

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE
CEBOLLA CABEZONA POR TAMAÑOS

MATEO GIL GARCIA

JOSE NICOLAS GONZALEZ CRISTANCHO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2021

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE
CEBOLLA CABEZONA POR TAMAÑOS

MATEO GIL GARCIA
JOSE NICOLAS GONZALEZ CRISTANCHO

Trabajo de grado
para optar por el título de Ingeniera Mecánica

Director(es)
Ing. Leonardo Cely Gúezguán
Ing. Edwin Torres Díaz

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2021

DEDICATORIA

A Dios, por permitirnos ser perseverantes y lograr cumplir nuestros objetivos.

A nuestros padres por su dedicación, esfuerzo, por ser el apoyo constante y nuestro ejemplo de vida, a nuestros hermanos por apoyarnos en cada paso y logro alcanzado.

A nuestra familia por creer en nosotros.

A cada persona que ha hecho parte de nuestra vida por ser un apoyo incondicional en todo lo que nos proponemos.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes, a la facultad de Ingeniería Mecánica y a la Universidad Santo Tomas por permitirme cursar y aprobar mis estudios de pregrado y por generar espacios de investigación para la realización del presente proyecto.

Al señor agricultor Carlos Gil y empleados por su colaboración y apoyo brindado en la presente investigación.

A nuestros compañeros de estudio, por ser parte de nuestra formación académica.

A nuestros padres, familia y amigos quienes con su apoyo, paciencia y dedicación hicieron posible la formación de nuestro pregrado.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	15
SIMBOLOGÍA	16
RESUMEN.....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUCCIÓN	21
JUSTIFICACIÓN.....	22
1. OBJETIVOS.....	23
1.1 OBJETIVO GENERAL	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	24
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	24
3. MARCO TEÓRICO	25
3.1 VARIEDADES DE CEBOLLA CABEZONA A NIVEL COLOMBIA:	25
3.2 DEPARTAMENTOS POTENCIALES.....	26
3.3 RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	27
3.4 Recolección y clasificación manual.....	27
3.5 Recolección y clasificación mecanizada.	30
4. DISEÑO METODOLOGICO	33
4.1 CLASE DE INVESTIGACIÓN.	33
4.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
4.3 HIPÓTESIS.....	34
4.4 EJECUCIÓN	35

4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	36
4.6 ANÁLISIS DE DOCUMENTOS:	36
4.7 PARÁMETROS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN.....	36
4.8 ORIENTACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE DOCUMENTOS:	37
4.9 PROCESO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO:.....	37
4.9.1 Problemática a solucionar.....	38
4.9.2 Búsqueda de información primaria y secundaria.	38
4.9.3 Determinación de los parámetros para la clasificación de la cebolla.	38
4.9.4 Evaluación de las alternativas de diseño de la máquina para escoger el diseño más viable.	38
4.9.5 Diseño de la máquina (Planos a detalle).....	38
4.9.6 Análisis de pruebas de resistencia mecánica del diseño (Herramienta computacional).....	39
4.9.7 Selección de los materiales y componentes de la máquina.....	39
4.9.8 Construcción de la maquina teniendo en cuenta los pasos anteriores.	39
4.9.9 Realización de plan de mantenimiento.	39
5. ANÁLISIS AL FUNCIONAMIENTO Y UTILIDAD	40
5.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA.....	40
5.2 MODELO FUNCIONAL.....	41
5.3 ALIMENTACIÓN	41
5.4 CAPACIDAD DE CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINA.....	42
6. PARÁMETROS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA CEBOLLA	43
6.1 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES	43
6.2 CLASIFICACIÓN	43

6.2.1 Tamaño (dimensión).....	45
6.2.2 Higiene.....	46
6.2.3 Empaque y presentación	46
7. NORMATIVIDAD VIGENTE APLICABLE	47
7.1 NORMAS PARA LA SELECCIÓN Y MANIPULACIÓN DE CEBOLLA (MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS).....	47
7.2 NORMAS DE MAQUINARIA AGRÍCOLA	51
8. INGENIERÍA DEL PROYECTO	53
8.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO	53
8.1.1 Alternativa 1: Sistema de clasificación por rodillo giratorio.	53
8.1.2 Alternativa 2: sistema de clasificación por tambor rotatorio.	54
8.1.3 Alternativa 3: sistema de clasificación con bandas transportadoras divisoras.	55
8.1.4 Alternativa 4: Sistema de clasificación con varilla separada.	56
8.2 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	57
8.3 DISEÑO PRELIMINAR	59
8.3.1 Dimensionamiento de la máquina.....	60
8.3.1.1 Dimensiones de la estructura.....	60
8.3.1.2 Dimensiones de la tolva de alimentación.....	60
8.3.1.3 Dimensiones de las bandejas de recolección.	61
8.3.1.4 Dimensión de platinas de sujeción.....	61
8.3.1.5 Dimensión de los ejes.....	61
8.3.1.6 Dimensión de poleas y correa.....	62
8.3.1.7 Dimensión y tipo de cojinetes.	62
8.3.1.8 Dimensión y tipo de cadena.....	62

8.3.1.9 Dimensión de catarinas.....	63
8.3.1.10 Dimensión de varillas espaciadas.....	63
8.3.1.11 Selección y tipo de pernos y remaches.....	63
8.3.2 Características de la máquina.....	64
8.4 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO	65
9. CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL ARQUETIPO	88
9.1 ANÁLISIS DE CARGA ESTÁTICA.....	88
9.2 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA.....	89
9.3 MATERIALES	89
9.4 FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA.	90
9.4.1 Estructura.....	90
9.4.2 Banda transportadora con varillas.	92
9.4.3 Tolva y bandejas de recolección.....	94
9.4.4 Sistema motriz.	94
9.4.5 Resultado final del ensamble de la máquina.....	95
9.4.6 Validación del funcionamiento.	95
10. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	97
10.1 COMPONENTES GENERALES DE LA MÁQUINA.	97
10.2 PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.	99
10.3 MANUAL DE OPERACIÓN.....	100
10.3.1 Conectar la máquina a la red eléctrica.....	100
10.3.2 Manejo de interruptor encendido y apagado (ON/OFF)	101
.....	101
10.3.3 Disponer los sacos o empaques del producto en las bandejas recolectoras.	101

10.3.4	Suministro de producto a la maquina.....	102
10.3.5	Después del trabajo	103
10.4	MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	104
10.4.1	Consideraciones.....	104
10.4.2	Mantenimiento	104
10.5	RIESGOS.....	109
11	CONCLUSIONES	111
12	RECOMENDACIONES	113
	REFERENCIAS	114

LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 1: Variedades de la cebolla cabezona	25
Tabla 2: Áreas sembradas del cultivo de cebolla cabezona según departamento para el periodo 2013-2014.....	27
Tabla 3: Ejecución de variables presentes	35
Tabla 4: Muestreo cebolla bulbo.....	44
Tabla 5: Clasificación del tamaño del bulbo.....	45
Tabla 6. Evaluación de las alternativas.....	59
Tabla 7: Características de la máquina.....	64
Tabla 8: Tabla de información dimensional para cadenas de motocicleta	71
Tabla 9. Sistemas que componen la maquina	89
Tabla 10: Lista de materiales para la construcción	89
Tabla 11: Componentes generales de la maquina clasificadora.....	97
Tabla 12: Puesta en marcha de la maquina	99
Tabla 13: Manual de mantenimiento y lubricación.....	105
Tabla 14: Problemas y soluciones.	108

LISTA DE GRÁFICAS

Pág

Diagrama 1. Diseño de investigación.....	33
Diagrama 2. Proceso del desarrollo del proyecto	37
Diagrama 3. Diagrama funcional del sistema	40
Diagrama 4: Diagrama cortante y momento de la varilla.	66
Diagrama 5: Diagrama esfuerzo cortante.	66
Diagrama 6: Diagrama del momento deflector.....	67
Diagrama 7: Diagrama de cargas plano YZ.....	75
Diagrama 8: Diagrama cortante plano YZ.....	75
Diagrama 9: Diagrama de momento plano YZ.....	76
Diagrama 10: Diagrama de cargas plano XZ.....	76
Diagrama 11: Diagrama cortante plano XZ.....	77
Diagrama 12: Diagrama momento plano XZ.....	77
Diagrama 13: Diagrama de torques en el eje.	78

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1. Departamentos con mayor producción de cebolla cabezona.	26
Figura 2. Recolección manual de cebolla cabezona.....	28
Figura 3. Extracción manual	28
Figura 4. Extracción con herramienta.	28
Figura 5. Secado al sol.	28
Figura 6. Esparcido de la cebolla.....	29
Figura 7. Limpieza de la cebolla.	29
Figura 8. Recolección manual de cebolla cabezona.....	30
Figura 9. Tractor para extracción mecanizada.....	30
Figura 10. Esquema de funcionamiento.	31
Figura 11. Clasificadora mecánica por rodillos	32
Figura 12. Modelo funcional.....	41
Figura 13: Medición de la cebolla	44
Figura 14. Clasificadora por cilindro giratorio.....	54
Figura 15. Clasificadora por tambor rotatorio.....	55
Figura 16. Clasificadora con bandas divisoras	56
Figura 17. Clasificadora con varilla separada	57
Figura 18: Vista general del diseño.....	64
Figura 19:Tolva de alimentación.....	65
Figura 20: Dirección σ_x	67
Figura 21: Apoyos y carga en la varilla	67
Figura 22. Partes de un eslabón de cadena	71
Figura 23. Medidas de Sprocket.	73
Figura 24. Simulación del eje de transmisión principal	74
Figura 25 Radio del hombro.	78
Figura 26: especificaciones del cojinete	80
Figura 27: Placa de información del motor	82
Figura 28: Características del motor	82
Figura 29. Tabla Factor de servicio.....	84
Figura 30. Grafica para la selección del tipo de banda.....	85
Figura 31. Ecuaciones para hallar la distancia entre centros.....	85
Figura 32. Ecuaciones para calcular la longitud de la banda.....	86
Figura 33: Deformación total de las bandejas cargadas en ANSYS:	88
Figura 34. Estructura de la máquina.	91
Figura 35.Soportes de rigidez para la estructura.	91
Figura 36. Chumaceras	92
Figura 37. Cadena con varilla implementada.....	92
Figura 38. Banda transportadora	92
Figura 39. Sprocket ensamblados al eje.....	93
Figura 40. Ensamble del eje y polea.....	93

Figura 41. Tolva de alimentación.....	94
Figura 42. Tolvas de recolección	94
Figura 43.Sistema motriz.	95
Figura 44. Máquina clasificadora cebolla cabezona por tamaños.....	95
Figura 46: Maquina Clasificando el producto.....	96
Figura 45: Maquina en funcionamiento.....	96
Figura 47: Cables de alimentación.....	100
Figura 48: Interruptor ON/OFF.....	101
Figura 49: Recolección bandeja 1.....	101
Figura 50: Recolección bandeja 2.....	101
Figura 51: Alimentación de la máquina.....	102
Figura 52: Cables de alimentación.....	103
Figura 53: Interruptor ON/OFF	103
Figura 54. Riesgo mecánico	109
Figura 55. Señalización de riesgo eléctrico.	110

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Estructura.	120
Anexo 2: Tolva de alimentación	121
Anexo 3: Bandeja recolectora 1	122
Anexo 4: Bandeja recolectora 2	123
Anexo 5: Platina 1	124
Anexo 6: Platina 2	125
Anexo 7: Eje	126
Anexo 8: Plano general	127
Anexo 9: Explosionado	128
Anexo 10: Análisis de cargas estáticas	129

GLOSARIO

AGRICULTURA: se define como “el arte de cultivar la tierra” es la agencia responsable de cultivos de suelos, producción y recolección de productos, como también cría y desarrollo de ganado (Alarcón Montaña, A. V., & Gaviria Macias, J. H. 2016).

CEBOLLA DE BULBO: esta pertenece a la familia de la *Liliaceae* y es uno de los productos de consumo más ambiguos, este producto cuenta con bajo contenido calórico, en su mayoría con un porcentaje alto en agua, con un aporte considerable en su contenido en fibras y vitaminas (Alarcón Montaña, A. V., & Gaviria Macias, J. H. 2016).

CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN: proceso en el cual se lleva a cabo la separación y la clasificación de un producto determinado según sus características morfológicas, como también su calidad de textura y tamaño, esto con el fin de ser reagrupados en sus diferentes conjuntos (Marradi, A. 1990).

COSECHA: se caracteriza por el desprendimiento del troco del producto que es de interés comercial como cebolla, tomate, naranja, etc. (Castellanos, M.; Vejarano, I.; Flores, E. 2012)

IMPACTO AMBIENTAL: las personas lo entendemos como una consecuencia que se produce a través del comportamiento humano y por estas acciones causa diversos efectos en el medio ambiente, lo que tendrá consecuencias en el entorno natural y social (Gutiérrez Aponte, J., & Sánchez Ángulo, L. 2009).

IMPACTO SOCIAL: se refiere a las consecuencias o resultados positivos que se pueden ver reflejados en la sociedad al realizar un proyecto o plan social (Libera Bonilla, B. E. 2007).

PROCESOS: son procesos en los cuales es necesario el trabajo con mano de obra humana o por medio de sistemas mecanizados, para llevar a la meta requerida por la necesidad del ser humano.

SIMBOLOGÍA

Rpm = Revoluciones por minuto.

Hp = (HORSEPOWER) Caballos de potencia.

Nv = Numero de varillas.

Nc = Numero de cebollas.

δ = densidad kg/m^3 .

Vv. = volumen de la varilla.

Pc = peso de las cebollas.

mv = masa de la varilla kg.

