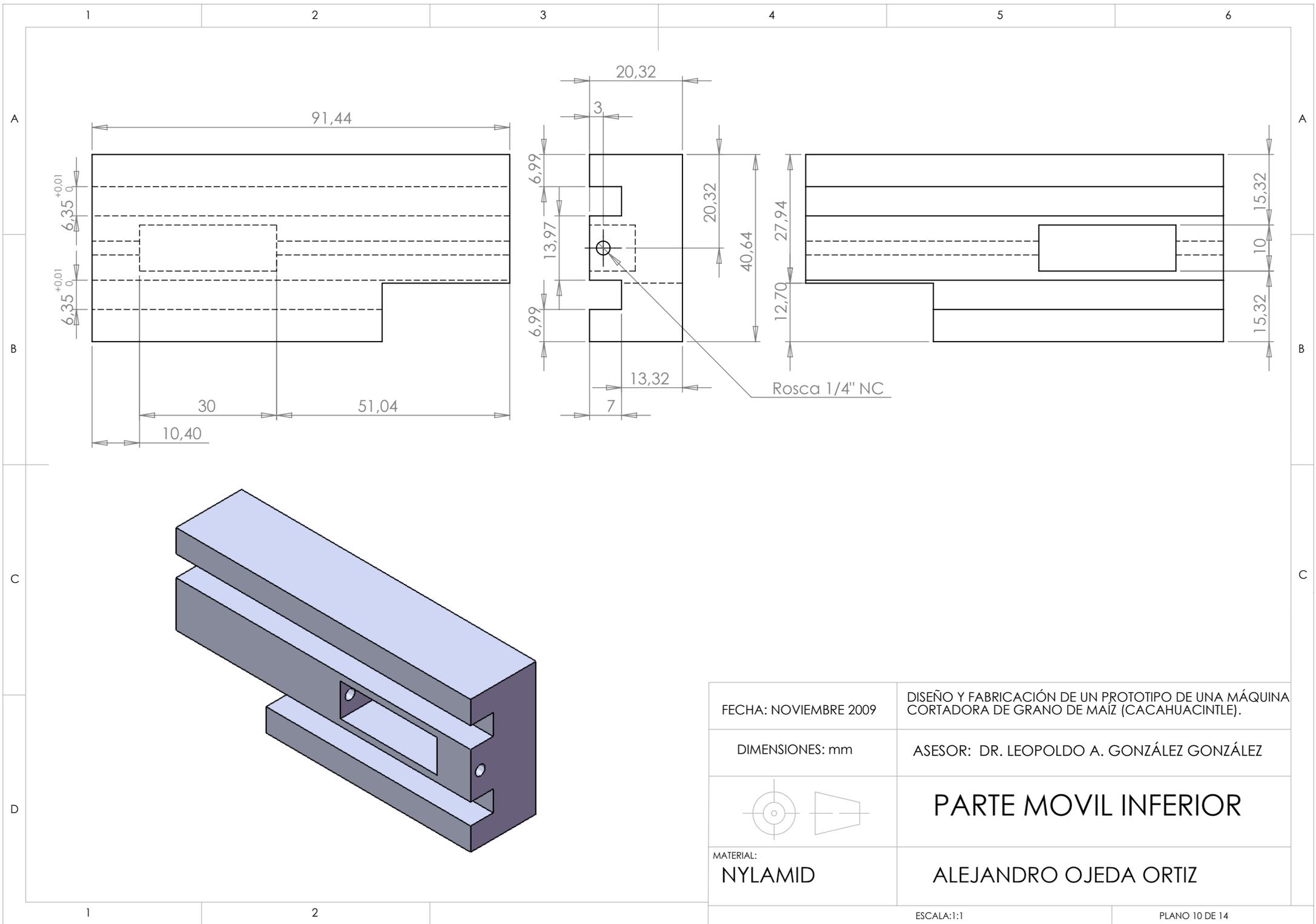
ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ

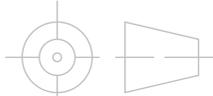


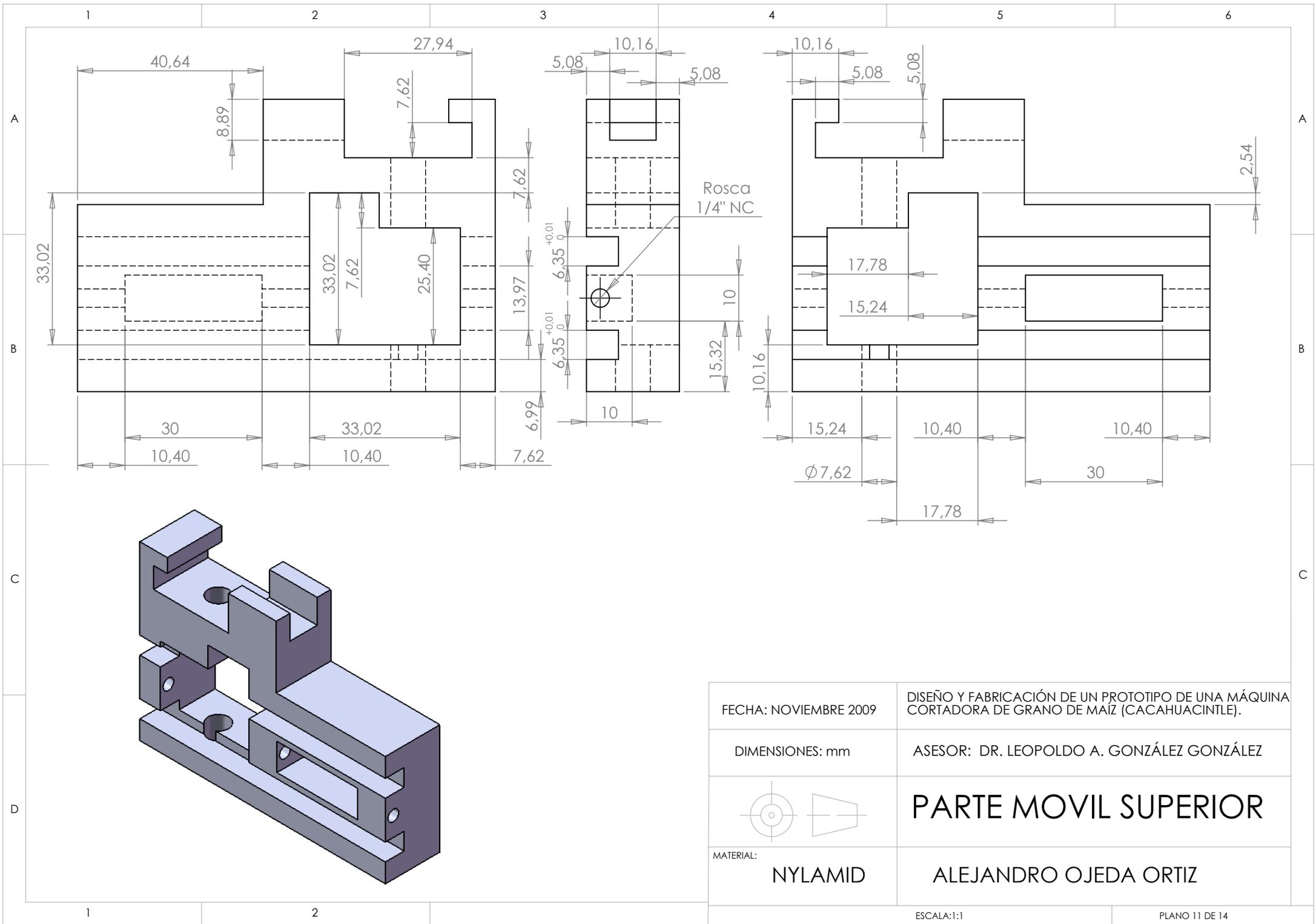
PARTE FIJA

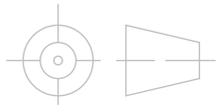
MATERIAL:
NYLAMID

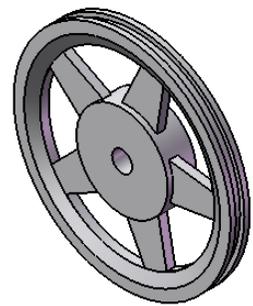
