



**Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de  
500 kg / día**

**Miller Andrey Chacón Hernández**

**Eryck Zorro Chaquea**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica**

**Bogotá, Colombia**

**2023**

**Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 500 kg/día**

**Miller Andrey Chacón Hernández**

**Eryck Zorro Chaquea**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:**

**INGENIERO ELECTROMECHANICO**

**Director: Henry Moreno Acosta**

**Universidad Antonio Nariño**

**Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica**

**Bogotá, Colombia**

**2023**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_, Cumple con

los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado principalmente a mis padres Jairo Zorro y Magdalena Chaquea que fueron parte fundamental en mi desarrollo profesional y personal dándome su amor y la fuerza necesaria para alcanzar mis metas .

A mi tía Yomary Chaquea la cual me apoyo incondicional mente a través de su comprensión y sabiduría .

A mis profesores que por medio de sus conocimientos forjaron en mi responsabilidad y deseo de superación , agradezco a todas estas personas que fueron parte de mi proceso académico puesto que cada uno de ellos fue una guía para mi proyecto de vida.

**ERYCK ZORRO CHAQUEA**

En primer lugar, quiero comenzar agradeciéndole a Dios por darme ,sabiduría ,fortaleza y perseverancia ,las cuales fueron valiosas para el desarrollo de mi carrera.

En segundo lugar, le agradezco a mis padres y mi hermana por ser esas personas en las que puedo confiar donde me a saber que tengo un apoyo infinito y puedo confiar en ellos . A mis primos y amigos por darme conocimientos y consejos que permitieron superar obstáculos que se presentaron.

A la universidad por darme las herramientas que se necesitan para sacar adelante una carrera profesional y finalmente a mí mismo por luchar por ese sueño de ser profesional.

**MILLER ANDREY CHACON HERNANDEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por darnos salud , las herramientas, el vínculo, el conocimiento y la fortaleza para surgir en nosotros el deseo de sacar la profesión adelante , también al Ingeniero Henry Moreno quien con sus conocimientos nos encamino con apoyo incondicional para avanzar en cada una de las etapas de este proyecto.

De antemano un enorme agradecimiento para nuestros familiares, docentes y amigos que con su apoyo, bondad ,comprensión, paciencia, y fuerza los cuales nos acompañaron en este camino de logro .

## RESUMEN

El presente trabajo propone el diseño y la construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 500 kg/día, para el minifundio “LOS LIRIOS” del área rural de Pore Casanare.

La máquina desgranadora reducirá el tiempo requerido para el proceso de desgrane, teniendo en cuenta que actualmente este se realiza en forma manual y/o también con arrendamiento de equipos de desgrane, incrementando costo de producción. Contará con un mecanismo de desgrane que retira o desprende los granos de la tusa, el cual es accionado por un motor eléctrico o térmico; un sistema de transmisión de potencia mecánica, una estructura que soporta los diferentes componentes, una tolva de alimentación, una criba que separa los granos de las tusas y los elementos de mando del motor.

Por último , haciendo uso del software de ingeniería SOLIDWORKS, se elaborará el modelo y el diseño 3D de cada uno de los componentes de la desgranadora con la validación de su análisis funcional.

La construcción de la máquina requiere la utilización de elementos mecánicos normalizados y no normalizados. El diseño y fabricación de esta máquina resuelve el problema de desgranado rápido, oportuno y económico del maíz que se les presenta a los productores del minifundio “Los Lirios”

**PALABRAS CLAVE: desgranadora, maíz mazorca de maíz, desgranado.**

## ABSTRACT

This paper proposes the design and construction of a corn sheller with a capacity of 500 kg/day, for the smallholding "LOS LIRIOS" in the rural area of Pore Casanare.

The shelling machine will reduce the time required for the shelling process, taking into account that currently this is done manually and/or also with shelling equipment lease, increasing production cost. It will have a shelling mechanism that removes or detaches the grains from the cob, which is powered by an electric or thermal motor. A mechanical power transmission system, a structure that supports the different components, a feeding hopper, a sieve that separates the grains from the cobs and the motor control elements.

Finally, using the SOLIDWORKS engineering software, the 3D model and design of each of the sheller components will be developed with the validation of its functional analysis. The construction of the machine will demand the use of standard and non-standard mechanical elements.

The design and manufacture of this machine solves the problem of fast, timely and economic shelling of corn that is presented to the producers of the "Los Lirios" smallholding.

**KEY WORDS: sheller, corn cob, shelled.**

## INTRODUCCIÓN

A continuación, se describe el proyecto de grado llamado “Diseño y construcción de una desgranadora de maíz de 500kg/día para la finca productora de maíz “Los lirios ”localizado en municipio de pore Casanare.

Actualmente a nivel nacional el maíz hace parte de los vegetales más comercializados , lo cual implica que su distribución se un eje fundamental en su desarrollo productivo;

La cosecha de maíz implica recolectar mazorcas de maíz cuando las plantas de maíz han alcanzado la madures necesaria . La mazorca es el fruto de la planta que consta de un núcleo central llamado tusa que contiene hileras de granos , todos cubiertos con capaz de hojuelas llamadas comúnmente hojas de maíz cuando están verdes y paja cuando están secas .La longitud de las mazorcas es de 7 cm a 30 cm el número de hileras de semillas es de 12 a 36 filas o más.

La paja se puede quitar de las mazorcas a mano o por mediante dispositivos mecánicos, y luego es necesario separar los granos de la mazorca operación llamada “desgranado” el cual se puede realizar a mano o con dispositivos o máquinas de desgranado.

En el Casanare la producción de maíz ha venido creciendo debido a la alta demanda del vegetal para el consumo humano y animal, ya que en estos sectores no poseen máquinas especiales para realizar el desgranado la mayor parte de los productores siguen con el método manual o en caso excepcional con el alquiler de máquinas de desgranado.

Por tal razón la demanda del maíz en este sector del municipio de pore Casanare se ve en la necesidad de mejorar el proceso de desgranado lo cual con la construcción de este proyecto se pueda satisfacer el proceso de producción del maíz.

Teniendo en cuenta lo anterior el documento se estructura de la siguiente manera: en el capítulo uno se trata de aspectos iniciales de situación del proyecto , muestra el problema actúa de los

productores de maíz a nivel local, el capítulo dos presenta investigaciones de diferentes máquinas de desgranado donde se muestran sus características y puntos en común de estas.

El capítulo 3 propone un marco teórico para diferentes conceptos en relación a propiedades, partes, tipos, características físicas y diferentes sistemas de desgranado junto con sus componentes básicos; el capítulo cuatro presenta el diseño preliminar el cual anuncia estudios de las últimas tecnologías, requisitos de diseño y análisis de alternativas para la desgranadora de maíz.

En el capítulo 5 se expone el diseño de detalle incluyendo los componentes más importantes con cálculos y selección de elementos estandarizados y de detalle.

Finalmente, el capítulo seis abarca los resultados esperados de la máquina donde se muestra una serie de pasos para el proceso de desgranado.

## TABLA DE CONTENIDO

NOTA DE ACEPTACIÓN .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS .....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
TABLA DE CONTENIDO.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE ECUACIONES.....	18
LISTA DE TABLAS .....	20
CAPÍTULO 1 .....	22
ASPECTOS INICIALES DEL PROYECTO .....	22
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	22
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	26
1.3 ALCANCE .....	27
1.4 OBJETIVOS.....	28
1.4.1 Objetivo general.....	28
1.4.2 Objetivos específicos .....	28
2 CAPÍTULO.....	29
ESTADO DEL ARTE.....	29
2.1 SWISSMEX (desgranadora para maíz).....	29

2.2	PENAGOS desgranadora de maíz DM-10 .....	31
2.3	IDEAGRO (desgranadora de maíz).....	32
2.4	INDUSTRIAS TORNOMETAL JR SAS (INAGRO).....	33
2.5	MARCO CONCEPTUAL .....	40
2.5.1	Cadenas .....	40
2.5.2	Criba.....	40
2.5.3	Diseño .....	41
2.5.4	Estudio Técnico .....	42
2.5.5	Harnero .....	42
2.5.6	Productividad .....	43
2.5.7	Tolva .....	43
2.5.8	Trillado.....	44
2.5.9	Tusa.....	45
3	CAPÍTULO .....	46
	MARCO TEORICO.....	46
3.1	PRESENTACIÓN DEL MAÍZ .....	46
3.2	PARTES DE LA PLANTA.....	47
3.3	RAIZ.....	48
3.4	TALLO.....	49
3.5	HOJAS.....	49
3.6	MAZORCA .....	50
3.7	TIPOS DE MAÍZ .....	51
3.8	MAÍZ DURO.....	51

3.9	MAÍZ DULCE.....	52
3.10	MAÍZ REVENTADOR .....	52
3.11	MAÍZ DENTADO .....	53
3.12	MAÍZ HARINOSO.....	54
3.13	MAÍZ CEROSO .....	55
3.14	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MAÍZ .....	56
3.15	PROCESOS DE DESGRANADO .....	59
3.15.1	Desgranado manual.....	59
3.15.2	Desgranado con los dedos.....	59
3.15.3	Desgranado mediante tusas.....	60
3.15.4	Desgranado mediante tabla de madera. ....	61
3.15.5	Desgranado mediante grapas. ....	61
3.15.6	Desgranado mecánico .....	62
3.16	CLASIFICACIÓN DE LAS DESGRANADORAS.....	62
3.16.1	. Desgranadora sin ventilador: .....	62
3.16.2	Desgranadora con soplador y harneros (cribas).....	63
3.17	MOTOR ELÉCTRICO .....	64
3.18	CADENAS ESLABONADAS .....	65
3.18.1	Aplicaciones de la cadena galvanizada.....	66
3.18.2	Especificaciones de la cadena galvanizada.....	66
3.19	TORNILLERÍA .....	69
3.19.1	Selección de tornillería .....	70
3.20	RODAMIENTO.....	72

3.21	ESTUDIO Y SELECCIÓN DE SISTEMA PARA LA DESGRANADORA: .....	73
3.21.1	Sistemas de desgranado: .....	73
3.21.2	. Sistema de diente espiga .....	74
3.21.3	Sistema de cilindro dentado .....	75
3.21.4	Sistema de aletas axiales .....	76
3.21.5	Sistema impacto por cadenas .....	77
4	CAPÍTULO .....	79
	DISEÑO PRELIMINAR DESGRANADORA DE MAIZ.....	79
4.1	ENUNCIADO BASICO DEL PROBLEMA .....	79
4.2	REQUISITOS DE DISEÑO .....	79
4.2.1	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DESGRANADORA .....	80
5	CAPÍTULO .....	85
	DISEÑO DE DETALLE.....	85
5.1	DISEÑO DE DESGRANADORA DE MAÍZ .....	85
5.2	SISTEMA DE DESGRANADO .....	85
5.2.1	Capacidad de desgrané.....	85
5.3	SELECCIÓN DE LAS CADENAS DESGRANADORAS .....	87
5.3.1	Longitud de cadena .....	90
5.3.2	Tamaño de cadena. ....	90
5.3.3	Posición de cadenas .....	90
5.4	FUERZA QUE EJERCE LA CADENA AL MOMENTO DE IMPACTO.....	90
5.5	DISTRIBUCIÓN DE LAS CADENAS EN EL CILINDRO.....	92
5.6	DISEÑO DEL EJE DESGRANADOR .....	93

5.7	TORQUE.....	102
5.8	SELECCIÓN DE MOTOR .....	104
5.8.1	Cálculo de factor de potencia de motor seleccionado.....	104
5.8.2	Protección seleccionada.....	106
5.9	SELECCIÓN DE CONDUCTOR.....	109
5.10	RODAMIENTOS .....	111
5.10.1	Procedimiento para seleccionar un rodamiento de carga radial.....	112
5.11	TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR BANDAS.....	117
5.12	VOLUMEN DEL EJE DESGRANADOR SIN LAS CADENAS .....	122
5.13	VOLUMEN DE LA CÁMARA DE DESGRANADO .....	123
5.14	DISEÑO TOLVA DE ALIMENTACIÓN .....	126
6	CAPITULO .....	128
	RESULTADOS ESPERADOS.....	128
6.1	PRODUCTIVIDAD (500 KG/DÍA).....	128
6.2	PASOS PARA PROCESOS DE DESGRANADO:.....	129
6.3	HOJA DE PROCESOS .....	131
	CONCLUSIONES .....	133
	BIBLIOGRAFÍAS .....	134
	ANEXOS .....	141

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Municipio de Casanare-----	22
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica de finca LOS LIRIOS -----	25
<b>Figura 3.</b> Cosechador de maíz -----	27
<b>Figura 4.</b> Desgranadora de maíz 612010-----	29
<b>Figura 5.</b> Sistema Interno Desgranadora Swissmex -----	30
<b>Figura 6.</b> desgranadora de maíz DM-10 Penagos-----	31
<b>Figura 7.</b> Desgranadora de maíz Ideagro-----	33
<b>Figura 8</b> .INAGRO desgranadora de maíz -----	33
<b>Figura 9.</b> Eje con cadena de eslabones -----	40
<b>Figura 10.</b> Criba-----	41
<b>Figura 11.</b> Harnero antiguo-----	42
<b>Figura 12</b> .Tolva -----	44
<b>Figura 13.</b> Trillado de mazorca -----	44
<b>Figura 14.</b> Tusa de la mazorca-----	45
<b>Figura 15.</b> Mazorca de maíz dulce -----	47
<b>Figura 16.</b> Partes del maíz-----	48
<b>Figura 17.</b> Raíz de la mazorca -----	48
<b>Figura 18.</b> Tallo del maíz-----	49
<b>Figura 19.</b> Hoja del maíz -----	50
<b>Figura 20.</b> Mazorca-----	50

<b>Figura 21.</b> Maíz amarillo duro con alta calidad genética -----	51
<b>Figura 22.</b> Maíz Dulce, sus beneficios y propiedades -----	52
<b>Figura 23.</b> Palomitas de maíz -----	53
<b>Figura 24.</b> Las razas de maíces dentados tropicales -----	53
<b>Figura 25.</b> Maíz harinoso -----	54
<b>Figura 26</b> Maíz ceroso de colores -----	55
<b>Figura 27</b> Producción del maiz por pais -----	56
<b>Figura 28.</b> Desgranado manual con los dedos -----	60
<b>Figura 29.</b> Desgranado mediante tusas -----	60
<b>Figura 30.</b> Desgranador con tablas de madera-----	61
<b>Figura 31.</b> desgranado por medio de una tabla con grapas -----	61
<b>Figura 32.</b> Desgranado mecánico de maíz -----	62
<b>Figura 33.</b> Desgranadora sin ventilador -----	63
<b>Figura 34.</b> Desgranadora con soplador y harneros -----	64
<b>Figura 35.</b> Motores DC Y AC-----	65
<b>Figura 36:</b> Cadenas eslabonadas de acero al carbón -----	65
<i>Figura 37:Catálogo de tornillería</i> -----	71
<b>Figura 38.</b> cojinete de una hilera de esferas con ranura honda-----	72
<b>Figura 39.</b> Desgranador maíz con sistema de disco dentado -----	74
<b>Figura 40.</b> partes de máquina desgranadora disco dentado -----	75
<b>Figura 41.</b> Desgranadora maíz con sistema de cilindro dentado-----	76
<b>Figura 42.</b> Desgranadora de maíz sistema de aletas -----	77

<b>Figura 43.</b> máquina desgranadora por cadenas -----	78
<b>Figura 44.</b> Opciones de diseño-----	82
<b>Figura 45.</b> peso en bascula de una mazorca de maíz duro -----	86
<b>Figura 46.</b> Dimensiones de los eslabones -----	89
<b>Figura 47.</b> determinación de la fuerza de arranque de maíz -----	91
<b>Figura 48.</b> diagrama de cuerpo libre -----	92
<b>Figura 49.</b> Diagrama de elementos de eje principal -----	96
<b>Figura 50.</b> Diagrama de reacción en el punto RC y RB -----	98
<b>Figura 51.</b> diagrama de cargas , fuerza cortante y momento -----	101
<b>Figura 52.</b> placa de motor YC90L-2 -----	104
<b>Figura 53.</b> Triangulo de potencias-----	105
<b>Figura 54.</b> circuito con protección (guardamotor) CADE simu-----	109
<b>Figura 55.</b> Características del cable a utilizar-----	110
<b>Figura 56.</b> Cable multifilar calibre 10 AMG-----	111
<b>Figura 57.</b> tipos de carga sobre rodamientos -----	112
<b>Figura 58.</b> diagrama de eje con cojinetes-----	113
<b>Figura 59.</b> Selección de bandas en V industriales de sección angosta -----	119
<b>Figura 60.</b> Transmisión de potencia-----	122
<b>Figura 62.</b> esquema volumen de una mazorca-----	125
<b>Figura 61.</b> esquema de tolva de alimentación -----	127

## LISTA DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Energía del motor eléctrico .....	65
<b>Ecuación 2:</b> valor medio .....	85
<b>Ecuación 3:</b> Fuerza de desgranado .....	91
<b>Ecuación 4:</b> Distribucion de cadenas .....	93
<b>Ecuación 5:</b> Diámetro del eje desgranador .....	94
<b>Ecuación 6:</b> Momento de torsión.....	102
<b>Ecuación 7:</b> Torque aplicado al eje .....	103
<b>Ecuación 8:</b> Potencia del eje.....	103
<b>Ecuación 9:</b> potencia activa.....	105
<b>Ecuación 10:</b> factor de potencia .....	106
<b>Ecuación 11:</b> Corriente consumida.....	106
<b>Ecuación 12:</b> Potencia activa.....	106
<b>Ecuación 13:</b> Corriente nominal .....	108
<b>Ecuación 14:</b> Potencia eléctrica.....	108
<b>Ecuación 15:</b> Corriente de reserva.....	108
<b>Ecuación 16:</b> corriente de fase.....	109
<b>Ecuación 17:</b> Carga equivalente .....	112
<b>Ecuación 18:</b> Capacidad de carga dinámica básica .....	115
<b>Ecuación 19:</b> Relacion entre ejes.....	120
<b>Ecuación 20:</b> Angulo de abrazamiento de la polea pequeña .....	121

<b>Ecuación 21:</b> Longitud de correa.....	121
<b>Ecuación 22:</b> Volumen del eje desgranador .....	122
<b>Ecuación 23:</b> volumen del cilindro .....	123
<b>Ecuación 24:</b> volumen de la cámara desgranadora.....	125
<b>Ecuación 25:</b> capacidad volumétrica de la tolva .....	127

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .Referencias de piezas desmontables (swissmex).....	30
<b>Tabla 2</b> .Ficha técnica de desgranadora de Penagos.....	32
<b>Tabla 3:</b> ficha técnica Inagro (desgranadora) .....	34
<b>Tabla 4</b> . Análisis y aspectos de máquinas desgranadoras de maíz .....	34
<b>Tabla 5</b> .Maquinas desgranadoras tomadas de YouTube .....	35
<b>Tabla 6:</b> cuadro comparativo de diferentes características de desgranadoras de maíz.....	39
<b>Tabla 7</b> . Características Físicas del Maíz .....	57
<b>Tabla 8</b> .Etapas del crecimiento del maíz .....	58
<b>Tabla 9</b> . Características de cadenas comunes.....	67
<b>Tabla 10</b> .Características de cadena grado 30.....	68
<b>Tabla 11:</b> Medidas de cadena grado 30 .....	69
<b>Tabla 12</b> . Tipos de sistemas de desgranado.....	73
<b>Tabla 13</b> . Análisis de factores para la desgranadora de maíz .....	80
<b>Tabla 14</b> . Ponderación de factores para clasificación.....	81
<b>Tabla 15</b> . Puntuación de alternativas. ....	81
<b>Tabla 16</b> . Matriz de decisión de alternativas. ....	83
<b>Tabla 17:</b> tiempos en proceso .....	128
<b>Tabla 18</b> . datos de producción y longitud de eje .....	94
<b>Tabla 19</b> . tabla de aceros AISI 1045 grado 30.....	97
<b>Tabla 20:</b> características del maíz .....	124

<b>Tabla 21.</b> Longitudes del maíz.....	88
<b>Tabla 22.</b> diámetro de la mazorca.....	88
<b>Tabla 23.</b> comparación tipos de rodamientos .....	113
<b>Tabla 24.</b> comparación tipos de rodamientos .....	114
<b>Tabla 25.</b> datos para seleccionar rodamientos de una hilera de bolas .....	116

## CAPÍTULO 1

### ASPECTOS INICIALES DEL PROYECTO

Este capítulo llevará a cabo un examen específico del maíz como tema central para ilustrar los problemas que busca resolver. Dentro del contexto del problema, se discutirán los objetivos del trabajo, el marco teórico y finalmente la metodología.

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Casanare es una provincia compuesta por 19 municipios y 11 comunas, su capital es opal, ubicada en la Región de la Orinoquia, limita al norte con Arauca, al sur con Meta, al oeste con Boyacá y al este con Boyacá, limitando con Vichada. Con una superficie aproximada de 45.000 kilómetros cuadrados, es la décima provincia más grande del país. [1]. El nombre del departamento significa “Río de Aguas Negras” porque su territorio se extiende hasta las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes colombianos y pertenece a la región de los Llanos Orientales, la cual presenta diversas características. Se encuentra a 350 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 26°C. [1]

En la siguiente figura, se muestran los municipios que componen el departamento de Casanare:

**Figura 1.** Municipio de Casanare



Fuente: [2]

El municipio de estudio en el presente proyecto de grado es Pore se encuentra a 70 kilómetros de la capital del departamento, a unos 436 kilómetros de la ciudad de Bogotá. El municipio se considera un patrimonio histórico y cultural de la nación declarado en la Ley 936 del 30 de Diciembre de 2004 ya que es reconocido por las cárceles amuralladas que fueron construidas por los españoles. [3]

El municipio fue fundado en 1644 en Noviembre 5 por Francisco Enciso y Adriano Vargas, siendo el escenario donde se encontraron las tropas de Bolívar con las de Santander para dirigirse al puente de Boyacá donde se logró cumplir el triunfo de la batalla de Boyacá. [3].

El municipio tiene una economía que gira entorno de gran forma a la producción agropecuaria donde hay un gran desarrollo en el sector agrícola tradicional en cultivos como lo son el maíz, el plátano, el arroz y la yuca. El desarrollo económico del municipio también depende de la ganadería bovina, entorno a la actividad de cría en lo que compone la zona de sabana, por lo que actualmente el sector agrícola ha logrado desarrollar con características de producción entorno al autoconsumo [4]

La comercialización de los productos agrícolas se realiza por parte de las comunidades campesinas hacia el casco urbano los productos de mayor importancia por su producción y comercialización son plátano, yuca, arroz, maíz, y dulce de caña. [5]

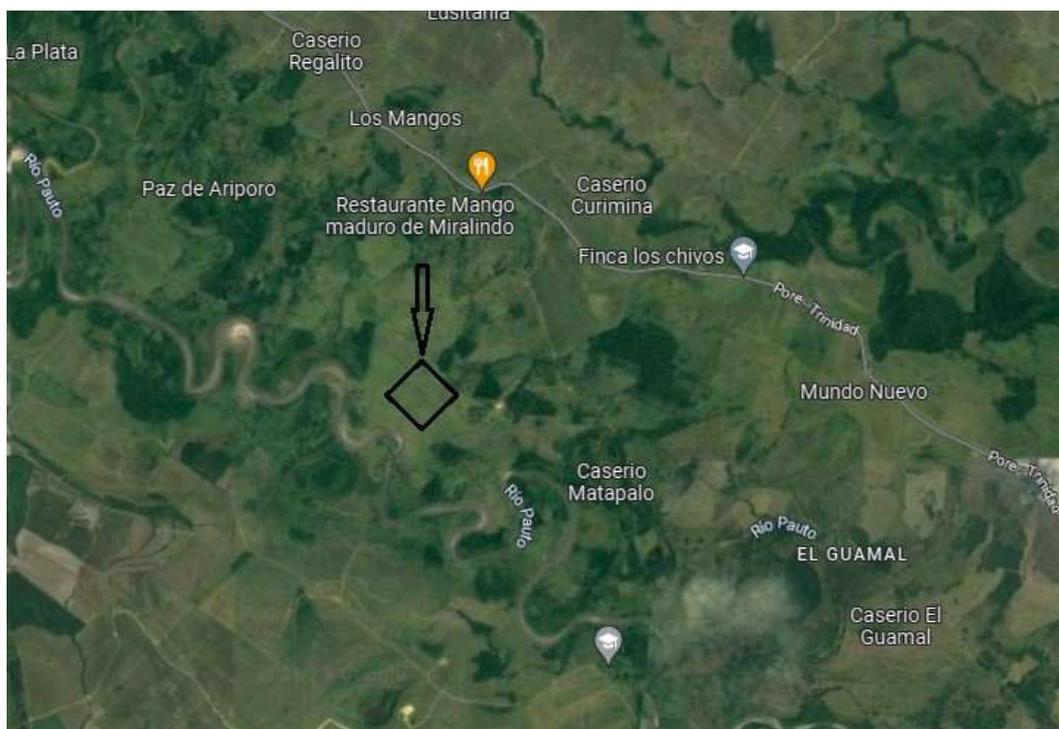
En la siguiente sección se presentan datos estadísticos relevantes, relacionados con la utilidad de la desgranadora de maíz en los municipios del Casanare. Pore es un municipio del departamento de Casanare, Colombia. Dista 71 kilómetros de Yopal, la capital del departamento, y 436 kilómetros de Bogotá DC. Es patrimonio histórico y cultural de la nación, marcado por una prisión

amurallada construida por los españoles, su principal actividad de desarrollo es la ganadería y la agricultura siendo el arroz la principal actividad y el maíz el segundo en producción. “en Colombia los departamentos que se dedican a la siembra y la producción de maíz son Tolima (17%), Meta (13%), Córdoba (12%), Valle del cauca (8%), Cesar (6%); pero Casanare representa el 2% en producción de maíz duro a nivel nacional” por consecuencia los campesinos de la zona rural de Pore no son considerados como los primeros productores de maíz ya que la producción es relativamente baja frente a los principales productores razón por la cual los agricultores de esa zona no se encargan de industrializar el proceso respecto a los granos secos de maíz duro. [2]

A 25 km vía Pore-Trinidad se encuentra situada la vereda de Miralindo en la cual se encuentra la finca “LOS LIRIOS” allí se entrevistó al agricultor Jairo Zorro que muy amablemente nos atendió e indicó que se dedicaba a la siembra de maíz duro, también nos comentó que el proceso de desgranado se ejecutaba de forma manual y muy esporádicamente se tenían los recursos para rentar una máquina desgranadora industrial.

En el minifundio “LOS LIRIOS” del área rural de Pore Casanare, durante la época de cosecha de las mazorcas se recogen más de 500 kg de maíz al día durante una semana en forma continua. Se dedican tres hectáreas del minifundio a la producción de maíz. El maíz es una variedad de maíz duro transgénico que se comercializa para la alimentación avícola. En la siguiente figura se observa la ubicación geográfica de la finca:

**Figura 2.** Ubicación geográfica de finca LOS LIRIOS



**Fuente:** adoptado de (Google maps) [6]

El problema que se tiene es que se debe desgranar esta cantidad de producto para proceder a almacenar, alistar y comercializar. El proceso de desgranado podría realizarse en forma manual, pero esto demandaría bastantes horas para esta labor, y apartar personas que la realicen, afectando con ello otras labores que ellas deben realizar.

De esta manera la productividad y rentabilidad de estas actividades agrícolas se ven afectadas. Además, la realización de la actividad continua y tediosa de desgranado generará fatiga y lesiones, que afectaran la salud de las personas.

Uno de los métodos es el desgranado a mano es el método más sencillo de desgrane a la vez el

más tradicional, este método consiste en la manipulación de los pulgares de las manos hacia el maíz haciendo presión sobre este hasta desprender los granos uno de los inconvenientes más importantes de desgranar el maíz con este método es que se requiere varias personas para hacer la mano de obra cuando se trata de grandes cosechas, aproximadamente la cantidad de maíz desgranado por una persona es aproximadamente a 9 kg por hora lo que equivale a un gran capital mientras más grande el terreno.

El segundo método es el de la trilladora donde las mazorcas secas se meten en sacos y son golpeadas con un trozo de madera. Este método es más rápido, pero menos completo que el desgranado manual y puede ocasionar daños.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El diseño y fabricación de esta máquina resuelve el problema de desgranado rápido, oportuno y económico del maíz que se les presenta a los productores del minifundio “LOS LIRIOS” por medio de esta desgranadora se busca facilitar el proceso de desgranado, el cual generara beneficios económicos, permitiendo que el agricultor obtenga una máquina que le ahorre tiempo para hacer otras actividades.

Los cosechadores de este minifundio actualmente tienen la necesidad de desgranar la mazorca mediante un proceso manual. Lo cual el diseño de la desgranadora busca que el productor del minifundio disminuya el tiempo y/o gastos por alquiler de máquinas desgranadoras industriales de alto consumo y emisiones, además que se realice un proceso de forma que tenga un mayor rendimiento de trabajo a partir de la humanización de los medios para producirlo.

**Figura 3.** Cosechador de maíz



**Fuente:** Autores, tomado (La patria,2012) de [7]

La principal ventaja y función de la desgranadora de maíz es aliviar la labor referente al desgranado de maíz duro, tarea bastante tediosa que necesita ser llevada a cabo por una gran cantidad de mano de obra para la producción en masa. Esta máquina alivia la labor de cada campesino que cosecha de dos a tres hectáreas de siembra de maíz.

### **1.3 ALCANCE**

En el desarrollo de este proyecto, el diseño y construcción de la desgranadora de maíz, comprenderá la definición de las especificaciones de las partes o componentes no normalizados de la máquina (ejes, engranes, estructura, tolva) y la selección de los elementos normalizados como rodamientos, tornillos, correas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Diseñar y construir una desgranadora de maíz con capacidad de 500 kg / día

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Diseñar y construir el mecanismo de desgrane
- Diseñar e implementar el sistema de transmisión de potencia mecánica
- Diseñar y construir la estructura de la máquina.
- Elaborar el manual de operación y mantenimiento de la desgranadora.
- Elaborar la documentación que soporta el diseño

## 2 CAPÍTULO

### ESTADO DEL ARTE

Debido a la gran productividad de maíz es necesario realizar un estudio de las diferentes herramientas o máquinas que se utilizan hasta hoy para el desgranado del maíz y tener una mayor productividad del producto esto nos permitirá obtener ideas de cómo tratar la mazorca y las condiciones a las cuales se deben someter.

Esto se desarrolla y se hace referente a las diferentes máquinas que hay en las industrias y empresas privadas que su fuerte es la producción y tratamiento de este maíz, incluyendo mecanismos que no maltraten el alimento.

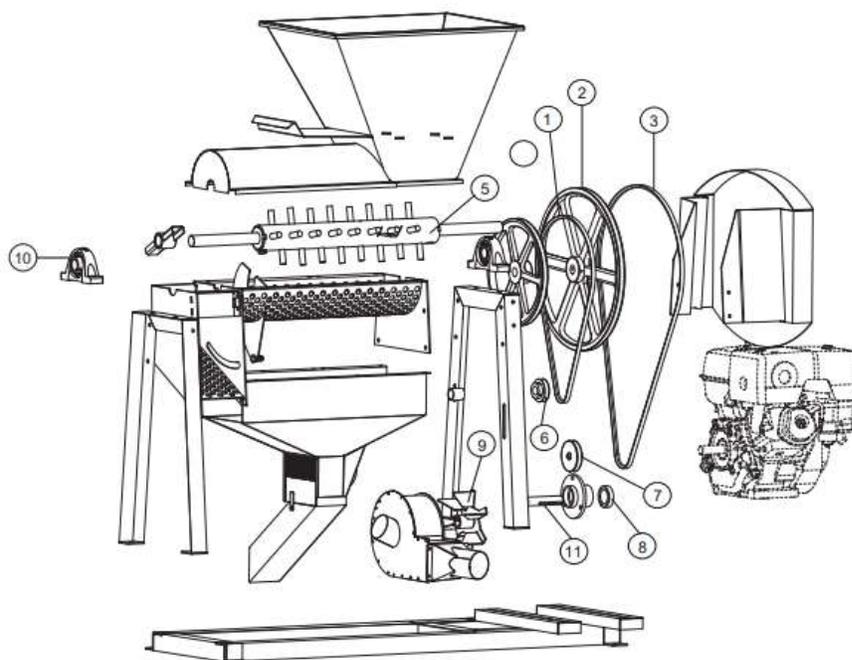
#### 2.1 SWISSMEX (desgranadora para maíz)

La empresa swissmex diseño la máquina debidamente reglamentada con los lineamientos de estandarización de calidad ISO 9001, este equipo fue diseñado con un alto nivel de rendimiento, economía y facilidad de operación. la maquina hace su proceso con ayuda de un motor térmico y/o eléctrico el cual transfiere potencia a través de bandas hacia la capsula de desgranado, produciendo un rendimiento de 1.5 toneladas por hora, esto con un motor de 6.5 HP. [8]

**Figura 4.** Desgranadora de maíz 61201



**Fuente:** Autor, adaptado de(SWISSMEX) [9]

**Figura 5.** Sistema Interno Desgranadora Swissmex

**Fuente:** tomado de (Swissmex,2008) [10]

**Tabla 1** .Referencias de piezas desmontables (swissmex)

<b>A</b> Piezas de desgaste y consumibles siempre disponibles.			
No. Parte	Código	Descripción	Cantidad
1	R2888612002	BANDA A-50	1
3	R2888612003	BANDA A-80	1
<b>B</b> Piezas de uso medio, disponibles a discreción.			
No. Parte	Código	Descripción	Cantidad
2	R2888612007	POLEA GRANDE	1
4	R2888612006	POLEA CHICA	1
5	R2000612033	ROTOR DESGRANADOR	1
6	R2888612004	POLEA P/EXTRACTOR	1
7	R2888612005	POLEA P/MOTOR AK35	1
8	R4888623002	BALERO	2
9	R2000612011	EXTRACTOR	1
10	R2888647137	CHUMACERA	2
11	R2000612064	FLECHA	1

**Fuente :** tomado de (Swissmex,2008) [8]

## 2.2 PENAGOS desgranadora de maíz DM-10

La empresa Penagos fabricó una maquina desgranadora de uso y movilidad fácil la cual utilizo la combinación de desoja y desgranado de una mazorca en una sola operación, la cual es una de las más demandadas donde se caracterizó por tener un alto rendimiento, su criba de fácil mantenimiento almacén una gran cantidad de producto y esto hace que se reduzca la mano de obra y como se mencionó antes es muy práctica para el desplazamiento donde se obtiene la producción. tiene una producían de 300-600 kg/hora lo cual hace que su motor trabaje desde 1200-1500 R.P.M, con un peso de 46kg.