F = Torque N.m.

n = velocidad rpm.

Wa = aceleración.

g = gravedad especifica kg/m .

Fec = Fuerza que ejercen las cebollas N.m.

Vt = Volumen de la tolva m^3 .

V = Tensión

Wm = peso lineal del material (kg/m).

dt= capacidad del transportador (ton/h).

v = velocidad del transportador (m/min).

Wc: peso total de la cadena (kg/m).

nh: número de hileras de cadena.

Wca: peso por metro de cadena (kg/m).

Wv: peso de la varilla (kg).

d: distancia entre varillas (m).

Cp: Tensión máxima de la cadena (N).

C: distancia entre centros de los catalinas (m).

J: Pandeo de la cadena (m).

Uc: coeficiente de fricción.

Wct: peso de la carga total (kg).

fu: factor de uso:

P = paso de la cadena (mm).

Pe: potencia del eje (KW).

Cpd: tensión de diseño (N).

Vc: velocidad de la cadena (m/s).

T: torque producido (Nm).

Dp: diámetro de paso (m).

K: constante (2 correa plana y 1,5 correa trapezoidal)..

d2: diámetro de la polea (m).

Pp: peso polea.

We: carga del eje.

Fp: fuerza de flexión de la polea.

Vtolva: Volumen de la tolva.

Ma: Momento máximo.

Mm: Momento medio.

Tm: Torque máximo.

Ta: Torque axial.

RESUMEN

Este proyecto tuvo como propósito determinar, las causas, consecuencias y solución de las deficiencias en labores de agricultura, específicamente en la clasificación de cebolla de bulbo. Arrojó como resultado que la deficiencia se debe a la falta de prototipos técnicos que faciliten este proceso, requiriendo mayor mano de obra, aumentando el costo de producción.

Los indicadores determinaron que en el proceso de recolección lo que más demanda tiempo es la selección por tamaño de la materia, ya que es requerida por los intermediarios de la región inicialmente en tres grupos; como consecuencia el aumento de costo de producción. Así mismo se enfatiza en la necesidad de diseñar un arquetipo con las características requeridas.

Los antecedentes fueron empleados para mostrar la relación con el diseño y diferencia entre distintas formas posibles de clasificar en un mismo elemento, fusionando la ergonomía, puesto que la investigación tiene como argumento principal contribuir a la agricultura que en Colombia representa una base económica importante, para numerosas familias.

Se enuncia el desarrollo del proceso a implementar. Se declaran los objetivos planteados por cada área y se pone en ángulos comparativos con lo desarrollado. Se enfatiza en el marco normativo teniendo en cuenta leyes, decretos y resoluciones nacionales que busca tener una capacidad acorde a la producción independiente en boyacenses, se redactan las conclusiones de la propuesta y se responde a las mismas.

PALABRAS CLAVE: Agricultura, clasificación, cebolla de bulbo, producción, tiempo, tamaño.

ABSTRACT

The goal of this project was to determinate the causes, consequences and solution of shortcomings in agricultural work, specifically in the classification of bulb onion, which resulted than the deficiency occurs for the lack of technical prototypes to facilitate this development, current methods require more staff, increasing the production costs

In the harvest process, the numbers determinate, what the most requires time is the size selection process of product, since the regional brokers demands three different groups of onion classified by their size, according to an archetype of the product whit mandatory characteristics for the commercialization, making the cost production higher.

These backgrounds show the relation between the design of this project and the different ways used to classified onion, so this project has as final goal make a contribution in agronomic sector in Colombia, a sector which represents an important economic base for a major portion of population.

In the oncoming project, the process to be implemented is announced, the objectives set are declared for each area, a set different comparative angles whit the development of the prototype, also we emphasize in the national legal regulatory framework, looking to encourage the local and independent production in Boyacá, in the end we set the conclusion of the proposal and the answers of the project

Keywords: Agriculture, bulb onion, classification, production, size, time.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, los avances mecánicos han dado un vuelco que junto a la tecnología hacen de la vida diaria de los seres humanos una labor más sencilla. En el caso de los agricultores es diferente, ellos usan métodos tradicionales para actividades de gran esfuerzo, un gran ejemplo es el cultivo de cebolla bulbo, que tiene un proceso de clasificación y empaqueo tediosos que deteriora el estado físico del trabajador junto con la deficiencia productiva, y a su vez el tiempo que requieren para esta actividad.

Por lo expuesto anteriormente nace la idea de desarrollar una investigación, que proyecta un prototipo de carácter agrícola como alternativa para quienes cosechan cebolla de bulbo. La característica principal de este producto agrícola es su tamaño, que se determina como pequeño, mediano y grande; por lo cual se idealizó un prototipo que cumpliera con la característica de tamaño de la cebolla.

Para contribuir con el análisis es necesario mencionar las opiniones sobre lo que desean mejorar los productores de cebolla bulbo en el municipio de Cucaita (Boyacá). Ellos buscan mejorar el rendimiento del escogido o clasificación de dicha cebolla, también buscan que la clasificación sea un poco más exacta en comparación a la realizada por el método tradicional.

JUSTIFICACIÓN

Colombia es un país que tiene un desarrollo económico forjado principalmente por la agricultura, ya que cuenta con abundancia en terrenos fértiles para la siembra de muchos productos, tales como: cebolla, tomate, fresa, papa, arveja, maíz, limón, etc. Según (Díaz, J. M., Pérez, A., Lewin, P., Requena, B., & Oteyza, S. 2006) desde la crisis de los 80 y algunas reformas en las macro empresas que se han venido implantando y además insertando tecnologías modernas las cuales son ventajas que han sido enfocadas en los grandes productores y en sectores con más acceso a las ayudas públicas, lo cual ha dejado de lado al campesino y la pobreza que se encuentra en el sector rural la que ha existido y sigue siendo muy elevada, tomando como evidencia el departamento de Boyacá.

Una posible tecnificación en el mercado es inaccesible para la mayoría de pequeños productores. La maquinaria ofrecida en la industria con este fin (clasificadora), es de valores elevados; por lo tanto, en la actualidad los procesos de cosecha y clasificación no son realizados de manera tecnificada, por el contrario, son procesos que se realizan de una forma tradicional.

Con el fin de ahorrar tiempo, se plantea la implementación de un proceso mejorado, el cual se realice de manera eficaz y organizada, que a la vez se adapte a las posibilidades económicas de un productor promedio. Se plantea un arquetipo que ahorra simultáneamente en el tiempo y los gastos que comúnmente demandaría realizar esta tarea, además de la efectividad de este proceso que evitará que la cebolla cabezona madure antes del momento de la distribución.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un arquetipo para la clasificación de cebolla cabezona por tamaño.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un análisis al funcionamiento y utilidad de la maquina con bases científicas y tecnológicas.

Definir los parámetros de clasificación de la cebolla cabezona.

Investigar las diferentes normas aplicables a la selección de cebolla cabezona.

Buscar normas aplicadas a maquinaria agrícola.

Implementar herramientas de dibujo CAD para sus respectivos planos y para llevar una metodología de diseño que nos permita recolectar datos comerciales de cada uno de sus componentes.

Construir del arquetipo para validación de diseño y funcionamiento de componentes.

Elaborar plan de mantenimiento de la máquina clasificadora.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La construcción de un arquetipo para la selección de cebolla cabezona, surge como respuesta a la necesidad de presentar el producto acorde a los requerimientos del mercado agrícola en Boyacá. Actualmente el departamento no cuenta con un proceso de selección de cebolla acorde a la demanda ya que la maquinaria que ofrece el mercado es inasequible para los pequeños productores por su elevado costo.

Actualmente el proceso de selección de la cebolla en Boyacá, se realiza de forma manual, clasificando al producto en tres tamaños, pequeño, mediano y grande (riche, gruesa y cero). Este proceso presenta inconvenientes en cuanto a costos, por el personal requerido y el tiempo de recolección, selección y empacado de la materia para la venta. Adicional a lo anterior, la calidad del producto no es la requerida en los mercados nacionales.

3. MARCO TEÓRICO

En este apartado se presenta la teoría y definición de los términos que se emplean en el documento, se presentan las variedades, tipos, áreas y zonas de cultivo de cebolla, además se presentan los métodos de selección y clasificación explicándolo de manera generalizada. Se consultan diferentes fuentes primarias y secundarias en donde se expone la investigación y el diseño del estudio, ampliando la teoría y los factores que se tienen en cuenta para el estudio acomodando la información científica existente sobre lo que se va a dar solución.

3.1 VARIEDADES DE CEBOLLA CABEZONA A NIVEL COLOMBIA:

Según el Departamento Administrativo Nacional De Estadísticas (DANE). En Colombia existen variedades de cebolla cabezona que tienen características que ayudan con la resistencia a las enfermedades y adaptación a diferentes entornos como las semillas que se identifican con las letras PRR, estas semillas también se caracterizan por su buena productividad y uniformidad de maduración (Abril-Saltos, R. V., Ruiz-Vásquez, T. E., Alonso-Lazo, J., & Cabrera-Murillo, G. M. 2017).

Las cebollas más cultivadas en Colombia son aquellas de adaptación rápida al tipo de tierra como lo Yellow Granex F1 (PRR), Superex F1, Nirvana F1, HIB Yellow Granex, Granex Carnaval, Yellow Granex Edén, Texas Early Yellow Gran 502, Red Creole, Colina F1, Híbrido Rojo F1, Rosada Milenio F1, Dulcinea F1, Sierra F1, Roja Eureka F1, Francisca F1, entre otras (DANE, 2016).

Tabla 1: Variedades de la cebolla cabezona

Variedades	Rango de adaptación
Amarilla	
Yellow Granex	0 – 3000 msnm
Granex 429	0 – 1500 msnm
Blanca	
Rexor	1700 – 2500 msnm
Cristal White Wax	0 – 1500 msnm
CHA (102-105)	800 – 1500 msnm
Roja	
Red Creole	0 – 1700 msnm
Red Granex	1800 – 2800 msnm

Fuente: (Corporación Colombia Internacional, Asociación Hortifructícola de Colombia, 2006).

3.2 DEPARTAMENTOS POTENCIALES

Los departamentos con mayor producción de cebolla son: Boyacá, Norte de Santander y Cundinamarca.

Figura 1. Departamentos con mayor producción de cebolla cabezona.



Fuente: Autores.

Tabla 2: Áreas sembradas del cultivo de cebolla cabezona según departamento para el periodo 2013-2014

Departamento	Área sembrada (ha)		Variación (%)	Participación (%)
	2013	2014		
Total	12613	11453	-9.2	100.0
Boyacá	5325	4898	-8.0	42.8
Norte de stder	3156	2824	-10.5	24.7
Cundinamarca	2793	1409	-137	21.0
Santander	526	490	-6.8	4.3
Nariño	352	361	2.6	3.2
Cesar	199	186	-6.5	1.6
Huila	97	148	52.6	1.3
Valle del cauca	125	96	-22.9	0.8
Antioquia	24	26	8.3	0.2
Tolima	5	5	-	0.0
Quindío	1	4	640.0	0.0
Caldas	1	3	200.0	0.0
Cauca	8	2	-75,0	0.0
Meta	2	2	-	-
Caquetá	-	-	-	-

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales, 2014)

3.3 RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los cultivos de cebolla se recolectan de diferentes formas, todas estas se resumen en dos (2) formas: manual y mecanizada, posterior a la recolección se debe clasificar el producto teniendo en cuenta calidad, tipo, color y tamaño, esto al igual que la recolección se hace de diferentes formas, resumiéndose en dos (2) grupos: manual y mecanizada como se explican a continuación:

3.4 Recolección y clasificación manual. La recolección de la cebolla cabezona inicia cuando las hojas empiezan a secarse, señal de estado de madurez y punto preciso para su recolección, esta es extraída a mano si está en tierras ligeras y con pico o azadón si las tierras son rígidas, estas son herramientas que facilitan la extracción de la hortaliza sin ningún daño, luego de ser extraída se deja sobre la tierra de 2-3 días con el objetivo de que seque al sol y logre un color brillante deseado, este procedimiento es recomendable hacerlo en días secos. Para el transporte sobre las tierras se emplean sacos tipo malla o costale (InfoAgro. s,f)

Figura 2. Recolección manual de cebolla cabezona



Fuente: Autores.

Para la recolección y selección de esta, se llevan a cabo una serie de pasos como lo es: sacar la cebolla de la tierra y dejarla en la superficie en forma de hilera, quitando el exceso de tierra para que esta tenga un secado uniforme, este proceso se puede realizar con la mano o por medio de una herramienta llamada pico (azadón).

Figura 4. Extracción con herramienta.



Figura 3. Extracción manual



Figura 5. Secado al sol.



Fuente: Autores.

Siguiente a la extracción se procede a realizar el despaste de esta, que consiste en quitarle el tallo o rama a la cebolla, además se debe quitar el exceso de raíz que en esta queda para que la cebolla este solamente en su forma redonda o elíptica, este proceso se realizar con ayuda de un cuchillo o bisturí.

Figura 6. Esparcido de la cebolla.



Fuente: Autores.

El paso a seguir es quitarle el exceso de tierra y hojas secas que tiene el producto, esto se realiza empleando un saco o costal, el cual se utiliza para aplicarle un determinado porcentaje de cebolla para así poder darle un movimiento uniforme y lograr que el producto obtenga el color deseado. Se deja de nuevo en el suelo para luego por medio de una máquina aplicarle una cantidad de aire para eliminar los desechos no deseados.

Figura 7. Limpieza de la cebolla.



Fuente: Autores.