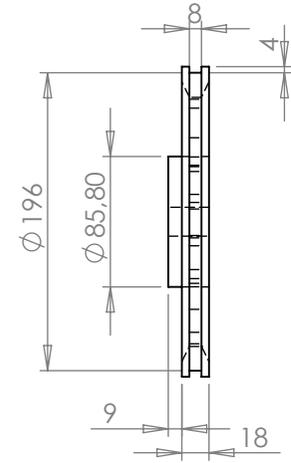
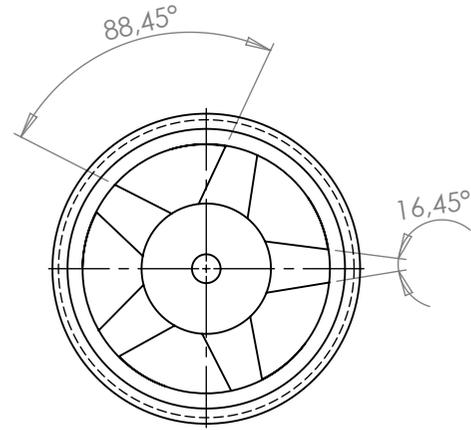
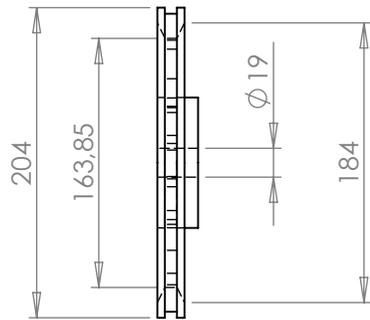
ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