**Figura 6.**desgranadora de maíz DM-10 Penagos



**Fuente:** tomado de PENAGOS. (2010). Desgranadora de maiz DM-10. [11]

**Tabla 2.**Ficha técnica de desgranadora de Penagos

Modelo*	DM-20
Producción maíz desgranado**	1300 – 1500 kg/h
Espesor y diámetro agujero de la criba	3/16 x 5/8"
Revoluciones del rotor	800 – 1200 RPM
Potencia requerida motor eléctrico	Desgranar sin hoja: 7-8 HP Desgranar con hoja: 10 – 12 HP
Potencia requerida motor estacionario	Desgranar sin hoja: 10 HP Desgranar con hoja: 16 HP
Potencia del tractor	24 HP
Peso	112 kgs

**Fuente:** tomado PENAGOS. (2010). *Desgranadora de maíz DM-10*. [11]

### 2.3 IDEAGRO (desgranadora de maíz)

La empresa IDEAGRO implemento una máquina desgranadora y trilladora de maíz en su funcionamiento la mazorca entra por la trilladora cuando la máquina agrícola está en funcionamiento. La separación del grano de la mazorca es causada por el paso de la mazorca a través del pasador eyector de la hélice y el impacto en el tambor. hace que la mazorca sea expulsada a través de la salida de aire lateral. La mazorca se retira de la cola del trillador con un producto limpio y fiable.

En la entrada de la máquina se ha incorporado un deflector para evitar que la máquina pueda clavarse y herir a las personas:

**Figura 7.** Desgranadora de maíz Ideagro



**Fuente:** tomado de IDEAGRO. (2018). *Desgranadora de maíz*. Línea agrícola [12]

#### 2.4 INDUSTRIAS TORNOMETAL JR SAS (INAGRO)

máquina de ciclo continuo por sistema de golpe de cadena reemplazable, que desgrana sin maltratar el grano y optimiza el tiempo de mano de obra. adaptable a motor eléctrico, gasolina o Diésel INDUSTRIAS TORNOMETAL JR, REF DM-400

**Figura 8** .INAGRO desgranadora de maíz



**Fuente:** tomado de Ineagro. (2021). *Agrofy*. [13]

**Tabla 3:** ficha técnica Inagro (desgranadora)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO	
Capacidad de producción.	400 - 500 Kg/hora
Diámetro Tambor.	450 mm
Longitud del cilindro.	600 mm
Diámetro Eje.	1 ¼ "
Velocidad.	450 rpm
Peso kg sin motor.	35
Lamina tambor HR.	Calibre 1/8"
Fuerza motriz requerida.	Eléctrico 2 HP
	Gasolina 6.5 HP
Presentación.	Base Fija
Sistema de desgranado.	Por rotación y golpe de cadenas.

**Fuente:** Ineagro. (2021). *Agrofy*. [13]

**Tabla 4.** Análisis y aspectos de máquinas desgranadoras de maíz

ESTUDIO Y ANALISIS DE DIFERENTES MAQUINAS DESGRANADORAS DE MAIZ						
MODELO	PRODUCCION DE MAIZ (Kg/h)	REVOLUCIO N DE MOTOR (RPM)	PES O (KG)	POTENCIA REQUERID A MOTOR	DIMENSIONES (LXANXAL)	ROTO R
SWISSMEX (desgranadora para maíz)						
SWISSME X 612010	1500 Kg/hora		111 kg	6,5 HP	1,31 x 0,64 x 1,21 m	dedos
PENAGOS (desgranadora de maíz)						
PENAGOS DM 10 ND	300-600 Kg/hora	1100 a 1200 R.P.M	47 kg	2 a 3 HP	660 x 460 x 1,150 mm	cadena
IDEAGRO ( desgranadora de maíz )						
IDEAGRO 5TY-60-90	500 Kg/ hora		38 kg	1,5 HP	670 x 320 x 480 mm	cadena

<a href="https://www.youtube.com/watch?v=jm1cnn-TaG0">https://www.youtube.com/watch?v=jm1cnn-TaG0</a>						
PRODUCCION DE MAIZ (Kg/h)	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMESIONES (LXANXAL)	ROTOR	
fabricación en china (1)						
1500 Kg/hora	1800 R.P.M	50 kg	2 - 3 HP	720 x 450 x 500 mm	dedos	
COMENTARIO	en el video se observa que la maquina tiene dimensiones pequeñas y un grado de inclinación para que la mazorca se traslade y siga su proceso , en el video se observa que tiene vida útil de 3 años y se procede a un mantenimiento con un porcentaje de daño para la mazorca de un 7 %					
INAGRO (desgranadora de maíz)						
INAGRO DM-400	400-500 Kg/hora	450 R.P.M	35 kg	2 HP	670 x 450 x 500 mm	cadena

**Fuente.** Autores

**Tabla 5.** Maquinas desgranadoras tomadas de YouTube

<a href="https://www.youtube.com/watch?v=x6Y6AQmNtvY">https://www.youtube.com/watch?v=x6Y6AQmNtvY</a>					
PRODUCCION DE MAIZ	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMESIONES (LXANXAL)	ROTOR
fabricación en indonesia					
1 saco en 7 minutos	1200 R.P.M aproximadamente	96 kg	4 hp	1 m x 30 cm x 78 cm	tornillos que simulan dedos

COMENTARIO	en el video se observa que la maquina es pequeña y que no tiene tolva , y se le introduce la mazorca una por una , esta utiliza tornillos donde la mazorca va pasando por un tubo que va disminuyendo y así hace el proceso del desgranado				
PRODUCCION DE MAIZ	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMESIONES (LXANXAL)	ROTOR
Fabricación en Rusia					
1200 kg/hora	1500 R.P.M aproximadamente	55 kg aprox	2 hp	70 cm x 30 cm x 145cm	Cadenas cada 10 cm opuestas
COMENTARIO	Esta es una desgranadora de maíz construida por un soldador estructural donde nos muestra la construcción de una máquina para desgranar maíz en la cual podemos apreciar que consta de un tanque de combustible un eje dos chumaceras donde pasa un eje con cadenas de 13 cm soldadas cada 10 cm opuestas.				
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=msPef8f3bVE">https://www.youtube.com/watch?v=msPef8f3bVE</a>					
PRODUCCION DE MAIZ	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMESIONES (LXANXAL)	ROTOR
fabricación en Ucrania					
500 kg por hora	1500 R.P.M	55 kg aprox	1 hp	100 cm x 25 cm x 130cm	Cadenas
COMENTARIO	En el video se puede observar una desgranadora construida con una pipa de gas y es muy similar a la que hemos visto con el mismo sistema de tolva en donde se puede apreciar que tiene una salida diagonal para conducir el maíz hacia un lado de la máquina y al otro lado se encuentra el motor, igualmente una puerta sujeta por dos bisagras y un pasador soldado a la puerta.				

PRODUCCION DE MAIZ	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMENSIONES (LXANXAL)	ROTOR
fabricación en Vietnam					
1800 kg por hora	x	76 kg	4 hp	100 cm x 25 cm x 130cm	Eje tambor dedos
COMENTARIO	Esta máquina es diferente a todas la desgranadora es un eje tambor donde se encuentra soldados 7 tubos de metálicos con “dedos” soldados cada 5 cm, la estructura es muy similar a las que ya se han visto en otros videos con la diferencia de que en la parte inferior tiene un sistema para ir sacando la tusa.				
fabricación en Brasil					
300-600 Kg/Hora	3600	65 kg	3,5 hp	x	Eje dedos
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=CpSt_1WBi80">https://www.youtube.com/watch?v=CpSt_1WBi80</a>					
PRODUCCION DE MAIZ	REVOLUCION DE MOTOR (RPM)	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA MOTOR	DIMENSIONES (LXANXAL)	ROTOR
fabricación en Rumania					
1500 Kg/Hora	1600	x	2 hp	100 cm x 30 cm x 150 cm	cadena
COMENTARIO	En este video de Rumania podemos observar el funcionamiento de una máquina desgranadora de maíz que funciona por medio de un eje que para este caso es un Angulo metálico en donde se sueldan cadenas simultáneamente, esta máquina al ser grande necesita un motor de 2 hp				

	eléctrico donde funciona muy bien con una transmisión de polea de 25 cm.
--	--

**Fuente:** autores

	MODELO	PRODUCCION DE MAIZ (Kg/h)	REVOLUCION DE	PESO (KG)	POTENCIA REQUERIDA	DIMENSIONES (LXANXAL)	ROTOR
1	SWISSMEX 612010	1500	3600	111	6,5 HP	1,31 x 0,64 x 1,21 m	dedos
2	PENAGOS DM 10 ND	300-600	1200	47	2 a 3 HP	660 x 460 x 1,150 mm	cadena
3	IDEAGRO 5TY-60-90	500	3600	38	1,5 HP	670 x 320 x 480 mm	cadena
4	INAGRO DM-400	400-500	450	35	2 HP	670 x 450 x 500 mm	cadena
5	FABRIC CHINA (1)	1500	1800	50	2 - 3 HP	720 x 450x500 mm	dedos
6	FABRICACION RUSIA	1200	1500	55	2 hp	70 cm x 30 cm x 145cm	Cadenas cada 10 cm opuestas
7	FABRICA UCRANIA	500	1500	55	1 hp	670cm x 25 cm x 130cm	Cadenas

<b>8</b>	FABRIC Vietnam	1800	x	76	4 hp	700cm x 25 cm x 130cm	Eje tambor dedos
<b>9</b>	FABRIC INDONESIA	1 saco en 7 minutos	1200	x	x	1 m x 30 cm x 78 cm	tornillos que simulan dedos
<b>10</b>	FABRIC BRASIL	300-600	3600	65	3,5 hp	x	Eje dedos

**Tabla 6:** cuadro comparativo de diferentes características de desgranadoras de maíz

**Fuente :** autores

## 2.5 MARCO CONCEPTUAL

En el siguiente numeral se encuentra el detalle de los conceptos, los modelos teóricos, y algunos de las ideas y argumentos que se han desarrollado en proyectos similares, así como los conceptos de los estudios de mercado, técnico, financiero y ambiental desarrollado en el presente proyecto de grado.

### 2.5.1 Cadenas

Es un sistema que este formato por un número elevado de eslabones que se encuentran unidos entre sí, estas cadenas se empujan junto con dos o más piñones dentados para la construcción de un sistema de transmisión de los ejes [17].

**Figura 9.** Eje con cadena de eslabones



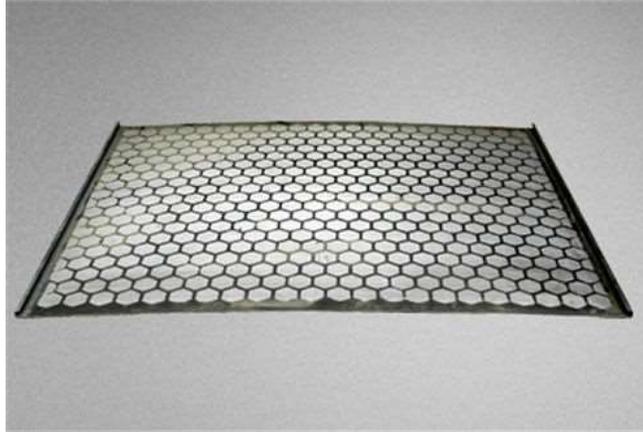
**Fuente:**(Creación y restauración de máquinas ,2019) [18]

### 2.5.2 Criba

Es un instrumento compuesto por una lámina metálica generalmente, agujerado que se utiliza para

separar granos de diferentes tamaños, también se usa para limpiar o cernir. [19]

**Figura 10.** Criba



**Fuente:** tomado de (Direct industry por virtual expo group, 2020) [20]

### 2.5.3 Diseño

El enfoque principal del presente proyecto de grado es el concepto de diseño que según [21] es "Es una actividad orientada a determinados fines para la resolución de problemas", lo que nos permite analizar la ejecución de una serie de actividades permitiendo que se dé solución a uno o más problemas sin importar el aspecto que se esté evaluando.

El diseño mecánico ayuda a comprender aspectos del diseño mecánico, ya que esta se aplica a sectores industriales como equipos de construcción, transporte, agrícolas y sistemas espaciales.

Los materiales en el diseño mecánico están enlazados al diseño de los materiales, donde se analiza la selección de los materiales en diseño. Los análisis de esfuerzos y deformaciones involucran los esfuerzos de tensión y compresión de cada uno de los esfuerzos cortantes, y de flexión, así como los esfuerzos de cortante por torsión. [22]

#### 2.5.4 Estudio Técnico

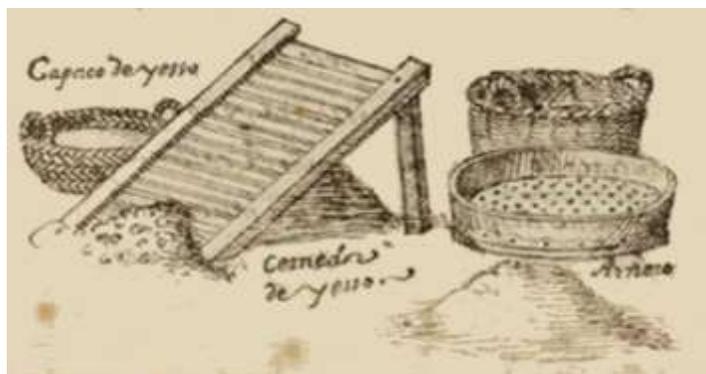
Se entiende como la valoración administrativa del proceso considerado como fase de cobranza, interpretar, y comparar toda la información y propósitos descritos en el desarrollo del proyecto con el fin de la identificar, clasificar y la sistematizar de datos enfocados a la rentabilidad de un proyecto.

Al evaluar la parte financiera de un proyecto, se deben determinar los parámetros iniciales estudio detallado para el análisis comparativo de sus ventajas y desventajas que tendría ciertos proyectos de inversión [23], indica que la investigación tecnológica se lleva a cabo a través de instalaciones, materias primas, maquinaria, análisis de costos, inversiones, presupuesto, operaciones requeridas y cada una de las entidades que juegan un papel fundamental en una organización, y posibilitan el análisis para la propuesta de diversas alternativas tecnológicas para la prestación de bienes y servicios. [23],

#### 2.5.5 Harnero

También llamado Criba es un instrumento compuesto por una lámina metálica generalmente, agujerado que se utiliza para separar granos de diferentes tamaños, también se usa para limpiar o cernir. [19]

**Figura 11.** Harnero antiguo

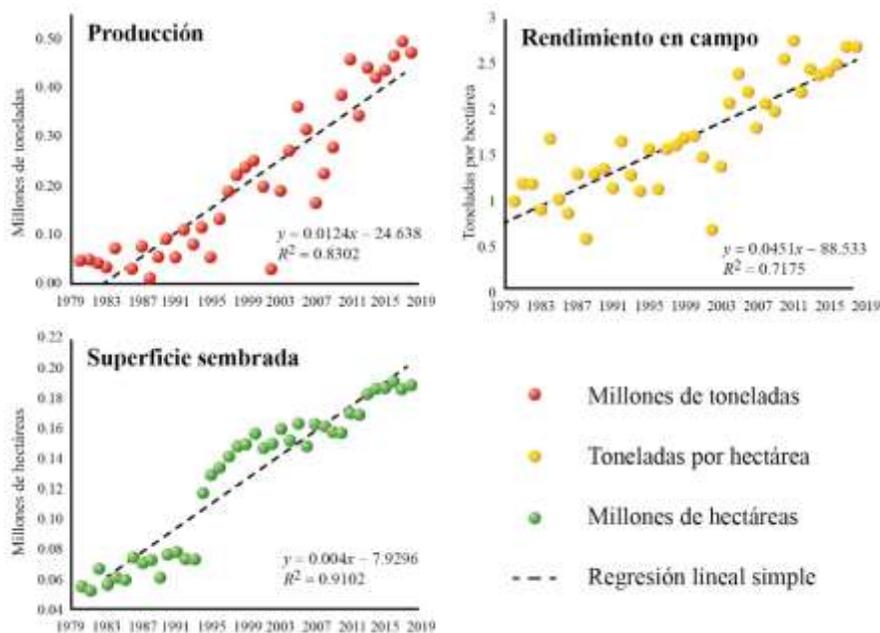


**Fuente:** Tomado de (Noguera Albarracín, 2012) [24]

## 2.5.6 Productividad

Es la cantidad de producto que se genera a raíz de la ejecución de un proceso para la generación de un número de recursos lo cual se calcula en un periodo determinado. La definición de la productividad depende de diferentes factores mecánicos, económicos o de mano de obra.

**Gráfico 1.** Producción y rendimiento de cosecha del maíz



**Fuente:** Tomado de (Ciencias Ergo sum). [25]

## 2.5.7 Tolva

Es un contenedor el cual tiene forma cilíndrica y consta del fondo en forma de un cono invertido el cual finaliza con en una abertura muy más pequeña que el diámetro de la parte de arriba.

Se encuentra hecho de un material resistente y ligero estando vacía, ya que cuando se encuentra llena puede llegar a tener un peso elevado. Se caracteriza porque son elaboradas en materiales antiadherentes que permiten que las sustancias contenidas puedan salir sin tipo alguno de obstrucción. [26]

**Figura 12 .Tolva**



**Fuente:** Autor, adoptado de (JM Estrada). [27]

### 2.5.8 Trillado

Término derivado del verbo trillar que significa moler grano o cereal en un estado maduro y cortado para la división del grano . [28].

**Figura 13. Trillado de mazorca**



**Fuente:** Tomado de (Caneloapp). [29]

### 2.5.9 Tusa

Es el corazón y eje central de la mazorca, es una gramínea que representa el sustento alimenticio de las culturas. [30]

**Figura 14.** Tusa de la mazorca



**Fuente:** tomado de (12 Biodiversidad Alimentario) [31]

### 3 CAPÍTULO 3

#### MARCO TEORICO

Los fundamentos teóricos son la esencia a partir de la cual se desarrolla cualquier tipo de análisis, el desarrollo de un proyecto de tesis genera interpretaciones individuales para así sacar conclusiones basadas en datos y resultados anteriormente se describió la base teórica que se utilizó como guía de referencia para este proyecto final que será el diseño mecánico. La naturaleza del diseño mecánico le ayuda a comprender el panorama, ya que su aplicación se extiende a sectores industriales como equipos de construcción, equipos de transporte, equipos agrícolas y sistemas espaciales etc. Los materiales en el diseño mecánico están entorno a las propiedades de diseño de los materiales, donde se analiza la importancia de selección de los materiales en el proceso de diseño. Los análisis de esfuerzos y deformaciones involucran la esencia de los esfuerzos de tensión y compresión de cada uno de los esfuerzos cortantes, y de flexión, así como los esfuerzos de cortante por torsión. [22]

#### 3.1 PRESENTACIÓN DEL MAÍZ

El maíz (*Zea mays*), también conocido como maíz indio o choclo, es una planta cerealista de la familia Placense y sus granos comestibles. Los cultivos domesticados se originaron en las Américas y se encuentran entre los cultivos alimentarios de mayor distribución en el mundo. El maíz se utiliza como alimento para animales, alimento humano, biocombustible y materia prima industrial. [32].

**Figura 15.**Mazorca de maíz dulce



**Fuente:** Tomado de Británica, L. e. (2 de 10 de 2015). *Brittanica.*, [32]

El maíz fue domesticado por primera vez por los pueblos nativos del sur de México hace unos 10,000 años. Se cree que el maíz moderno se derivó del teosinte balsas (*Zea mays parviglumis*), una hierba silvestre. Su cultura se había extendido tan al norte como el sur de Maine en la época de la Colonización europea de América del Norte, y los nativos americanos enseñaron europeos a cultivar los granos autóctonos para así poder tener una mayor producción.

### **3.2 PARTES DE LA PLANTA**

Como podemos ver en las partes de la mazorca son pocas, pero es muy importante saber su nombre y funcionalidad ya que cada una contribuye al buen desarrollo y explotación de esta planta y que al final se pueda aprovechar de manera adecuada el fruto.

La lista que sigue incluye la planta y todos sus componentes, junto con una breve, pero exhaustiva explicación de cada uno de ellos. [33]

**Figura 16.** Partes del maíz



**Fuente:** Tomado de Ysus partes. (s.f.). La planta de maíz y sus partes. [33]

### 3.3 RAIZ

Una de las partes más cruciales es la raíz, ya que es la responsable de mantener la planta conectada al suelo y sirve como conducto principal para los nutrientes del suelo que la planta necesita para un crecimiento sano. Las raíces de esta planta de maíz se dividen en dos categorías, conocidas como raíces de la corona y raíces aéreas; una de ellas se diferencia de la otra porque, como su nombre indica, algunas de sus raíces se encuentran bajo el suelo y otras sobre el suelo. [34]

**Figura 17.** Raíz de la mazorca



**Fuente:** Tomado de Ysus partes. (s.f.). La planta de maíz y sus partes. [34]

### 3.4 TALLO

Bien, el propósito de esta parte es sostener cada componente de la planta de maíz, desde las hojas hasta las mazorcas. El tallo de esta planta tiene una composición que lo hace estable y resistente, y consta de varias partes, entre ellas la epidermis externa (una cubierta transparente que protege al tallo), la pared (una cubierta dura y coriácea) y el cuerpo medular (tejido blando y esponjoso).

**Figura 18.** Tallo del maíz



**Fuente:** Tomado de (Tallo de maíz) [35]

### 3.5 HOJAS

Las hojas, como acabo de mencionar, son igualmente una de las partes de la planta del laberinto. Crecen lentamente y pueden alcanzar una altura de hasta 3 metros. Una de estas plantas puede tener entre 16 y 22 hojas, y sus hojas crecen alternativamente y hacia abajo, o hacia un lado y hacia el otro. [36]

**Figura 19.** Hoja del maíz



**Fuente:** Tomado de (s.f.). Hoja de maíz. Recuperado el 18 de Abril de 2023 [36]

### 3.6 MAZORCA

La mazorca, que es básicamente el fruto de esa planta, se compone de varias partes, entre ellas el corazón o eje central donde se insertan los granos de mazorca en vainas, sirviendo estas últimas como porción comestible del fruto; a continuación, viene la chala u hojas, que son las encargadas de proteger la mazorca; y, por último, el pedúnculo, que sirve de punto de unión entre la mazorca y la planta de mazorca.

**Figura 20.** Mazorca



**Fuente:** Autores, adoptado de Mazorca. (s.f.). [37]

### 3.7 TIPOS DE MAÍZ

En Colombia existen una gran variedad de maíz, haciendo de este vegetal sea un referente en el país incluso en América Latina .estos granos son importantes en diferentes culturas, uno de sus nombres más reconocidos es : “aquello que sustenta la vida”. Su variedad es uno de los aspectos más relevantes, ya que cada uno tiene características diferentes, como apariencia, sabor y usos específicos

### 3.8 MAÍZ DURO

Como su nombre indica, este tipo de maíz se distingue por tener granos circulares y duros. El almidón forma parte de sus ingredientes principales. En cuanto a las condiciones que se requieren para el crecimiento del maíz, es necesario cultivarlo en un lugar con clima frío y suficiente humedad. Una de sus principales características es su alta resistencia a plagas y enfermedades, lo que lo convierte en el material más utilizado principalmente alimentación para humanos y algunos animales. Este maíz también es utilizado para elaborar productos derivados como la maicena conocido popularmente como almidón de maiz . [38]

**Figura 21.** Maíz amarillo duro con alta calidad genética



**Fuente:** Tomado de peru 21. (27 de 8 de 2021). maiz amarillo duro [39]

### 3.9 MAÍZ DULCE

Este es un tipo de maíz diferente porque sus granos son suaves porque tienen una gran cantidad de azúcar aportando humedad y sabor al mismo tiempo. Sus características al ser semillas en el proceso de propagación puede llegar a hacer más complicado porque tiene una mayor probabilidad de atraer plagas lo que las hace impopulares entre los productores debido a que resulta más llamativo para las plagas, en muchos países se cultivan en pequeñas cantidades. [40]

**Figura 22.** Maíz Dulce, sus beneficios y propiedades



**Fuente:** Tomado de (Del maíz,2023). [40]

### 3.10 MAÍZ REVENTADOR

En Colombia existen diferentes tipos de maíz, haciendo de este producto agrícola un referente en el país. Incluso en Latinoamérica tiene significados muy importantes en diferentes culturas, uno de sus nombres más importantes es: “aquello que sustenta la vida”. Su variedad es uno de los aspectos más relevantes, ya que cada uno tiene características diferentes, como apariencia, sabor y usos específicos [41]

**Figura 23.** Palomitas de maíz



**Fuente:** Autor adaptado de [41]

### 3.11 MAÍZ DENTADO

Los granos de este tipo de maíz se componen principalmente de almidón blando, con algo de almidón duro en el extremo. Este maíz pasa por un proceso de secado que le da a sus granos la forma de dientes, de ahí el nombre de “maíz dentado”.. [42]

**Figura 24.**Las razas de maíces dentados tropicales



**Fuente:** Tomado de (Toledano, Mariana, 2016) [42]a

Este es uno de los tipos de maíz más cultivados, aunque tiene uno de los procesos de secado más largos. También tiene la desventaja a ser propenso a padecer enfermedades. Su uso adicional es principalmente como alimentos para animales y humanos [42]

### 3.12 MAÍZ HARINOSO

Los granos de maíz harinoso se desempeñan en que son más suaves de todos los tipos de maíz, y también vienen en una amplia variedad de colores. Utilizado principalmente para alimentación por medio de bebidas en consumo humano.

**Figura 25.** Maíz harinoso



**Fuente:** Tomado de (Mexicana, BiodComision Nacional para el conocimiento y usos de la Biodiversidad, 2020) [43]

Aunque es un maíz bastante cautivador, su cultivo es complicado debido a la naturaleza blanda de los granos, lo que los hace susceptibles a pudrirse y con mayor probabilidad de atraer gusanos. Por eso los productores utilizan productos especializados para ayudar a proteger el grano y alejar las plagas.

### 3.13 MAÍZ CEROSO

Variedad de maíz caracterizada por una estructura de granos cerosa y opaca , debido a su alto contenido de humedad se utiliza como alimento en muchas regiones .

Aparte de eso lo que distingue el maíz de otros tallos es que su ingrediente es amilopectina y no almidón un polisacárido de fácil digestión. [44]

**Figura 26** Maíz ceroso de colores



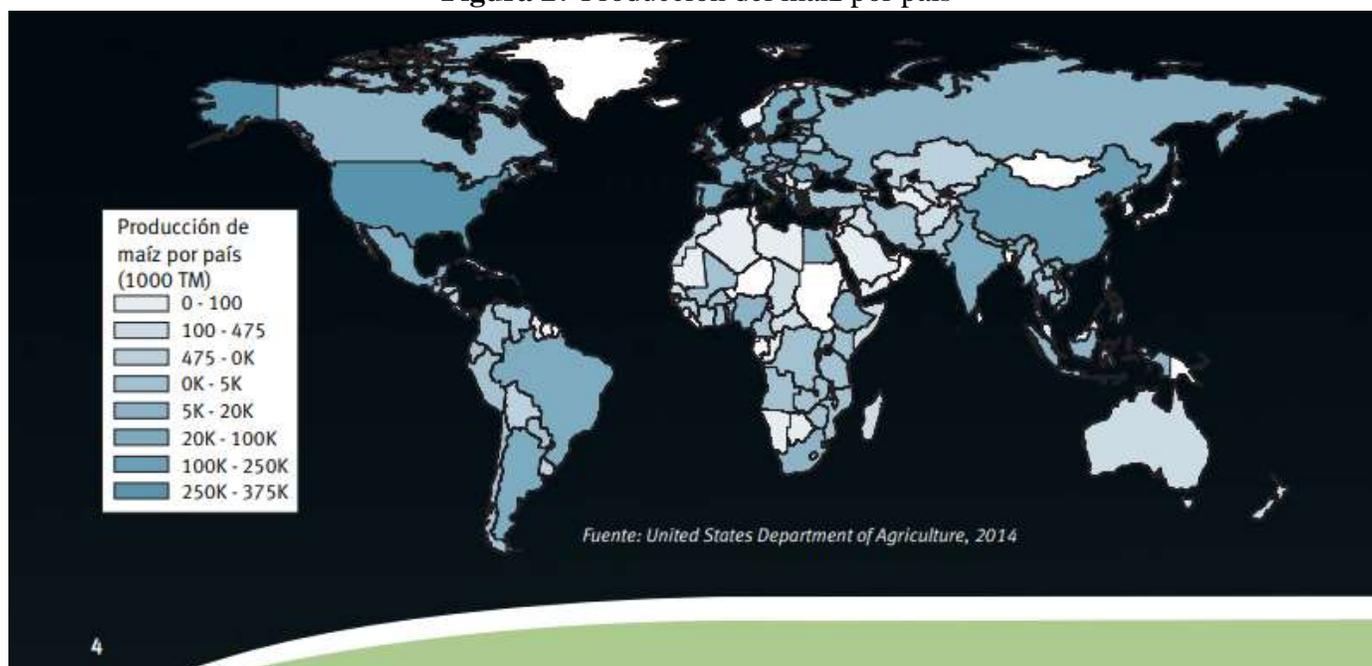
**Fuente.** Tomado de (BON VIVEUR) (Blacon, Marina, 2021) [44]

Son los tipos de maíz más comunes que se cosechan en la actualidad y, como puedes ver, tienen diferentes propiedades y beneficios. Además, durante el cultivo requieren cuidados especiales y un sistema de riego que asegure la humedad suficiente en el suelo para obtener los resultados ideales.

¿Qué es endospermo en el maíz?

(Endospermo: Es la parte del grano, que está constituida por almidón y proteínas la cual funciona como fuente de energía para el desarrollo de la planta )

**Figura 27** Producción del maíz por país



**Fuente.** (United states Department Of Agriculture,2019) [45]

### 3.14 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MAÍZ

En el año 2016, en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia realizaron un trabajo de campo en el Municipio de Quibdó, en Choco Colombia sobre el costado derecho al Rio Atrato, un área de alta pluviosidad del departamento alcanza una temperatura promedio de 28°C. [46]

Se tomaron las muestras de cuatro parcelas diferentes de maíz (PM1, PM2, PM3 y PM4) del municipio de Quibdó, con un total de veinte plantas por parcela recolectadas en septiembre del 2014. Se logró obtener la siguiente composición química del porcentaje de materia seca del grano de maíz:

**Tabla 7.** Características Físicas del Maíz

COMPONENTE	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Promedio
Almidón	67,7	71,5	67,7	67,2	68,53
Azúcar total	1,22	0,91	1,17	1,18	1,12
Calculo mg/kg	144	61	95	111	102,75
Cenizas	1,40	0,70	1,40	1,35	1,21
Fosforo	0,31	0,13	0,29	0,30	0,26
Grasa	3,54	3,17	3,82	3,18	3,43
Materia Seca	93	81,1	92,9	91	89,5
Potasio	0,30	0,18	0,29	0,25	0,26
Proteína Cruda	11,9	11,9	12,1	11,9	11,95

**Fuente:** Autor

#### **1.8.4. Etapas del crecimiento del maíz:**

A continuación, se describe en la tabla cada una de las diferentes etapas de crecimiento del maíz indicando la característica principal de cada etapa, y la duración de cada una de ellas.