Se hace la clasificación del producto para la comercialización de la cebolla cabezona, conforme al comprador mayorista de Colombia (Corabastos), el producto es seleccionado y empacado en sus respectivos sacos mallados con capacidad de 50 kg, estos son recaudados de forma manual. Por lo tanto, se debe tener la

capacidad de reconocer cual es el tamaño correspondiente para cada variedad, el proceso se evidencia en la siguiente imagen tomada de la cosecha del señor Carlos Gil, agricultor dueño de la finca “El rodeo” ubicada en el municipio de Cucaita Boyacá.

Figura 8. Recolección manual de cebolla cabezona.



Fuente. Autores.

3.5 Recolección y clasificación mecanizada. Es un método que es el encargado de recolectar el producto empezando por la extracción manual o mediante herramientas, prosiguiendo a recoger el producto o también si es una tierra suave se puede hacer este proceso en un solo paso, también este trabajo se puede realizar con cosechadoras que deben ser arrastradas por un tractor (figura 11) según sus especificaciones, la potencia que se necesita es transmitida por el tractor mediante su fuerza. (InfoAgro. s,f)

Figura 9. Tractor para extracción mecanizada



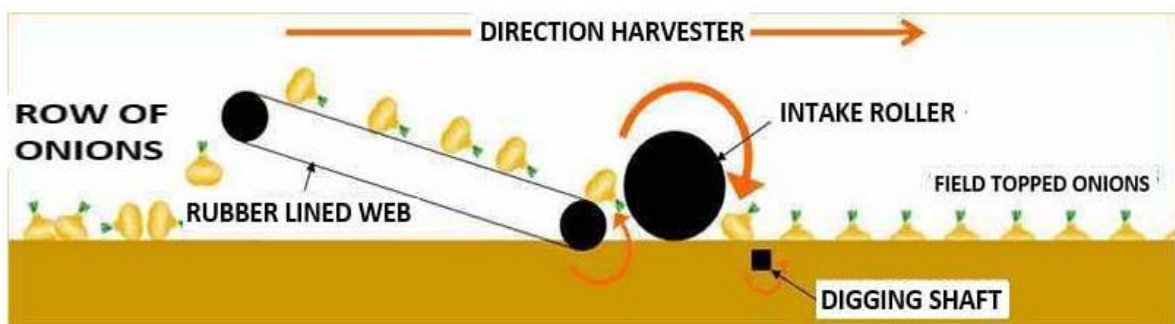
Fuente: (AgriExpo. s,f)

En el proceso de recolección se deben cumplir diferentes etapas para llevarla a cabo como cortar de la rama el producto con la desbrozadora que se utiliza con el tractor, la maquina desbrozadora corta el tallo y lo deja en trozos pequeños distribuidos por el suelo para que se integre en el terreno después de la cosecha, como también lo puede dejar en forma de hilera por donde pasa las llantas para luego ser recolectados.

Por lo general la maquinas cosechadoras trabajan de la siguiente manera:

- Seguido de haber limpiado el producto quitándole ramas y tallo, entra la cosechadora.
- La cosechadora cuenta con un eje que se encuentra en sentido contrario a la cosechadora, este eje va debajo de la tierra justo en las raíces y el resultado es que las cebollas quedan sueltas y listas para su levantamiento o recolección.
- Seguido del eje, un rodillo apila la cebolla en un tamiz o parrilla.
- La cinta o el tamiz (con recubrimiento de caucho) sacude las cebollas para librarlas de tierra o terrones.
- una vez apilada y limpiada la cebolla se procede a ser recogida y dirigida a un depósito (Mecanización, Combate, Inflación. (s,f)).

Figura 10. Esquema de funcionamiento.



Fuente: (Mecanización, Combate, Inflación. (s,f)).

Como se ha mencionado anteriormente, la maquinaria necesaria para facilitar el trabajo en el campo es demasiado costosa en Colombia, por lo cual es inasequible para los campesinos, los cuales tienen que hacer todos los procesos de forma manual, y esto demanda tiempo y dinero debido a la mano de obra requerida para

realizar los diferentes procesos de cultivo, cosecha, recolección, clasificación y comercialización.

La clasificación mecanizada es semi automático o automático, esto por medio de una máquina o equipo (figura 16), la máquina clasificadora cuenta con un principio de funcionamiento, el cual se compone por sistemas como el sistema de alimentación, tracción y clasificación. Este método busca optimizar, agilizar y economizar este proceso implementando la máquina clasificadora y de esta manera sustituir la mano de obra que se implementa en esta tarea.

Figura 11. Clasificadora mecánica por rodillos



Fuente: (Alcalde Cajamarca, & Bone Fonte,. 2013).

4. DISEÑO METODOLOGICO

Mediante el diseño metodológico se busca dar a conocer la manera como se desarrolló el documento, especificando desde los métodos de investigación hasta el diseño, construcción y elaboración del plan de mantenimiento. Su meta es conducir satisfactoriamente el trabajo de grado, definiendo las pruebas y técnicas de recolección de datos que se utilizarán para alcanzar los objetivos.

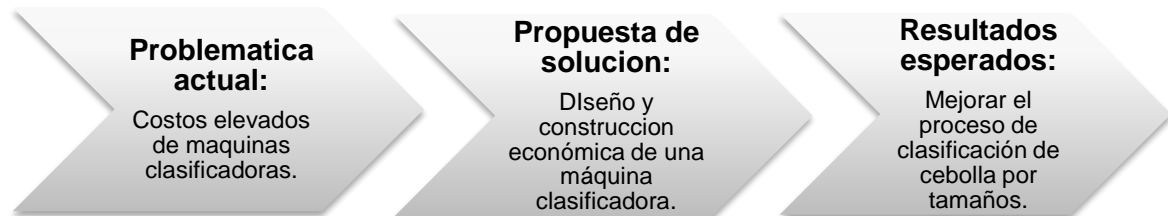
4.1 CLASE DE INVESTIGACIÓN.

El presente documento es desarrollado mediante una investigación de clase aplicada, en este proyecto se aplican conocimientos básicos de la ingeniería, poniendo en práctica: diseño mecánico, mantenimiento industrial, soldadura y elementos finitos, que conduce al diseño y construcción de una máquina para la clasificación de cebolla cabezona por tamaños.

4.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Con el diseño de investigación se da un orden para dar inicio a la recolección de datos (Diagrama 1), empezando por plantear el problema que se quiere solucionar, seguido de una propuesta que dará inicio al desarrollo del problema planteado y por último se expone a lo que se quiere llegar con la solución a ese problema.

Diagrama 1. Diseño de investigación



Fuente: Autores.

4.3 HIPÓTESIS.

El diseño y construcción del arquetipo de una maquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaño, optimizará el proceso de clasificar la cebolla mediante tecnología, ofreciendo una maquina económica y asequible para los agricultores. Esta máquina contará con una tolva de alimentación y dos bandejas de recolección, es decir la maquina clasificará 2 tamaños de cebolla. La banda tiene unas medidas específicas, las cuales fueron dadas para cumplir con las necesidades de los agricultores, necesidades tales como que sea cómoda a la hora de manipularla y que realice la clasificación requerida por los productores.

4.4 EJECUCIÓN

En la tabla que se presenta a continuación (Tabla 6) se demuestran las variables y su manera de ejecutarlas.

Tabla 3: Ejecución de variables presentes

Ejecución de variables.							
Variable	Ítem	Indicador	Especificación del indicador	Unidad	Técnicas de recolección de datos	Herramientas de recolección de datos	Instrumentos de medición
Dependiente: Diseño de la máquina clasificadora.	Sistema electromecánico	Eléctrico	Elementos adecuados para implementar en la máquina.	P,V,I	Análisis de documentos.	Análisis e interpretación de documentos.	Flexómetro, Pie de rey; balanza.
		Sistema de transmisión	Correcta selección de elementos del sistema de transmisión.				
		Potencia de motor	Selección de motor con potencia adecuada para la máquina.	Hp			
	Clasificar	tamaño	Selección del sistema por banda transportadora con varillas separadoras.				
Independiente: Cebolla.	Tamaño	Pequeña Mediana Grande	Determinar los diámetros.	Mm	Análisis de documentos.	Análisis e interpretación de datos.	Voltímetro
	Flujo máximo	Cantidad de cebolla a clasificar	Bultos por hora	Bulto/Hr			

Fuente: Autoes.

4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Para la investigación se debe seguir una serie de criterios o pasos para realizar una correcta recolección de información que es necesaria para el desarrollo del proyecto tomando como guía documentos, artículos y foros existentes.

4.6 ANÁLISIS DE DOCUMENTOS:

Datos que pertenecen a documentos de información que sirven como guía para la investigación necesaria para el trabajo, entre los documentos empleados en la investigación encontramos diferentes tipos, tales como (Fustamante Saldaña & Vásquez Gamonal, 2018):

- A. Libros y revistas de tipo científico.
- B. Documentos de trabajo de grado.
- C. Investigaciones técnicas.
- D. Normas técnicas.
- E. Páginas web certificadas.
- F. Catálogos.

4.7 PARÁMETROS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN.

En la búsqueda de información para aplicar en el presente proyecto, se debe tener en cuenta lo que se quiere y con qué fin se quiere, es decir buscar información sobre la cebolla cabezona, como su cultivo, mercadeo, lugar donde se va a desarrollar el trabajo como lo es la finca “**El rodeo**”. Se debe investigar sobre máquinas existentes y a partir de esto poder escoger el mejor diseño para el trabajo que se quiere y a partir de esto, diseñar y construir un prototipo para la clasificación de la cebolla por tamaños teniendo en cuenta los tipos de cebolla (pequeña – mediana, Grande), y la cantidad de cebolla que se va a clasificar en la población que se va a implementar.

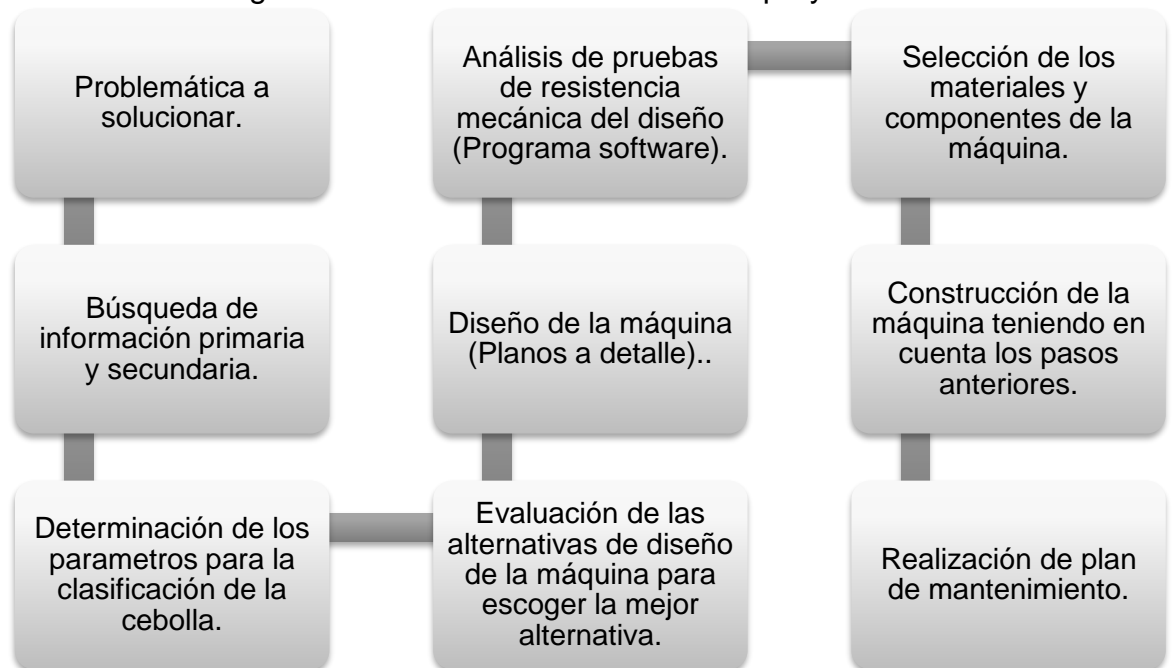
4.8 ORIENTACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE DOCUMENTOS:

Para el desarrollo del documento se recopiló información de diversos documentos, obtenidos de libros, revistas, documentos de trabajo de grado, investigaciones técnicas y científicas, Normas técnicas, páginas web, catálogos, entre otras. Estos con el fin de determinar las características de la cebolla cabezona, como el tamaño que es la característica relevante en este documento, además se obtiene información de los diferentes elementos y materiales necesarios para el diseño y construcción del prototipo (Fustamante Saldaña & Vásquez Gamonal, 2018).

4.9 PROCESO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO:

Uno de los procesos más importantes a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto es identificar y estructurar los pasos para seguir un orden para que de esta manera facilite el desarrollo del proyecto, siguiendo cada uno de los pasos planteados en el Diagrama 2.

Diagrama 2. Proceso del desarrollo del proyecto



Fuente: Autores.

4.9.1 Problemática a solucionar. Con el presente proyecto se busca dar solución y facilidad el proceso de clasificar cebolla cabezona por tamaños a los agricultores de la finca “**El rodeo**”. Debido a que este es un proceso que implica personal, tiempo y dinero, con la construcción de la máquina se busca reducir los factores ya nombrados dándole a los productores una solución económica y rápida, teniendo en cuenta que esta máquina ya existe, pero es muy costosa quedando por fuera del alcance de los agricultores. La idea del desarrollo de esta máquina es que sea viable económicamente, de fácil mantenimiento y fácil de conseguir los repuestos.