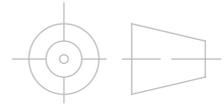


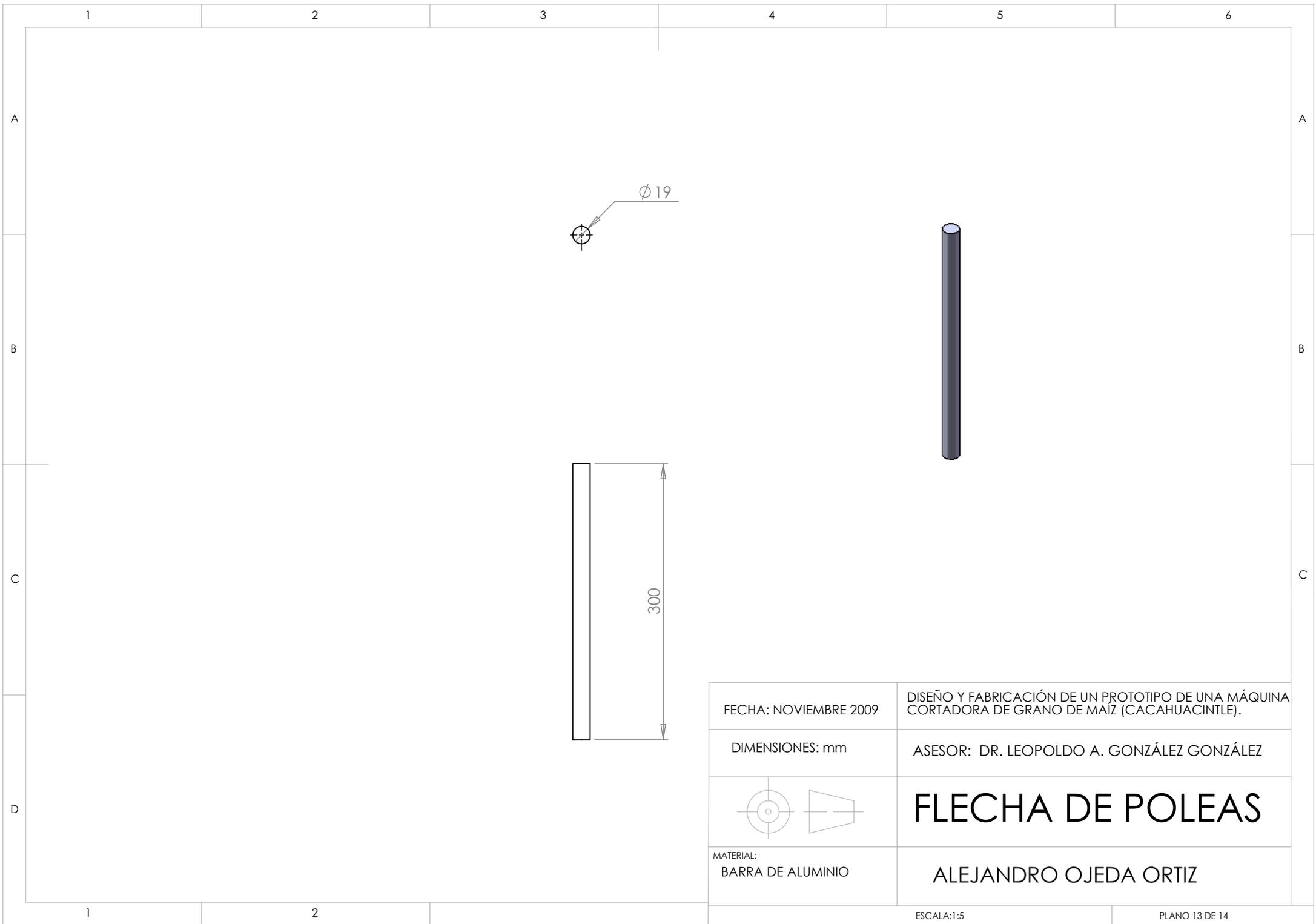
FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	PARTE MOVIL INFERIOR
MATERIAL: NYLAMID	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