**Tabla 8.** Etapas del crecimiento del maíz

<b>Etapas</b>	<b>Días</b>	<b>Características</b>
<b>VE</b>	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
<b>V1</b>	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
<b>V2</b>	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
<b>Van</b>		Es visible el cuello de la hoja número "n". ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; "n" generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.)
<b>VT</b>	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
<b>R0</b>	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
<b>R1</b>	59	Son visibles los estigmas.
<b>R2</b>	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
<b>R3</b>	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
<b>R4</b>	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
<b>R5</b>	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.
<b>R6</b>	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano.  La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Fuente: [47]

Las etapas del crecimiento se dividen en dos categorías:

[V] = Vegetativa

[R] = Reproductiva

Estas etapas de crecimiento se pueden partir en 4 periodos importantes:

Crecimiento de las plántulas (etapas VE Y V1)

Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3...Vn)

Floración y fecundación (etapas VT, R0 Y R1)

Llenado de grano y la madurez (etapas R1 a R6)

Seguido del secado de granos, se presenta en la tabla los rangos de temperatura a los que debe encontrarse según las características de la tierra para obtener el grano seco:

### **3.15 PROCESOS DE DESGRANADO**

Sabiendo que el grano tiene que tener un grado de humedad del 13 al 15 %, se pueden usar algunas de las técnicas descritas a continuación para el desgrane [47]

#### **3.15.1 Desgranado manual.**

Dentro del desgranado manual existen algunas formas de llevar a cabo este desgrane entre las principales se tiene:

#### **3.15.2 Desgranado con los dedos.**

Este método es el más sencillo y tradicional sin embargo para las cosechas grandes se necesita una gran cantidad de mano de obra, ya que para desgranar el maíz se logra haciendo presión con los dedos pulgares ~~se~~ cada uno de los granos hasta que se desprendan de la tusa, una de las grandes ventajas es que se pueden eliminar los granos dañados de una vez

**Figura 28.** Desgranado manual con los dedos



**Fuente:** Tomaod de (Research, gate 2002) [48]

### 3.15.3 Desgranado mediante tusas.

Este método de desgranado consiste en que por medio de friccionar una mazorca con otra se va logrando que el grano se desprenda, aunque también se puede lograr el desgranado rozando una mazorca con una tusa. Sin embargo, esto de acuerdo a las condiciones del maíz puede generar daño al grano. [49]

**Figura 29.** Desgranado mediante tusas



**Fuente:** Autores, adoptado de (Universidad Politécnica Salesiana. España 2017) [49]

### 3.15.4 Desgranado mediante tabla de madera.

Este método consiste en utilizar una tabla de madera en forma de raqueta provista de un agujero central y cuatro bordes sobresalientes por donde se va introducir una la mazorca y se luego se va girar la tabla haciendo que el grano se logre desprender. Se caracteriza al ser el uno de los más económicos porque su manejo es muy simple, sin embargo, el uso de los bordes de las tablas de madera se va desgastando con gran facilidad y rapidez.

**Figura 30.** Desgranador con tablas de madera



**Fuente:** [49]

### 3.15.5 Desgranado mediante grapas.

Este tipo de desgranado lo realiza con una tabla provista de grapas en la la cual se frota la mazorca hasta que los granos se desprendan de la tusa.

**Figura 31.**desgranado por medio de una tabla con grapas



**Fuente :**Tomado de (Miguel hidalgo c.p.s.f) [50]

### 3.15.6 Desgranado mecánico

El desgranado mecánico es la forma de energía de acuerdo a la ubicación que la máquina sea apta para la separación de los granos de maíz, se usa una tolva donde se van a depositar las mazorcas al igual que un eje que se encarga del proceso de desgranado y su accionamiento por medio de un motor, la unión de estos mecanismos permite la salida de los granos para la recolección.

**Figura 32.**Desgranado mecánico de maíz



**Fuente:** sacado de (Alejandro Díaz 2008) [51]

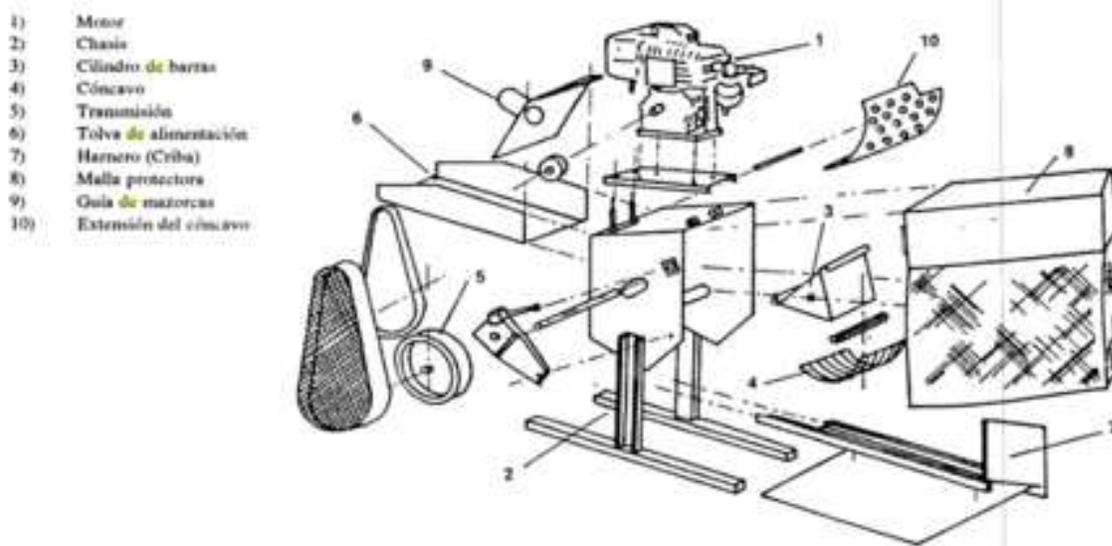
### 3.16 CLASIFICACIÓN DE LAS DESGRANADORAS.

En el presente numeral se presentan las diferentes desgranadoras de acuerdo a su forma y funcionamiento:

#### 3.16.1 . Desgranadora sin ventilador:

Este tipo de desgranadora no tiene ventilador en la separación de las mazorcas sin granos como las tusas y las hojas se hacen operaciones de aventado y de trillado.

**Figura 33.** Desgranadora sin ventilador



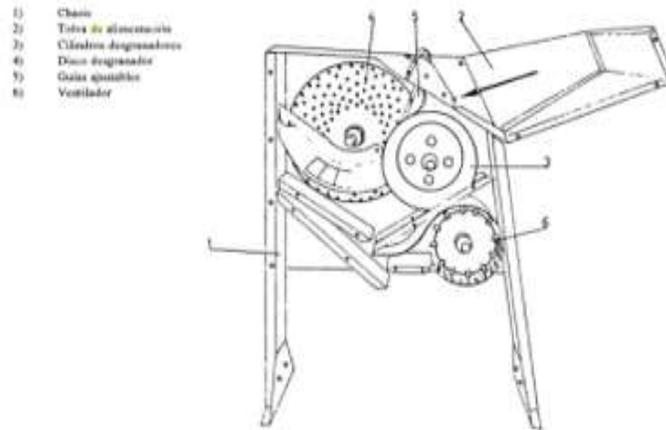
**Fuente:** Tomado de (Smith,D. Sims B & O'Neil,D 1994) [52]

1. Motor
2. Chasis
3. Cilindro de barras
4. Concavo
5. Transmision
6. Tolva
7. Harnero
8. Malla
9. Guia
10. Extension del concavo

### 3.16.2 Desgranadora con soplador y harneros (cribas).

En este tipo de desgranadora se separan los pedazos pequeños de la mazorca sin granos y hojas, también los pedazos grandes de las mazorcas son separados de los granos debido a la corriente del aire que se genera en un ventilador. En la siguiente figura se evidencia una desgranadora con soplador: [52]

**Figura 34.** Desgranadora con soplador y harneros



**Fuente:** Tomado de (Smith,D. Sims B & O'Neil,D 1994) [52]

1. Chasis
2. Tolva de alimentación
3. Cilindros desgranadores
4. Disco desgranador
5. Guías ajustables
6. Ventilador

### 3.17 MOTOR ELÉCTRICO

los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica mediante El campo magnético que se encuentra en las bobinas, en el que estos motores pueden confiar Fuentes de alimentación para motores DC y AC. Los motores DC se clasifican en: motores de imanes permanentes (PMDC), Excitación separada, excitación compuesta, excitación en serie. Por sí solos, los motores de CA se dividen en: Motores síncronos, Motores asíncronos y motores monofásicos. Para obtener energía del motor eléctrico, Calcule usando la ecuación a continuación.

[51]

$$\text{Pot} = \frac{N\pi D^3}{f^2 p}$$

### Ecuación 1: Energía del motor eléctrico

Donde,

$N = \text{numero de revoluciones (RPM)}$

$D = \text{diametro del husillo. } (\Theta)$

$fp = \text{factor de proporcionalidad}$

**Figura 35.** Motores DC Y AC



**Fuente.**

Refacciones industriales (2022) [51]

### 3.18 CADENAS ESLABONADAS

Las cadenas eslabonadas se han utilizado a través de la historia para aplicaciones como ensambles de vehículos, camiones, buses y motocicletas, para la industria petrolera se utilizan para soportar grandes pesos y estructuras de gran tamaño además se utilizan en muchas más aplicaciones industriales y en todas las extensiones posibles de este. [53]

**Figura 36:** Cadenas eslabonadas de acero al carbón



**Fuente:** Tomado de [colcadenas.disocom.com/producto/cadena-eslabonada-grado-30](http://colcadenas.disocom.com/producto/cadena-eslabonada-grado-30) [53]

Las cadenas tipo patentadas o eslabón derecho corto (DC) son muy versátiles, por lo que son aptas para uso general. Se venden principalmente en ferreterías. Disponible en diferentes tratamientos superficiales: pulido, galvanizado y galvanizado en caliente.

### **3.18.1 Aplicaciones de la cadena galvanizada**

- Herrería
- Seguridad
- Delimitar áreas
- Soportar cargas

### **3.18.2 Especificaciones de la cadena galvanizada**

- Acabados pulidos o galvanizados
- Fabricación bajo la norma ASTM – A – 413

Según ASTM – A – 413 se cubre 3 tipos de cadenas de acero al carbono:

1. Grado 30— Cadena en espiral a prueba
2. Grado 43— Cadena de prueba alta
3. Grado 70— Cadena de transporte

**Tabla 9.** Características de cadenas comunes

<b>MEDIDA</b>	<b>LARGO EXTERIOR(MM)</b>	<b>ANCHO EXTERIOR(MM)</b>	<b>PESO METRO(KG)</b>	<b>X CARGA DE TRABAJO(KG)</b>
25	21	12	0.150	40
30	24	13	0.200	50
35	25	15	0.270	85
40	29	16	0.320	150
45	30	18	0.430	200
50	35	20	0.500	250
55	36	22	0.600	270
60	41	23	0.700	350
70	48	26	0.950	450
80	50	30	1.250	650
90	55	33	1.550	800
100	60	37	2.000	1000
120	72	45	2.900	1700
140	81	52	4.000	2200
160	86	56	5.000	2500
200	110	70	8.200	3500
260	143	87	14.000	5800
300	165	102	19.000	7200

**Fuente:** Tomado de Copyright 2023 © Multicadenas [54]

### Cadena grado 30 para uso corriente.

La cadena grado 30 es una cadena galvanizada electro soldada que está formada en frío y eslabones electro soldados, es utilizada para pruebas de resistencia a la ruptura y la torsión, estas cadenas son fabricadas a bajo carbón y es de suma importancia que no se exceda en la carga límite de trabajo para esto se debe garantizar una fuerza constante que no sea excedida al límite de la carga.

**Tabla 10.**Características de cadena grado 30

Calibre.(in)	Carga de trabajo (kg)	Resistencia a la ruptura (kg)
1/8	180	725
3/16	360	1450
1/4	590	2360
5/16	860	3450
3/8	1200	4810
1/2	2040	8165

**Fuente:** ipasa.mx (2023) [54]

Carga límite de trabajo para cadena grado 30.

**Tabla 11:**Medidas de cadena grado 30

<b>DIAMETRO</b> (Tolerancias -0.5 o + 0.5)	<b>DIMENSIONES INT. DEL</b> <b>ESLABON(Tolerancias -0.5</b> <b>o + 0.5)</b>	<b>1M = X</b> <b>KILOS</b>	<b>CARGA DE</b> <b>LIMITE DE</b> <b>TRABAJO</b> <b>(Kg)</b>
1/8" / 3,3mm	A/6,0mm L/23,0mm	0,19Kg	100Kg
5/32" / 3,9mm	A/7,5mm L/23,9mm	0,29Kg	170Kg
3/16" / 4,60mm	A/7,7mm L/24,8mm	0,38Kg	365Kg
1/4" / 6,20mm	A/9,8mm L/31,5mm	0,72Kg	580Kg
5/16" / 7,80mm	A/11,2mm L/32,8mm	1,18Kg	860Kg
11,32" / 8,75mm	A/12,0mm L/33,0mm	1,58Kg	968Kg
3/8" / 9,50mm	A/14,0mm L/35,0mm	1,82Kg	1200Kg
1/2" / 12,40mm	A/18,2mm L/45,5mm	3,04Kg	2030Kg

**Fuente:** Tomado de Megacol (2020) [55]

### 3.19 TORNILLERÍA

Se va a Utilizar tornillos hexagonales de grado 2 con una longitud de tornillo de 1/4 x 2. Este material es muy económico porque viene a granel. Las tuercas que se utilizan para apretar son tuercas 2H ND13. Se recomienda este tornillo. Usarían muchísimos tornillos, pero sería más conveniente para los pocos que los usamos que los remaches.

**Figura 39.** tornillo grado 2 y Tuerca a utilizar

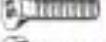
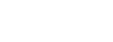


**Fuente:** Toledo (2023) [56]

### **3.19.1 Selección de tornillería**

La máquina desgranadora necesitará tornillos porque son elementos de fijación extraíbles, para este catálogo se elegirán tornillos, preferiblemente económicos y fáciles de quitar para que no haya problemas a la hora de sustituir los tornillos, ya que estos son fundamentales para el desarrollo y funcionamiento de la máquina. importante.

Figura 37: Catálogo de tornillería

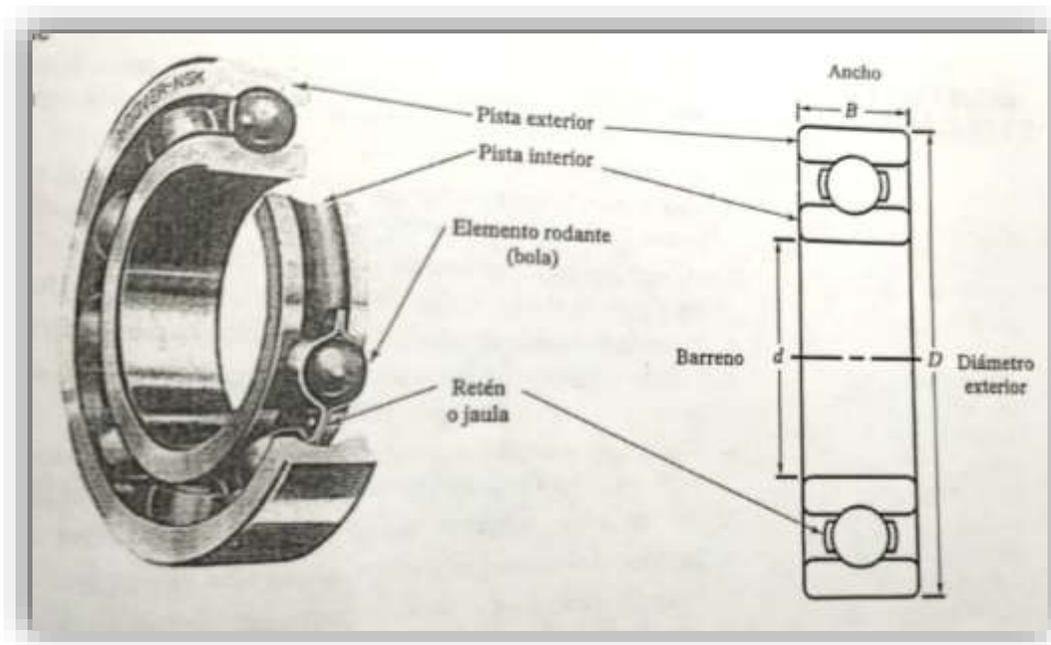
 <b>TOLEDO</b>		<b>TORNILLERÍA EN GENERAL</b> LISTA DE PRECIOS SEPTIEMBRE 2023		
<b>TORNILLO HEXAGONAL</b>				
	GRADO 2 NATURAL	.....	1	
	GRADO 2 GALVANIZADO	.....	1	
	GRADO 5	.....	3	
	GRADO 8	.....	2	
	A325	.....	31	
	MÉTRICO 8.8	.....	12	
	- CUERDA CORRIDA	.....	15	
	- CUERDA FINA	.....	16	
<b>TORNILLO TENSION CONTROLADA</b>				
	TORNILLO TENSION CONTROLADA	.....	17	
<b>VARILLA ROSCADA</b>				
	VARILLA ROSCADA			
	GRADO 2 GALVANIZADA SAE 1M	.....	18	
	MÉTRICA	.....	18	
	S7 7	.....	18	
	S7 1M	.....	18	
<b>TORNILLO DE HEXÁGONO INTERIOR</b>				
	CILÍNDRICO SAE	.....	20	
	CILÍNDRICO MM	.....	30	
	OPRESOR SAE	.....	24	
	OPRESOR MOLETEADO SAE	.....	25	
	OPRESOR MM	.....	33	
	CABEZA PLANA SAE	.....	26	
	CABEZA PLANA MM	.....	34	
	BOTÓN SAE	.....	28	
	BOTÓN MM	.....	35	
	GUÍA SAE	.....	29	
	GUÍA MM	.....	36	
	TAPÓN AUTO SELLANTE	.....	23	
<b>TORNILLOS</b>				
	COCHE GALVANIZADO	.....	19	
	CABEZA GOTA RANURADO GALVANIZADO	.....	44	
	DIN 935 CABEZA PLANA	.....	44	
	PHILLIPS GALVANIZADO MÉTRICO	.....	45	
	DIN 7985 CABEZA ALCOMADA	.....	45	
	PHILLIPS GALVANIZADO MÉTRICO	.....	45	
	CABEZA PLANA TORX PUNTA F	.....	45	
	- FINONADO	.....	45	
	- GALVANIZADO	.....	45	
<b>OPRESOR CABEZA CUADRADA</b>				
	OPRESOR SET SAE	.....	37	
<b>TUERCAS</b>				
	LIVIANA SAE	.....	46	
	LIVIANA GALVANIZADA SAE	.....	46	
	MÉTRICA (CLASE 8)	.....	48	
	2H	.....	48	
	GRADO 5	.....	47	
	CONTRATUERCAS	.....	47	
	INSERTO DE NYLON	.....	47	
	INSERTO DE NYLON MM	.....	49	
	MARPOSA	.....	47	
	DE SEGURIDAD			
	GRIPCO GRADO B	.....	48	
	GRIPCO GRADO C	.....	48	
	FLANGE ASERRADA SAE	.....	48	
	FLANGE ASERRADA MM	.....	49	
<b>RONDANAS</b>				
	PLANAS GALVANIZADAS	.....	50	
	PLANAS DIN 125A GALVANIZADAS	.....	50	
	ESTRUCTURAL F436	.....	50	
	DE PRESIÓN NEGRA	.....	50	
	DE PRESIÓN GALVANIZADA	.....	50	
	DE PRESIÓN GALVANIZADA POR INMERSIÓN	.....	51	
	DE PRESIÓN MÉTRICA ESTRADA	.....	51	
	DIENTES INTERNOS	.....	51	
	DIENTES EXTERNOS	.....	51	
<b>PERNOS</b>				
	SÓLIDO RECTIFICADO SAE	.....	38	
	SÓLIDO RECTIFICADO MM	.....	38	
	SPIROL SAE	.....	40	
	SPIROL MM	.....	41	
	RANURADO SAE	.....	42	
	RANURADO MM	.....	43	

Fuente. Toledo (2023) [56]

### 3.20 RODAMIENTO

Rodamiento Conrad también conocido como rodamiento de una hilera de bolas, es muy común y la mayoría de persona lo utiliza tiene una buena capacidad de ajuste debido a su rodamiento de bolas. posee una pista interior la cual entra en el eje a presión en el asiento de rodamiento con una configuración de pequeña interferencia , ara garantizar el giro del eje las esferas se desplazan en una ranura profunda tanto en su guía de pista interior como exterior , este tipo de rodamiento conlleva una jaula la cual tiene la capacidad de mantener la distancia entre esferas , ya que están diseñadas para soportar una capacidad de carga radial , la ranura profunda es la encargada de que haya una buena carga de empuje a la hora se portarla esta carga se aplicara a un costado de la guía interior. Esa carga pasaría por el costado de la ranura, a la esfera, al costad opuesto de la guía externa. [57]

**Figura 38.**cojinete de una hilera de esferas con ranura honda



**Fuente :**tomado de (Diseño de elementos de máquinas de Moot cap14 ) [57]

### 3.21 ESTUDIO Y SELECCIÓN DE SISTEMA PARA LA DESGRANADORA:

Cuando se seleccione un escenario, se debe revisar cada sistema que se usa para el diseño de la máquina, se analizarán algunos sistemas de desgranado lo que nos permitirá analizar cuál es la mejor opción para aplicarlo en el diseño de la máquina estudio del presente proyecto de grado:

#### 3.21.1 Sistemas de desgranado:

Cuando se encuentra la mayor eficiencia en el diseño de los sistemas se permite que los granos sean enteros y limpios, por lo cual es vital conocer todos los sistemas de desgranado y los procesos principales para analizar la calidad que tendrá el maíz durante el desgranado. Para ello se estudiarán tres escenarios de sistemas de desgranado:

**Tabla 12.** Tipos de sistemas de desgranado

Número Escenario	Descripción
<b>Alternativa 1</b>	Sistema de dientes Espiga
<b>Alternativa 2</b>	Sistema de cilindro dentado
<b>Alternativa 3</b>	Sistema con aletas axiales
<b>Alternativa 4</b>	Sistema impacto por cadenas

**Fuente:** Autores

### 3.21.2 . Sistema de diente espiga

Este sistema se conforma de elementos principales como las poleas, la tolva, el eje motriz, el motor eléctrico, el tamiz, el disco desgranador, la estructura. Su funcionamiento se da cuando se enciende la máquina y el sistema de transmisión es el que garantiza que se ponga en marcha el mecanismo cuando se coloca uno a uno el maíz en la tolva que previamente fue deshojado, el maíz se va deslizar al disco dentado con espigas que de forma paralela va arrastrando la mazorca ejerciendo fricción en torno al disco en movimiento, el grano va cayendo en los pequeños orificios que tiene el disco para recolección, y las tusas caen en una boca inferior. Los dientes están ubicados en el tambor en forma de zigzag. [58]

**Figura 39.** Desgranador maíz con sistema de disco dentado

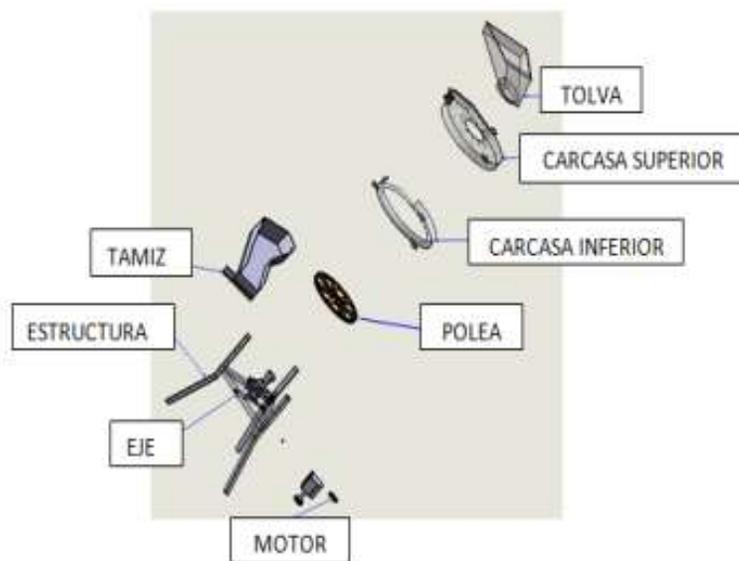


**Fuente:** tomado de (Yáñez Camacho 2010, pág. 74)

[58]

Este sistema permitirá que sea de fácil transporte para la labor, el costo por su tamaño es bastante económico, se puede usar para desgranar el maíz duro y el semiduro, y debido a su mecanismo no necesita un mantenimiento tan continuo. Sin embargo, una de sus desventajas es la baja producción por su capacidad de desgranado, así mismo con el aumento de la velocidad puede destruir el grano de maíz suave y no puede ocuparse en parcelas que sean grandes.

**Figura 40.** partes de máquina desgranadora disco dentado



**Fuente:** Tomado de (Yáñez Camacho 2010, pág. 74) [58]

### 3.21.3 Sistema de cilindro dentado

Cuando la maquina está encendida, la transmisión por correa permitirá la operación del mecanismo, se debe introducir el maiz ya deshojado con antelación dentro del tanque, luego se desliza por el cilindro desgranador.

El grano caerá en el primer filtro llamado tamiz, que separa el grano de la tusa que se encuentra alrededor del cilindro volverán a caer en otro filtro llamado malla, que limpiará Quizás tengan que

arrancarse la fibra de las plumas. La masa es expulsada por los ventiladores incorporados en los laterales. Un mecanismo diseñado para limpiarse solo y evitar obstrucciones en el cilindro desgranador. La ubicación de los dientes en el cilindro tiene forma de tornillo sin fin. La fricción es proporcional a la distancia entre el cilindro y el diente, Se muestran a continuación.[59]

**Figura 41.**Desgranadora maíz con sistema de cilindro dentado

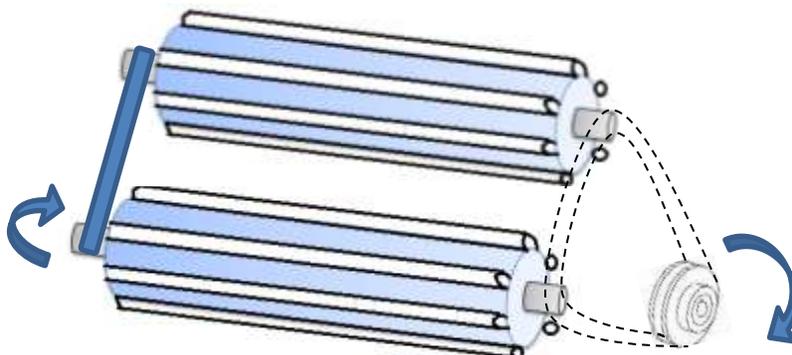


**Fuente:** Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=5n5DrimoI5Q>) ([59]

#### 3.21.4 Sistema de aletas axiales

Se caracteriza por componerse de los siguientes elementos: La tolva, tamiz, poleas, motor combustión interna, criba, ventilador, estructura grande, chasis, transportador. Para su funcionamiento una vez que se enciende la máquina desgranadora el sistema de transmisión el cual este compuesto por cadenas o en su defecto por bandas y en su tolva se pueden introducir grandes cantidades de maíz que caen a los cilindros con las aletas radiales que se desgranar por el impacto que reciben, así mismo los granos van cayendo a la criba que separa el grano de su tusa para poder ser recogido y seleccionado, por acción del ventilador las tusas son expulsadas.

**Figura 42.** Desgranadora de maíz sistema de aletas



**Fuente:** Autores adoptados de imágenes

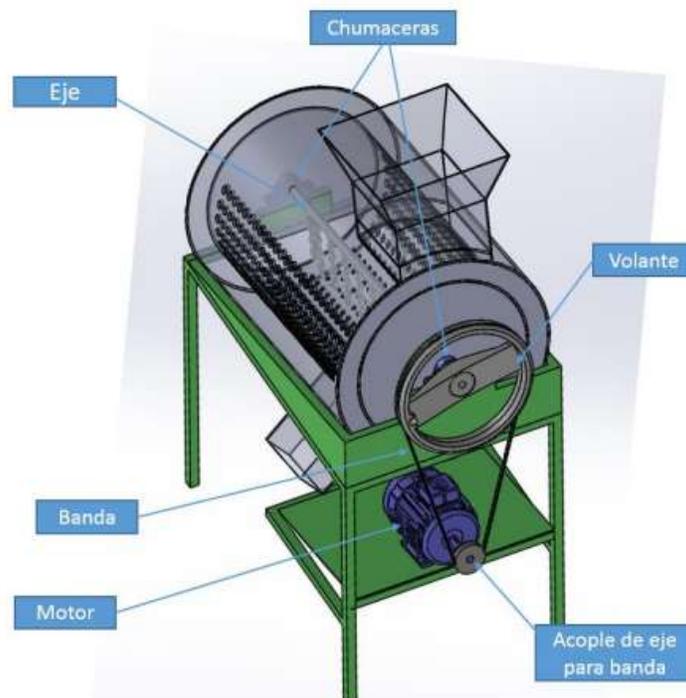
Las ventajas de este tipo de sistema de desgranador es que se pueden empelar con un motor de combustión, se pueden aplicar en el desgranado de cualquier tipo de maíz seco y tienen un tiempo reducido del proceso de desgrane. Sin embargo, una de las desventajas que tienen es que al manejar una mayor velocidad afecta el estado del grano, la estructura es de mayor proporción, y su construcción es de costo elevado, genera contaminación auditiva. En la siguiente figura se evidencia una desgranado de maíz con el sistema descrito anteriormente:

### 3.21.5 Sistema impacto por cadenas

Este sistema de desgranado consiste en un cilindro , una tolva , una estructura que soporte la el Tambor desgranador , al igual que una tolva de alimentación la separación del maíz funciona por medio de impactos los cuales le ejercen cadenas a las mazorcas la cual golpea el maíz haciendo

que el maíz se separe de la tusa donde estas cadenas están sujetas al eje desgranador el cual va a unas revoluciones por minuto donde esta puede variar de acuerdo a la productividad dependiendo de la velocidad y la fuerza de golpe.

**Figura 43.** máquina desgranadora por cadenas



**Fuente :** Tomado de (Marcador de posicion1) [60]

## **4 CAPÍTULO**

### **DISEÑO PRELIMINAR DESGRANADORA DE MAIZ**

Para el diseño preliminar se estudió los diferentes diseños que se presentaron en el estado del arte de este proyecto, teniendo en cuenta las exigencias de diseño que debe cumplir la desgranadora de maiz.

#### **4.1 ENUNCIADO BASICO DEL PROBLEMA**

la cosecha de maiz en minifundios o terrenos pequeños requiere de un tiempo adecuado para su producción, para el agricultor es indispensable sacar el mayor rendimiento; por esta razón es muy común el hecho de hacer el proceso de manera tradicional o manual por esto se vio la necesidad de interesarse en el proceso de desgranado el cual es empleado con herramientas no normalizadas o simplemente con los pulgares de las manos de las dos formas se evidencia mal postura, deformación, y otras complicaciones de salud que sufren los agricultores además para la optimización de producción se requiere alquilar maquinas desgranadoras donde el costo de alquiler resulta ser muy alto y con características poco versátiles como lo es el tamaño, peso, energía que requiere estas máquinas robustas y poco prácticas, específicamente en este proyecto se busca reducir estos problemas de tiempo, producción y salud.

#### **4.2 REQUISITOS DE DISEÑO**

La máquina desgranadora de maiz debe tener una capacidad de desgranado más o menos de 500 kg/ día (½ tonelada).

- Se espera que la maquina desgranadora supla la necesidad el agricultor de obtener una producción en el menor tiempo posible.
- El sistema de desgranado debe ser por medio de cadenas.
- El accionamiento es por medio de un motor eléctrico

- Mantenimiento fácil y con herramientas de fácil disponibilidad.
- La máquina desgranadora es operada por una sola persona

#### 4.2.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA DESGRANADORA

Para realizar la selección de cuál de la alternativa más eficiente se analizarán los factores como el rendimiento, el costo, los materiales, el tamaño, el consumo de energía, el mantenimiento, la seguridad. Se sintetiza el análisis en la siguiente tabla:

**Tabla 13.** Análisis de factores para la desgranadora de maíz

FACTOR	DESCRIPCIÓN
<b>Costo</b>	Evaluación de costos generales para la construcción y el diseño de la máquina.
<b>Consumo de energía</b>	Factor para revisar el comportamiento del funcionamiento de la máquina según la potencia de su motor.
<b>Mantenimiento</b>	Determinar si el funcionamiento y los periodos muertos de productividad serán mayores según el estado de la máquina.
<b>Seguridad</b>	Determinante dado que se verifica si quien opera la máquina debe cumplir con ciertos requisitos
<b>Rendimiento</b>	Factor para analizar el diseño de acuerdo al volumen de producción.

**Fuente:** Autores

De acuerdo a los factores descritos en la tabla anterior se debe realizar una ponderación en ciertos niveles para cada uno de los factores en los escenarios analizar y así determinar qué escenario tiene

la ponderación más adecuada.