4.9.2 Búsqueda de información primaria y secundaria. Se llevó a cabo la búsqueda y recopilación de información teniendo en cuenta las técnicas para ser analizada, se hizo el estudio de cada uno de los documentos encontrados para conocer a fondo las características de la cebolla, sus tamaños, la demanda de esta, la producción y los diferentes diseños para tener en cuenta a la hora de la construcción de la maquina además hacer un examen de cuál es el diseño más viables para que cumpla con los requerimientos según la producción y el tamaño del producto con el cual se busca trabajar.

4.9.3 Determinación de los parámetros para la clasificación de la cebolla. Para poder efectuar el diseño de la maquina se debe conocer cuáles son los requerimientos del trabajo que vaya a realizar, en este caso se debe tener en cuenta los parámetros de la cebolla en situación de tamaño y cantidad.

Se quiere realizar el diseño y construcción de una máquina que clasifique 2 tamaños de cebolla cabezona. Cebolla pequeña- mediana (49 mm) y cebolla grande (49 – 110 mm), y un lote de 36 ton por cosecha. Con esta información se realiza el diseño ya que conociendo el tamaño del producto se crea una banda con varillas espaciadas de 50 mm entre ellas para la cebolla pequeña-mediana y grande siga derecho hacia otra canastilla, y por último conociendo la cantidad de cebolla que se va a clasificar se diseña el sistema de potencia y la estructura que sea la más idónea para el trabajo.

4.9.4 Evaluación de las alternativas de diseño de la máquina para escoger el diseño más viable. Se hace una calificación mediante una tabla de evaluación (ver tabla 6) a las diferentes alternativas de diseño de la máquina anteriormente presentadas, esto con el fin de conocer cuál es el diseño más viable para la tarea que se le desea desarrollar.

4.9.5 Diseño de la máquina (Planos a detalle). Fijándonos de los requerimientos de la máquina se procede a realizar el diseño de esta con la ayuda de herramientas

software, en este caso se empleó el programa Autodesk inventor, mediante el cual se obtuvieron los planos a detalle haciendo uso de los conocimientos obtenidos durante la carrera, y teniendo en cuenta los cálculos y diferentes catálogos para la utilización de los diferentes componentes que constituyen la máquina.

4.9.6 Análisis de pruebas de resistencia mecánica del diseño (Herramienta computacional). Con el diseño CAD de la máquina se procede a hacer pruebas de resistencia, empleando herramientas computacionales, para este caso se empleó ANSYS mediante el cual obtenemos datos de deformación de cada uno de los elementos que constituyen la máquina y así, de esta manera conocer cuál es el componente o sistema más crítico, y además conocer la resistencia máxima de cada elemento.

4.9.7 Selección de los materiales y componentes de la máquina. Se hace un análisis de cuales elementos son los mejores para la aplicación de la máquina, teniendo en cuenta lo comercial, fácil adquisición, calidad y economía, además se observa el material de composición de cada uno de estos para saber si sirve para el trabajo que se desea hacer o si el elemento necesita algún tipo de proceso para ser tratado y quede útil para el proyecto.

4.9.8 Construcción de la maquina teniendo en cuenta los pasos anteriores. Para el desarrollo y construcción del proyecto se tiene en cuenta la información previamente adquirida, la evaluación de viabilidad de diseño, el diseño realizado y la adquisición de los materiales y componentes para conseguir una maquina útil y que pueda cumplir con los requerimientos de forma satisfactoria, aplicando conocimientos de la carrera para una construcción concreta y efectiva para el trabajo.

4.9.9 Realización de plan de mantenimiento. Se crea un plan de mantenimiento de la maquina teniendo en cuenta los sistemas que componen la máquina para de esta manera poder hacer un plan general y específico para cada sistema, este plan es realizado con el fin mantener un funcionamiento óptimo y mantener la maquina en buen estado para darle una larga vida útil y que su implementación sea económica.

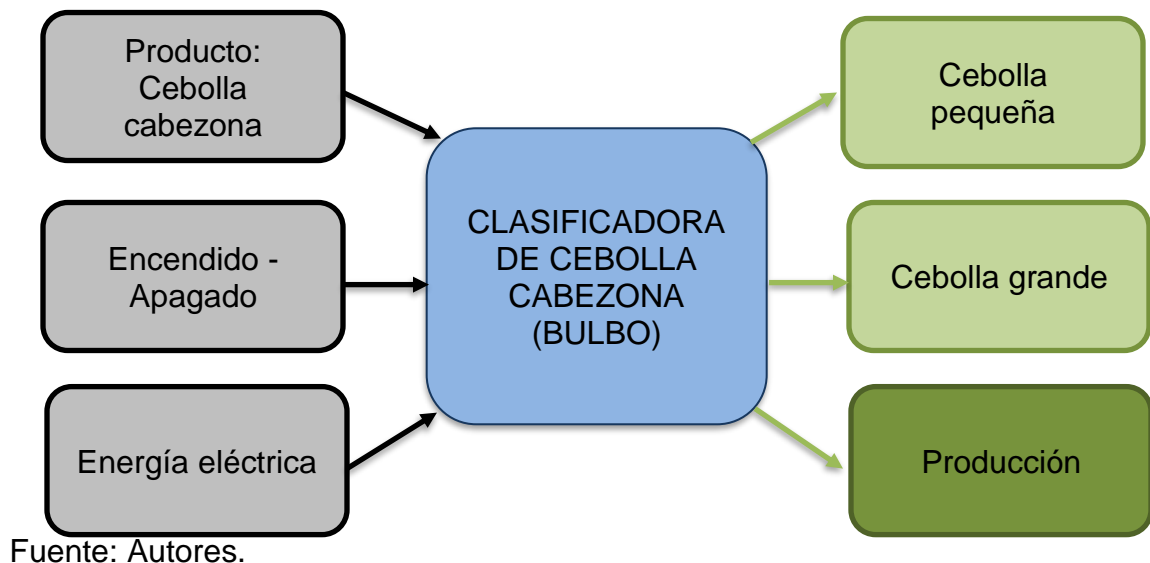
5. ANÁLISIS AL FUNCIONAMIENTO Y UTILIDAD

La máquina tiene una función principal la cual es clasificar la cebolla cabezona en sus dos respectivos tamaños comerciales, pequeña (30 a 50 mm) de mediana y grande (51 mm en adelante). La clasificación se basa en una banda transportadora con ayuda de varillas dirigidas por una cadena que permiten el transporte de la cebolla pequeña y el filtrado de la cebolla mediana y grande el cual nos brinda las dos selecciones correspondientes. Para el análisis de funcionamiento se incluye un diagrama funcional el cual demuestra las señales que ingresan y las que salen del sistema, se habla de un modelo funcional en el cual se especifica el modo en que funciona la maquina teniendo en cuenta los procesos que se desarrollan en el funcionamiento de esta, especificando el método de alimentación y la capacidad que posee la clasificadora.

5.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA

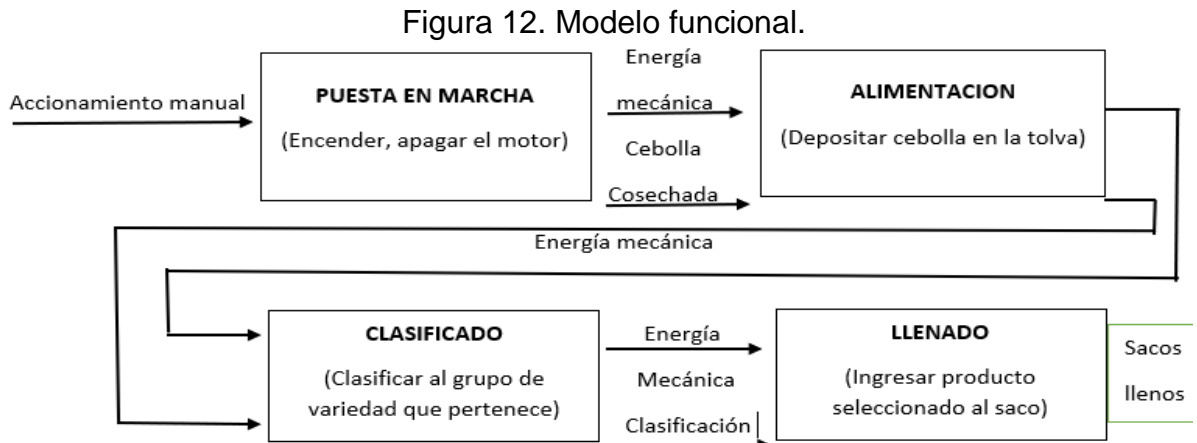
El análisis funcional corresponde a las señales que ingresan y salen del sistema, las que ingresan al sistema son: la señal de energía eléctrica, la señal de encendido y apagado que corresponde a la puesta en marcha del sistema, la cebolla cabezona (bulbo) que corresponde al producto para ser clasificado. las señales que salen del sistema son: la clasificación de la cebolla en sus dos tamaños, pequeña y mediana-grande

Diagrama 3. Diagrama funcional del sistema



5.2 MODELO FUNCIONAL

El sistema de control del funcionamiento principal del sistema de clasificación de cebolla cabezona según sus parámetros anteriores y requerimientos necesarios se observan a continuación (figura 12)



Fuente: Autores.

Por medio de un interruptor de encendido y apagado se acciona el motor el cual hace que el sistema de la máquina comience su proceso, se colocan los sacos debajo de las dos tolvas para recoger el producto ya clasificado. Se carga la tolva de alimentación de forma manual con producto sano y sin defectos de pudrición la separación de las varillas de la banda cumple la función de dejar caer cada cebolla a la tolva por gravedad dependiendo de su longitud de separación entre varillas, la cebolla que no cae para la clasificación se dirige a la siguiente tolva la cual nos indica que es de mayor tamaño y cae a una siguiente zona de recolección. Cada una de las zonas de clasificación llena un saco de 50kg, cuando este es listo se debe llevar a un depósito y luego se pone un saco nuevo para que la máquina siga con su proceso.

5.3 ALIMENTACIÓN

La alimentación del sistema está diseñada por medio de una tolva, lo cual indica que esta se debe llevar a cabo por un operador, es decir que es un método manual.

El operador debe estar pendiente de que la maquina permanezca con suficiente producto para clasificar y de esta manera no perder tiempo ni eficiencia de la máquina.

5.4 CAPACIDAD DE CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINA

El principal criterio que se tuvo en cuenta para enfocarnos en el diseño y construcción de la máquina clasificadora, es la capacidad de la misma y el tiempo de clasificación por bulto o saco. La capacidad de la máquina es directamente proporcional, si se ingresa cierta cantidad de cebolla a la tolva de alimentación, la misma cantidad sale por las tolvas recolectoras.

Capacidad = 1 bulto por minuto aprox.

6. PARÁMETROS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA CEBOLLA

Para la clasificación de la cebolla cabezona se hace un estudio de cuáles son los parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de comercializar el producto. Con la información recopilada se hace un análisis, se escoge bajo que parámetros diseñar la maquina teniendo en cuenta el tipo, tamaño, cantidad, y clientes de la cosecha y del producto. Para el desarrollo de este diseño se consideraron algunos de los diferentes parámetros existentes, en este caso se hará clasificación únicamente por tamaños teniendo en cuenta que este es uno de los parámetros más importantes a la hora de la comercialización del producto ya que la cebolla se clasifica en extra, grande y pequeña cuando esta se comercializa y con respecto a esto su precio cambia debido a su calidad.

6.1 ESPECIFICACIONES REQUERIDAS POR LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES

Se preguntó a los productores de cebolla bulbo de la zona, con respecto a la implementación de una máquina para la clasificación de este producto. Los cuales respondieron que la máquina sería útil siempre y cuando cumpla con ciertas características, las cuales son:

- Fácil operación
- Su funcionamiento sea con energía eléctrica
- Tenga al menos dos clasificaciones requeridas por el mercado
- No sea necesario bastante mantenimiento
- Sea fácil de transportar
- Su clasificación sea rápida
- Sea económica a la hora de adquirirla

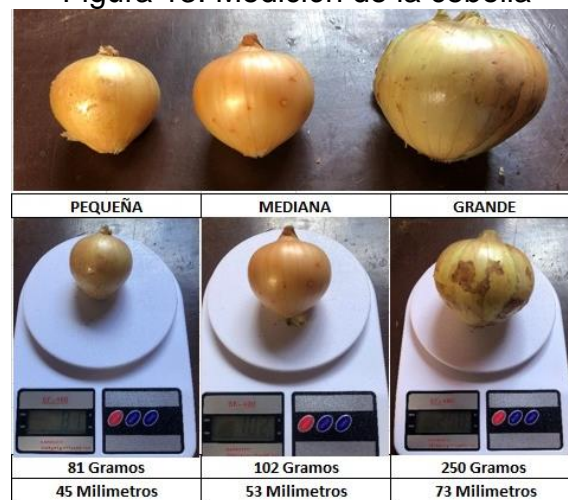
6.2 CLASIFICACIÓN

La cebolla cabezona se clasifica con respecto al tamaño, color y calidad, la clasificación comienza en la cosecha, cuando se apartan los bulbos que presentan descomposición o imperfección grave. De esta manera es más fácil transportar el producto hasta la máquina para ser clasificada que luego serán eliminados los productos que no cumplen con los requerimientos mínimos de color y calidad. Aunque existe variedad comercial de cebollas se evidencian diferencias con respecto a color, tamaño, forma y sabor, hay un estándar de calidad establecido para los diferentes tipos de cebolla cabezona (Fornaris Rullan. (2012)).

Para la clasificación se implementa según tamaños tomando como referencia los tamaños requeridos de la cebolla en el mercado, sabiendo que los tamaños se dividen en 3: los cuales son pequeña, grande y extra. Con esta máquina se hace la clasificación de 2 tamaños con la posibilidad de ensamblar una nueva sección para la clasificación de los 3 tamaños.