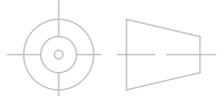


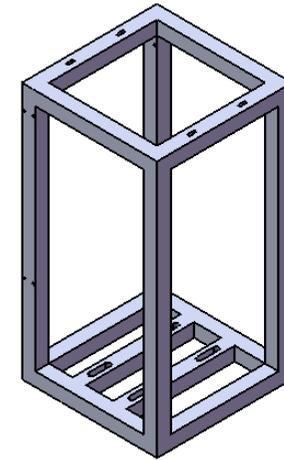
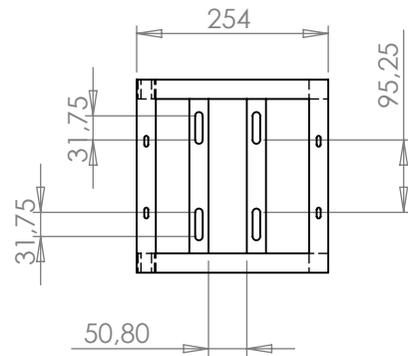
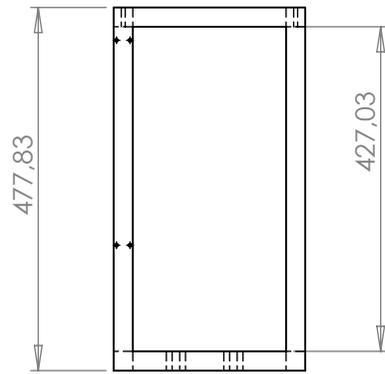
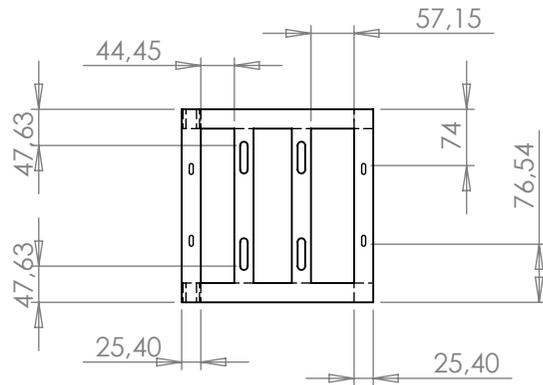
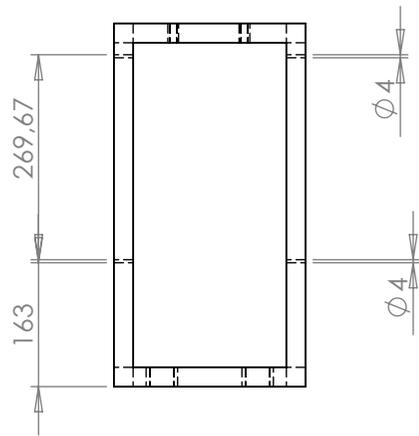
FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	PARTE MOVIL SUPERIOR
MATERIAL: NYLAMID	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

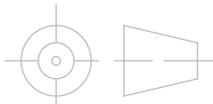


FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	POLEAS DE ALUMINIO
MATERIAL: ALUMINIO	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	FLECHA DE POLEAS
MATERIAL: BARRA DE ALUMINIO	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ



FECHA: NOVIEMBRE 2009	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE GRANO DE MAÍZ (CACAHUACINTLE).
DIMENSIONES: mm	ASESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZÁLEZ GONZÁLEZ
	BASE DE LOS SISTEMAS
MATERIAL: PERFIL DE ALUMINIO	ALEJANDRO OJEDA ORTIZ

Bibliografía

- (1) Diseño en Ingeniería Mecánica, Joseph Edward Shigley, Edición 1990, Editorial Mac Graw Gill.
- (2) Elementos de máquinas, M. F. SPOTTS, T. E. SHOUP, Edición 1999, Editorial Prentice Hall.
- (3) Manual de fórmulas técnicas, kart Gieck, 19ª edición 1993, Editorial Alfaomega.
- (4) Análisis y toma de decisiones, Dixon, John R. Editorial Limusa- Wiley, Edición 1970.
- (5) Diseño simplificado de estructuras de madera, Parker, Harry, Editorial Limusa, Edición 1983.
- (6) Diseño práctico de estructuras de acero, Rodríguez Peña, Delfino. Edición 1992.
- (7) Ingeniería Mecánica, Shames Irving, German. Editorial Herrero, Edición 1971.
- (8) Ingeniería mecánica dinámica, Shames, irvin Herman, Editorial Herrero, Edición 1969.
- (9) Descripción de más de 2000 mecanismos utilizados en la mayoría de la rama de la industria. Kozheunikov, Sergei Nikolaevich. Editorial G Pili, Edición 1970.
- (10) Mecanismos, engranajes y acoplamientos, Jehlicka Joseph, Edición 1969.
- (11) Mecatrónica. Cetinkunt, Sabri, Editorial Patria, Edición 2007.

Internet

www.cefp.gob.mx El Mercado del Maíz y la Agroindustria de la Tortilla **LEGISLATIVO DE SAN LÁZARO, FEBRERO 2009 PALACIO** *Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión* Centro de Estudios de las Finanzas Públicas México: **LEGISLATIVO DE SAN LÁZARO, FEBRERO 2009.**

<http://www.rorisa.com/catalogos/NylamidTorlonPAI.pdf>