**Tabla 14.** Ponderación de factores para clasificación

DESCRIPCIÓN	PUNTOS DE PONDERACIÓN
Inadecuado	0-2
Adecuado	3-5
Satisfactorio	6-8
Muy Satisfactorio	9-10

**Fuente:** Autores

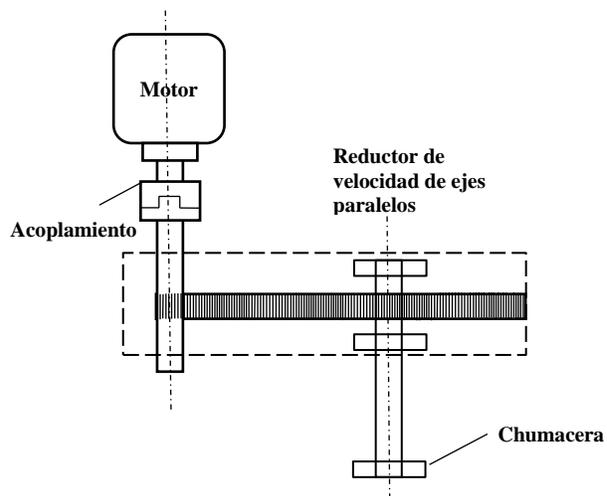
En la siguiente tabla, se evaluó bajo el criterio de ingeniería para la ejecución del proyecto la ponderación de cada una de las alternativas evaluando cada parámetro correspondiente.

**Tabla 15.** Puntuación de alternativas.

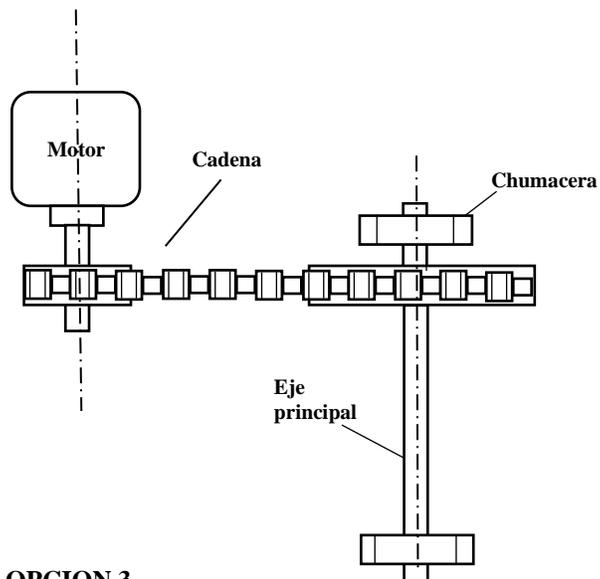
FACTOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
Costo	6	9	8	10
Consumo de energía	9	10	8	9
Mantenimiento	10	8	9	10
Seguridad	9	9	10	9
Rendimiento	10	9	8	10
<b>TOTAL</b>	44	45	43	48

**Fuente:** Autores

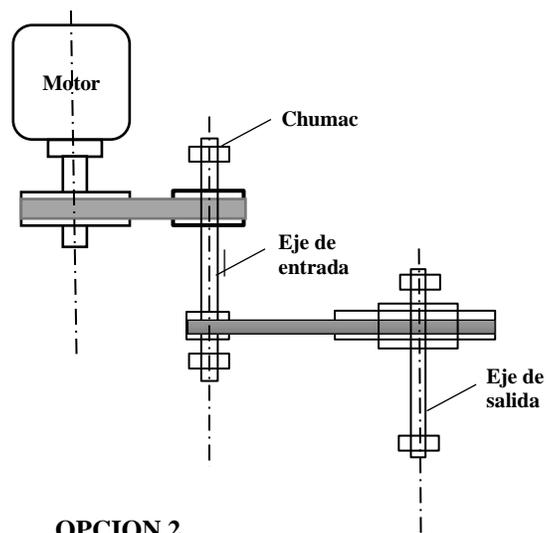
**Figura 44.** Opciones de diseño



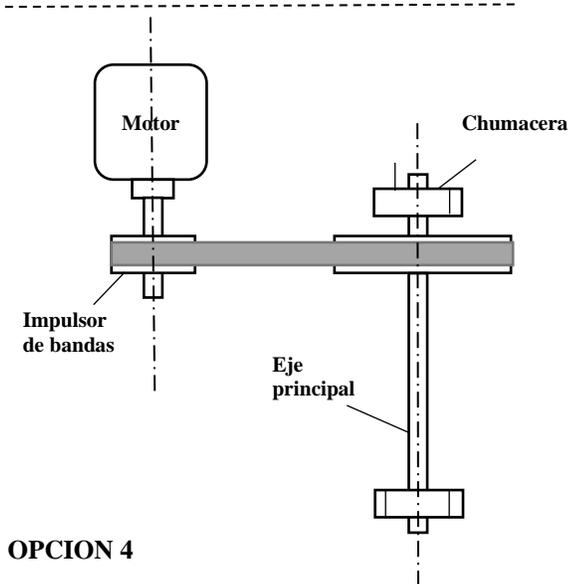
**OPCION 1**



**OPCION 3**



**OPCION 2**



**OPCION 4**

**Fuente.** Autores

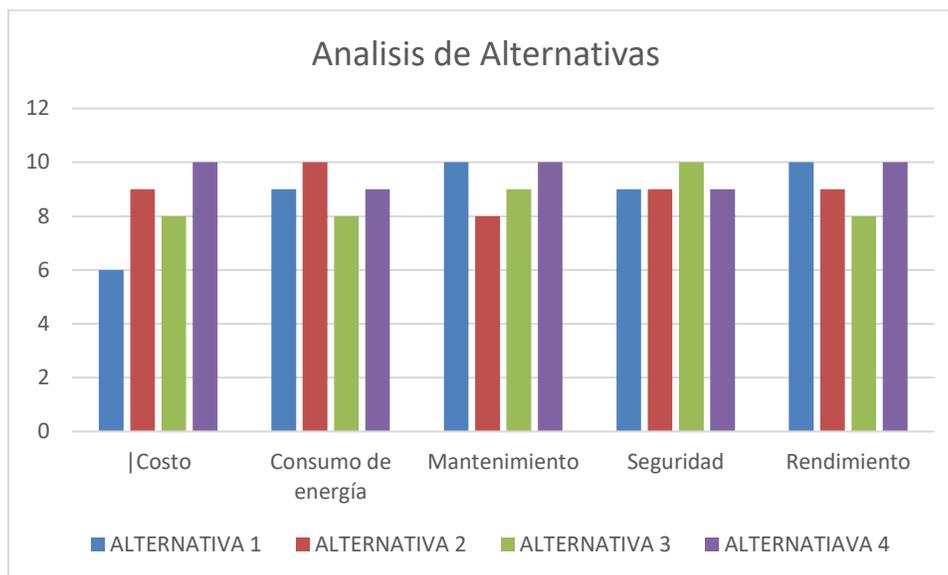
**Tabla 16.** Matriz de decisión de alternativas.

	<b>COSTO</b>	<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>SEGURIDAD</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>RANGO</b>
<b>Factor de Ponderación</b>	0.20	0.10	0.15	0.15	0.30	1.00
<b>Alternativa 1</b>	6 1.2	9 0.9	10 1.5	9 1.35	10 3.0	8,75
<b>Alternativa 2</b>	9 1.8	10 1	8 1.2	9 1.35	9 2.7	9,05
<b>Alternativa 3</b>	8 1.6	8 0.8	9 1.35	10 1.5	8 2.4	8.65
<b>Alternativa 4</b>	10 2	9 1.8	10 1.5	9 1.35	10 3.0	9.65

**Fuente:** Autores

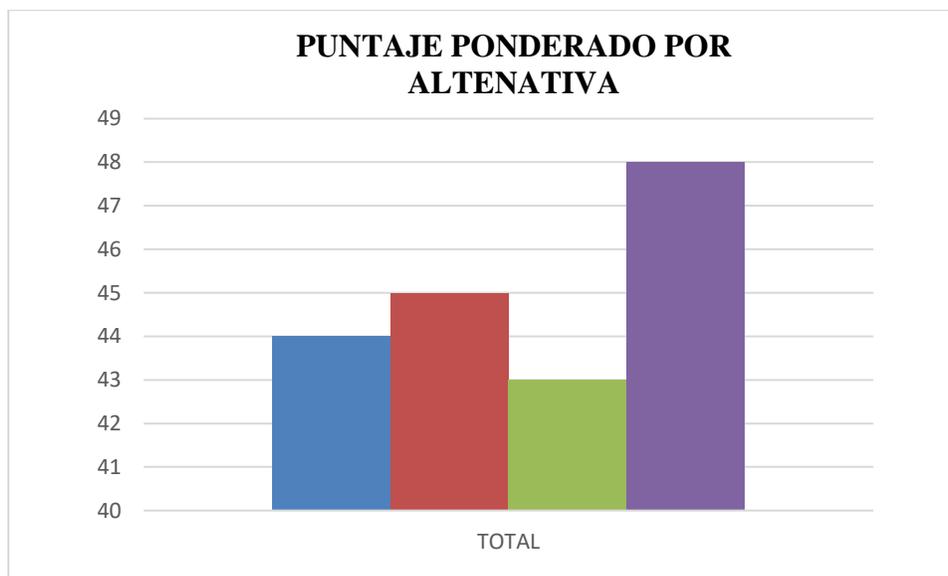
La alternativa 4 es la que más cumple con los requisitos de diseño en base a nuestra ponderación a las características más importantes.

De acuerdo a lo analizado anteriormente en la tabla de ponderación, se procedió a graficar el resultado obtenido para ver el puntaje asignado a cada factor:

**Gráfico 2.** Análisis de escenarios

Fuente: Autores

A continuación, en la siguiente figura se indica el resultado de la ponderación de alternativas

**Gráfico 3.** Resultado de la ponderación para cada Alternativa

Fuente: Autores

Como resultado la alternativa 2 tiene la puntuación más alta, por lo tanto, es la que brinda mejores características para el diseño de la máquina.

## 5 CAPÍTULO

### DISEÑO DE DETALLE

#### 5.1 DISEÑO DE DESGRANADORA DE MAÍZ

En este capítulo, luego de analizar las alternativas propuestas de máquinas desgranadoras de maíz, se procede al diseño de los diferentes componentes que hacen parte de la máquina, además de seleccionar componentes estandarizados y de fácil disponibilidad en el mercado.

Para el diseño se estudió tres sistemas importantes:

- Sistema de desgranado
- Sistema de transmisión
- Selección de componentes para la operación de la maquina

#### 5.2 SISTEMA DE DESGRANADO

##### 5.2.1 Capacidad de desgrané

el requerimiento de la producción de desgranado es de 500 kg/día, para el análisis de esta producción se tomaron diferentes datos como el peso de cada mazorca para obtener el rendimiento requerido, además de esto se utilizó la ingeniería inversa con máquinas disponibles en el mercado y de proyectos de grado basados en su tamaño y producción requerida ,se pudo plantear diferentes modelos los cuales sirvieron de ejemplo y visualización para después diseñar una máquina que cumpla los requerimientos y expectativas ya propuestas.

Para calcular el valor medido de cada lista se debe hallar el valor de (X):

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

**Ecuación 2:** valor medio

**Figura 45.** peso en bascula de una mazorca de maíz duro

**Fuente:** Autores

**Tabla 15:** peso promedio (mazorca de maíz duro)

cantidad	peso en Kg	peso en gramos
1	0,159	159
2	0,16	160
3	0,132	132
4	0,148	148
5	0,194	194
6	0,162	162
7	0,124	124
8	0,194	194
9	0,201	201
10	0,138	138
total	1,612	1612
promedio	0,1612	161,2

**Fuente.** Autores

Se determinó en un estudio de toma de datos que las mazorcas tuvieron en promedio un peso de 161.2 gramos de mazorca, en promedio la tusa pesa 100 gramos, se hace la diferencia entre el maíz y la tusa en total el peso neto del maíz es de 61.2 gramos de maíz o 0,0612 kg de maíz desgranado equivalen a una mazorca por lo tanto 550 kg de maíz desgranado serán 8170 mazorcas.

En promedio una mazorca tiene de 500 a 600 granos de maíz, si una mazorca tiene 550 granos de maíz entonces 8170 mazorcas tendrán 4'493,500 granos de maíz lo cual equivalen a 500 kg de maíz desgranado.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede decir que los granos de una mazorca representan el 38% del peso total de la mazorca el restante 62% hace parte del peso de la tusa.

### **5.3 SELECCIÓN DE LAS CADENAS DESGRANADORAS**

Las cadenas desgranadoras tendrán que desprender el maíz por medio de impacto o fricción por tal razón estas cadenas funcionarán a lo largo de su longitud sosteniendo uniformemente una carga distribuida las cuales irán sujetadas por medio de tornillos a continuación se muestran dos tablas experimentales de los tamaños del maíz para hacer una relación entre las longitudes para así poder determinar la longitud más adecuada de la cadena además de la separación entre ellas.

Se hizo un estudio de las longitudes pequeñas, medianas y grandes de las mazorcas del tipo de maíz duro de variedad ICA V 109 para así poder hacer una media de longitud para que la cadena al momento de hacer el impacto se tenga en cuenta que abarque toda la mazorca, además para la distribución de las cadenas también se experimentó que es necesario el diámetro menor de la mazorca para la posición de las cadenas (Distancia entre centros).

**Tabla 17.** Longitudes del maíz

Experimento	Maíz pequeño [mm]	maíz mediano [mm]	maíz grande [mm]
1	97	147	178
2	102	146	180
3	108	158	169
4	96	141	189
5	95	148	205
6	103	150	213
7	111	140	208
Promedio	<b>101</b>	<b>147</b>	<b>191</b>

Fuente: Autores

**Tabla 18.**diámetro de la mazorca

Experimento	maíz pequeño [mm]	maíz mediano [mm]	maíz grande [mm]
1	35	45	62
2	34	48	64
3	30	53	67
4	36	46	72
5	39	51	70
6	34	45	68
7	37	50	63
Promedio	<b>35</b>	<b>48.2</b>	<b>66.5</b>

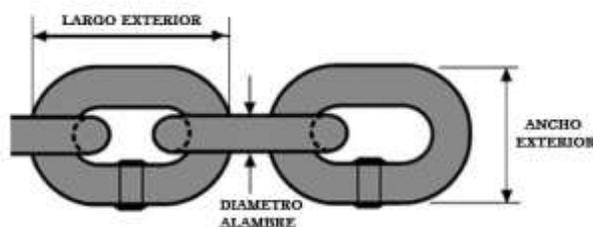
Fuente: Autores

Para poder calcular el tamaño y la resistencia de las cadenas de desgranado, es necesario conocer la fuerza inicial de desprendimiento del grano de maíz, así como el tamaño de la mayoría de granos de maíz en promedio y el lugar o posición más importante de la distribución de cargas

Para el diseño de cadenas desgranadoras se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- 1) La posición más provechosa hacia el desgranado es que la cadena desgranadora a través de su longitud sea paralela a las filas de maíz que se presentan en la mazorca al momento de generar el impacto
- 2) Además de esto las cadenas desgranadoras deberán soportar una carga externa necesaria para el desgranado.
- 3) Para tener en cuenta la distancia entre cadenas se determinó que se utilizara el promedio del tamaño de las mazorcas más pequeñas para que el desgranado sea más eficiente impactando completamente la mazorca sin dejar desperdicios en la tusa
- 4) para determinar cómo ira la distribución de las cadenas desgranadoras se utilizó la forma de un espiral o tornillo sin fin, esto se hace para el fácil desplazamiento de la mazorca dentro de la cámara y para que el momento de la expulsión de las tusas estas puedan salir por lo cual el número de hileras que llevaran serán de tres hileras

**Figura 46.** Dimensiones de los eslabones



**Fuente:** Tomado de (Multicadenas,2023) [61]

**Cadena con eslabones** (disponibles en el mercado)

**Diámetro de alambre:** 5 [mm]

**Largo Exterior:** 38 [mm]

**Ancho exterior:** 23 [mm]

**Paso:**  $t = 37.5$  [mm]

**Peso por metro:**  $W_a = 0,5$  [Kgf]

**Masa:**  $m_c = 0,6$  [Kg]

**Numero de cadenas desgranadora:** 15

**Relación de transmisión:**  $i = 5/1$

### **5.3.1 Longitud de cadena**

Para la elección de longitud de la cadena se tuvo en cuenta el promedio de la longitud de las mazorcas medianas 147 mm y grandes 191 mm que es aproximadamente 170 mm

### **5.3.2 Tamaño de cadena.**

Para definir el tamaño de la cadena se tuvo en cuenta la masa de la cadena ya que se tuvo que elegir una que al impacto no genere rompimiento u otro defecto del producto, entendiendo esta dinámica procede a elegir una cadena corriente y que nos garantice el correcto desprendimiento del maíz en el tiempo de producción establecido.

### **5.3.3 Posición de cadenas**

Para la posición de las cadenas se eligió helicoidalmente a una distancia entre cadenas determinada por el tamaño y diámetro del maíz ya que tenemos en cuenta que la posición del maíz a la hora del funcionamiento puede ser paralela a la cadena o perpendicular

## **5.4 FUERZA QUE EJERCE LA CADENA AL MOMENTO DE IMPACTO**

Con respecto a lo anterior encontramos una similitud de un estudio realizado por (cholca, L y

mantilla (2015)) “Diseño y construcción de una máquina desgranadora con capacidad de 15 qq/hora” donde determinaron por medio de ensayos con dinamómetro la fuerza requerida para desprender para desprender un promedio de 35 a 45 granos de maíz es de 3,03 kgF que equivale a 30 N además esta fuerza llega aumentarse de 1.5 a 2 veces siendo finalmente la fuerza:

**Figura 47.** determinación de la fuerza de arranque de maíz



**Fuente:** Tomado de 1 de Diciembre de 2015).

Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 15 qq/hora. [15]

$$F = 45 \text{ N}$$

Se concluyó de esta manera que la fuerza necesaria serán de 45 N los cuales actuarán en toda la longitud de la cadena con una carga distribuida uniformemente.

Para hallar las fuerzas que actúan sobre la cadena se procede hacer sumatoria de fuerzas para esto se implementara la fuerza distribuida, a continuación, se calculara la carga distribuida mediante la siguiente ecuación:

$$F = q \times l$$

**Ecuación 3:** Fuerza de desgranado

$F$  = Fuerza de desgranado

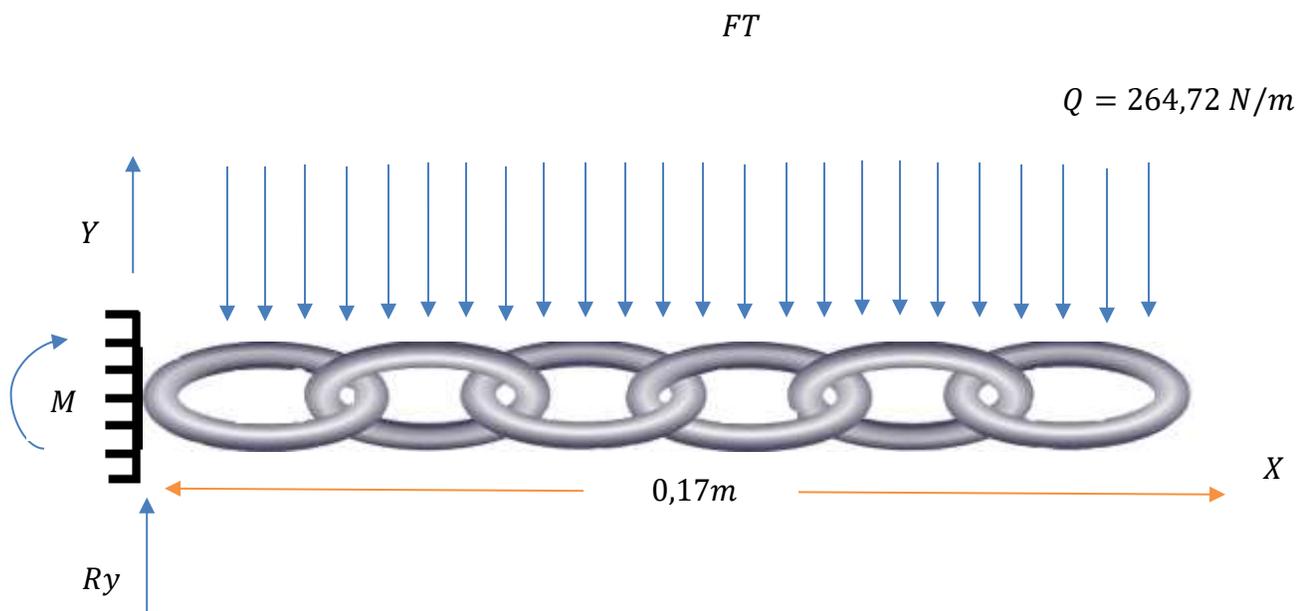
$Q$  = carga distribuida

$L$  = longitud de la cadena desgranadora

$$Q = \frac{F}{L}$$

$$Q = \frac{45 \text{ N}}{0,17 \text{ m}} = 264,72 \text{ N/m}$$

**Figura 48.** diagrama de cuerpo libre



**Fuente:** Autores

## 5.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS CADENAS EN EL CILINDRO

Para la distribución de las cadenas en el cilindro se toman de la siguiente manera:

$$\#cadenas = \frac{L}{d}$$

**Ecuación 4:**Distribucion de cadenas

#cadenas = cantidad de cadenas

d = distancia de centros

L = longitud se sección desgranadora

$$\#cadenas = \frac{0.50 \text{ m}}{1.10 \text{ m}} = 5 \text{ cadenas}$$

El resultado del número de las cadenas es de 5 para una hilera en el cilindro ya que antes se mencionó que costara de tres hileras para un mejor desempeño.

$$\# \text{ Cadenas totales} = \# \text{ Hileras} \times \# \text{ cadenas}$$

$$\# \text{ Cadenas totales} = 3 \times 5$$

$$\# \text{ Cadenas totales} = 15 \text{ cadenas}$$

## 5.6 DISEÑO DEL EJE DESGRANADOR

Para el diseño del eje se basa en la alternativa 4 la cual es el estudio de diseño de detalle donde arroja que es la maquina más eficiente otorgándole una puntuación alta en costo, mantenimiento, rendimiento, seguridad y consumo de energía lo cual se procede a hacer los diseños con base a una desgranadora de maíz con cadenas.

El principal elemento es una varilla solida cilíndrica donde se encuentran un conjunto de cargas las cuales transmiten un movimiento que se da sobre el eje.

El eje se emplea para transmitir por medio de rotación el impacto que las cadenas le dan a la mazorca y se carga mediante poleas y rodamientos estáticos.

Para un diseño efectivo será indispensable determinar el diámetro del eje desgranador, la cual con lleva a utilizar la siguiente ecuación

$$d^3 = \frac{16}{\pi \delta_{sy}} [(kbMb)^2 + (ktMt)^2]^{1/2}$$

**Ecuación 5:** Diámetro del eje desgranador

$d$  = diametro del eje

$kb$  = Momento flector, fatiga y choque

$kt$  = Momento de torsion

$Mb$  = Momento flector resultante Nm

$Mt$  = Momento de torsion resultante

$\delta_{sy}$  = Tension de flexion permitida

$\pi$  = 3.1416 constante

En relación con las maquinas, proyectos, investigaciones y productividad se hace un estudio para determinar la longitud del eje más conveniente gracias a los datos obtenidos en la tabla 6 cuadro comparativo de diferentes características de desgranadoras de maíz, lo cual se toman los valores de productividad y longitud de eje de 8 máquinas para así hacer una gráfica comparativa de los diferentes resultados obtenidos

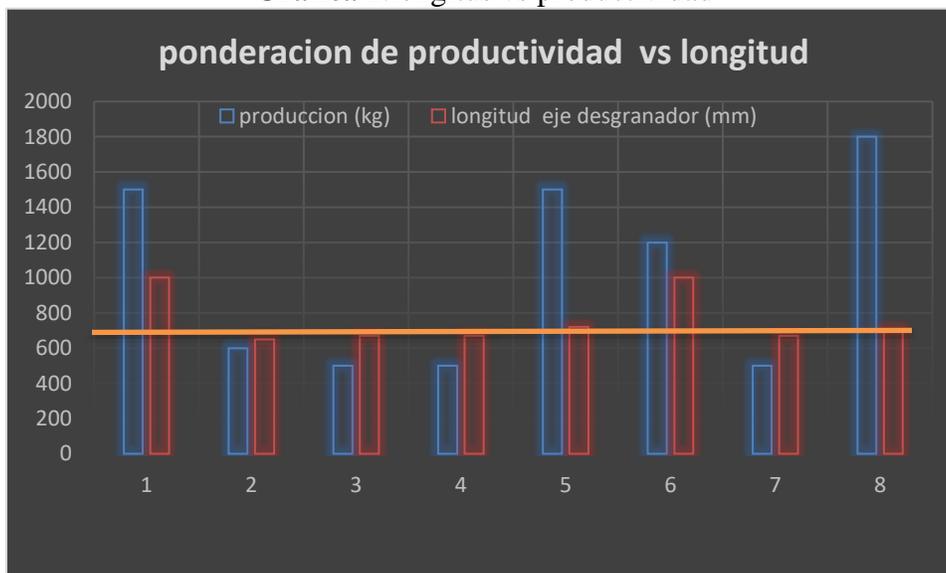
**Tabla 19.** datos de producción y longitud de eje

(N°) Maquina	producción (kg)	longitud eje desgranador (mm)
1	1500	1000
2	600	650
3	500	670
4	500	670
5	1500	720
6	1200	1000
7	500	670
8	1800	700

**Fuente:** Autores

Con la tabla anterior de datos de productividad se ve que en promedio para una máquina desgranadora de maíz la cual tenga una productividad promedio de 500 a 800 kg tiene una longitud de 660 mm a 700 mm de longitud de eje, lo cual lleva que para los requerimientos de diseño de la máquina a construir se puede tomar una longitud de 680 mm.

**Grafica 1.**longitus vs productividad



**Fuente:** Autores

### **Fuerza ejercida por el eje desgranador**

Para determinar la fuerza empleada por el eje desgranador se utiliza el peso de la varilla más el peso de las cadenas con el tornillo que los sujeto.

Anteriormente se menciona en la selección de la cadena, el peso de la cadena el cual es 228 g el peso de los tornillos con tuerca y arandela es de 84g entonces el peso total de las 15 cadenas es 4680 g donde se obtiene una fuerza de 45,8951 N

Además, la fuerza que se ejerce al momento de desgranar las mazorcas se emplea de la siguiente manera: el promedio de peso de una mazorca es de 0.1612 kg por 50 mazorcas 8.06 kg

Se obtiene:

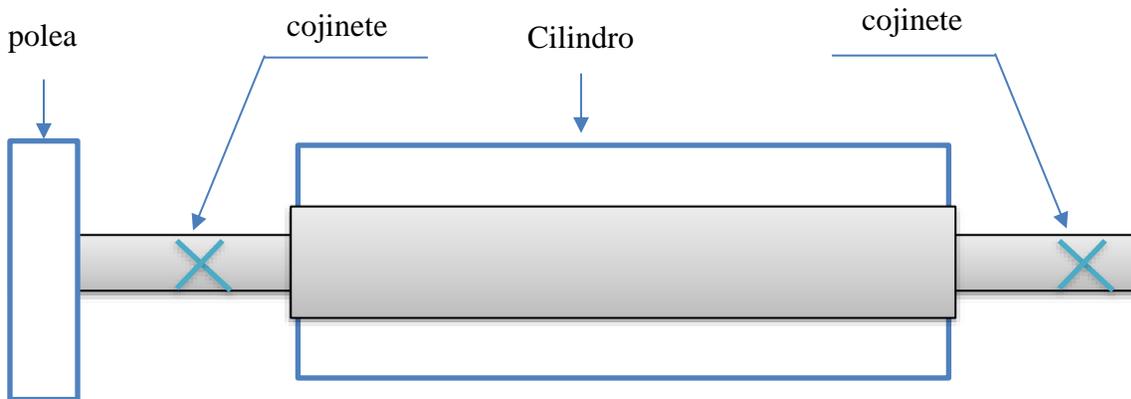
fuerza de las cadenas con tornillos = 45.91 N

Peso de las 50 mazorcas = 79.06 N

Peso del eje se asumió de la tabla 19= 33.55 N

En total se obtiene una fuerza = 159.06

**Figura 49.** Diagrama de elementos de eje principal

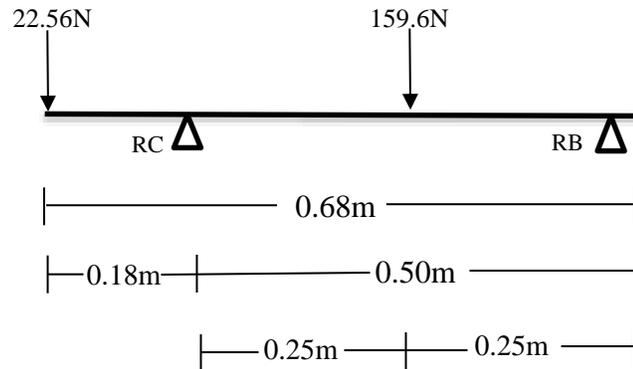


**Fuente:** Autores

**Tabla 20.** tabla de aceros AISI 1045 grado 30

Diámetro		Peso por Metro Lineal		
		Redondo	Cuadrado	Hexagonal
Pul.	Mm.	Kgs.	Kgs.	Kgs.
1/8	3.18	0.062	0.079	0.068
3/16	4.76	0.139	0.177	0.154
1/4	6.35	0.248	0.316	0.273
5/16	7.938	0.388	0.495	0.428
3/8	9.525	0.559	0.711	0.616
7/16	11.113	0.76	0.969	0.839
1/2	12.7	0.993	1.265	1.095
9/16	14.288	1.258	1.601	1.387
5/8	15.875	1.553	1.976	1.711
11/16	17.463	1.879	2.393	2.071
3/4	19.05	2.236	2.846	2.464
13/16	20.638	2.625	3.34	2.893
7/8	22.225	3.043	3.873	3.354
15/16	23.813	3.494	4.447	3.851
1	25.4	3.975	5.059	4.382
1-1/16	26.988	4.487	5.711	4.946
1-1/8	28.575	5.031	6.403	5.546
1-3/16	30.163	5.607	7.135	6.178
1-1/4	31.75	6.213	7.904	6.846
1-5/16	33.338	6.849	8.715	7.547
1-3/8	34.925	7.517	9.565	8.284
1-7/16	36.513	8.216	10.455	9.054
1-1/2	38.1	8.939	11.383	9.858
1-9/16	39.688	9.701	12.352	10.697
1-5/8	41.275	10.492	13.359	11.569
1-11/16	42.863	11.315	14.407	12.477
1-3/4	44.45	12.169	15.49	13.419
1-13/16	46.038	13.854	16.621	14.393
1-7/8	47.625	13.989	17.782	15.416
1-15/16	49.213	14.909	18.987	16.442
2	50.8	15.892	20.237	17.529
2-1/8	53.975	17.945	22.841	19.79
2-1/4	57.15	20.118	25.623	22.186

Fuente: Tomado de (BORRONI, 2009) [62]

**Figura 50.** Diagrama de reacción en el punto RC y RB**Fuente:** Autores

Reacción en el punto Rc

$$\sum MB = 0 \quad + \curvearrowright$$

$$159.06N \times 0.25m - Rc \times 0.50m + 22.56N \times 0.68m = 0$$

$$39.765 N \cdot m - 0.50 * Rc + 15.34 Nm = 0$$

$$39.765 N \cdot m - 15.34 N \cdot m = Rc * 0.50 m$$

$$55.10 N \cdot m = Rc * 0.50$$

$$\frac{55.10 N \cdot m}{0.50m} = Rc$$

$$Rc = 110.22 N$$

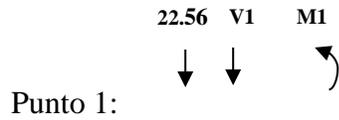
$$\sum Fy = 0 + \uparrow$$

$$-22.56N + R_c - 159.06 N + R_b = 0$$

$$-22.56N + 110.22N - 159.06 N + R_b = 0$$

$$-71.4 N + R_b = 0$$

$$R_b = 71.4 N$$



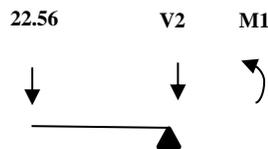
$$\sum F_y = 0$$

$$- 22.56 N - V1 = 0$$

$$V1 = -22.56$$

$$M1 = 0$$

Punto 2:



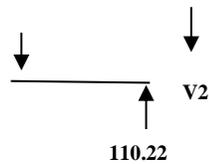
$$V2 = -22.56 N$$

$$\sum M_2 = 0 +$$

$$(22.56N)(0.18m) + M2 = 0$$

$$M2 = - 4.06 Nm$$

Punto 3:

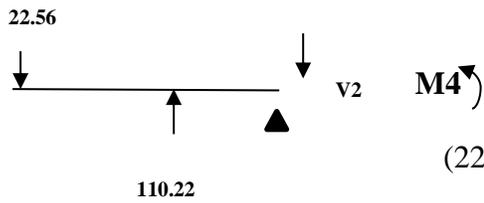


$$\sum F_y = 0$$

$$-22.56 N + 110.22 N - V3 = 0$$

$$V3 = 87.66 N \quad , \quad M3 = -4,06 Nm$$

Punto 4:



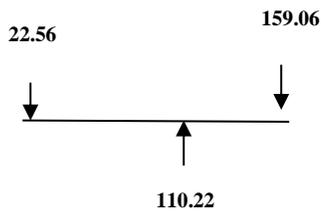
$$\sum M4 = 0$$

$$(22.56\text{N})(0.43\text{m}) - (110.22\text{N})(0.25\text{m}) + M4 = 0$$

$$M4 = 17.8642 \text{ Nm}$$

$$V4 = 87.66 \text{ N}$$

Punto 5:



$$\sum Fy = 0$$

$$(-22.56 \text{ N}) + (110.22 \text{ N}) - 159.06 \text{ N} - V5 = 0$$

$$V5 = -71.4 \text{ N}$$

$$M5 = 17.85 \text{ Nm}$$

Punto 6:

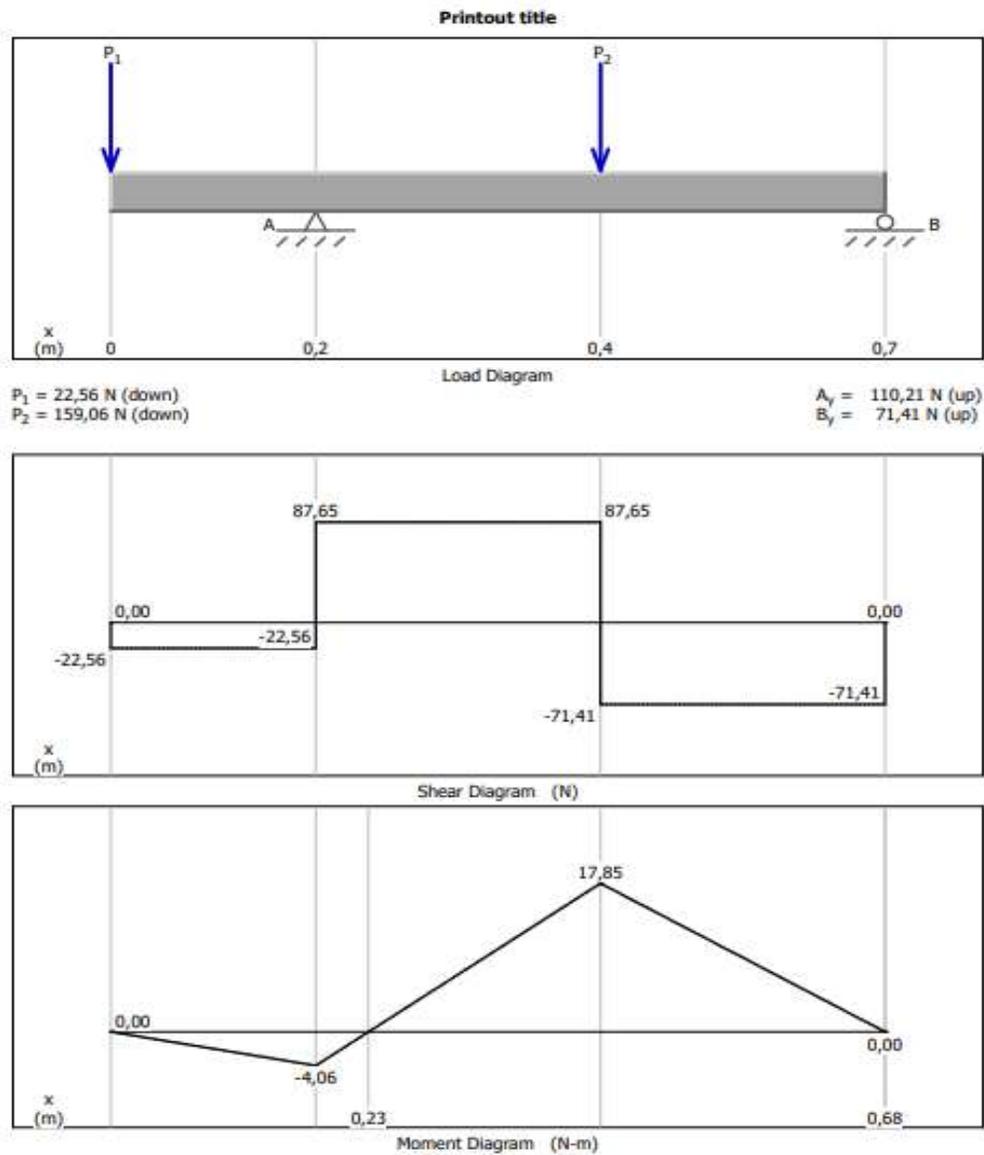
$$M6 = 0 \text{ Nm}$$

$$V6 = -71.4 \text{ N}$$

Para la verificación tanto de fuerza cortante como momentos se utiliza la herramienta de MDsolids

La cual muestra lo siguiente:

**Figura 51.**diagrama de cargas , fuerza cortante y momento



**Fuente:** autores app MS Solid

Mediante el software Mdsolids, el máximo momento del eje es 17.85 Nm lo cual quiere decir que las reacciones obtenidas son correctas

### Calculo Momento de torsión

$$M_t = \frac{p}{2\pi * N}$$

#### **Ecuación 6:** Momento de torsión

donde  $M_t$  es el momento torsional (Nm),  $p$  es la potencia en (vatios) y  $N$  es la velocidad (Rev/min)

$$M_t = \frac{1492 \text{ w}}{2\pi * \frac{720}{60}} = 19.78 \text{ Nm}$$

Momento flector

$$M_b = \sqrt{(M_b)^2 - (M_{bh})^2}$$

$$M_b = \sqrt{(17.85)^2 - (4.06)^2}$$

$$M_b = 17.38 \text{ Nm}$$

Remplazando en la ecuación del diseño del eje para obtención del diámetro:

$$d^3 = \frac{16}{\pi * (47 \times 10^6)} * \sqrt{(2.5 * 17.38)^2 + (2.5 * 19.78)^2}$$

$$d^3 = 7.773 \times 10^{-6}$$

$$d = \sqrt[3]{7.773 \times 10^{-6}}$$

$$d = 0.020 = 20 \text{ mm}$$

## 5.7 TORQUE

Ya encontrando el número de cadenas necesarias para poder desgranar la productividad requerida de 500 Kg/día , para el cálculo de torque se necesita la fuerza de desgranado la cual anterior mente mencionada en cálculo de las cadenas esta fuerza debe ser de 30 N la cual fue sacada de varios experimentos con dinamómetro en el documento de tesis diseño y construcción de una máquina desgranadora de 55 QQ/h [47]

Para la realización de las fuerzas empleadas se debe obtener el torque de una sola cadena desgranadora la cual es la siguiente.

$$T = F_{aplicada\ eje} \times d_{eje}$$

**Ecuación 7:** Torque aplicado al eje

$$T = 30N * 0.68 m$$

$$T = 20.4 Nm$$

Para la operación correcta se debe tener en cuenta que la velocidad a la que trabaja el eje desgranador es de 600 rpm y la del motor a 3600 rpm.

$$Pot = T * W$$

**Ecuación 8:** Potencia del eje

Pot = potencia del eje desgranador

T= torque

W=velocidad angular

$$Pot = 20.4Nm * 720 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} * \frac{1 min}{60 seg}$$

$$Pot = 1538.12W$$

Trasformando unidades:

$$Pot = 1538.12W * \frac{1 HP}{745.7 W}$$

$$Pot = 2.06 hp$$

## 5.8 SELECCIÓN DE MOTOR

anterior mente se evidencio que la potencia mínima requerida para el funcionamiento correcto de la maquina es de 1.71 hp, ya que este valor no es comercial o estándar se procede a seleccionar un motor eléctrico de 2 hp.

**Figura 52.** placa de motor YC90L-2

 <b>SINGLE PHASE</b> <b>CAPACITOR START MOTOR</b>	
TYPE YC 90L-2	20/9.5 A
2 HP 1.5 KW	3560 r/min
110/220 V	300 µ F/250V 50 µ F/450V
60 Hz	INS. CL B
IP 44	n. 103280723

**Fuente.** Autores

### 5.8.1 Cálculo de factor de potencia de motor seleccionado

El motor es el encargado de transmitir el movimiento, en este caso a una transmisión por medio de bandas pre a trasmitir torque en el eje.

Las características del motor seleccionado servirán para calcular el factor de potencia del motor eléctrico de inducción.

$$V_n = 110/220$$

*P<sub>m</sub>*: Potencia de motor = 2hp

*V*: Voltaje = 110 V

*F*: Frecuencia = 60 Hz

$I$ : corriente = 20 A

En vatios(Watts)

$$P_m = 2hp * \left( \frac{745.7W}{1.0hp} \right) = 1491.4 W$$

Ecuación de potencia:

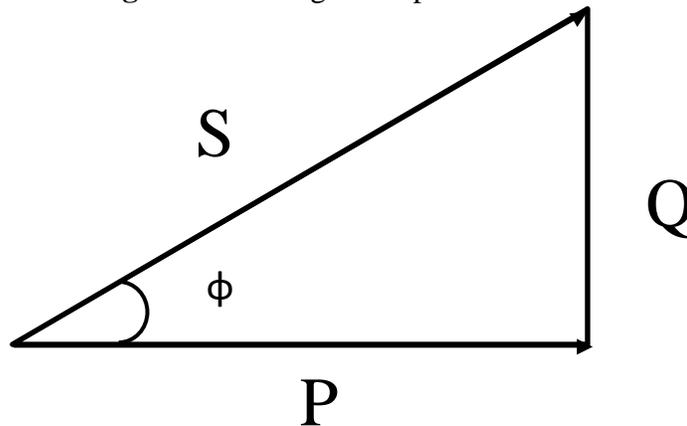
$P_m = \text{Potencia mecánica [W]}$

$V = \text{Tension}$

$P = \text{Intensidad de corriente}$

$\cos \phi = \text{Factor de potencia}$

**Figura 53.** Triangulo de potencias



**Fuente.** Autores

$$S = V * I$$

**Ecuación 9:** potencia activa

$S = \text{Potencia activa}$

$P = \text{Potencia activa}$

$Q = \text{potencia reactiva}$

$$S = 110 Va * 20 A$$

$$S = 2200 VA$$

La ecuación para hallar el factor de potencia se da de la siguiente manera:

$$FP = \frac{Pm}{S} = \frac{1492W}{2200VA} = 0.7$$

**Ecuación 10:** factor de potencia

Comprobando la corriente;

$$I = \frac{Pm}{V} * \text{Cos } \phi$$

**Ecuación 11:** Corriente consumida

$$I = \frac{1492W}{110V} * 0.7 = 9.49 A$$

$$I = 9.5 A$$

Con esto se halla la potencia reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

**Ecuación 12:** Potencia activa

$$2200VA = \sqrt{1492^2 + Q^2}$$

$$Q = 1616.72 VAR$$

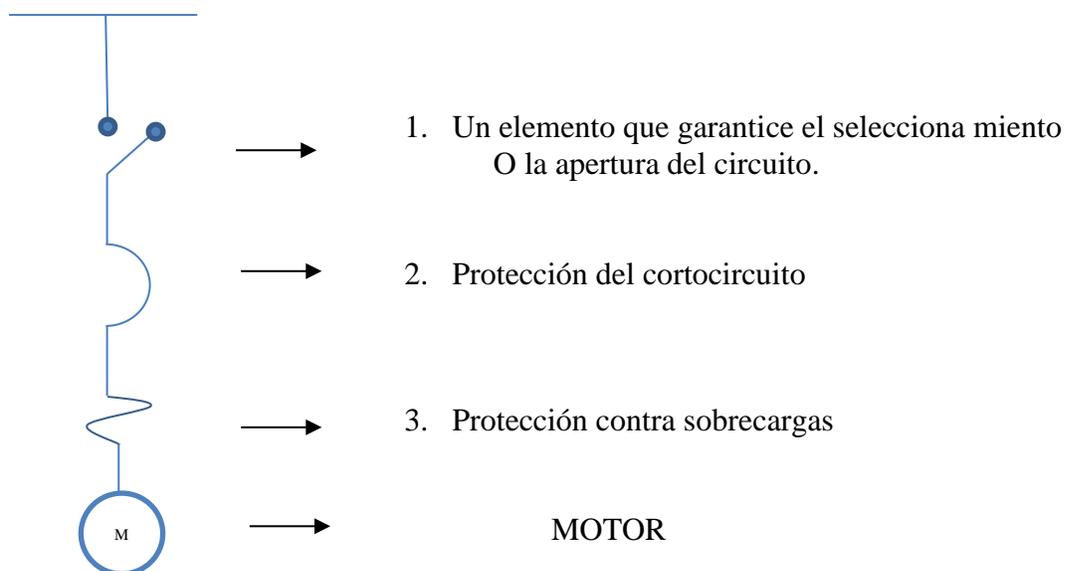
### 5.8.2 Protección seleccionada

Para la selección de una protección para el motor seleccionado se requiere de unos cálculos adicionales para que este sea eficiente al momento generar potencia en el motor.

En el caso de la maquina desgranadora de maíz, se puede llegar a presentar varios problemas tanto

eléctricos como mecánicos, en la parte eléctrica se puede llegar a tener corto circuitos, sobrecargas y cambios bruscos en la temperatura que se puede presentar por horas de funcionamiento, por otro lado en la parte mecánica es muy factible que pueda presentarse un atascamiento por un exceso de producto por estas razones se procede a elegir un dispositivo de protección electromecánico el cual es un guarda motor para el circuito principal donde va a prevenir varias funcionales como el de arrancar y detener ,motores manualmente además de proteger de un cortocircuito, sobrecargas y fallas de fases.

Para la selección de la protección del motor se toma en cuenta los siguientes factores:



### Potencia de motor

*Potencia de motor:*  $P_m = 2hp = 1492w$

*Eficiencia:*  $\eta = 80\% = 0.8$

*Voltaje:*  $V = 110 V$

*Factor de servicio:*  $FS = 1.15$

Factor de potencia:  $FP = 0.7$

$$I_n = \frac{Pe}{\sqrt{2} * V * FP}$$

**Ecuación 13:** Corriente nominal

Potencia eléctrica

$$Pe = \frac{Pm}{\eta} = \frac{1492W}{0.8} = 1865W$$

**Ecuación 14:** Potencia eléctrica

$$Pe > Pm$$

$$I_n = \frac{1865W}{\sqrt{2} * 110 * 0.7} = 13.98 A$$

El factor de reserva dice cuanto puede soportar el motor en realimentación de la corriente

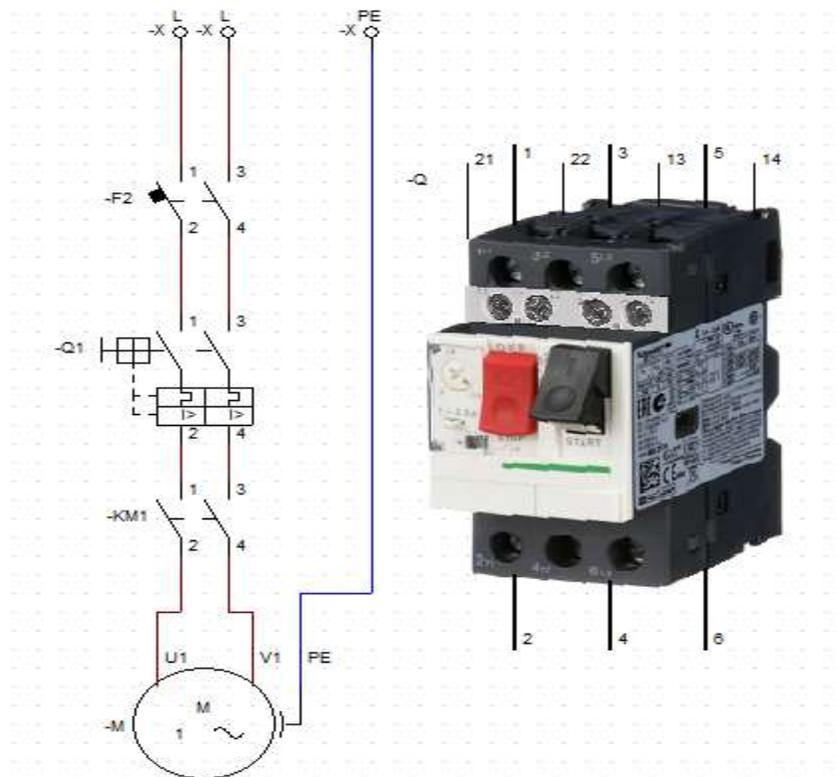
$$Is = I_n * FS$$

**Ecuación 15:** Corriente de reserva

$$Is = 13.98 A * 1.15 = 16.08 A$$

Con la corriente de reserva se procede a ir a los catálogos de guarda motores y se selecciona, en este caso se procede a seleccionar el guarda motor de marca Schneider.

**Figura 54.** circuito con protección (guardamotor) CADE simu  
Fuente : Autores



## 5.9 SELECCIÓN DE CONDUCTOR

Datos requeridos para la selección del conductor:

$$P = 2hp \longrightarrow 1492 W$$

$$V = 110 V$$

$$FP = 0.7$$

Corriente que fluye por fase:

$$I_{1\phi} = \frac{P}{V_f * FP} = 19.37 A$$

**Ecuación 16:** corriente de fase

Esta es la corriente que llega al motor en una sola fase, entonces sabiendo la corriente por fase se procede a seleccionar el calibre del conductor para esto se asimila un trabajo continuo (de 60 min en adelante)

Entonces:

$$I_{cond} > 1.25 * I_{carga \ o \ trabajo}$$

$$I_{cond} > 1.25 * 19.73A$$

$$I_{cond} > 24.21A$$

En conclusión, el cable conductor debe soportar una corriente de 24.21 A se procede a observar el calibre necesario para soportar el motor.

**Figura 55.** Características del cable a utilizar

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2 THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Fuente.Construyendo.co [62]

Para la selección del calibre del cable se procede a mirar la capacidad de corriente que debe

soportar el cable, que en este caso la corriente a través del conductor es de 24.21 A lo cual en l (Figura 53) muestra una tabla de calibres donde se procede a utilizar un cable de calibre 10 AWG que soporta una corriente de 30 A.

**Figura 56.** Cable multifilar calibre 10 AWG

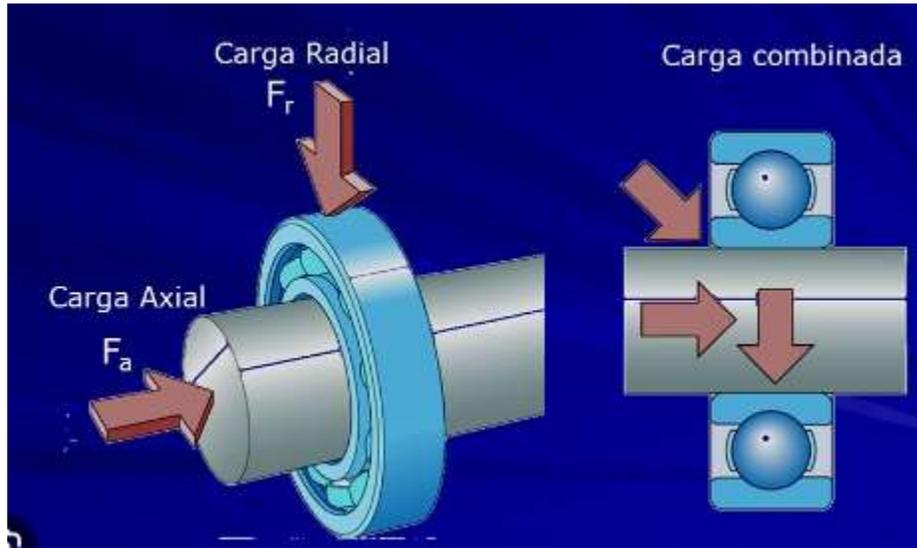


**Fuente :** I. E. SAS, «INGECOM ELECTRICOS,» ingeniería de control moderna, 2023. [63]

## 5.10 RODAMIENTOS

Para la determinación del rodamiento se tiene en cuenta diferentes estudios del libro de diseño d elementos de máquinas de Robert mott capítulo 14 titulado cojinetes con contacto de rodadura numeral 14-9 “selección de rodamientos de cargas radiales. Lo cual para el diseño aplica.

**Figura 57.**tipos de carga sobre rodamientos



**Fuente.** Tomado de monterrey, t. d. (2023). tecnologia de monterrey [63]

Para determinar el rodamiento se tiene en cuenta la capacidad de carga para la instalación de forma adecuada, en primera instancia se describen los rodamientos sin montar los cuales solo resisten cargas radiales o que pueden tener una combinación de radial y empuje.

### 5.10.1 Procedimiento para seleccionar un rodamiento de carga radial

- 1- En primer lugar, se especifica la carga de diseño sobre el rodillo la cual se le conoce como carga equivalente cuando solo se le aplica carga radial

$$P = V * R$$

**Ecuación 17:**Carga equivalente

Donde V es el factor de rotación el cual tiene un valor de 1.0 si lo que gira es la pista interior del rodamiento y si el rodamiento por lo contrario gira la pista exterior se utiliza un factor de rotación de 1.2 [64]

**Figura 58.** diagrama de eje con cojinetes

**Fuente:** Autores

- 2- Se determina el diámetro aceptable del eje que limitara el rodamiento
- 3- Selección del tipo de rodamiento con ayuda de la siguiente tabla:

**Tabla 21.**comparación tipos de rodamientos

Tipo de rodamiento	Capacidad de carga radial	Capacidad de carga de empuje	Capacidad de desmiento
Una hilera de bolas con ranura profunda	Buena	regular	regular
Doble hilera de bolas , ranura profunda	excelente	buena	regular
Contacto angular	buena	excelente	mala
Rodillos cilíndricos	excelente	mala	regular
Agujas	excelente	mala	mala
Rodillos esféricos	excelente	regular a buena	excelente
Rodillos cónicos	excelente	excelente	mala

**Fuente:** Moot, R. L. (2006). diseño de maquinas. En R. Moot, [64]

- 4- Duración del diseño mediante la siguiente tabl

**Tabla 22.**comparación tipos de rodamientos

Aplicación	Duración de diseño L10 h
electrodomésticos	1.000-2.000
motores de aviación	1.000-4.000
automotores	1.500-5.000
equipo agrícola	3.000-6.000
elevadores, ventiladores industriales, transmisiones de usos múltiples	8.00-15.000
Motores eléctricos, sopladores industriales, máquinas industriales en general	20.000-30.000
Bombas y compresores	40.000-60.000
equipo crítico en funcionamiento durante 24 h	100.000-20.000

**Fuente:** Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, editores, maks satndart Handbook for mechanical Engineers,9 edición nueva york 1986 [64]

Se selecciona una duración de 4000 h debido a que es una máquina agrícola entonces:

$$L_d = (4000 \text{ h}) * (600 \text{ rpm}) * (60 \text{ min/h}) = 144 \times 10^6$$

- 5- Determine el factor por velocidad y el de duración con las tablas anteriores
- 6- Capacidad de carga dinámica básica C
- 7- Identifique un conjunto de rodamientos que tengan la capacidad de carga básica requerida
- 8- Seleccione el rodamiento que tenga dimensiones más adecuadas a su montaje
- 9- Determine las relaciones de montaje tales como diámetro y tolerancia del eje también diámetro de barreno de la caja y tolerancia [64]

Para la determinación del rodamiento a utilizar en la máquina se tienen en cuenta los procedimientos anteriores y como resultado se obtiene.

En consecuencia, se necesita hallar la capacidad de carga dinámica  $c$  para un rodamiento que soporta una carga radial de 16.91 kilogramos fuerza convirtiendo a 37.28 lb con unas revoluciones de 600 rpm y un diámetro interno de 20 mm.

Para la determinación de la vida útil del rodamiento se toma de la tabla 23 donde muestra la duración recomendada agrícola la cual varía entre 3000 – 6000 h de trabajo en el caso de la máquina se toma 4000  $L_{10}$  h y donde la relación de carga es  $k = 3.00$  para un rodamiento de bolas.

De la ecuación:

$$c = pd \left( \frac{Ld}{10^6} \right)^{1/k}$$

**Ecuación 18:** Capacidad de carga dinámica básica

$$c = 37.28 \left( \frac{144 \times 10^6 \text{ rev}}{10^6} \right)^{\frac{1}{3.00}}$$

$$c = 195.40 \text{ lb}$$

Se procede a verificar el rodamiento que por estos aspectos constructivos anteriormente se utilizaran 20mm soporta una carga de 195.40 lb se procede a ver la siguiente tabla.

**Tabla 23.** datos para seleccionar rodamientos de una hilera de bolas

**TABLA 14-3** Datos para seleccionar rodamientos de una hilera de bolas y ranura profunda, tipo Conrad

A. Serie 6200



Número de rodamiento	Dimensiones nominales del rodamiento							Diámetro de escalón preferido		Peso del rodamiento lb	Capacidad básica de carga estática $C_0$ lb	Capacidad básica de carga dinámica $C$ lb
	$d$		$D$		$B$		$r$	Eje	Caja			
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg						
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1180
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3350
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8800	10 800
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11 400
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10 500	12 600
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12 300	14 600
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14 200	16 600
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16 300	18 800
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18 600	21 100
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20 900	23 000
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23 400	24 900
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26 200	26 900

**Fuente:** Moot, R. L. (2006). diseño de maquinas. En R. Moot, capítulo 14 -pag (607) [64]

La cual muestra que para el rodamiento de diámetro interior de 20 mm de diámetro interno soporta una carga de 2210 es el número de rodamiento 6304

Resumen de datos para el rodamiento seleccionado:

Numero de rodamiento → 6304 de una hilera de bolas de ranura profunda.

$K =$  Resistencia para rodamientos de bola = 3.00

$$d = 20$$

$L_{10}$  h  $\longrightarrow$  duración del diseño = 4000 h

Capacidad de carga dinámica es de 577.76

Factor de rotación  $v = 1.0$

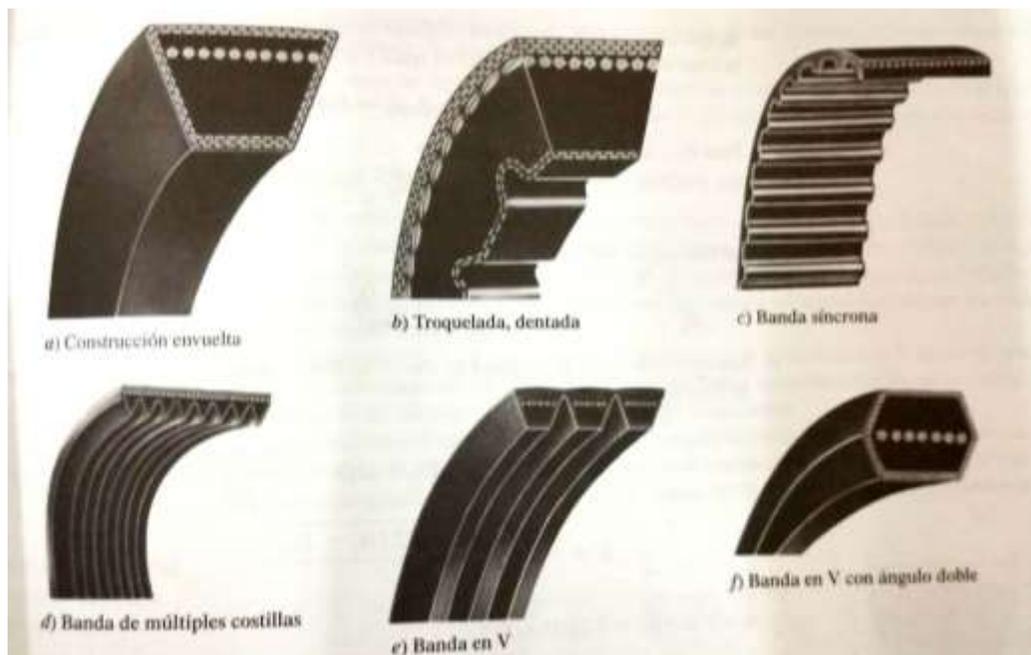
## 5.11 TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR BANDAS

Las bandas son elementos flexibles de transmisión de potencia que se sitúa en determinadas poleas o poleas acanaladas, en el mayor de los casos se usa una banda para reducir la velocidad por medio poleas en donde la polea pequeña es la de alta velocidad donde lo habitúa es que sea el eje de un motor eléctrico y la polea grande estará situada en la maquina impulsadora.

### Tipos de transmisiones por bandas

En la actualidad existen diferentes tipos de bandas disponibles como lo son: planas, acanaladas o dentadas, bandas V normales, bandas V en Angulo doble etc.

**Figura x.** Transmisión por banda en V



**Fuente.** Diseño de elementos de máquinas (2006) [19]

Estas son unos ejemplos de bandas (Dayco corp., Dayton, OH), Son de material de fibras naturales o sintéticas que a su vez están estas tienen sección transversal en V

**Figura.** Factores de servicio para bandas V

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal <sup>a</sup> Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional <sup>b</sup> Motores de CD: bobinado en serie, bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrifugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

**Fuente.** Diseño de elementos de máquinas (2006) [19]

Para la selección de bandas se halla la potencia de diseño para calcular esta potencia se tendrá las siguientes características:

$P_{nominal}: 2hp$

$N_1 = 3600$

$FS = 1.5$

Potencia de diseño:

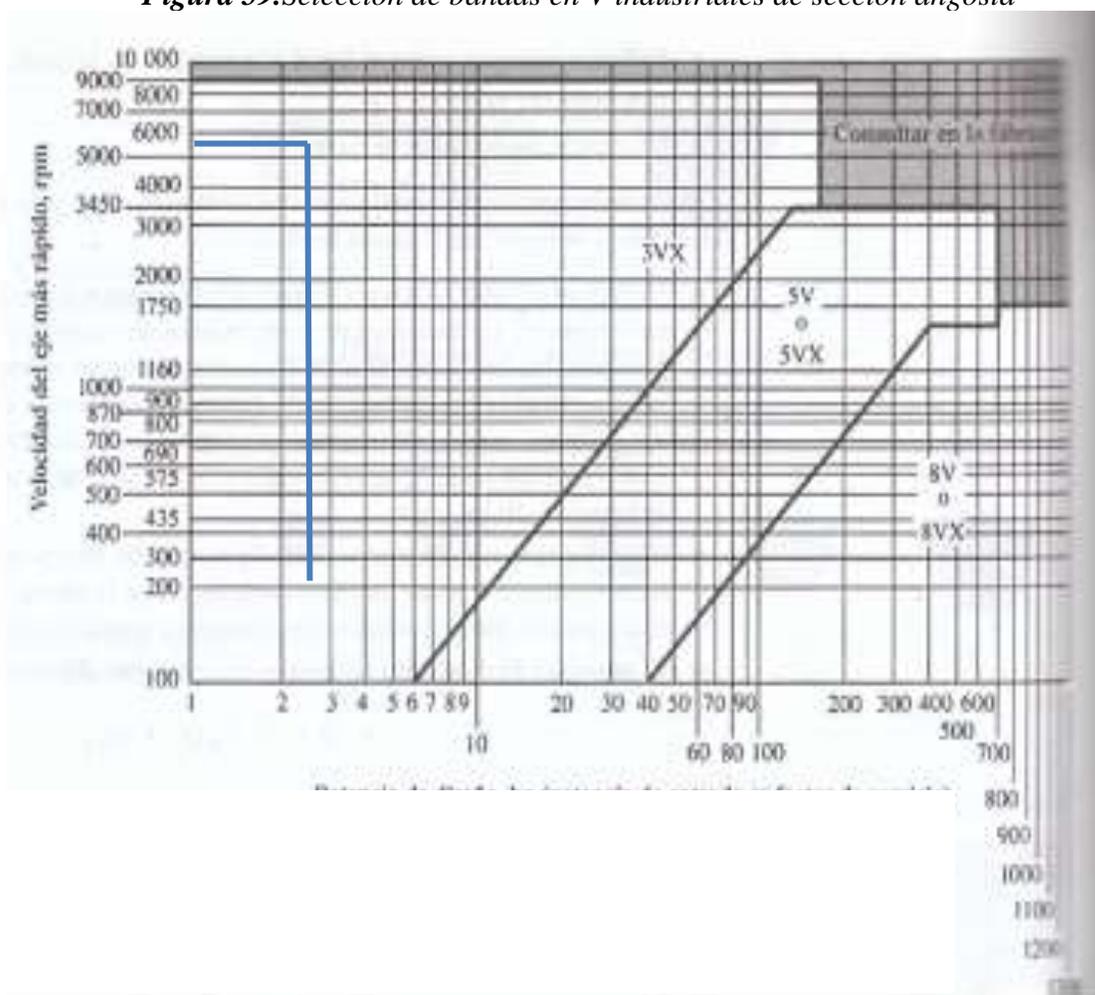
$$PD = 2 * 1.5 = 2.5 Hp$$

Relación de transmisión:

$$I = \frac{3600}{720} = 5$$

para la selección de tipo de banda se consulta la tabla del libro Robert mott “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS “donde se indica entre relación de potencia de diseño y velocidad de giro.