La cebolla presenta unas características básicas las cuales son:

Figura 13: Medición de la cebolla



Fuente: Autores.

- Peso promedio de 80 a 250 gr cada una
- Diámetro mínimo de 45 mm
- Olor fuerte característico
- Textura fuerte

Tabla 4: Muestreo cebolla bulbo.

# Muestra	Diámetro (mm)	Peso (gr)	Diámetro	Peso
1	43	79	97,35111111	2122,13778
2	44	80	78,61777778	2031,00444
3	47	83	34,41777778	1769,60444
4	52	95	0,75111111	904,004444
5	50	93	8,21777778	1028,27111

Tabla 4. (Continuación)

6	45	80	61,88444444	2031,00444
7	63	200	102,6844444	5615,00444
8	43	80	97,35111111	2031,00444
9	42	75	118,0844444	2506,67111
10	73	250	405,3511111	15608,3378
11	68	220	229,0177778	9012,33778
12	58	115	26,35111111	101,337778
13	45	81	61,88444444	1941,87111
14	70	245	293,5511111	14384,0044
15	50	100	8,217777778	628,337778
Promedio	52,86666667	125,066667		
	Sumatoria	1623,733333	61714,9333	
	Desviación estándar.	10,76944531	66,3943486	

Fuente: Autores.

6.2.1 Tamaño (dimensión). Se toman como muestra de análisis un lote de pruebas de cincuenta (50) cebollas, totalmente al azar y se procede a medir el diámetro. De acuerdo al resultado de las mediciones, se clasifica el lote según el tamaño para la comercialización. Conociendo los niveles de defectos de calidad y el diámetro que sobresale de la muestra analizada (Ministerio de Comercio e Industrias & Dirección General de normas y tecnología Industrial. (2016)).

La clasificación de cebolla cabezona por tamaños se realiza con respecto al diámetro de estas, empleando un diámetro mínimo y un máximo en cada categoría, este proceso de clasificación es el paso que se busca facilitar mediante la clasificación mecánica automatizada.

Tabla 5: Clasificación del tamaño del bulbo

Clasificación del tamaño	Diámetro del bulbo
Extra	90 mm en adelante
Grande	51 a 89 mm
Pequeña	30 a 50 mm

Fuente: Autores

La cebolla debe estar intacta, bien desarrollada, robusta, sana, seca y limpia, la raíz debe estar tangencial a la base y el tallo debe estar recortado a una pulgada del

bulbo aproximadamente, el color debe ser amarillo, que es una característica de la variedad. (Fustamante Saldaña & Vasquez Gamonal, 2018).

6.2.2 Higiene.

-Se debe garantizar que las aguas empleadas para riego de los productos no se encuentren contaminadas y en mal estado que puedan afectar el producto o la salud del consumidor.

- El producto no debe contener ningún tipo de bacteria, parásito, hongo que afecten la salud del consumidor, esto debe poder demostrarse mediante pruebas de laboratorio.

- Para la recolección del producto, transporte y comercialización se deben emplear las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) y BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).

6.2.3 Empaque y presentación

-Las cebollas de expendio al por mayor para la venta se deben presentar en empaques nuevos, limpios y de material adecuado, esto con el fin de garantizar una buena conservación y transporte del mismo. Estos empaques irán precintados o cosidos mecánicamente, incluyendo la etiqueta firmemente unida al mismo.

- Las cebollas de expendio al detal para la venta se deben presentar en empaques nuevos, limpios y de material adecuado, esto con el fin de garantizar una buena conservación y transporte del mismo. Estos empaques irán precintados o cosidos mecánicamente, incluyendo la etiqueta firmemente unida al mismo.

De acuerdo a la información anterior sobre los parámetros con que debe trabajar la máquina, se diseñó para que haga la selección por tamaños de la cebolla, se desarrolló una máquina para clasificar 2 tamaños, separando la pequeña (30-50mm) de grande (51 mm en adelante), dirigiendo el producto hacia sacos para luego ser almacenados y transportados. Para la clasificación se requiere que la cebolla tenga una homogeneidad ideal junto a que está no esté dañada tanto por las diferentes enfermedades que esta puede presentar, como que se encuentre estropeada debido a una mala extracción y manipulación.

7. NORMATIVIDAD VIGENTE APLICABLE

Las normas son un factor importante para darle enfoque al desarrollo de un proyecto, ayuda a entender porque se debe seguir una serie de reglas, estas brindan información relevante, que para dicho proyecto nos compete todo lo que tenga que ver con manejo y cuidado de alimentos y manipulación de alimentos en maquinaria, la información que brinda las normas nos ayuda a conocer los pasos que debemos seguir, junto con los cuidados correspondientes a la hora de la manipulación del producto, esto para garantizar productos sanos y libres de contaminantes, también nos brinda información acerca de los mejores componentes que se deben utilizar en una maquina siendo esta para la manipulación de alimentos, ya que esta no debe soltar o guardar contaminantes que puedan perjudicar el producto.

7.1 NORMAS PARA LA SELECCIÓN Y MANIPULACIÓN DE CEBOLLA (MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS)

Para el desarrollo del proyecto se deben tener en cuenta algunas normas para dar un avance dentro de los lineamientos establecidos por las diferentes entidades responsables del manejo y control de alimentos, en este caso se hizo una investigación obteniendo como resultado la obtención de diferentes normas, artículos y decretos para conocer y saber cuáles son los reglamentos que se deben seguir para la producción, manipulación y comercialización de alimentos. Dando a conocer que la libre competencia económica es un derecho que supone responsabilidades, tales como el correcto manejo, trato y empaquetado además del correcto uso de los recursos naturales tales como el suelo y el agua.

Para darle solución al presente objetivo se tuvieron en cuenta:

El artículo 333 de la Constitución Política establece que la iniciativa económica y las actividades privadas son libres (Congreso de la República, 1997) (Constitución Política de Colombia, 1991). Pero se formulan leyes, reglamentos y decretos para el desarrollo de proyectos en diferentes campos. Sin autorización legal, nadie podrá ejercitar permisos o requisitos previos para ello. La libre competencia económica es un derecho de todos, pero también requiere responsabilidad. Como fundamento del desarrollo, la empresa tiene la función social de obligación implícita. El estado fortalece las organizaciones solidarias y promueve el desarrollo empresarial. De acuerdo con la ley, el Estado evitará que la libertad económica sea obstaculizada o restringida, y evitará o controlará cualquier comportamiento en el que individuos o empresas abusen de su posición dominante en el mercado nacional.

Cuando los intereses sociales, el medio ambiente y el patrimonio cultural del país lo requieran, la ley definirá el alcance de la libertad económica.

La Resolución de 2006 N ° 0187 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural estableció el sistema de control de productos agrícolas ecológicos a través de regulaciones sobre producción primaria, procesamiento, empaque, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006). Considerando que el país tiene la responsabilidad de garantizar el derecho de todos los ciudadanos a un medio ambiente sano en el contexto del desarrollo sostenible, y de asegurar la preservación, preservación y protección de los recursos naturales renovables y no renovables. El sistema de producción ecológica de vegetales y animales tiene como objetivo asegurar la sostenibilidad y la renovabilidad de la base natural, y mejorar la calidad ambiental al restringir el uso de tecnologías que puedan tener efectos nocivos sobre el medio ambiente, fertilizantes químicos o pesticidas, antibióticos, etc. Medio ambiente y salud humana.

La comercialización de productos eco agrícolas a nivel mundial consiste en sistemas de inspección y certificación que garantizan la calidad del producto unificando estándares que apoyan la certificación de los procesos de producción, procesamiento y comercialización del producto (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006).

El artículo 1 de la ley núm. 3075 de 1997 establece las disposiciones generales en el ámbito de aplicación. -La salud es un bien público. Por tanto, las disposiciones contenidas en este decreto pertenecen al orden público, regulando todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y serán de aplicación

A todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el plantel manipulador de comestibles.

Todas las ocupaciones de construcción, procesamiento, elaboración, envase, alojamiento, transporte, organización y venta de comestibles en el territorio nacional.

Los comestibles y materias primas para comestibles que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.

Las ocupaciones de supervisión y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la construcción, procesamiento, elaboración, envase, alojamiento, transporte, organización, importación, exportación y venta de comestibles, sobre los comestibles y materias primas para comestibles (Ministerio de Salud Pública. (1997)).

Resolución 2674 de 2013 cree que el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012, establece que los comestibles que se fabriquen, envasen o importen para su venta en el territorio nacional, requerirán de alerta sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013) según el peligro de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Custodia Social. Que acorde con lo previo, se hace primordial detallar los requisitos y condiciones bajo las cuales el Centro Nacional de Supervisión de Medicamentos y Comestibles (Invima), como autoridad sanitaria del orden nacional, tendrá que expedir los registros, privilegios o alertas sanitarias. Lo cual soluciona La presente resolución tiene por objeto detallar los requisitos sanitarios que tienen que cumplir la gente naturales y/o jurídicas que ejercen ocupaciones de construcción, procesamiento, elaboración, envase, alojamiento, transporte, organización y venta de comida y materias primas de comestibles y los requisitos para la alerta, permiso o registro sanitario de los comestibles, según el peligro en salud pública, con el objetivo de asegurar la vida y la salud de la población (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Y finalmente la Ley 101 de 1993 que se fundamenta con miras a asegurar el avance de las ocupaciones agropecuarias y pesqueras, y fomentar el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales (Congreso de la Republica, 1993 diciembre 23) (Congreso de Colombia., 1993), se fundamenta en los próximos fines que tienen que ser considerados en la interpretación de sus disposiciones, con miras a asegurar el avance de las ocupaciones agropecuarias y pesqueras, y fomentar el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales:

- Dar particular custodia a la producción de comida.
- Adecuar el área agropecuario y pesquero a la internacionalización de la economía, sobre bases de igualdad, reciprocidad y conveniencia nacional.
- Promover el avance del sistema agroalimentario nacional.
- Elevar la eficacia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros por medio de la construcción de condiciones destacables.
- Impulsar la modernización de la venta agropecuaria y pesquera.
- Procurar el suministro de un volumen bastante de elementos crediticios para el avance de las ocupaciones agropecuarias y pesqueras, bajo condiciones financieras correctas a los ciclos de las cosechas y de los costos, de la misma manera que a los peligros que gravitan sobre la producción rural.
- Crear las bases de un sistema de incentivos a la capitalización rural y a la custodia de los elementos naturales.
- Favorecer el avance tecnológico del agro, de la misma manera que la prestación de la asistencia técnica a los chicos productores, acorde a los procesos de descentralización y participación.
- Determinar las condiciones de desempeño de las cuotas y contribuciones parafiscales para el área agropecuario y pesquero.

- Establecer los Fondos de Estabilización de Costos de Productos Agropecuarios y Pesqueros.
- Propender por la ampliación y fortalecimiento de la política popular en el área rural.
- Fortalecer la subvención familiar campesina.
- Garantizar la seguridad y claridad de las reglas agropecuarias y pesqueras en una visión de extenso período.
- Estimular la participación de los productores agropecuarios y pesqueros, de manera directa o por medio de sus organizaciones representativas, en las elecciones del Estado que los afecten (Congreso de Colombia., 1993).

Como conclusión se observa que para el manejo de alimentos debemos tener en cuenta varias normas, siendo las nombradas unas de las más importantes de todas las normas existentes con respecto al tema. Se puede observar que se debe tener en cuenta que la libre competencia de comercio tiene unas obligaciones que deben ser cumplidas y respetadas. Entre las que podemos observar el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaquetado, comercialización, entre otras. Estableciendo un sistema de control de productos agropecuarios garantizando un ambiente sano protegiendo los recursos naturales renovables y no renovables restringiendo el uso de químicos como plaguicidas, fertilizantes y demás. Adicional, se da a conocer que todo producto que se fabrique, embace o importe debe tener notificación y registro sanitario con el Invima, asegurando que cumple con los requisitos.

7.2 NORMAS DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Para la fabricación de tecnología agrícola, se deben tener en cuenta las diferentes normas, leyes, decretos y resoluciones que se encuentren vigentes para la construcción de maquinaria. Se deben emplear normas relacionadas tanto para la construcción de maquinaria industrial como maquinaria que tenga contacto con alimentos, y de esta manera se deben utilizar materiales adecuados para la manipulación de alimentos y que a su vez sean viables para el diseño que se plantea, deben contar con buena resistencia, maleabilidad y que además sean comerciales en la zona.

Para la solución del presente objetivo se tuvieron en cuenta las normas aplicables a la maquinaria y tecnología agrícola en Colombia.

Norma ISO 14159 habla de seguridad de las máquinas y los requisitos de higiene para el diseño de las máquinas, esta norma internacional en la que se especifica los requerimientos de higiene en las máquinas para proporcionar información en el uso previsto que debe ser indicado por el fabricante. Esta norma es aplicable a todo tipo de máquinas o equipos que estén asociados en aplicaciones que se pueden presentar riesgos de higiene para el consumidor (ISO, 2008).