*Figura 59. Selección de bandas en V industriales de sección angosta*



**Fuente.** Diseño de elementos de máquinas (2006) [56]

Tipo de banda: **3V**

Selección de poleas adecuadas:

**Figura.** Tamaños tentativos de poleas catalogo

Diámetros mínimos en mm				
Caballos de fuerza (HP)	RPM de Motor			
	900	1200	1800	3600
0.50	65	-	-	-
0.75	65	65	-	-
1.00	65	65	60	-
1.50	75	65	65	60
2.00	75	65	65	65
3.00	75	75	65	65
5.00	100	75	75	65
7.50	115	100	75	75
10.00	115	115	100	75
15.00	135	115	115	100
20.00	155	135	115	115
25.00	170	155	115	115
30.00	170	170	135	-
40.00	210	170	155	-
50.00	230	210	170	-
60.00	260	230	190	-
75.00	260	260	230	-
100.00	350	350	250	-
125.00	380	350	280	-
150.00	465	350	-	-
200.00	550	-	-	-
250.00	-	-	-	-
300.00	-	-	-	-

**Fuente.** Intermecc Poleas en “V” [60]

Para efectos del proyecto se utiliza 60 mm de diámetro para la polea del motor.

$$D1 = 60 \text{ mm}$$

$$D2 = I * 60 \text{ mm}$$

$$D1 = 5 * 60 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

### DISTANCIA ENTRE EJES

Según norma DIN:

$$0,7(d1+d 2) < a < 2(d 1+d 2)$$

**Ecuación 19:**Relacion entre ejes

$$0,7(60+300) < a < 2(60+300)$$

$$252 < a < 720$$

Aproximadamente: 500 [mm]

### ANGULO DE ABRAZAMIENTO DE LA POLEA PEQUEÑA (A)

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2 \times a \text{ aprox}}$$

**Ecuación 20:** Angulo de abrazamiento de la polea pequeña

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{300 - 60}{2 \times 500}$$

$$\alpha = 167^\circ$$

En radianes:

$$\alpha = 2.64 \text{ rad}$$

### LONGITUD DE CORREA (L. APROX)

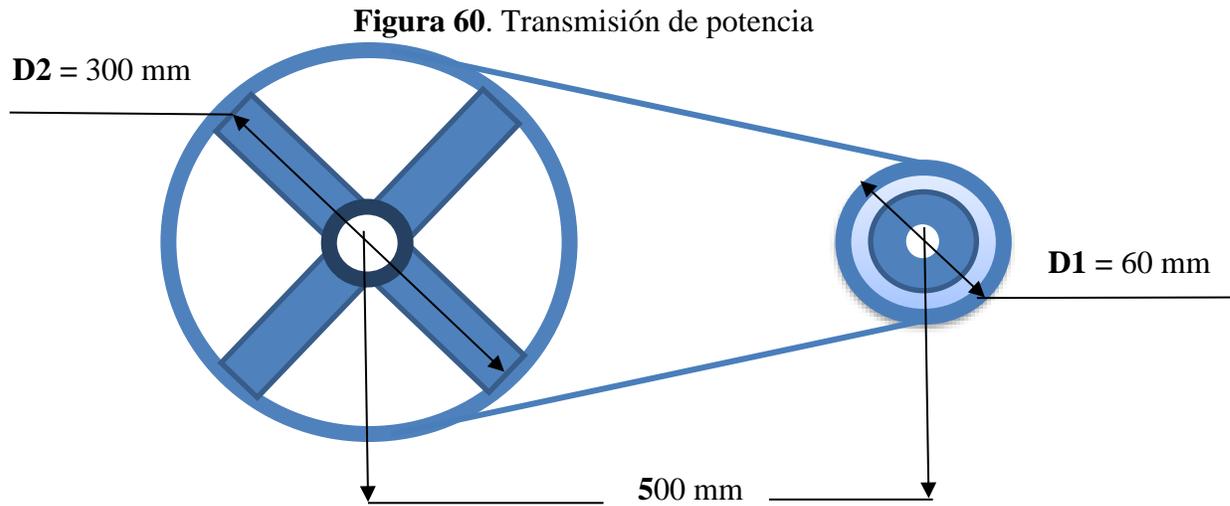
$$L_{\text{aprox}} = 2 \times L_{\text{aprox}} \times \sin \frac{\alpha}{2} + (2\pi - \alpha) \frac{d_2}{2} + \alpha \frac{d_1}{2}$$

**Ecuación 21:** Longitud de correa

$$L_{\text{aprox}} = 2 \times 500 \times \sin \frac{167}{2} + (2\pi - 2,64) \frac{300}{2} + 2,64 \frac{60}{2}$$

$$L_{\text{aprox}} = 1592.27 \text{ [mm]}$$

## Resumen de Diseño



**Fuente.** Autores

### 5.12 VOLUMEN DEL EJE DESGRANADOR SIN LAS CADENAS

$$V_e = \frac{\pi * (D_e)^2}{4} * L_e$$

**Ecuación 22:** Volumen del eje desgranador

$D_e$ =diámetro del eje desgranador =  $1.1/8'' = 28.5 \times 10^{-3} \text{ m}$

$V_e$ = volumen del eje desgranador

$L_e$ = longitud del eje =  $68 \text{ cm} = 0.68 \text{ m}$  el cual se determina o se asume como factores de antecedentes de otras máquinas referenciadas

$$V_e = \frac{\pi * (28.5 \times 10^{-3} \text{ m})^2}{4} * 0.68 \text{ m} = 0.43 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

### 5.13 VOLUMEN DE LA CÁMARA DE DESGRANADO

Para estimar la capacidad que tendrá el cilindro o cámara de desgranado se tomó en cuenta el volumen de eje desgranador del eje desgranador más el volumen ocupado por 50 mazorcas de maíz más un espacio que permita el movimiento de las mazorcas para evitar un atascamiento que será en aproximación del 80% del volumen de las mazorcas donde obtenemos la siguiente ecuación:

$$V_c = V_e + 1.8 V_m$$

**Ecuación 23.**volumen del cilindro

$V_c$ =volumen del cilindro

$V_e$ = volumen del eje desgranador

$V_m$ = volumen de las 50 mazorcas

Para las características físicas del maíz el diámetro y la longitud de la mazorca en los cuales se obtuvo un promedio como se muestra en la tabla:

**Tabla 24.**características del maíz

	<b>cantidad (mazorcas)</b>	<b>Diámetro de la mazorca (mm)</b>	<b>Diámetro de la tusa (mm)</b>	<b>Longitud de la mazorca (mm)</b>	<b>granos por mazorca</b>
maíz duro	1	47	35	200	350-400
	2	52	36	230	400-600
	3	56	40	233	450-550
	4	46	42	242	345-400
	5	56	43	250	400-550
	6	58	37	246	x
	7	50	37	222	x
	8	45	39	232	x
	9	55	40	245	x
	10	55	45	250	x
promedio		52mm	39mm	235mm	

**Fuente:** Autores

Con respecto al tabla anterior se asumen los siguientes datos:

$D_m = 52\text{mm}$

$D_t = 39\text{mm}$

$L_m = 235\text{mm}$

Para el desarrollo de la cámara desgranadora se investigaron varias máquinas las cuales tienen la

misma productividad, donde se utiliza una lámina estructural ASTM de calibre 1/8”

### El volumen de la cámara desgranadora

$$V_c = \frac{\pi * (D_c)^2}{4} * L_c$$

**Ecuación 24:** volumen de la cámara desgranadora

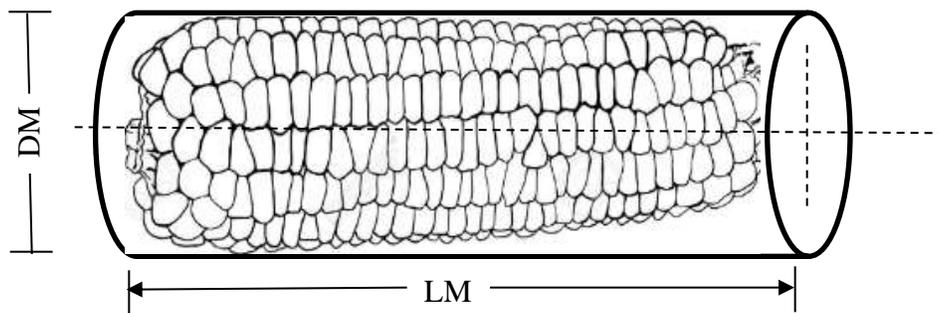
$V_c$  = volumen de la cámara desgranadora

$D_c$  = diámetro de la cámara desgranadora

$L_c$  = longitud de la cámara desgranadora

volumen de 50 mazorca considerando que todas estas forman un cilindro que todas éstas forman un cilindro y se obtendría a partir de la siguiente figura:

**Figura 61.** esquema volumen de una mazorca



**Fuente:** Autores

$$V_m = \frac{50\pi * (D_m)^2}{4} * L_m$$

$$V_m = \frac{50\pi * (0.055m)^2}{4} * 0.25 m = 29.69 \times 10^{-3} m^3$$

Sustituyendo los valores en la ecuación (2)

$$\frac{\pi * (Dc)^2}{4} * Lc = 0.43 \times 10^{-3} m^3 + 1.8(29.69 \times 10^{-3} m^3)$$

$$Dc = \sqrt{\frac{4 * 53.87 \times 10^{-3} m^3}{\pi * (0.50m)}} = 0.379m = 0.38m$$

Entonces el volumen del cilindro quedaría:

$$Vc = \frac{\pi * 0.38^2 m}{4} * 0.50m = 53 \times 10^{-3} m^3$$

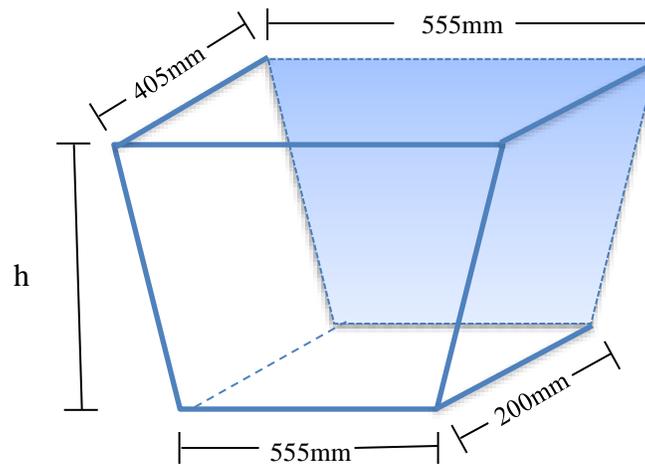
$$Vc = 53 \times 10^{-3} m^3$$

#### 5.14 DISEÑO TOLVA DE ALIMENTACIÓN

para el diseño de la tolva se tuvo en cuenta el artículo “Desing and fabrication of an improved motorized maize sheller /theresing machine” tomado de revistas de estudios de investigaciones en ingeniería -volumen 26 (2020) No 4. Donde se basa en el criterio conocido como “(Angulo de reposo)” donde se estudia que para este tipo de materiales agrícolas la descarga es por gravedad y el Angulo que se recomienda es de 80°o más para el diseño de la tolva se toma una geometría trapezoidal que fueron elegidos dependiendo las dimensiones en proporción a la productividad de la máquina.

La parte más grande es un rectángulo la cual tiene en un lado 555 mm y por el otro 405 mm mientras que en el rectángulo más pequeño tiene unas dimensiones de 400mm por 200 mm, y una altura denominada h = 400mm.

**Figura 62.** esquema de tolva de alimentación



**Fuente:** Autores

La capacidad volumétrica de la tolva ( $V_h$ ) se determinó a partir de la siguiente ecuación.

$$V_h = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})$$

**Ecuación 25:** capacidad volumétrica de la tolva

Donde el área del rectángulo grande es  $A_1=0.224 \text{ m}^2$  y el área del rectángulo pequeño es  $A_2=0.08 \text{ m}^2$

Remplazando en la ecuación:

$$V_h = \frac{0.4\text{m}}{3} (0.224 \text{ m}^2 + 0.08 \text{ m}^2 + \sqrt{(0.224 \text{ m}^2 * 0.08 \text{ m}^2)})$$

$$V_h = 0.05838 \text{ m}^3$$

## 6 CAPITULO 6

### RESULTADOS ESPERADOS

#### 6.1 PRODUCTIVIDAD (500 KG/DÍA)

Para garantizar un tiempo de desgranado se clasifíco los tiempos del proceso de desgranado, ya que para este proceso lo manipula un solo operador y el tendrá que hacer todos los pasos correspondientes que se van a mencionar previamente:

Ciclo de desgranado:

1. Alistamiento del maíz
2. Puesta en marcha
3. Carga de las mazorcas
4. Proceso de desgranado
5. Proceso de retirar tusa

**Tabla 25:** *tiempos de proceso*

Cantidad	Pasos de operación	tiempo(s)
1	alistamiento del maíz	120
2	puesta en marcha	2
3	Carga de las mazorcas	5
4	Proceso de desgranado	20
5	proceso de retirar tusa	3
Total		150

**Fuente.** Autores

## 6.2 PASOS PARA PROCESOS DE DESGRANADO:

### 1- alistamiento del maíz

para este paso se debe garantizar que los sacos generalmente de 50 kg de mazorca estén debidamente seleccionados ya que el maíz tiene que estar seco por lo tanto la humedad tiene que ser bajo ya que esto afecta directamente al proceso de desgranado y a su vez la producción

**Figura 42.** fotografía de alistamiento de maíz

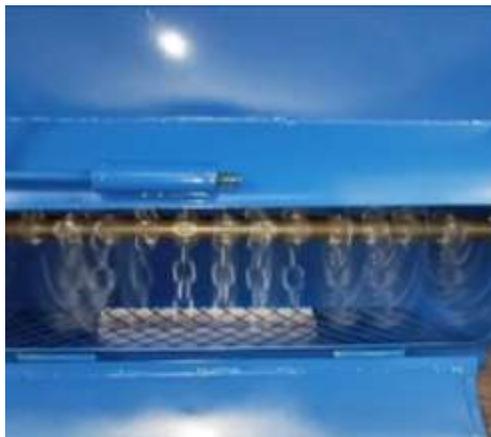


**Fuente.** Autores

### 2- puesta en marcha

Para antes de la carga se pone en marcha el motor y se evidencia que esté funcionando correctamente y no tenga fallas de tipo accionamiento y de tipo estructural.

**Figura 43.** fotografía de cámara cilíndrica por dentro



**Fuente.** Autores

### 3- Carga de las mazorcas

Para la carga de mazorcas se utiliza un balde de 15 litros donde albergara 50 mazorcas, antes de la carga se debe evidenciar que la mazorca no tenga hoja ni ningún otro tipo de cuerpo extraño salvo a la tusa y el maíz.

**Figura 44.** Fotografía de carga de las mazorcas



**Fuente.** Autores

### 4- Proceso de desgranado

El 4 paso es el proceso de desgranado aquí se tiene que tener aspectos importantes como la seguridad y el tiempo en que se abre y se cierra la bandeja, para este proceso ya se encontraran alojadas las 50 mazorcas dentro de la tolva en el momento que se garantice el proceso de carga ya está listo se procede a retirar la bandeja y dejar caer las mazorcas por gravedad inmediatamente han entrado se cierra la bandeja de alimentación, partimos de que el necesario sugerido para abrir y cerrar la bandeja es de 1 s.

**Figura 45.** Fotografía tusa desgranada



**Fuente.** Autores

### **5- proceso de retirar tusa**

una vez se ha desgranado por completo la carga se procede abrir la puerta de expulsión de mazorcas donde se abrirá por medio de un pasador y las tusas saldrán impulsadas para que no haya nada dentro de la cámara de desgranado, y se pueda repetir el ciclo correctamente.

**Figura46.** Fotografía tusa desgranada

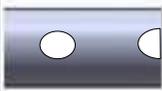


**Fuente.** Autores

## **6.3 HOJA DE PROCESOS**

En la hoja de procesos se define como la manipulación de elementos no normalizados los cuales para el caso de la desgranadora de maiz , el eje de desgranador necesita ser cortado , torneado y taladrado como se muestra en la siguiente hoja de proceso.

		HOJA DE PROCESO				Proyecto desgranador de maíz			
Escala	Material	Denominación	Material	Firma	ERYCK ZORRO				
1:1	SAE 1045	Eje	Bruto						
									
Nº	Actividad	Croquis	Máquina	Herramienta	Parámetros	Velocidades	T M (min)	T m (min)	T (min)
1	corte de barra		Cierre mecánica	Hoja de corte	De 100 cm a 68 cm		5	3	8
2	Desbastado y afinado		Torno	Herramienta de corte widia $\alpha=5^\circ, \beta=10^\circ$	Devastado de 36 a 35,2 mm 1 pasada	L= 68 cm Va= 0,4 mm/r ev VC= 200 m/min	0,89	30	30,89
					Afinado de 35,2 a 35 mm 1 pasada	L= 75 cm Va= 0,2 mm/rev VC= 236 m/min	1,5	5	6,5
3	Desbaste 1		Torno	Cuchilla ISO3 DIN 4978	Devastado de 28,5 a 25.4 mm. 2 pasadas	L= 7 cm Va= 0,4 mm/rev VC= 200 m/min	0.21 0.19	5	5,72
					Afinado de 25.4 a 25 mm. 1 pasada	Va= 0,2 mm rev VC=236 m/min	0.32		
4	Desbaste 4		Torno	Cuchilla ISO 3 DIN 4978	Devastado 28.5 a 25.4 mm. 2 pasadas Afinado de 25.4 a 25 mm. 1 pasada	L= 5 cm Va= 0,4 mm rev VC= 200 m/min  Va= 0,2 mm rev	0,065 0,061  0,1	25	25,226

5	taladrado		Taladro de banco	Broca HSS rectificada	Agujero 7.93 mm	Cada de 10 cm por hilera VC = 8 a 15 n min	0,8	30	30,08
Tiempo total de mecanizado									106,416

## CONCLUSIONES

Después de haber seguido correctamente la metodología se llegó a establecer los pasos necesarios para la operación de la máquina, determinando los tiempos que requiere cada secuencia.

Se pudo evidenciar que la maquina desgranadora desprendió los granos por fricción teniendo en cuenta que la mazorca tenga baja humedad, el objetivo principal fue cumplido al 100% ya que se logró diseñar y construir la maquina desgranadora de maíz de 500 kg/ día cumpliendo con todos los requerimientos y exigencias que demandaba el proyecto.

Mediante el trabajo se pudo analizar el diseño de cada uno de los elementos de la máquina, para posteriormente realizar el ensamble mediante el software solid Works.

En la locación de pore Casanare – vereda miralindo el agricultor Jairo zorro propietario de la finca LOS LIRIOS podrá contar con un diseño de fácil maniobrabilidad que realice el proceso de desgranado de maíz que garantice un mejor tiempo de producción y además de cuidar su salud por las posiciones adoptadas cuando este proceso se realiza de forma manual.

## 7 BIBLIOGRAFÍAS

- [1] Alcaldía de Casanare, «Información del departamento,» 15 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://www.casanare.gov.co/ElCasanare/Paginas/Informacion-del-Departamento.aspx>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [2] Alcaldía municipal de Pare en Casanare, «Pore Casanare,» 2 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <http://www.pore-casanare.gov.co/>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [3] Fontur, Ministerio de Comercio, «Pueblo patrimonio Municipio de Pore,» [En línea]. Available: <https://fontur.com.co/en/node/868?q=es/comunicados/mincomercio-y-fontur-otorgan-el-titulo-de-pueblo-patrimonio-al-municipio-de-pore>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [4] Pore, «Alcaldía de Pore, desarrollo económico del municipio,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.pore-casanare.gov.co/>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [5] CDIM, 22 Marzo 2009. [En línea]. Available: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/econ0mico\\_pore\\_\(19\\_pag\\_88\\_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/econ0mico_pore_(19_pag_88_kb).pdf).
- [6] Google Maps, «Municipio de Poré, Casanare,» [En línea]. Available: [https://www.google.com/maps/place/Pore+Casanare/@5.6526974,-72.0322692,10z/data=!4m10!1m2!2m1!1sPORE!3m6!1s0x8e6b8bfaea55a61f:0x676532a5f0c50648!8m2!3d5.7270196!4d-71.9973587!15sCgRQT1JFkgEJY2l0eV9wYXJr4AEA!16s%2Fg%2F11jm5wl65\\_](https://www.google.com/maps/place/Pore+Casanare/@5.6526974,-72.0322692,10z/data=!4m10!1m2!2m1!1sPORE!3m6!1s0x8e6b8bfaea55a61f:0x676532a5f0c50648!8m2!3d5.7270196!4d-71.9973587!15sCgRQT1JFkgEJY2l0eV9wYXJr4AEA!16s%2Fg%2F11jm5wl65_). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [7] La Patria, «Ventajas maíz,» 1 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://archivo.lapatria.com/campo/las-ventajas-del-maiz-geneticamente-modificado-16025>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [8] swissmex, 2008. [En línea]. Available: [https://www.swissmex.com/PortalWeb/media/6837246/612001\\_manual-op.pdf](https://www.swissmex.com/PortalWeb/media/6837246/612001_manual-op.pdf).
- [9] SWISSMEX, «Desgranadora de maíz,» Manual de operación, México, 2008.
- [10] Swissmex, «Manual de Operador,» 2008. [En línea]. Available: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.swissmex.com%2FPortalWeb%2Fmedia%2F1269280%2F612001-rev01.pdf&psig=AOvVaw3\\_7ZOHzCIJGdO\\_2AVNAHKv&ust=1692845572138000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCIDXpa7j8YADFQAAAAAdAAAAABAR](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.swissmex.com%2FPortalWeb%2Fmedia%2F1269280%2F612001-rev01.pdf&psig=AOvVaw3_7ZOHzCIJGdO_2AVNAHKv&ust=1692845572138000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCIDXpa7j8YADFQAAAAAdAAAAABAR).
- [11] PENAGOS, «Desgranadora de maíz DM-10,» penagos, 2010. [En línea]. Available: <https://www.penagos.com/productos/desgranadora-de-maiz-dm-10/>. [Último acceso: 24 Marzo 2023].
- [12] IDEAGRO, «Desgranadora de maíz,» 2018. [En línea]. Available: [www.ideagro.co](http://www.ideagro.co). [Último acceso: 23 Marzo 2023].
- [13] Ineagro, «Agrofy,» 2021. [En línea]. Available: [www.agrofy.com.co/desgranadora-de-maiz-inagro-dm-400.html](http://www.agrofy.com.co/desgranadora-de-maiz-inagro-dm-400.html).
- [14] Enciclopedia, Cadena.

- [15] Creacion y restauracion de maquinas , «Youtube,» 25 Agosto 2019. [En línea]. Available: [https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=q4N6TRs\\_PQw](https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=q4N6TRs_PQw).
- [16] Noguera Albarracin, «Utensilios Tradicionales,» 30 Julio 2012. [En línea]. Available: <https://nogueradealbarracin.wordpress.com/2012/07/30/exposicion-de-utensilios-tradicionales/>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [17] «Direct industry por virtual expo group,» 1 Abril 2020. [En línea]. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [18] Archer, Diseño, 1963.
- [19] Robert L Moot, Diseño de elementos de maquina, C. Edición, Ed., Mexico, CDMX: DR Pearson Education Mexico SA, 2006.
- [20] Rosales, «El estudio tecnico,» 2005. [En línea]. Available: [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo\\_del\\_Estudio\\_Tecnico.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf). [Último acceso: 31 Marzo 2023].
- [21] [En línea]. Available: [universidad de salamanca \(dicter usal\)](http://www.universidaddesalamanca.es/diccionario/). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [22] Ciencia Ergo Sum, «Producción y rendimiento de la cosecha de maíz,» [En línea]. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [23] RotoPlas, Conducción, Tolva, Bogota, 2020.
- [24] JM Estrada, «Tolva Cereza,» [En línea]. Available: <https://www.jmestrada.com/tienda/cafe/preclasificacion-y-transporte/tolva-cereza/>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [25] Etimologia, 12 Enero 2010. [En línea]. Available: <http://etimologias.dechile.net/?trillar>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [26] Caneloapp, «Trillador de maíz,» [En línea]. Available: <https://caneloapp.com/product/pelador-y-cortador-de-maiz-en-cero-inoxidable-y-cortador-de-mazorca-frutas-y-verduras/>.
- [27] El día, «Uso de la Tusa,» 27 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://eldia.com.do/el-uso-de-la-tusa-tan-versatil-como-el-maiz/>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [28] Biodiversidad Alimentario, «Tusa de mazorca,» [En línea]. Available: <https://www.biodiversidadalimentaria.cl/maiz/>.
- [29] L. e. d. l. E. Británica, «Brittanica,» 2 10 2015. [En línea]. Available: <https://www.britannica.com/topic/vegetable>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [30] Ysus partes, «La planta de maíz y sus partes,» [En línea]. Available: <https://ysuspartes.com/la-planta-de-maiz-y-sus-partes/>. [Último acceso: 13 Abril 2023].
- [31] Partes, «Partes de la planta de maíz,» [En línea]. Available: [https://www.partesdel.com/planta\\_de\\_maiz.html](https://www.partesdel.com/planta_de_maiz.html). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [32] Tallo de maíz, , «Figure,» [En línea]. Available: <https://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-tallos-del-ma%C3%ADz-en-la-mazorca-image10838631>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [33] Figure, «Hoja de maíz,» [En línea]. Available:

- <https://www.shutterstock.com/es/search/hojas-de-maiz>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [34] «Figure, Mazorca,» [En línea]. Available: <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/fresh-corn-isolated-on-white-background-1926486332>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [35] Agropinos, «Tipos de maiz,» 12 2 2021. [En línea]. Available: <https://www.agropinos.com/blog/variedades-del-maiz#:~:text=Existen%20diferentes%20variedades%20de%20ma%C3%ADz,lo%20que%20sustenta%20la%20vida%E2%80%9D..> [Último acceso: 22 3 2023].
- [36] peru21, «maiz amarillo duro con alta calidad genetica para la amazonia,» 27 8 2021. [En línea]. Available: <https://peru21.pe/peru/sale-nuevo-maiz-amarillo-duro-con-alta-calidad-genetica-para-la-amazonia-noticia/>. [Último acceso: 21 3 2023].
- [37] delmaiz, «Maíz Dulce, sus beneficios y propiedades,» 17 3 2023. [En línea]. Available: <https://delmaiz.info/dulce/>. [Último acceso: 21 3 2023].
- [38] zychlinski, isaac, «Mexico food and travel,» 1 10 2022. [En línea]. Available: <https://foodandtravel.mx/palomitas-de-maiz-legado-mexicano-en-extincion/>. [Último acceso: 15 3 2023].
- [39] toledano, Mariana, «Animal Gourmet,» 1 9 2016. [En línea]. Available: <https://www.animalgourmet.com/2016/09/01/mexicodemaiz-las-razas-maiz-dentados-tropicales/>. [Último acceso: 21 3 2023].
- [40] Mexicana, BiodComisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, «Biodiversidad Mexicana,» 15 7 2020. [En línea]. Available: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/OchoH/Harinoso>. [Último acceso: 22 3 2023].
- [41] Blanco, Marina, «BON VIVEUR,» 29| 7 2021. [En línea]. Available: <https://www.bonviveur.es/gastroteca/maiz-el-oro-de-america>. [Último acceso: 21 3 2023].
- [42] PIONEER, «Maiz crecimiento y desarrollo,» DUPONT, Johnston, 2015.
- [43] UNAD, «Composición química del grano de maíz (*Zea mays*) Chococito del municipio de Quibdó, Chocó, Colombia,» 4 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1619/1946>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [44] gob.mx, «gob.mx,» 2023. [En línea]. Available: <https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>. [Último acceso: 12 08 2023].
- [45] Ureña J & Villavicencio, «Diseño y construcción de una máquina para el proceso de desgranado de maíz de la Costa,» 10 Agosto 2012. [En línea]. Available: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/15T00532.pdf>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [46] Research Gate, «Sistema de desgranado manual,» [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Sistema-de-desgranado-manual\\_fig4\\_318119891](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Sistema-de-desgranado-manual_fig4_318119891). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [47] Universidad Politécnica Salesiana , Ecuador, «DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA PARA DESGRANAR MAÍZ,» 2017.

- [48] 1. miguel hidalgo c.p, «museo nacional de antropología,» [En línea]. Available: [https://www.google.com/search?q=desgranador+de+tabal+por+medio+de+grapas+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiVI\\_qW1uyBAxVxbTABHbi0Bz4Q2-cCegQIABAA&oq=desgranador+de+tabal+por+medio+de+grapas+&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoICAAQgAQQsQM6BQgAEIAEOggIABCxAxCDAToHCAAQigUQQzoECAAQAzOJCA](https://www.google.com/search?q=desgranador+de+tabal+por+medio+de+grapas+&tbm=isch&ved=2ahUKEwiVI_qW1uyBAxVxbTABHbi0Bz4Q2-cCegQIABAA&oq=desgranador+de+tabal+por+medio+de+grapas+&gs_lcp=CgNpbWcQAzoICAAQgAQQsQM6BQgAEIAEOggIABCxAxCDAToHCAAQigUQQzoECAAQAzOJCA).
- [49] Alejandro Diaz, «Las Mejores Desgranadoras de Maíz Eléctricas y Manuales».
- [50] Smith,D. Sims B & O'Neil D, «Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas,» Roma, FAO, 1994.
- [51] R. Industriales, 2022. [En línea]. Available: <https://brr.mx/diferencias-entre-motor-de-corriente-continua-y-motor-de-corriente-alterna/>. [Último acceso: 23 09 2023].
- [52] «<https://colcadenas.disocom.com/producto/cadena-eslabonada-grado-30>,» [En línea]. Available: <https://colcadenas.disocom.com/producto/cadena-eslabonada-grado-30>.
- [53] m. (2023), «Copyright 2023 © Multicadenas.,» [En línea]. Available: <https://multicadenas.com.ar/>.
- [54] 2. Megacol, «Copyright CostaStudio.co.com 2020,» [En línea]. Available: <https://www.ferreteriamegacol.com.co/>.
- [55] T. (2023), «optom meeting 2023,» [En línea]. Available: <https://toledo2023.cgcoo.es/>.
- [56] R,L Mott, «Diseño de Elementos de máquina,» Ciudad de Mexico , Mexico : Pearson Educacion, 2006.
- [57] «Tesis I.M.112 - Yanez Camacho Fredy Miguel,» <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1267/1/Tesis%20I.%20M.%20112%20-%20Y%20C3%A1nez%20Camacho%20Fredy%20Miguel.pdf>.
- [58] m. d. d. m. p. e. m. d. dedos. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=5n5DrimoI5Q>.
- [59]
- [60] Multicadenas, «CADENA DE HIERRO ESLABÓN DERECHO CORTO TIPO PATENTE,» 2023. [En línea]. Available: <https://multicadenas.com.ar/producto/eslabon-derecho-corto-tipo-patente/>.
- [61] Cholca Cacuangó, Luis Christian,Mantilla Valencia, Gustavo Andrés, «Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 15 qq/hora,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 1 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11395>. [Último acceso: 20 Abril 2023].
- [62] Construyendo.co, «Cables electricos y sus características,» 2022. [En línea]. Available: <https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php>. [Último acceso: 12 10 2023].
- [63] I. E. SAS, «INGECOM ELECTRICOS,» ingeniería de control moderna, 2023. [En línea]. Available: <https://ingecomsas.com/producto/cable-multifilar-flexiplus-awm-calibre-10-awg-centelsa-105c-600v/>.
- [64] 2. A. BORRONI, « 2009 ACEROS BORRONI,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.solelaravel.com/acerosborroni/?m=tables>.
- [65] t. d. monterrey, «tecnología de monterrey,» 2023. [En línea]. Available: <https://slideplayer.es/slide/17490799/>.