La norma ISO 12100 trata de la seguridad de las máquinas, principios generales para el diseño y la evaluación del riesgo y reducción del riesgo. Esta es una norma internacional en la que se especifica términos básicos, principios y metodología para la seguridad en el diseño de las máquinas, evaluando los principios de evaluación de riesgos y reducción de riesgo para facilitarle a los diseñadores el alcanzar el objetivo. Esta norma se basa en el conocimiento y la experiencia en el diseño, utilizando los incidentes y accidentes asociados con las máquinas, además se describen los procedimientos para la identificación de peligros, estimación y valoración de los riesgos durante las fases del ciclo de vida de las máquinas y la mitigación de peligros (ISO, 2012)

La norma IEC 60204 es la versión oficial en español, de la norma europea EN 60204-1 que a su vez adopta la norma internacional IEC 60204-1:2016, la cual se aplica a equipos o sistemas eléctricos, electrónicos y programables de las maquina fijas o amovibles en funcionamiento, incluyendo un grupo de máquinas. El equipo cubierto por esta norma comienza en el punto de conexión de la alimentación al equipo eléctrico de la máquina, además equipos que estén alimentados con una tensión nominal que no exceda los 100 V c.a, esta norma no cubre los requisitos que son necesarios o indicados por otras normas o reglamentos destinados a proteger las personas de peligros eléctricos, cada tipo de maquina tiene exigencias propias que deben tenerse en cuenta para la seguridad adecuada (IEC, 2019).

Norma UNE-EN 1672 de maquinaria para procesado de alimentos, conceptos básicos y parte 2: Requisitos de higiene, en la cual se especifican los requisitos de higiene comunes que será aplicadas a la maquinaria dirigida a la preparación y procesado de alimentos destinados al consumo humano, implementado para minimizar el riesgo de infección, contagio, enfermedad o lesión causado por alimentos, además identifica peligros debido a la utilización de la maquinaria para el procesado de alimentos , describe métodos de diseño y la información para la implementación necesaria para la eliminación o reducción de riesgos (UNE-EN, 2009).

De la misma forma se tuvo presente la ley 769 de 2002 que define la maquina agrícola como una maquina automotor provisto de una configuración particular destinada de forma exclusiva a trabajos agrícolas (Ministerio de Tránsito y Transporte, 2002 agosto 06) (Ministerio de Transporte, 2012).

8. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Capítulo donde se plantean las diferentes formas de clasificación existentes, analizando ventajas y desventajas, tanto en costos de construcción, producción y diferentes factores de servicios con los que cuenta. Los autores proponen una nueva alternativa guiada con investigación y viendo semejanzas en las planteadas, se comparan estas alternativas para llevar a cabo el desarrollo de una de ellas, en el presente se dimensionan cada uno de los componentes, se establece la tarea a la cual va a ser sometido, el material y las cargas que soportara cada elemento con los que va a contar el diseño seleccionado esto va respaldado con una serie de cálculos que dice si es viable o no el componente.

8.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto se tuvo que hacer una investigación de las características del producto que se va a clasificar, para con esto establecer unos parámetros de diseño y de esta manera también investigar alternativas de máquinas existente y seleccionar la que cumpla de mejor manera las especificaciones requeridas para una correcta y eficiente clasificación del producto. Para llegar a la conclusión de cual alternativa es más viable se hace una tabla de comparaciones de los posibles diseños para ver la viabilidad de cada uno de ellos.

8.1.1 Alternativa 1: Sistema de clasificación por rodillo giratorio. El tipo de clasificación que emplea este sistema es por medio de un cilindro con agujeros por todo este. Cada sección de agujeros tiene un tamaño específico, con su respectiva tolva de recolección en el inferior de dicho cilindro, el rodillo está inclinado un determinado ángulo para que a medida que este gire las cebollas o el producto para el cual este diseñado vayan avanzando por las diferentes secciones de agujeros del menor al mayor tamaño, el producto que tenga la medida del agujero correspondiente por la sección caerá a su respectivo contenedor. Este sistema realiza la clasificación del producto en tres tamaños, la primera sección clasifica el producto de menor tamaño, la segunda sección permite clasificar el producto mediano y la tercera sección permite clasificar las de mayor tamaño.

Figura 14. Clasificadora por cilindro giratorio



Fuente: (Alibaba, s.f.)

Ventajas

- La clasificación es muy rápida.
- Poco espacio para la implementación.
- Se clasifica uniformemente el proceso.
- Se puede cambiar su inclinación

Desventajas

- El producto se golpea a medida que el rodillo gira para su movimiento de traslado y selección, perjudicando la calidad del producto y su presentación.
- El producto tiene que ser en su totalidad bien redondo y no en forma de elipse.
- La producción del producto se ve limitada a la capacidad del rodillo.

8.1.2 Alternativa 2: sistema de clasificación por tambor rotatorio. La clasificadora está conformada por varios rodillos que son alimentados por bandas transportadoras, cada rodillo tiene agujeros de cierto diámetro, el primer rodillo es alimentado por la tolva luego pasa a una banda que lleva el producto a otro rodillo que tiene diferente diámetro de agujero y así sucesivamente hasta pasar por los cuatro rodillos, en el inferior de cada rodillo se encuentra la tolva de recolección del producto con su tamaño respectivo. la clasificación que realiza este sistema es de 5 tamaños, el primer rodillo realiza la clasificación del producto inferior, el segundo rodillo realiza la selección de producto pequeño, el tercer rodillo realiza la selección del producto mediano, el cuarto rodillo realiza la selección del producto grande y el excedente cae a una tolva que se cataloga como la extra.

Figura 15. Clasificadora por tambor rotatorio



Fuente: (Machine Pasen, s.f.)

Ventajas

- Sus cuatro rodillos permiten la selección de 5 calibres diferentes
- Su tolva con banda transportadora facilita su alimentación constante.
- Su diseño es adecuado para su traslado.

Desventajas

- Su costo es elevado por sus diferentes componentes
- Se necesita de un mantenimiento constante

8.1.3 Alternativa 3: sistema de clasificación con bandas transportadoras divisoras. Clasificadora con alimentación manual, se deposita el producto en una tolva, para que este caiga por gravedad hacia la banda transportadora con ranuras, las ranuras tienen diámetros diferentes y son calibrados según corresponda el tamaño del producto. Cada sección de banda transportadora con su respectiva ranura forma una sección, cada una de estas corresponde a cada calibre del producto a clasificar, este sistema presenta una inclinación muy leve para que el producto no correspondiente a la sección avance a su sección adecuada.

Figura 16. Clasificadora con bandas divisoras



Fuente: (Duijndam Machines, s.f.)

Ventajas

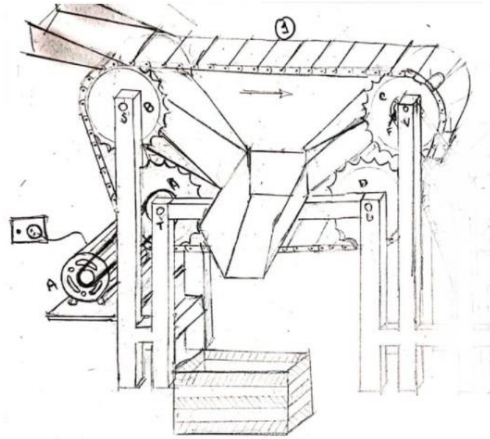
- Facilidad de manejo
- No requiere de mantenimiento excesivo
- Selecciona las tres clasificaciones sin maltratar el producto

Desventajas

- Requiere de cintas transportadoras para su recolección de producto
- Requiere de alimentación manual
- Requiere dos motores vibradores y uno para las bandas transportadoras

8.1.4 Alternativa 4: Sistema de clasificación con varilla separada. La clasificadora consta de una banda transportadora de varillas separadas, los cuales al recorrer la trayectoria deseada o diseñada va dejando caer el producto con respecto al tamaño que se encuentren separados las varillas, este producto es recibido por una bandeja de recolección, el producto que no cae a la bandeja y sigue la trayectoria cae a la siguiente bandeja que significa que el producto es de mayor tamaño, esta clasificadora consta de 1 tolva, la cual consiste en suministrar el producto para alimentar la banda, y 2 bandejas de recolección en las cuales cae el producto y lo dirige a los sacos mallados en los cuales se empaqa el producto, a la primera bandeja se dirigen las cebollas pequeñas y a la segunda bandeja las cebollas grandes.

Figura 17. Clasificadora con varilla separada



Fuente: Autores

Ventajas

- Selección rápida del producto
- Fácil manipulación de la máquina
- Fácil transporte de la máquina
- Clasificación adecuada de productos tanto redondos como en forma elíptica.

Desventajas

- Poco almacenamiento en la tolva principal
- Requiere de mantenimiento constante en su cadena

8.2 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Para un buen diseño se tiene que tener en cuenta las siguientes características

- Costo: Este es un parámetro muy importante ya que el fin del proyecto es diseñar y construir una máquina económica que sea asequible para los agricultores. Es decir, a mayor costo, menor puntuación (Angos Mediavilla, M.F., Calvopiña Enriquez, H. A. (2013).
- Complejidad del diseño: Se requiere que la máquina sea sencilla, es decir que sea fácil de ensamblar, debe tener piezas de fácil adquisición en el mercado nacional. A mayor complejidad, menor puntuación (Angos Mediavilla, M.F., Calvopiña Enriquez, H. A. (2013).

- Condiciones físicas: Este es un parámetro que va dirigido a la comodidad y fácil manejo de la máquina para los operadores y que de igual manera sea segura. A mayor comodidad y fácil manipulación, mayor puntuación.
- Mantenimiento: Este es un parámetro que requiere que la máquina tenga un mantenimiento sencillo teniendo en cuenta que esta, está dirigida mayormente al área rural, es decir que no se dispone de personal calificado cercano. A mayor dificultad de mantenimiento, menor calificación (Angos Mediavilla, M.F., Calvopiña Enriquez, H. A. (2013)..
- Capacidad de la máquina: Este parámetro va dirigido a la cantidad de producto que puede clasificar la máquina en determinado tiempo. Entre más producto clasificado en el tiempo determinado, mayor puntuación (Angos Mediavilla, M.F., Calvopiña Enriquez, H. A. (2013)..
- Facilidad de traslado: Para este parámetro la máquina construida por sistemas desmontables para su fácil transporte ya que, si es muy grande, transportarla se hace muy difícil. A mayor tamaño por sistemas, menos calificación.
- Operadores requeridos: Cantidad de operadores requeridos para la manipulación de la máquina, teniendo en cuenta que con la máquina se busca reducir el personal necesario para el proceso de clasificación. Mayor cantidad de operarios requeridos, menor calificación (Angos Mediavilla, M.F., Calvopiña Enriquez, H. A. (2013)..

Para la evaluación de las alternativas se plantea una tabla comparativa para calificar cada uno de los diseños planteados anteriormente, la clasificación será de 1 a 10 de acuerdo con las características mencionadas. Siendo 1 el mínimo puntaje y 10 la mejor puntuación.

Tabla 6. Evaluación de las alternativas

	I	Diseño 1		Diseño 2		Diseño 3		Diseño 4	
		Calif	PI	Calif.	PI	Calif.	PI	Calif.	PI
Costo	10	6	60	4	40	7	70	8	80
Complejidad de diseño	10	8	80	5	50	5	60	7	70
Condiciones físicas	10	7	70	9	90	7	70	8	80
Mantenimiento	20	6	120	5	100	6	120	5	100
Capacidad de la máquina.	20	8	160	9	180	7	140	6	120
Facilidad de traslado	10	3	30	5	50	7	70	7	70
Operadores requeridos	20	4	80	6	120	6	120	7	140
Total	100	42	600	43	630	45	650	48	660
Índice porcentual	100		60		63		65		66

Fuente: Autores

Dónde:

I: el porcentaje de importancia del ítem

PI: importancia ponderada.

Con base en la tabla de comparación se puede concluir que la mejor alternativa propuesta por los autores es decir la numero 4, siendo esta la que mayor puntaje obtuvo, teniendo como beneficio la fácil fabricación, montaje, operación y mantenimiento ya que es una máquina que se diseñó con el fin de tener fácil acceso a los diferentes componentes que la constituyen, además que es económica a la hora de su fabricación y empleo, esto gracias a los componentes y la manera en la que trabaja como la energía que se usa para la puesta en marcha de la máquina.

8.3 DISEÑO PRELIMINAR

El funcionamiento de esta máquina se basa en la alimentación de producto por medio de una tolva ubicada a un extremo de la máquina, esta lleva las cebollas a una banda transportadora, la cual a su vez funciona como clasificadora, ya que

cuenta con varillas que van de la cadena 1 a la cadena 2 formando la banda, las varillas van separadas entre sí por una distancia según el tamaño de la cebolla que se quiera escoger en esa sección, la cebolla que sobrepase el tamaño considerado, llegará al final de la máquina donde se encontrará con otra tolva la cual dirige el producto a una caja diferente. La banda funciona mediante cadenas las cuales están conectadas a catalinas que están ubicadas a cada lado de la máquina, estas catalinas se encuentran relacionados entre ellos mediante ejes que están sujetos a chumaceras, las catalinas son movidas por una polea que va en uno de los ejes, la cual está conectada a la polea conductora que está en el motor.

8.3.1 Dimensionamiento de la máquina. Para el dimensionamiento de la máquina se tuvo en cuenta las dimensiones de la apertura del saco mallado el cual es el que va a reposar en la tolva de alimentación y su función es la de suministrar cebolla a la banda transportadora. Para el dimensionamiento de la banda se tuvo en cuenta el mismo ancho de la tolva para que esta sea lo suficientemente grande y así tenga la capacidad de clasificar la cebolla que se va suministrando, se procede a las bandejas de recolección las cuales al igual que la banda, deben tener la suficiente capacidad para recibir el producto clasificado, con respecto a los dimensionamientos nombrados se da la medida de los ejes que van a mover la banda, estos deben tener el calibre adecuado para soportar la fuerza de tracción que requiere mover la banda cargada, en los extremos de cada uno de estos van unas catalinas o sprockets que son los encargados de mover la cadena de la banda, es decir que las catalinas se escogen según la cadena que se emplea. La cadena es impulsada por los ejes que están conectados a la polea conducida, la cual debe soportar las fuerza que le transmite el motor que este ensamblado en la base de la maquina clasificadora.