- [66] R. L. Moot, «diseño de maquinas,» de *diseño de elementos de maquinas*, dayton, cuarta ediccion, 2006, p. 600.
- [67] Sotecma, Sotecma, Cangilon.
- [68] Pere, Riera; Dolores, Garcia; Bengt, Kristrom; Runar, Brannlund, Manual de economia ambiental y de los recursos naturales, España: PARANINFO, 2008.
- [69] ASC Industrial Enginner, Estudio de capacidad, 2022.
- [70] Monserrat Casanovas , Ramón; Josep Bertrán , Jordan, La financiacion de la empresa, Barcelona: PROFIT, 2013.
- [71] G. Baca Urbina, Evaluacion de proyectos, México: Mc Graw Hill - Interamericana editores, S.A. de C.V., 2010.
- [72] N. Sapag Chain, Preparacion y evaluacion de proyecto, Bogotá: McGraw-Hill, 2008.
- [73] O. Domingo Gomez, «Evaluación de impacto ambiental,» Ediciones Mundi-prensa, España, 2003.
- [74] R. Shah, «La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales,» 31 Marzo 2004. [En línea]. Available: [https://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/scopepaper\\_2004.pdf](https://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/scopepaper_2004.pdf). [Último acceso: 30 Marzo 2023].
- [75] J. Romano Velasco , «IMPACTO FISCAL DE LOS PLANES URBANOS EN,» Universidad de Valladolid. Departamento de Economía Aplicada, Castilla - Europa, 2000.
- [76] M. Perevochtchikova, «La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales,» Gestión y política pública, México, 2013.
- [77] FlexFuel, ¿Que es sistema de transmisión?, 2020.
- [78] Tornillo,.
- [79] P. d. l. p. d. maiz, «arablog.co,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.arablog.co/partes-de-la-planta-de-maiz/>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [80] Ciplas, «Sacos de Polipropileno,» 12 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.ciplassa.com/sacos-en-polipropileno#:~:text=Conocidos%20tambi%C3%A9n%20como%20lonas%2C%20empaques,resistencia%20y%20facilidad%20de%20manejo..> [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [81] Anticimex, «Gorgojos,» 18 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.anticimex.es/gorgojos>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [82] Diccionario de la Real Academia Española, «Racimo,» 15 Noviembre 2000. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/racimo>. [Último acceso: 7 Abril 2023].
- [83] M y M Instrumentos Tecnicos, «Equipos de laboratorios,» 2 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.myminstrumentostecnicos.com/equipos-de-laboratorio/tamices/%E2%96%B6-tamiz-que-es/>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [84] 25 Agosto 2010. [En línea]. Available: <http://etimologias.dechile.net/?olote#:~:text=La%20palabra%20olote%20viene%20del,los%20granos%20a%20la%20mazorca'..> [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [85] Green Peace, Hernandez, «El origen y la diversidad del maíz en el continente

- americano,» 10 Enero 2009. [En línea]. Available: <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [86] FAO, «El maiz en los tropicos: Mejoramiento y producción,» 1 Julio 2015. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s24.htm>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [87] Maquinco, «Maquinco Productos agricolas,» Agosto 2000. [En línea]. Available: <http://www.maquinco.com/productos/agricola/0-desgranadora/images/pdf/2.pdf>. [Último acceso: 6 Abril 2023].
- [88] Roberto L Mott, «Resistencia de Materiales,» Tercera Edicion ed., Ciudad de Mexico, Mexico: Pearson Educacion, 2009.
- [89] Eliannys Mudaray, «Teoria de falla para materiales ductiles,» pp. <https://teoriadefalla.wordpress.com/2016/05/06/teoria-de-falla-para-materiales-ductiles/>.
- [90] Physics Tutorial, «Movimiento de rotacion,» [En línea]. Available: <https://www.physicstutorials.org/es/movimiento-de-rotaci%C3%B3n/esfuerzo-de-torsi%C3%B3n/>. [Último acceso: 8 Abril 2023].
- [91] Joy Roll,, «Polea Motriz,» 10 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://www.joyroll.net/es/product/polea-de-cabeza-y-motriz/>.
- [92] SKF, «Chumacera Mod SY 30 WF,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.skf.com/mx/products/mounted-bearings/ball-bearing-units/pillow-block-ball-bearing-units/productid-SY%2030%20TF>. [Último acceso: 11 Abril 2023].
- [93] «Racimo de mozarcas,» [En línea]. Available: [https://es.123rf.com/photo\\_87416650\\_mujer-granjero-en-monos-con-racimo-de-mazorcas-de-ma%C3%ADz-en-tierras-de-cultivo.html](https://es.123rf.com/photo_87416650_mujer-granjero-en-monos-con-racimo-de-mazorcas-de-ma%C3%ADz-en-tierras-de-cultivo.html). [Último acceso: 17 Abril 2023].
- [94] «Creacion y restauracion de maquinas,» [En línea]. [Último acceso: 17 Abril 2023].
- [95] Quiminet, «Tipos de costales,» [En línea]. Available: <https://www.quiminet.com/articulos/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-costales-en-el-mercado-60338.htm>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [96] ABC pack, «Sacos de Polietileno,» [En línea]. Available: <https://www.abc-pack.com/productos/sacos-polietileno-2/>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [97] Tintoreria y lavanderia, «Proceso Textiles,Estructura de las Fibras sinteticas,» [En línea]. Available: <https://www.tintoreriaylavanderia.com/en/cursos-blogs/93-procesos-textiles/631-fibras-sinteticas.html>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [98] Family Search , «Municipio de Casanare,» [En línea]. Available: [https://www.familysearch.org/es/wiki/Casanare,\\_Colombia\\_-\\_Genealog%C3%ADa](https://www.familysearch.org/es/wiki/Casanare,_Colombia_-_Genealog%C3%ADa).
- [99] «Figure, Inflorescencia femenina,» [En línea]. Available: [https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz/infloref.htm](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/infloref.htm). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [100] «Figure, Inflorescencia Masculina,» [En línea]. Available: [https://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/cereales/maiz/inflorem.htm](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/inflorem.htm). [Último acceso: 18 Abril 2023].

- [101] Figure, «Mazorca sin desgranar,» [En línea]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=O\\_50zvro2W0](https://www.youtube.com/watch?v=O_50zvro2W0). [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [102] Kienyke, «Campesinos en Colombia,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.kienyke.com/radar-k/dia-del-campesino-colombia-2020>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [103] Ediciones CEAC,SA, ENCICLOPEDIA CEAC DEL DELINEANTE / DIBUJO TECNICO, vol. 1ª Edición. 27 x 21. 349 p., S. EDICIONES CEAC, Ed., Barcelona, 1978.
- [104] Atlas , «Capacidad productiva,» [En línea]. Available: <https://www.atlasconsultora.com/calcular-capacidad-productiva/>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [105] El dia, «Gorgojo maiz,» [En línea]. Available: <https://eldia.com.do/el-gorgojo-un-bicho-que-podria-curar-enfermedades/>. [Último acceso: 23 Abril 2023].
- [106] Amazon, «Tamiz de acero inoxidable,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/Buyer-4605-21-Intercambiable-Inoxidable-di%C3%A1metro/dp/B01GCT47KQ>. [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [107] Motor Kote, «Sistemas de transmisión,» [En línea]. Available: <https://motorkote.com.co/como-funciona-sistema-transmision/#:~:text=TRANSMISI%C3%93N%20MEC%C3%81NICA%20O%20MA%20NUAL&text=Y%20se%20denomina%20mec%C3%A1nica%20porque,potencia%20que%20provee%20el%20motor.> [Último acceso: 18 Abril 2023].
- [108] Ricaldi Torre, Julbrex Aldrin, «Diseño de máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo con capacidad de 500 kg/h para el Valle del Mantaro,» 22 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8214>. [Último acceso: 22 Abril 2023].
- [109] Steven Quiñones, «DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DESGRANADOR DE ARVEJA,» Bogota D.C, 2018.
- [110] i. s.-. agrofy, «agrofy,» 2021. [En línea]. Available: [www.agrofy.com.co/desgranadora-de-maiz-inagro-dm-400.html](http://www.agrofy.com.co/desgranadora-de-maiz-inagro-dm-400.html).
- [111] Swissmex, «Manual de Operador,» Mexico, s.f.
- [112] gob.mx, «gob.mx,» 2023. [En línea]. Available: <https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>. [Último acceso: 12 08 2023].

## ANEXOS

1. A1 Ficha técnica de motor eléctrico YC90 – L2
2. A2 Ficha técnica de rodamientos 6304
3. A3 Ficha técnica de chumacera p205
4. A4 Fotografías de procesos y fabricación
5. A5 manual de operación
6. A5 Planos de desgranadora de maiz

## 1- A1 FICHA TÉCNICA DE MOTOR ELÉCTRICO YC90 – L2

**Ficha técnica**  
**Motor eléctrico**  
**110/220V YC90L-2**



A logo consisting of a white letter 'I' centered within an orange oval. The logo is positioned in the bottom right corner of the page, which has a blue background.


**I.O. COMPANY**

## Motor eléctrico 110/220V YC90L-2

### DESCRIPCIÓN

Los motores asincrónicos de la serie YC, cuentan con funciones tales como: peso ligero, bajo nivel de ruido, cuerpo pequeño, entre otros.

Los motores cumplen con el estándar para motor: JB / 1011-1991, JB / T9651-1999, clase de protección IP44, Grado de aislamiento: (B), Modo de enfriamiento: IC141, modo de trabajo: S1.

Se utilizan en: ventiladores, bombas, medios de transporte eléctricos, electrodomésticos, esmeriles angulares y otras herramientas eléctricas.

Cuenta con un estator, el cual opera como base, permitiendo que el motor lleve a cabo la rotación desde un punto fijo y un rotor, que es el componente giratorio con un eje asociado a bobinas que se encuentran vinculadas a un núcleo que gira, de este depende la conversión de energía eléctrica a mecánica.



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Potencia:	2.0 HP / 1.5 Kw
Voltaje:	110/220 V
Herz (Hz):	60 Hz
Corriente (A):	19.8/8.5 A
RPM:	3650 r/min
Fases:	Monofásico

**I.O. COMPANY**

(+601) 237 6622 - (+601) 201 9858 - (+601) 351 3984

[www.iocompanysas.com.co](http://www.iocompanysas.com.co)

Carrera 27 N° 13-50 Bogotá Paloquemao

[comercial@iocompanysas.com](mailto:comercial@iocompanysas.com) [ventas@iocompanysas.com](mailto:ventas@iocompanysas.com)



I.O. COMPANY

## Motor eléctrico 110/220V YC90L-2

### CONDICIONES DE USO

Temperatura ambiente:	-15°C < $\theta$ < 40°C
Altitud máxima:	1000M
Frecuencia nominal:	60 Hz
Clase de protección:	IP 44

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OTRAS REFERENCIAS

Motores eléctricos 110/220 V					
modelo	Potencia (HP)	Voltaje	Herz (Hz)	Corriente (A)	RPM
YC80B-4	0.5 HP	110/220 V	60 Hz	6.2/2.9 A	1700 r/min
YC80A-2	0.5 HP	110/220 V	60 Hz	6.5/3.0 A	3650 r/min
YC90S-4	1.0 HP	110/220 V	60 Hz	10.9/4.9 A	1700 r/min
YC80C-2	1.0 HP	110/220 V	60 Hz	8.0/3.9 A	3650 r/min
YC100L-4	2.0 HP	110/220 V	60 Hz	21.5/9.4 A	1700 r/min
YC90L-2	2.0 HP	110/220 V	60 Hz	19.8/8.5 A	3650 r/min
YC112M-4	3.0 HP	110/220 V	60 Hz	28.1/11.8 A	1700 r/min
YC100L-2	3.0 HP	110/220 V	60 Hz	32.4/13.9 A	3650 r/min
YC132SA-4	3.0 HP	110/220 V	60 Hz	46/21 A	1700 r/min
YC112M-2	4.0 HP	110/220 V	60 Hz	38/18 A	3650 r/min
YC132SB-4	5.0 HP	110/220 V	60 Hz	46/21 A	1700 r/min
YC112M-2	5.0 HP	110/220 V	60 Hz	45.5/21 A	3650 r/min

I.O. COMPANY

(+601) 237 6622 - (+601) 201 9858 - (+601) 351 3984

[www.iocompanysas.com.co](http://www.iocompanysas.com.co)

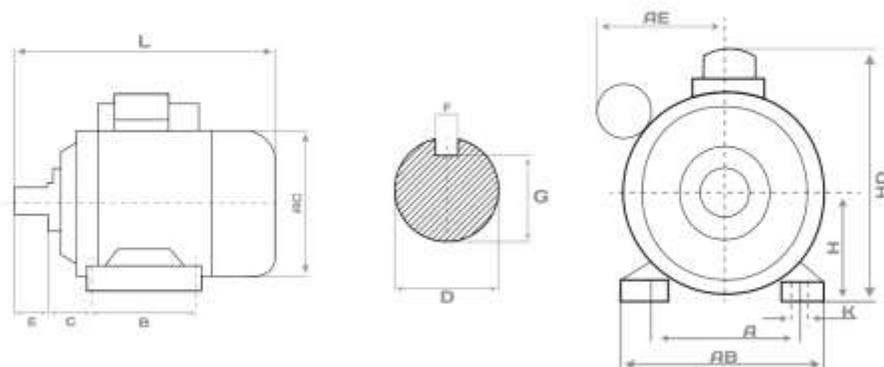
Carrera 27 N° 13-50 Bogotá Paloquemao

[comercial@iocompanysas.com](mailto:comercial@iocompanysas.com)
[ventas@iocompanysas.com](mailto:ventas@iocompanysas.com)



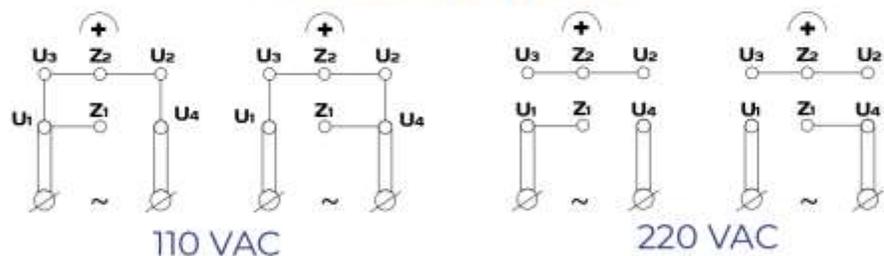
I.O. COMPANY

## Motor eléctrico 110/220V YC90L-2



Frame size	Medidas (mm)											
	H	A	B	C	D	E	F	G	H	AE	HD	L
90	80	125	100	50	19	40	6	15,5	10	150	200	295
90S	90	140	100	56	24	50	8	20	10	160	240	370
90L (3/15 HP)	90	140	100	56	24	50	8	20	10	160	240	370
90L	90	140	100	56	24	50	8	20	10	160	240	400
100L	100	160	140	63	28	60	8	24	12	180	260	430
112M	112	190	140	70	28	60	8	24	12	190	300	455
132S	132	216	140	89	38	80	10	33	12	280	350	525
132M	132	216	178	89	38	80	10	33	12	280	350	553

### DIAGRAMA DE CONEXIÓN



I.O. COMPANY

(+601) 237 6622 - (+601) 201 9858 - (+601) 351 3984

[www.iocompanysas.com.co](http://www.iocompanysas.com.co)

Carrera 27 N° 13-50 Bogotá Paloquemao

[comercial@iocompanysas.com](mailto:comercial@iocompanysas.com)
[ventas@iocompanysas.com](mailto:ventas@iocompanysas.com)

## 2- A2 FICHA TÉCNICA DE RODAMIENTOS 6304



## 6304 Rodamiento rígido de bolas **SKF**

### Rodamiento rígido de bolas

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que muchos otros tipos de rodamientos.

- Diseño sencillo, versátil y robusto
- Baja fricción
- Capacidad de alta velocidad
- Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- Requieren poco mantenimiento

### Overview

#### Dimensiones

Diámetro interno	20 mm
Diámetro exterior	52 mm
Ancho	15 mm

#### Rendimiento

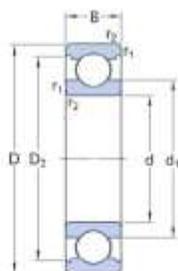
Capacidad de carga dinámica básica	16.8 kN
Capacidad de carga estática básica	7.8 kN
Velocidad de referencia	30 000 r/min
Velocidad límite	19 000 r/min

#### Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Ninguna
Tipo de agujero	Cilindrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	CN
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Sin
Lubricante	Ninguna
Característica de relubricación	Sin

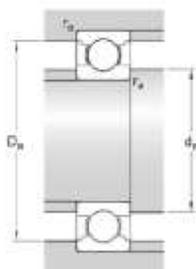


## Especificación técnica



## Dimensiones

d	20 mm	Diámetro interno
D	52 mm	Diámetro exterior
B	15 mm	Ancho
d <sub>1</sub>	≈ 30,35 mm	Diámetro del resalte
D <sub>2</sub>	≈ 44,71 mm	Diámetro del rebaje
r <sub>1,2</sub>	min. 1.1 mm	Dimensión del chaflán



## Dimensiones de los resaltes

d <sub>s</sub>	min. 27 mm	Diámetro del resalte del eje
D <sub>s</sub>	max. 45 mm	Diámetro del resalte del soporte
r <sub>s</sub>	max. 1 mm	Radio del eje o acuerdo del soporte

## Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	16.8 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	7.8 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>0</sub>	0.335 kN
Velocidad de referencia		30 000 r/min
Velocidad límite		19 000 r/min
Factor de carga mínima	k <sub>f</sub>	0.03
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	12

## 3- A3 FICHA TÉCNICA DE CHUMACERA P205


**SKF®**

UCP 205 Unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie con aro interior prolongado y fijación con tornillos, fundición, normas japonesas

Unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie con aro interior prolongado y fijación con tornillos, fundición, normas japonesas

Las unidades de rodamientos de bolas con soporte de pie están formadas por un rodamiento de inserción montado en un soporte de fundición que puede atornillarse a una superficie de apoyo. Esta versión es fuerte y rígida, y es adecuada para aplicaciones con sentidos de giro constantes y alternados. Tiene un aro interior prolongado en ambos lados, y se fija en el eje ajustando un tornillo de fijación en el aro interior, lo que la hace fácil de montar.

- Fuertes
- Diseñados para una rotación constante y alternada
- Listos para montar
- Rodamiento lubricado y sellado
- Fijación rápida en el eje
- Rentables

## Overview

## Dimensiones

Diámetro del eje	25 mm
Altura del centro (soporte de pie)	36.5 mm
Ancho total del soporte	38 mm
Distancia del centro entre los orificios para tornillos	105 mm
Ancho del rodamiento, total	34 mm

## Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	14 kN
Capacidad de carga estática básica	7.8 kN



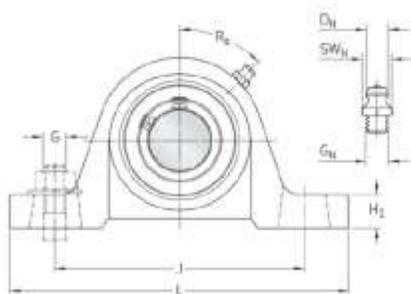
tornillos de fijación	
Elemento de retención, aro interior	Tornillos de fijación
Tipo de agujero	Cilíndrico
Aro de asiento de caucho	Sin
Material, soporte	Fundición
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado, rodamiento	Sello y aro deflector en ambos lados
Tipo de sellado	Contacto estándar
Sellado, unidad	Sin
Lubricante	Grasa
Orificio de relubricación	Con
Boquilla de relubricación	Con



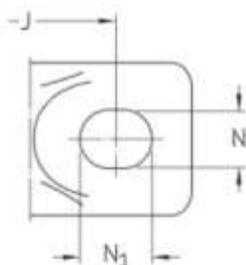
## Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	JIS
Para un propósito específico	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material, soporte	Fundición
Sellado, rodamiento	Sello y aro deflector en ambos lados
Sellado Tipo, rodamiento	Contacto estándar
Sellado, unidad	Sin
Recubrimiento	Sin

## Dimensiones



d	25 mm	Diámetro interno
d <sub>1</sub>	= 33.7 mm	Diámetro del resalte del aro interior
A	38 mm	Ancho de la base
A <sub>1</sub>	23 mm	Ancho superior
B	34 mm	Ancho del aro interior
B <sub>1</sub>	5.5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
H	36.5 mm	Altura del centro del asiento esférico
H <sub>1</sub>	16 mm	Altura del pie
H <sub>2</sub>	70.5 mm	Altura total
J	105 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
J	max. 110 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
J	min.	Distancia entre los tornillos de fijación



	100 mm	
L	139.5 mm	Longitud total
N	13 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación
N <sub>1</sub>	18 mm	Longitud del agujero del tornillo de fijación
s <sub>1</sub>	19.7 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura

#### Orificio roscado

R <sub>1</sub>	1/4-28 UNF	Rosca del soporte para la boquilla engrasadora
R <sub>2</sub>	1.5 mm	Posición axial de la rosca del soporte
R <sub>3</sub>	45 °	Posición angular de la rosca del soporte

#### Boquilla engrasadora

D <sub>1</sub>	6.6 mm	Diámetro de la cabeza esférica de la boquilla engrasadora
S <sub>1</sub>	7.94 mm	Tamaño de la llave hexagonal para la boquilla engrasadora
G	1/4-28 UNF	Rosca de la boquilla engrasadora

### Datos del cálculo

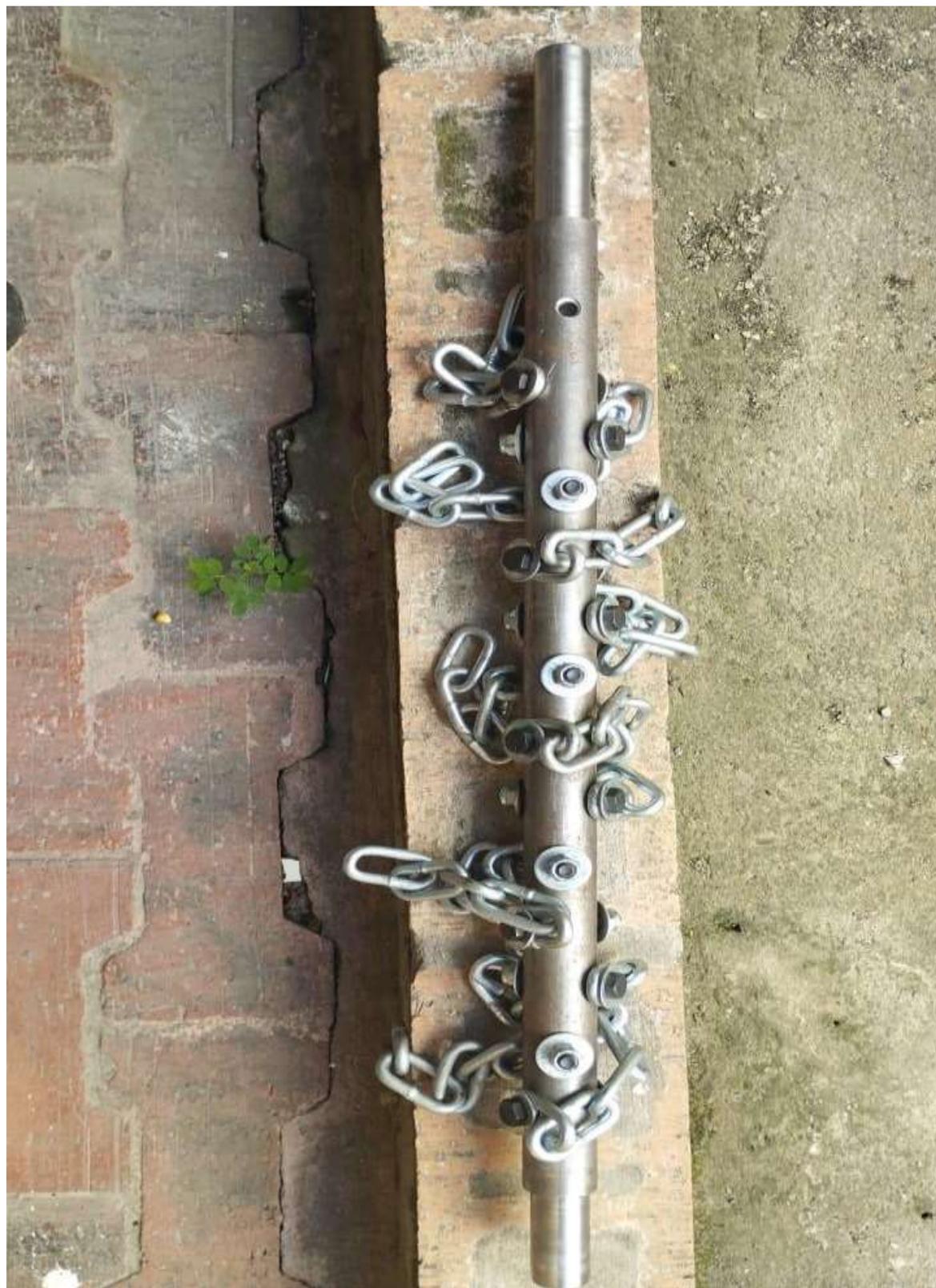
Capacidad de carga dinámica básica	C	14 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	7.8 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.335 kN
Velocidad límite		5 850 r/min
		Velocidad límite con tolerancia de eje h6

### Masa

## 4- A4 FOTOGRAFÍAS DE PROCESOS Y FABRICACIÓN







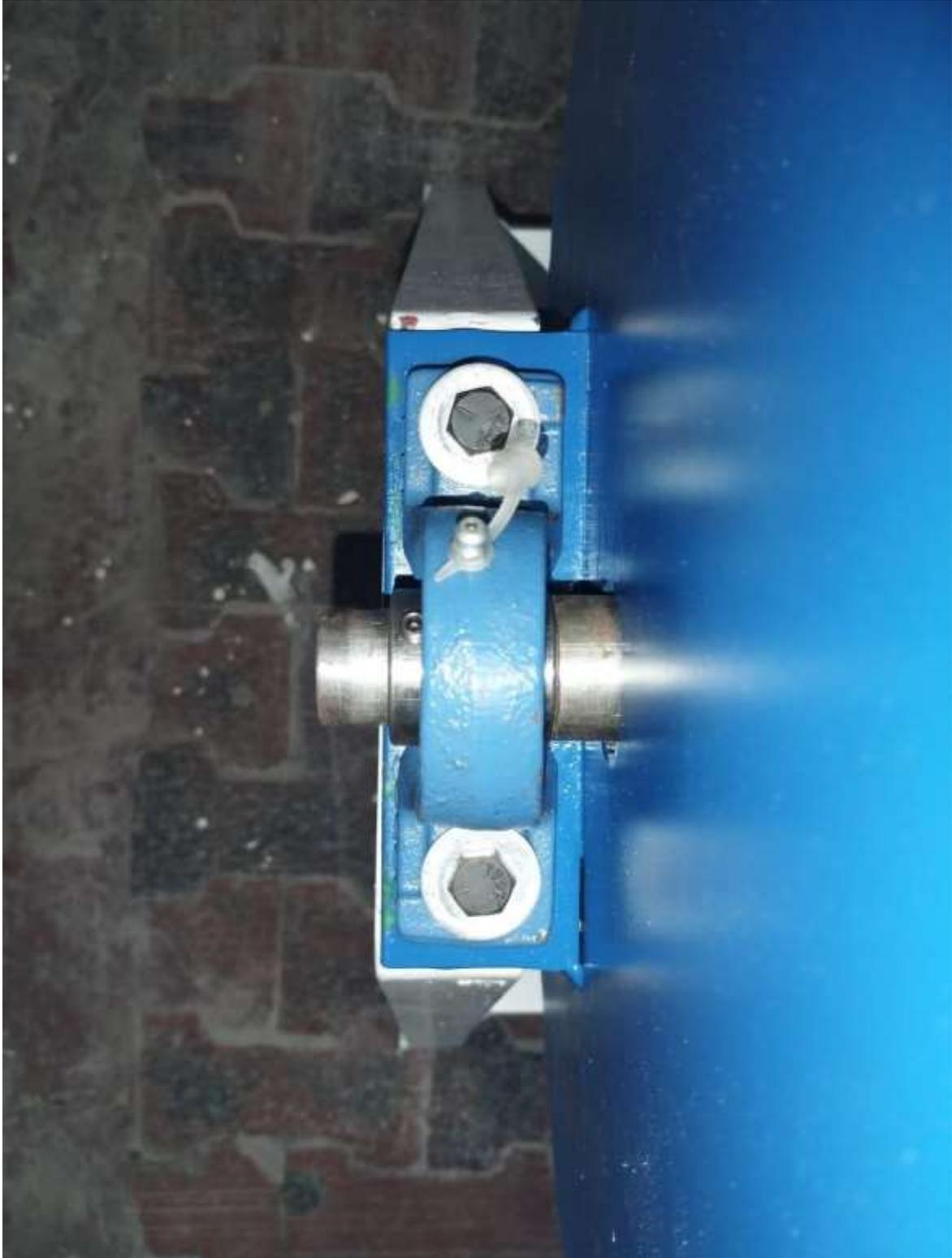






















# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para el funcionamiento de la maquina desgranadora tiene que tener unas recomendaciones previamente a la marcha, y para ello se debe leer detenidamente este manual.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### DESGRANADORA DE MAÍZ 500 Kg/Día

Capacidad de producción	500 – 1000 kg/día
Masa total de la maquina	95 kg
Longitud del cilindro	680 mm
Diámetro de eje	1 ¼ “
Velocidad	720 RPM
Fuerza motriz	2 HP
Sistema de desgranado	Impacto por cadenas

## MANTENIMIENTO

- Se debe limpiar y lubricar los mecanismos móviles de la maquina
- Cada 2 meses se debe engrasar los rodamientos (cojinetes) del eje desgranador
- Se debe verificar antes del funcionamiento los cables eléctricos de la máquina para evitar daños en caso de haber inconsistencias se deben cambiar estos elementos.
- Es fundamental mantener limpios la ventilación e interior motriz para impedir el sobrecalentamiento y asegurar una eficiencia óptima.

## MANUAL DE OPERACION

Recomendaciones importantes que debe tener el operario de la maquina desgranadora antes de ponerla en funcionamiento.

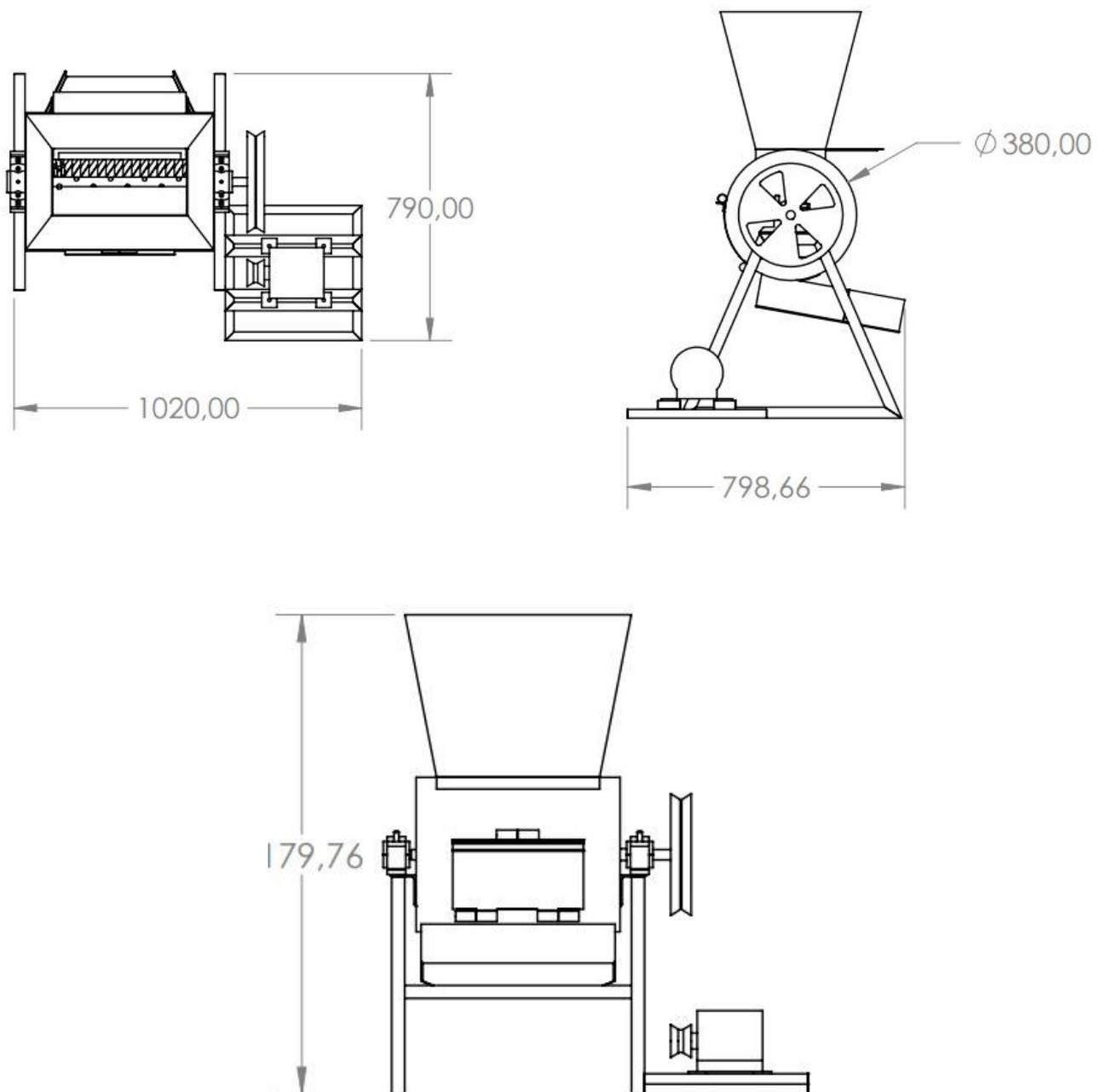
- Leer con anticipación el manual de operación
- Revisar el motor que se encuentre en las condiciones óptimas de trabajo.
- El accionamiento debe ser con el tanque vacío
- Se debe verificar que no haya nada que obstruya el cilindro desgranador.
- Se tiene que identificar los elementos que componen la maquina



## PRECAUCIONES

- Tener en cuenta el manual de operaciones antes de poner en marcha la máquina.
- Hacer una inspección de la máquina para garantizar que sus componentes no presentes mal estado u otras alteraciones.
- Manipular la maquina por el lado que no se encuentre el motor.
- No introducir las manos dentro del tanque cuando la maquina es te en funcionamiento.