8.3.1.1 Dimensiones de la estructura. Para el dimensionamiento de la estructura se consideran los ítems tenidos en cuenta para evaluar las alternativas, lo cuales son el fácil manejo y la comodidad para operar la máquina, es decir que la máquina no sea ni muy alta ni muy baja para que de esta manera el operario no tenga que adoptar posiciones incómodas y que a largo plazo tenga repercusiones en su salud. Se hizo un estándar de altura, ancho y largo de la máquina de tal manera que sea cómoda para el operario como se observan las medidas en el plano de la estructura ver Anexo 1

8.3.1.2 Dimensiones de la tolva de alimentación. Con respecto a la cantidad de cebolla que se desea clasificar y basándonos en la capacidad requerida, Las dimensiones de la tolva son especificadas con respecto a la cantidad de cebolla que se quiere clasificar por minuto, es decir que debe tener un tamaño que supla la necesidad del agricultor, las dimensiones de la tolva se pueden observar en el Anexo 2.

Se le llama tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño con capacidad de canalizar o guiar un material con forma redonda, granular o pulverizado, entre otros. En ocasiones, se ubica sobre una estructura que permite el transporte, su alimentación se efectúa por la parte más alta y su descarga por la parte más baja. Las tolvas se pueden construir en hormigón o en chapas de acero, pueden tener fondo plano o inclinado y su alimentación es realizada mediante un trabajador o por gravedad (Ballón Gómez., 2015).

8.3.1.3 Dimensiones de las bandejas de recolección. En el dimensionamiento de las bandejas de recolección al igual que en la tolva de alimentación se debe tener en cuenta la cantidad de producto que se clasifica para que estas no se queden cortas a la hora de que sea clasificado el producto y de esta manera no trabaje de manera óptima, para las dimensiones de las bandejas de recolección ver Anexo 3 y Anexo 4.

Una bandeja de recolección similar a un embudo de gran tamaño con capacidad de canalizar o guiar un material con forma redonda, granular o pulverizado, entre otros. En ocasiones, se ubica sobre una estructura que permite el transporte, su alimentación se efectúa por la parte más alta y su descarga por la parte más baja. Las bandejas de recolección se pueden construir en hormigón o en chapas de acero, pueden tener fondo plano o inclinado y la recolección es realizada mediante una máquina o por gravedad (Ballón Gómez., 2015).

8.3.1.4 Dimensión de platinas de sujeción. Para el ensamble de la tolva y las bandejas de recolección, es necesario fabricar unas platinas que cumplan con la función de sujetar las nombradas bandejas y tolva a la máquina mediante remaches, esto para que los elementos nombrados no se muevan y se mantengan a la altura y en la posición requerida. Ver anexo 5 y anexo 6.

8.3.1.5 Dimensión de los ejes. Para el diseño de los ejes se debe tener en cuenta la fuerza de tracción que debe soportar, ya que estos son los encargados de mover la banda transportadora. Los ejes deben ser del material y calibre adecuado, ya que no puede ser muy pesado debido a que perdería eficiencia, además debe contar con el largo suficiente para la correcta instalación teniendo en cuenta que debe contar con hombros para que descansa en los cojinetes. Observe las características en el Anexo 7.

El eje de transmisión es una parte importante de la máquina, pues cuenta con varios mecanismos de transmisión, como piñones o poleas, por lo que se apoya en rodamientos y así tienen un mayor grado de libertad de rotación continua e

interrumpida, y su finalidad es la de proporcionar a través de las poleas y correas la potencia aplicada por el motor eléctrico.

8.3.1.6 Dimensión de poleas y correa. Para el dimensionamiento y selección de las poleas, se debe tener en cuenta la potencia requerida en el sistema para mover los ejes que le dan la transmisión a la banda cargada, esto es con respecto a la potencia del motor que se requiere en el sistema, las poleas están conectadas entre sí con una correa que soporte la fuerza de transmisión que sale del motor, esta debe ser calculada correctamente para saber el largo, tipo y clase de la correa que se requiere implementar.

La polea es una pieza que tiene como esencia transmitir fuerza en un mecanismo de tracción, con un principio de reducción de fuerza necesaria para trabajo requerido, en este caso el trabajo a realizar, es transmitir fuerza de un motor a un sistema de banda, la polea principalmente es una rueda acanalada en su perímetro donde se ubica una correa, es decir que la polea es el punto de apoyo de la correa para transmitir una fuerza o movimiento (Mamani., 2019).

8.3.1.7 Dimensión y tipo de cojinetes. En este caso se utilizaron 8 chumaceras de referencia UCP201-8. Los cojinetes o chumaceras son seleccionadas teniendo en cuenta el calibre de los ejes, el uso que se le va a dar, y el tipo de trabajo a realizar, además se tienen en cuenta con respecto a la vida útil de estos, su tipo de mantenimiento y tipo de lubricación que tienen.

Una chumacera o también conocido como cojinete es un juego entre un rodamiento, sello y una estructura de hierro fundido. La superficie exterior e interior de la chumacera son esféricas para que esta sea autoalineable. En el interior del rodamiento se utiliza bolas de acero, y se provee en ambos lados del rodamiento un sello de caucho sintético para evitar la fuga del aceite o lubricante (NTN corporation). Una chumacera sirve para brindar soporte a un eje de rotación que va ubicado paralelamente al eje del árbol. La chumacera está diseñada para una mejor eficiencia del rodamiento y esta es utilizada en maquinarias industriales (REPRESENTACIONES INDUSTRIALES REINCOS SA DE CV., 2018).

8.3.1.8 Dimensión y tipo de cadena. La dimensión de la cadena se hace teniendo en cuenta la extensión y el recorrido que la banda debe realizar, el tipo de cadena es seleccionado mediante cálculo. Debe ser una cadena que supla la necesidad de la máquina, es decir que aguante la potencia requerida para transportar la cebolla. El sistema de transmisión por cadena se utiliza para transmitir movimiento de una distancia específica entre dos ejes paralelos, el sistema puede tener la función de transferir movimiento entre ejes como un sistema de elevación o un sistema de

transporte, la cadena es uno de los métodos de transmisión de potencia mecánica más utilizados, y uno de los mejores en cuestión de sincronía, porque los dientes que tiene la ruedas dentada pueden evitar que la cadena se deslice, este sistema consta de dos piñones y un miembro deformable que consta de una serie de eslabones de cadena rígidos que giran juntos para formar una cadena, el sistema transfiere el movimiento entre ejes a través de un empuje generado por los eslabones de la cadena, y los dientes de las ruedas dentadas conocidos como Sprocket (piezas mecánicas) la cadena es una cadena tipo 428 H de longitud de 2090mm.

8.3.1.9 Dimensión de catarinas. La dimensión de las catarinas es dependiente del tipo de cadena, su paso, tipo de carga, además se debe tener en cuenta el número de dientes de las catarinas, potencia a transmitir y por último el diámetro del eje de transmisión.

Las ruedas dentadas o piñones son elementos giratorios con dientes que transmiten el par, junto con la cadena, la rueda dentada y la cadena se pueden utilizar para aumentar o disminuir la velocidad, el par o dirección del motor, la forma de los dientes de la rueda dentada se deriva de la trayectoria de la forma geométrica descrita cuando el rodillo de la cadena se desplaza a través de línea de paso y círculo de paso en una rueda dentada y paso de cadena dados, la forma de los dientes está relacionada matemáticamente con el paso de la cadena y generalmente están hechos de acero al carbono estructural para reducir la tensión (INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ., 2020).

8.3.1.10 Dimensión de varillas espaciadas. Las varillas que se implementan en el sistema son circulares, con un diámetro mínimo requerido para soportar las cargas a las que son sometidas, con una longitud necesaria que cumpla con el ancho de la máquina y un pequeño excedente para ser aseguradas en sus extremos. Las varillas son empleadas para la creación de la banda que clasifica la cebolla estando cada una de estas separadas entre sí cada 50 mm..

8.3.1.11 Selección y tipo de pernos y remaches. Los pernos que se implementan en el sistema tienen que ser de calibre y tipo adecuado debido a que estos deben soportar cargas en las cuales se ven involucrados, también tienen que tener una longitud adecuada ya que debe atravesar el cojinete y el perfil donde debe ser sujeta, de igual manera se deben emplear para sujetar el motor a la estructura. Además, se emplean remaches para la construcción y sujeción de las tolvas, es decir que estos deben soportar las cargas a las que se ven sometidas las tolvas.

8.3.2 Características de la máquina. Se presentan las características de la máquina, para dar a conocer aspectos básicos de la clasificadora, tales como la altura, largo y ancho. Además, el tipo de materiales que se emplean, todo esto presentándolo en 3 ítems, las cuales se muestran en la tabla 7.

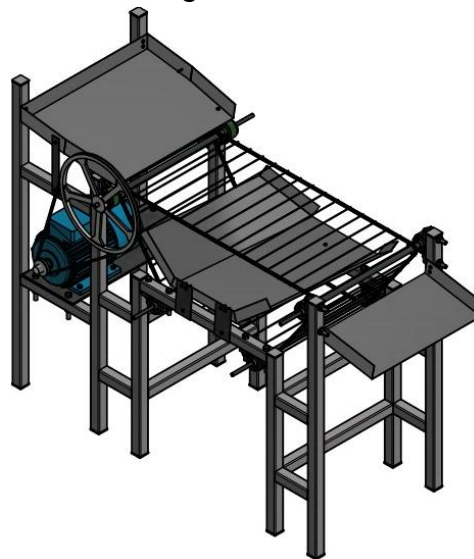
Tabla 7: Características de la máquina.

MAQUINA CLASIFICADORA DE CEBOLLA BULBO		
CARACTERÍSTICAS	Dimensiones	Altura de la máquina = 1,22m
		Largo de la máquina = 1,30m
		Ancho de la máquina = 0,60m
	Componentes Estructura	Tubo de 40x40x2mm A36
		Varilla de clasificación = 1/8 AISI 304
		Cadena paso 428 DIN 8187
		Tolvas alimentación - recolección AISI 304
	Sistema Motriz	Eje solido AISI 1018 3/4
		Poleas 495mm y 40mm
		Motor monofásico 1/2 Hp 1700 Rpm
		Correa de Long 1400 mm

Fuente: Autores.

Se dan a conocer las dimensiones generales de la máquina, como se nombran en la tabla 7, además se expone la ubicación de cada elemento que compone la máquina, el material y la cantidad de cada uno de estos. Ver anexo 8 donde se evidencia plano general y anexo 9 plano explosionado.

Figura 18: Vista general del diseño

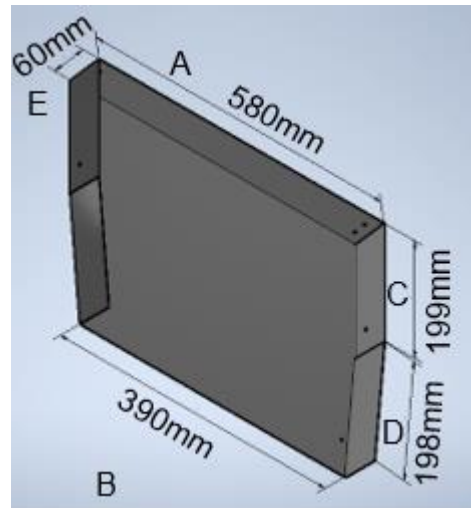


Fuente: Autores.

8.4 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Se calcula el volumen de la tolva de alimentación, para conocer cuál es su capacidad y de esta manera realizar los cálculos posteriores.

Figura 19:Tolva de alimentación.



Fuente: Autores.

$$VTolva = \left(\frac{A+B}{2} * D * E \right) + (A * C * E) \quad (1)$$

$$VTolva = \left(\frac{0.58m+0.39m}{2} * 0.198m * 0.06m \right) + (0.58m * 0.199m * 0.06m)$$

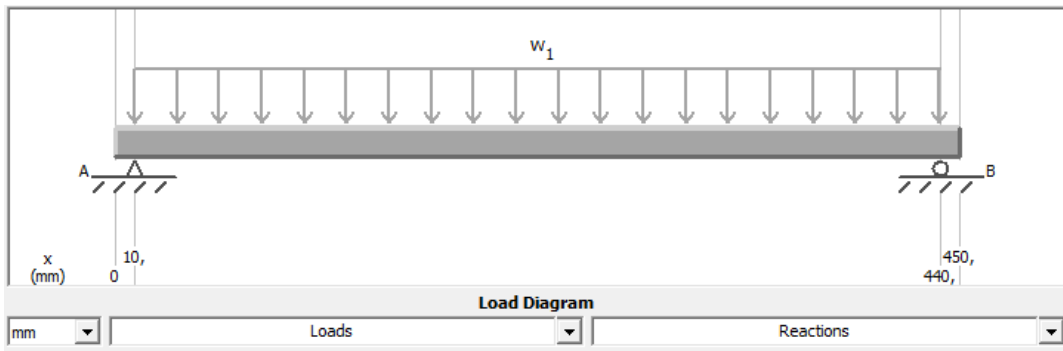
$$Vtolva = 0.012m^3$$

Análisis de esfuerzos a carga estática de las varillas para la banda transportadora

La varilla a implementar en el sistema, es de acero inoxidable 304, ya que esta no genera corrosiones y es ideal para manipulación de alimentos, esta cuenta con un esfuerzo de fluencia 165 Mpa. Esta varilla se ve sometida a cargas como se presenta en la figura 22 diagrama de cuerpo libre.

Por medio de la herramienta MDSolid para ingenierías, se hizo la geometría de la varilla para indicar los diferentes apoyos y cargas a la que esta estará sometida, y así obtener los diagramas de cortante y momento en la varilla.