## DIMENSIONES



4 3 2 1

F

F

E

E

D

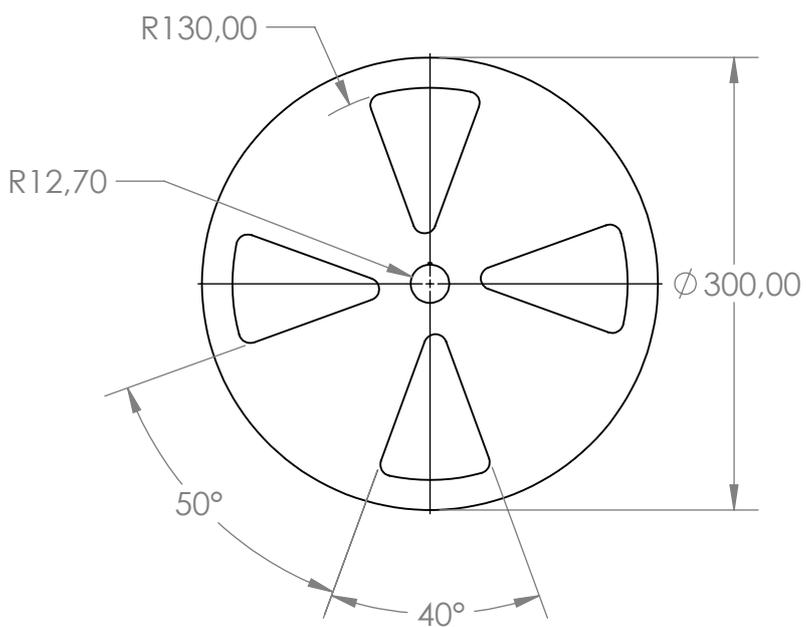
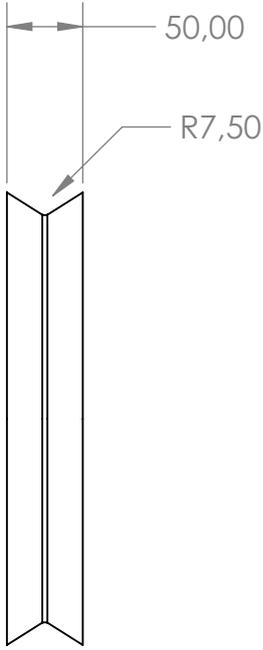
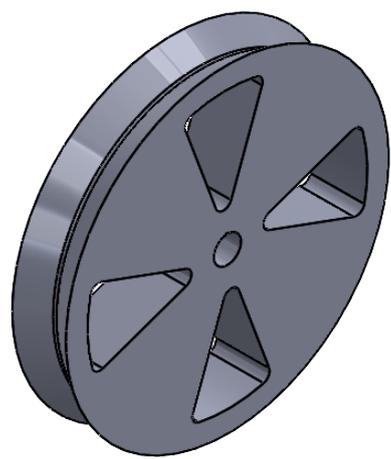
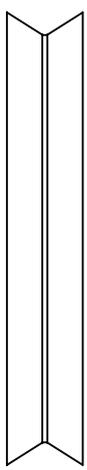
D

C

C

B

B



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

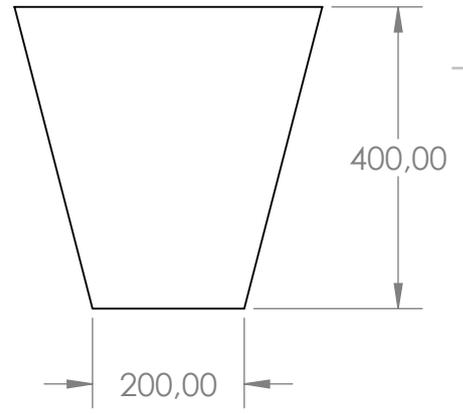
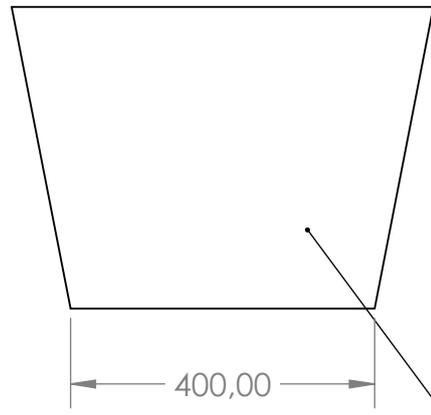
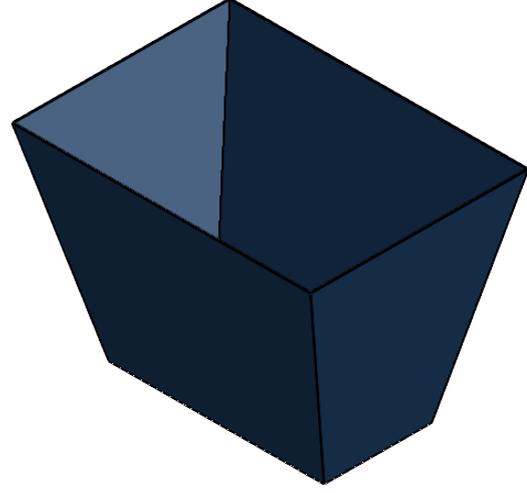
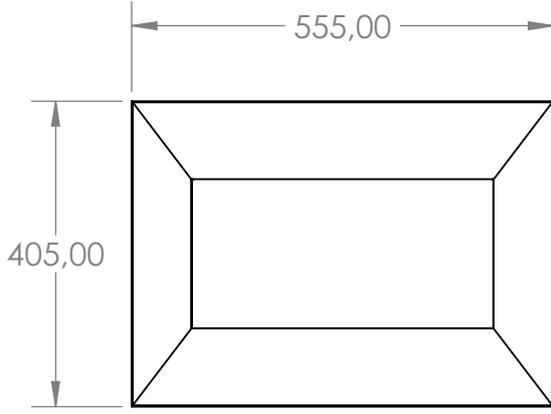
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Eryck Zorro		22	10	2023	
DIBUJ.	Miller Chacón					
APROB.						
FABR.						
CALID.						

TÍTULO:	<b>Polea</b>	
N.º DE DIBUJO	<b>Vista General</b>	A4
PESO:	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A



Espesor: 1.5mm

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN											
DIBUJ. Eryck Zorro						FIRMA						FECHA 22 10 2023						TÍTULO: TOLVA					
DIBUJ. Miller Chacón						FIRMA						FECHA						N.º DE DIBUJO Vista General					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						MATERIAL: AISI 1020					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						ESCALA: 1:10					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						HOJA 1 DE 1					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						PESO:					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						MATERIAL: AISI 1020					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						ESCALA: 1:10					
DIBUJ.						FIRMA						FECHA						HOJA 1 DE 1					

F

E

D

C

B

A

F

E

D

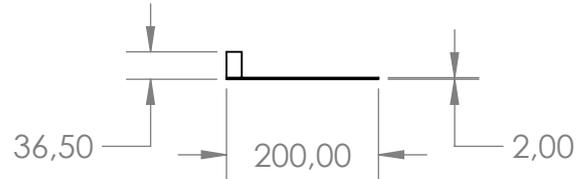
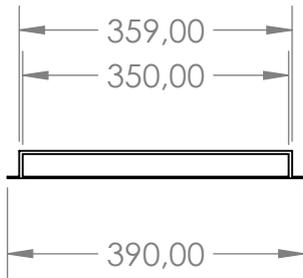
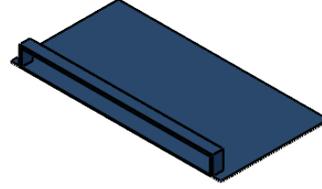
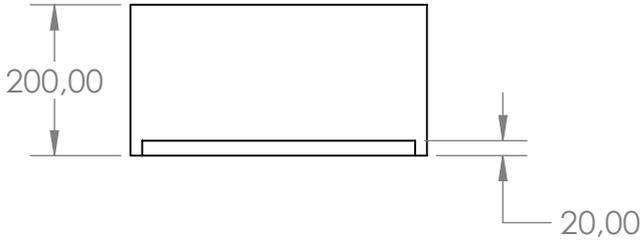
C

B

A

4 3 2 1

4 3 2 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ. Eryck Zorro				22 10 2023		Tapa Tolva			
DIBUJ. Miller Chacón									
APROB.						N.º DE DIBUJO			
FABR.						Vista General			
CALID.						MATERIAL:		A4	
						AISI 1020			
						PESO:		ESCALA:1:10	
								HOJA 1 DE 1	

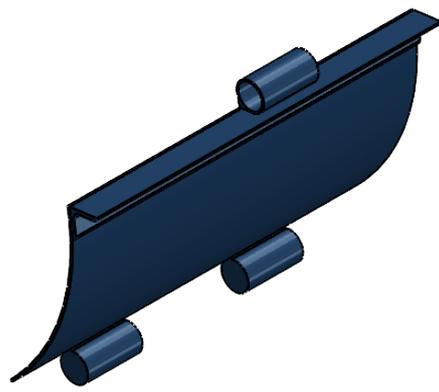
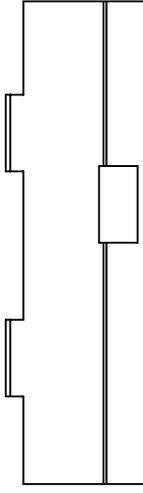
4 3 2 1

F

F

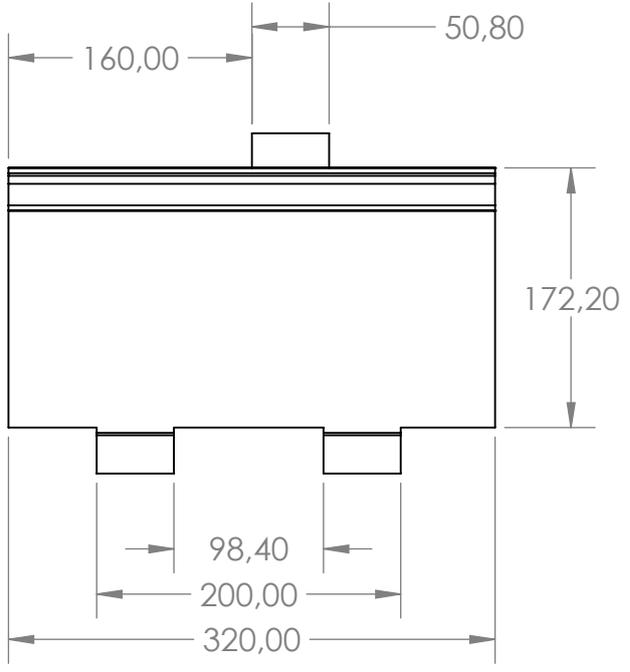
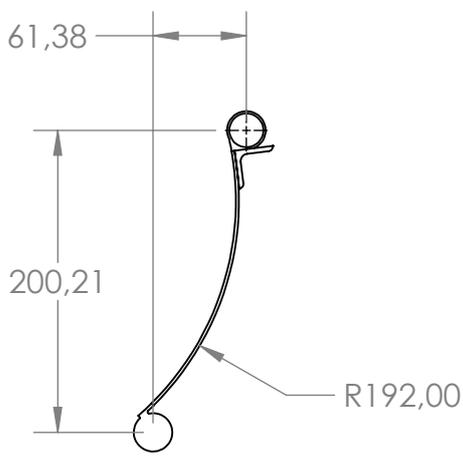
E

E



D

D



C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: <b>Tapa Cilindro</b>	
DIBUJ.	Eryck Zorro		22	10	2023		
DIBUJ.	Miller Chacón						
APROB.							
FABR.						N.º DE DIBUJO	
CALID.					MATERIAL: <b>AIISI 1020</b>	<b>Vista General</b>	
					PESO:	ESCALA:1:5	HOJA 1 DE 1

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

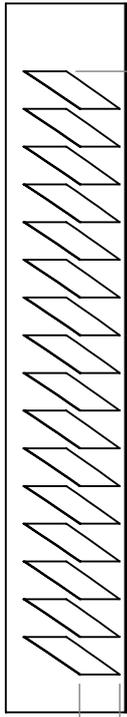
C

B

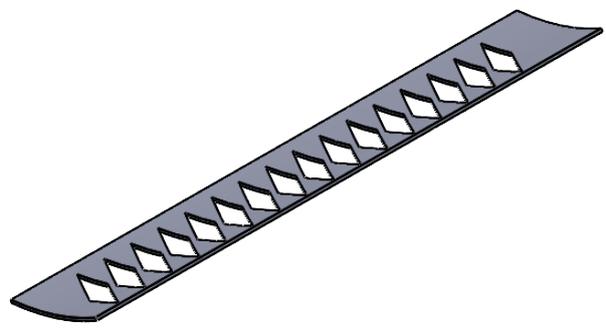
B

A

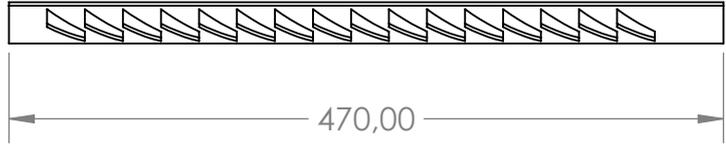
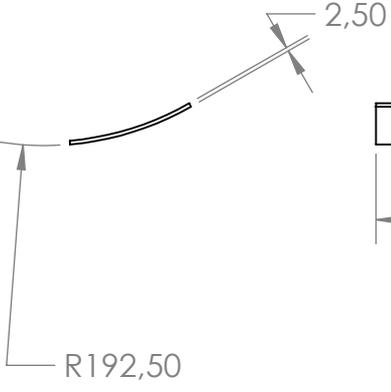
A



25,00



78,44  
26,42



470,00

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Eryck Zorro		22	10	2023	
DIBUJ.	Miller Chacón					
APROB.						
FABR.						
CALID.						
				MATERIAL:		
					AIISI 1020	
				PESO:		

TÍTULO:  
**VISTA ISOMETRICA**

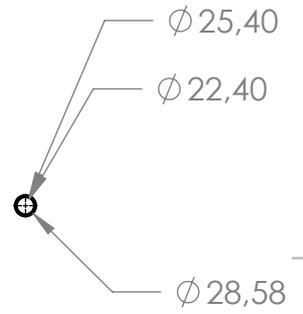
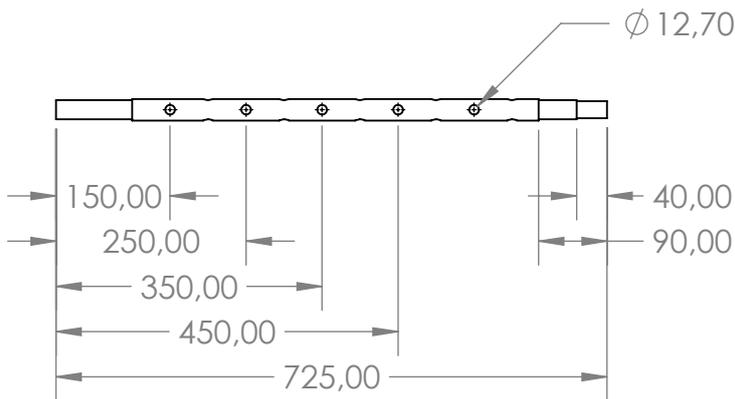
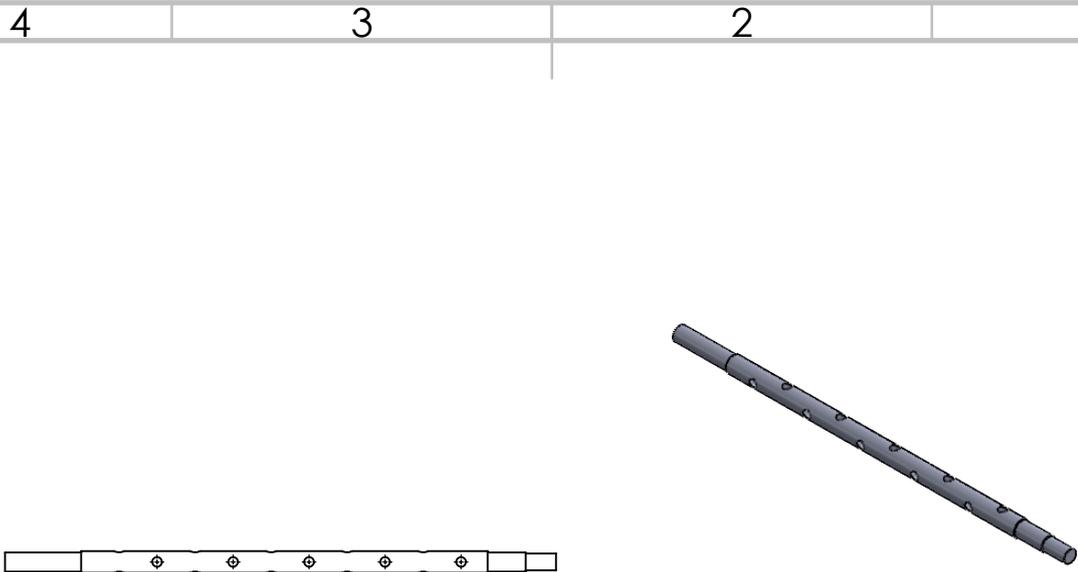
N.º DE DIBUJO  
**Vista General**

A4

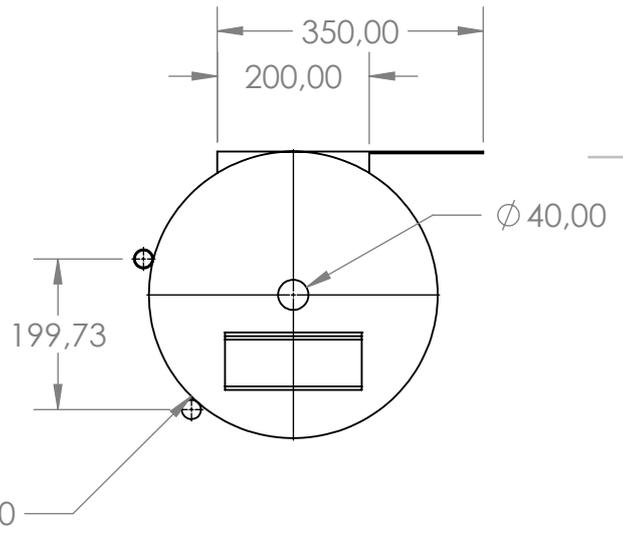
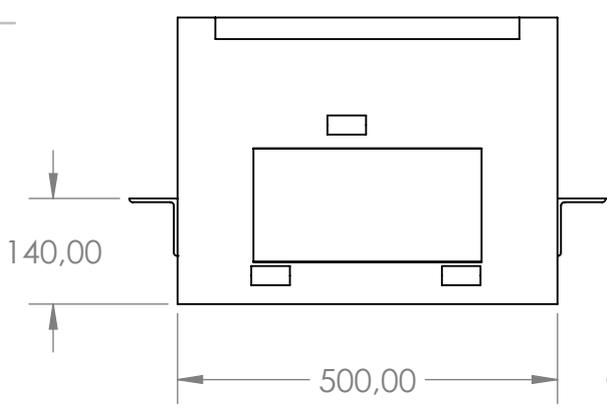
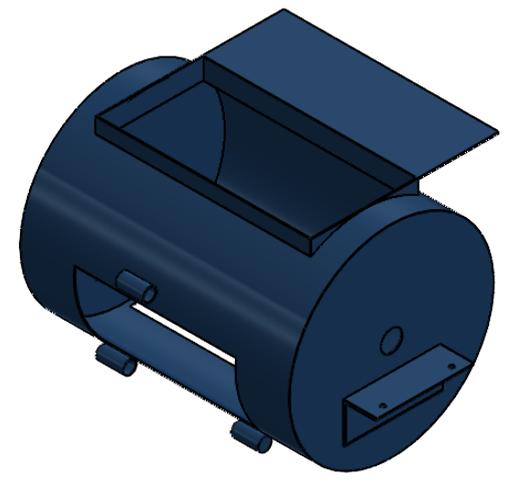
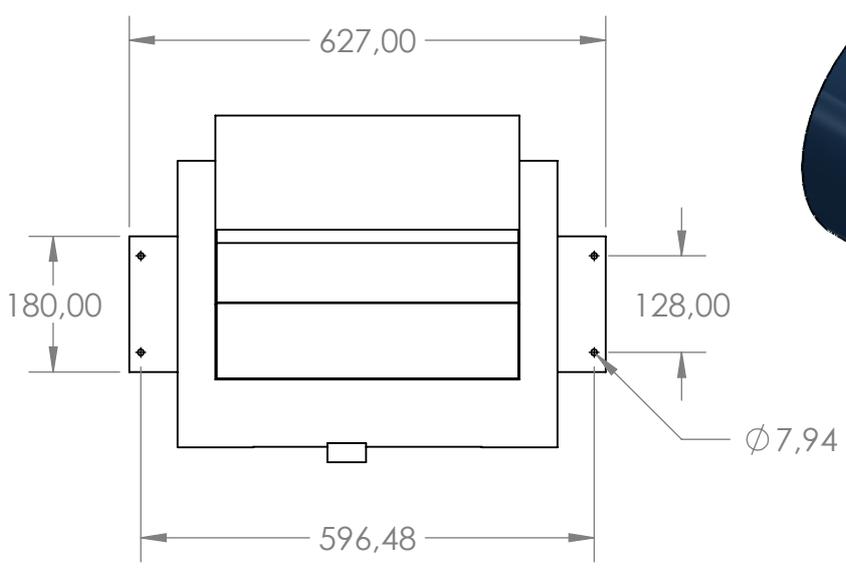
ESCALA: 1:5

HOJA 1 DE 1

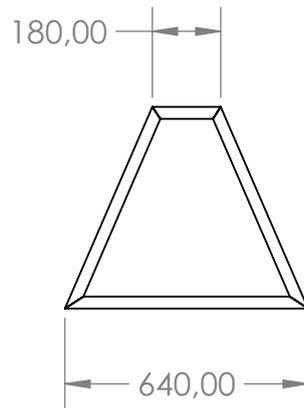
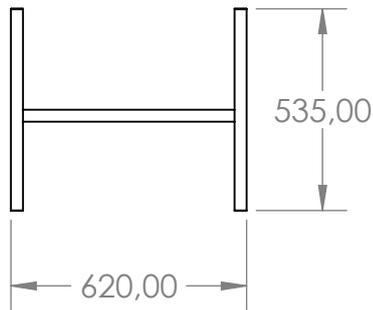
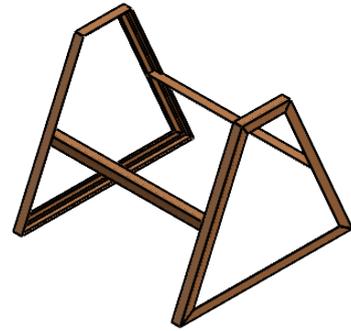
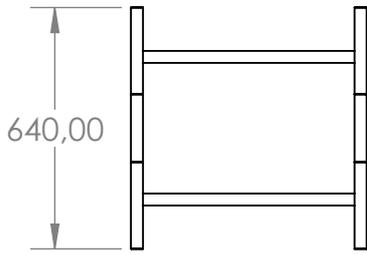
4 3 2 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ.		NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.		Eryck Zorro				22 10 2023		Eje	
DIBUJ.		Miller Chacón							
APROB.								Vista General	
FABR.									
CALID.								A4	
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
						AISI 1020		Vista General	
						PESO:		ESCALA:1:10	
								HOJA 1 DE 1	

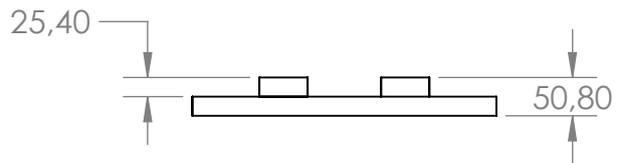
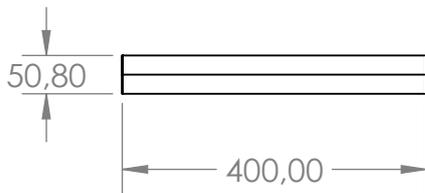
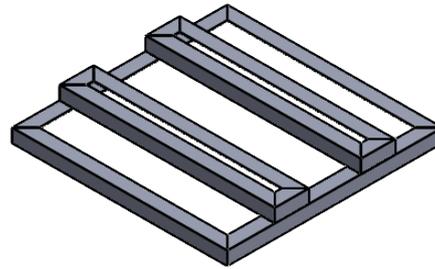
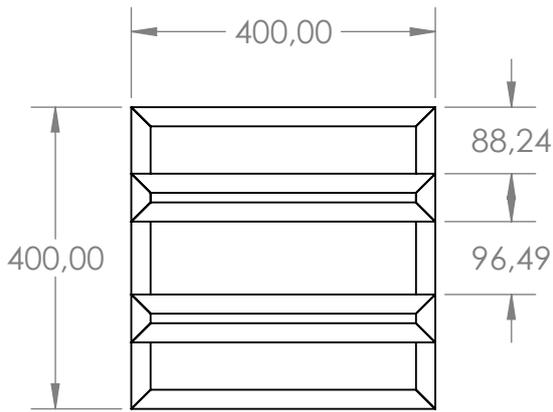


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ. Eryck Zorro		FIRMA		FECHA 22 10 2023		TÍTULO: <h1>Cilindro</h1>			
DIBUJ. Miller Chacón									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL: <h2>AIISI 1020</h2>		N.º DE DIBUJO <h1>Vista General</h1>		A4	
				PESO:		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1	



Angulo 1.25" x 1.25" x 3/16"

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
DIBUJ. Eryck Zorro				FIRMA			FECHA			TÍTULO: <b>Base</b>			
DIBUJ. Miller Chacón													
APROB.													
FABR.													
CALID.							MATERIAL: <b>AINI 1020</b>			N.º DE DIBUJO <b>Vista General</b>		A4	
							PESO:			ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
TOLERANCIAS:  
LINEAL:  
ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Eryck Zorro		22	10	2023	
DIBUJ.	Miller Chacón					
APROB.						
FABR.						
CALID.						
						MATERIAL: <b>AINI 1020</b>
						PESO:

TÍTULO:

**Base Motor**

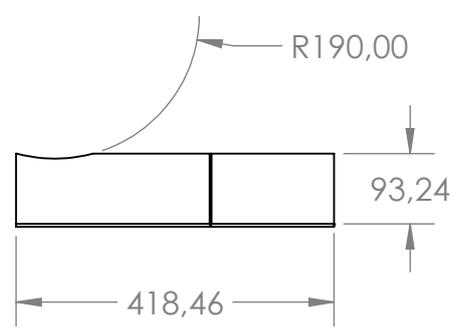
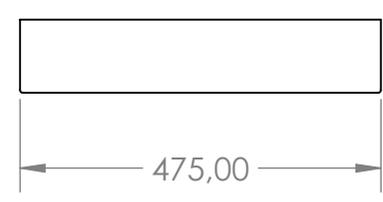
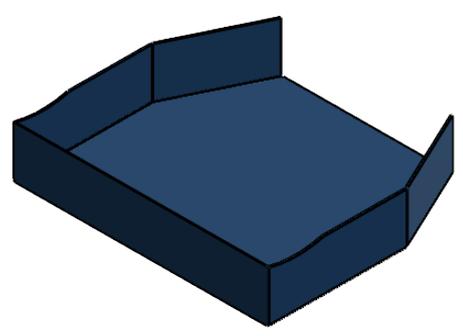
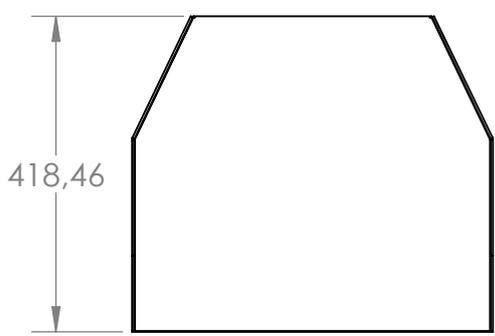
N.º DE DIBUJO

**Vista General**

A4

ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ.	Eryck Zorro			22	10	Bandeja Salida			
DIBUJ.	Miller Chacón								
APROB.									
FABR.									
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
						AISI 1020		Vista General	
						PESO:		ESCALA: 1:10	
								HOJA 1 DE 1	

F  
E  
D  
C  
B  
A

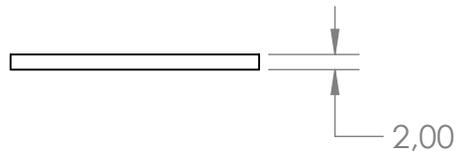
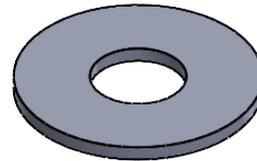
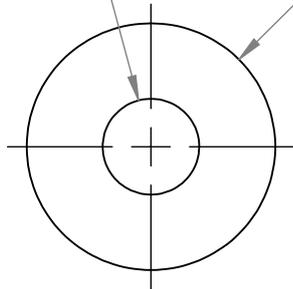
F  
E  
D  
C  
B  
A

4 3 2 1

4 3 2 1

Ø 12,70

Ø 32,70



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
 ACABADO SUPERFICIAL:  
 TOLERANCIAS:  
 LINEAL:  
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA			
DIBUJ.	Eryck Zorro		22	10	2023	
DIBUJ.	Miller Chacón					
APROB.						
FABR.						
CALID.						
						MATERIAL:
						<b>AISI 1020</b>
						PESO:

TÍTULO:

# Arandela

N.º DE DIBUJO

## Vista General

A4

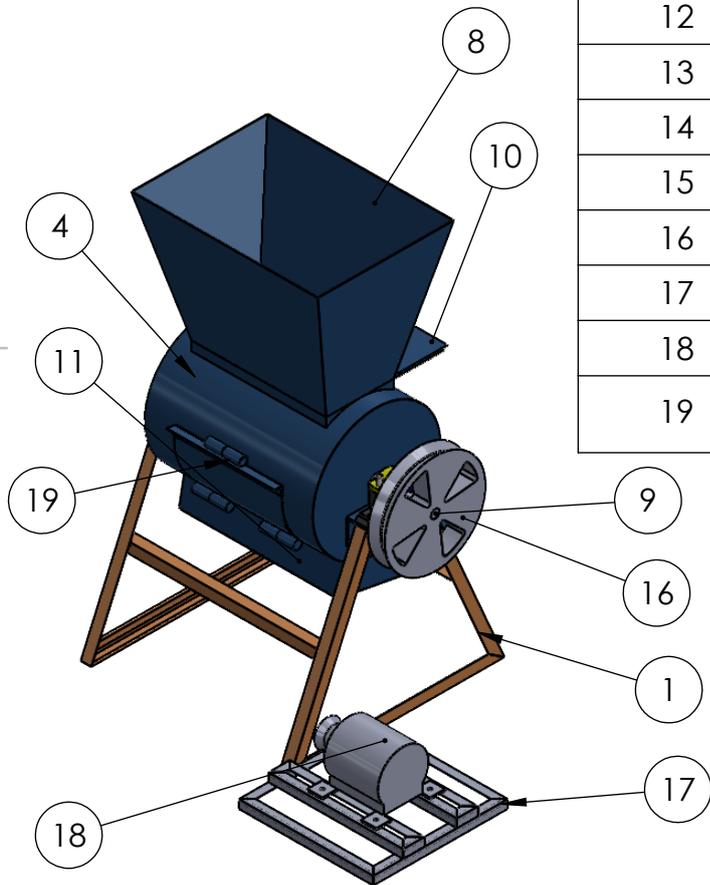
ESCALA:1:1

HOJA 1 DE 1



4 3 2 1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Burro	1
2	Cilindro	1
3	1	2
4	3	2
5	2	2
6	4	2
7	5	4
8	Tolva de alimentación	1
9	Eje	1
10	Tapa Tolva	1
11	Bandeja Salida	1
12	Lámina Cilindro	1
13	Tornillo 0.5in	1
14	Arandela 0.5in	1
15	Cadena	1
16	Polea	1
17	Base Motor - Burro	1
18	Motor	1
19	Tapa Cilindro Arreglada	1



F  
E  
D  
C  
B  
A

F  
E  
D  
C  
B  
A

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
---	----------	---------------------------------	---------------------	----------

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	Eryck Zorro		22 10 2023
DIBUJ.	Miller Chacón		
APROB.			
FABR.			
CALID.			

TÍTULO: <b>VISTA ISOMETRICA</b>
N.º DE DIBUJO <b>Vista General</b>
ESCALA:1:20
HOJA 1 DE 1

4 3 2 1

A

A

MATERIAL:  
**AI SI 1020**

A4