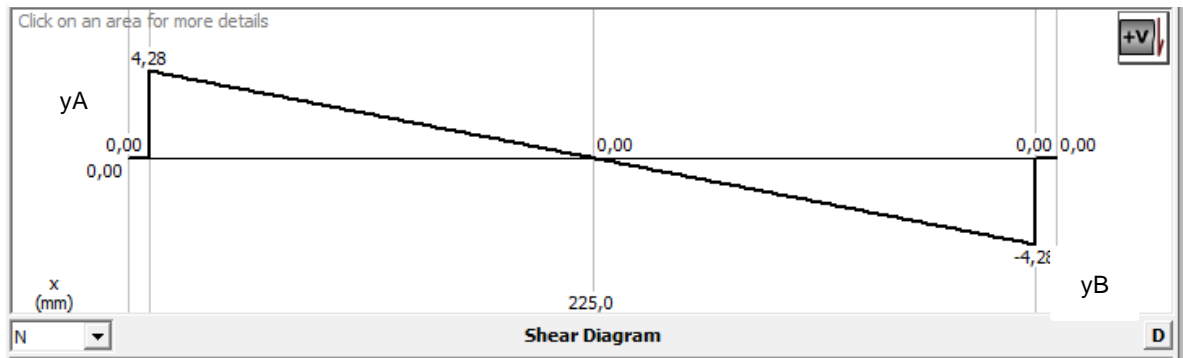
Diagrama 4: Diagrama cortante y momento de la varilla.



Fuente: Autores.

A continuación, se observa el diagrama de esfuerzo cortante que tiene la varilla en casos extremos como lo es el peso de las 3 cebollas bulbo.

Diagrama 5: Diagrama esfuerzo cortante.



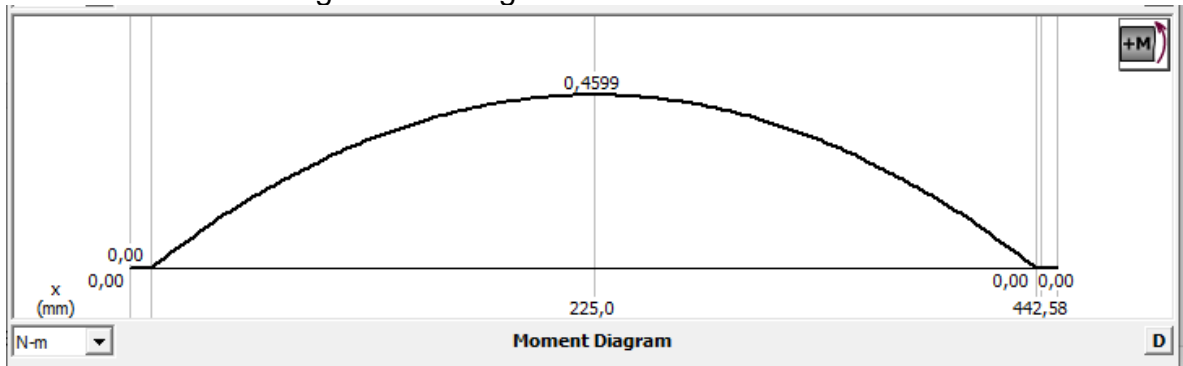
Fuente: Autores.

$$yA = 4,28N$$

$$yB = -4,28N$$

A continuación, se presenta el diagrama de momento flector que se obtiene de la varilla, el momento máximo es de 0,459 N*m, el diagrama nos muestra que el punto crítico está ubicado en el centro de la varilla donde se presenta el momento flector máximo.

Diagrama 6: Diagrama del momento deflector.



Fuente: Autores.

Del análisis del diagrama se obtiene como momento flector máximo:

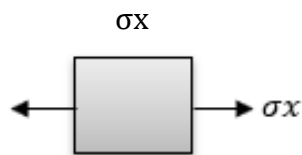
$$M_f = 0,4599 \text{ Nm}$$

Varilla: Teoría de Von Mises-Hencky

$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy})^{\frac{1}{2}} = \frac{S_y}{F.S.} \quad (2).$$

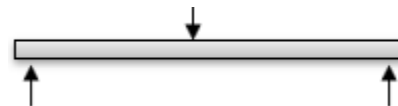
Acero inoxidable 304 $S_y=165\text{Mpa}$

Figura 20: Dirección



Fuente: Autores.

Figura 21: Apoyos y carga en la varilla



$$\sigma_y \text{ y } \tau_{xy} = 0$$

$$\sigma' = \sigma_x = \frac{S_y}{F.S.} \quad (3).$$

$$\sigma_x = \frac{Mc}{I} \quad (4).$$

Donde

$$c = r \quad (5).$$

$$I = \frac{1}{4} \pi r^4 \quad (6).$$

Despejando

$$\sigma_x = \frac{Mr}{\frac{1}{4} \pi r^4} = \frac{Sy}{F.S.} \quad (7).$$

F.S.= 4 para equipos de trabajo continuo en medios abrasivos.

Resolviendo la ecuación, y con el momento generado. Diagrama 6, se obtiene el siguiente resultado.

$$d/2 = \sqrt[3]{\frac{4(M)F.S.}{\pi(Sy)}} \quad (8).$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4(0.459N * m)4}{\pi(165 \times 10^6 \frac{N}{m^2})}} * 2 = 0.00484m = 4.8 \text{ mm}$$

Comercialmente, se encuentra disponible varilla de $\emptyset = 5mm$

Las varillas que se implementaron en el sistema son de acero inoxidable tipo 304, ya que este material es el recomendado por norma debido a que las varillas tienen contacto con la cebolla y se tiene que cumplir con criterios de manipulación de alimentos, con diámetro de 5 mm que es el comercial y el ideal para que pase por los pines de la cadena, y una longitud de 450 mm ya que esta medida es el ancho de la máquina, esta medida permite que no se flecte tanto la varilla a la hora de estar sometida a las cargas, y que tiene la misma medida del costal para su fácil manejo tanto en depósito como en recolección, también tiene un excedente en cada uno de sus extremos para ser sujetado con soldadura a la cadena. Para la clasificación del producto cada dos varillas transportan 5 cebollas de bulbo de categoría mediana-grande que sería la cantidad de producto ideal cada 2 varillas, para el dimensionamiento de la varilla, se supone un caso extremo donde cada varilla va a soportar el peso de 3 cebollas bulbo con una masa promedio de 0,250kg por cebolla que corresponde a una fuerza promedio de 2,451N, con dicho dato se calcula el peso de las cebollas por unidad de longitud de la varilla, dispuesta para la clasificación.

$$P = \text{peso de 3 cebollas} = \frac{\# \text{ de cebollas} * \text{peso}}{\text{longitud de la varilla}} \quad (9).$$

$$P = \frac{3 * 2.451N}{0.450m} = 16,3 \frac{N}{m}$$

Obteniendo como resultado:

$$P = 16,3 \frac{N}{m} \text{ (peso de las cebollas)}$$

$$Q = 3.3 N \text{ (peso de la varilla)}$$

Fuerza que ejerce la cebolla bulbo por su peso en el sistema.

Para obtener la fuerza que la cebolla bulbo ejerce en el sistema se toma el número de varillas transportadoras que hay en el trayecto desde la tolva de alimentación a la tolva final de recolección. Para ello se multiplica el número de cebollas por el número de varillas, restando una varilla para obtener el número de líneas transportadoras, tenemos la siguiente ecuación:

$$\text{Numero de varillas: } Nv = 15$$

$$\text{Numero de cebollas por varilla: } Nc = 3$$

$$Tcs = Nc * (Nv - 1) \quad (10).$$

Reemplazando y resolviendo la ecuación para hallar número de cebollas en el sistema:

$$Tcs = 3 * (15 - 1) = 45 \text{ cebollas}$$

se obtiene la masa de las cebollas multiplicando el total de cebollas en el sistema por la masa promedio de cada cebolla:

$$m_{cebollas} = Tcs * mpc \quad (11).$$

$$m_{cebollas} = 45 * 0.250kg = 11.25kg$$

Para obtener la fuerza se debe multiplicar la masa total que ingresa a las varillas, con la gravedad, para ello utilizamos la siguiente ecuación:

$$Fec = m_{cebollas} * g \quad (12).$$

$Fec = fuerza\ que\ ejercen\ las\ cebollas$

$$g = 9.81 \frac{m^2}{s}$$

$$Fec = 11.25kg * 9.81 \frac{m^2}{s} = 110.36 N$$

Teniendo en cuenta que esta fuerza es relativa, ya que se asume que no siempre van a caer 3 cebollas por cada 3 varillas, es decir que esta fuerza puede variar, por lo cual a continuación tomamos un valor ponderado de 8 kg.

Cálculo de la velocidad de la banda.

Para hallar el tiempo necesario para que la máquina clasifique la cantidad requerida del productor la cual es 1 bulto de 50 kg, se debe dividir el peso del saco por la capacidad requerida por el productor.

$$Capacidad\ requerida = 50kg$$

$$T = \frac{capacidad\ de\ la\ bandeja}{capacidad\ produccion} \quad (13).$$

$$T = \frac{8kg}{50kg/min} = 0.16min = 9.6s$$

Es decir que en 9.6 segundos se clasifica 50 Kg de cebolla teniendo como referencia que la banda este cargada con 8 kg de producto. Los 50 kg serán la sumatoria del producto que caen en la tolva 1 como en la tolva 2.

Continuando con el cálculo se debe tener en cuenta la distancia que hay desde la tolva de alimentación al punto más lejano antes de la tolva de recolección, la cual tiene un recorrido de 805 mm que es lo que mide la banda, siendo esta una medida dada para que supla con la cantidad de producto que necesita clasificar, es decir que entre más largo el sistema, más producto puede clasificar.

La velocidad requerida de la banda transportadora de varillas para que se realice el trabajo de manera que cumpla con el tiempo calculado será:

$$V = \frac{di}{T} \quad (14).$$

di = distancia de la banda
T = tiempo requerido

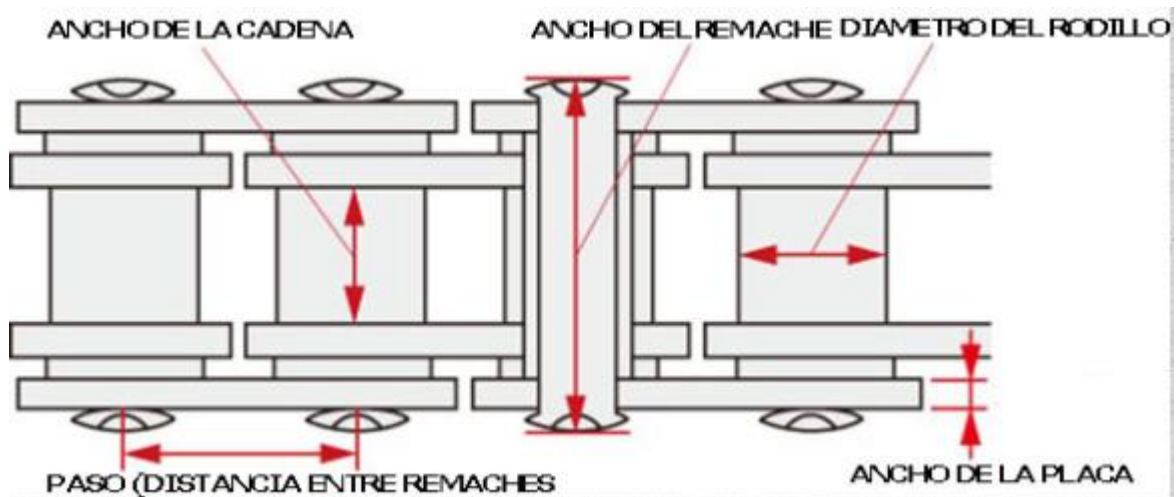
$$V = \frac{0.805m}{9.6s} = 0.0838 \frac{m}{s} = 5.03125 \frac{m}{min}$$

Dimensiones y selección de los eslabones de la cadena de transmisión

Se conoce como cadena de transmisión a aquel elemento que sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre Sprocket. La cadena a implementar en el sistema de selección es una cadena 428H con paso de 12.7mm (1/2in), con peso de 0.79 kg/m, donde es una cadena que está calibrada ya que todos los eslabones tienen las mismas dimensiones para que el hueco de cada eslabón corresponda a la periferia de los piñones o dientes del mismo.

Fuente: (Kit de cadena, 2019)

Figura 22. Partes de un eslabón de cadena



Fuente: (Kit de cadena., 2019).

Tabla 8: Tabla de información dimensional para cadenas de motocicleta

Denominación	Paso (Distancia entre eje de los pines)	Diámetro del diente	Ancho entre placas interiores	Diámetro del pin	Longitud del pin	Diámetro externo eslabón	Espesor de la placa del eslabón	Resistencia a la tracción
	P Mm	D1 Mm	B1 Mm	D2 mm	L Mm	H2 Mm	T Mm	KN
25H	6.35	3.3	3.18	2.31	8.88	6	1	4.9
270H	8.5	5	4.75	3.28	13.15	8.45	1.8	9.9
420	12.7	7.77	6.25	3.96	14.9	12	1.5	16.2
420H	12.7	7.77	6.25	3.96	14	12	1.55	17.4
428	12.7	8.51	7.75	4.45	16.7	11.8	1.6	18.9
428H	12.7	8.51	7.75	4.45	18.7	11.8	2.03	20.8

Fuente: (Catálogos NPC., s,f)

Se calcula el peso total de la cadena (W_c) para con esta información continuar con los cálculos requeridos para el desarrollo.

$$W_c = nh * wca + \frac{M_v}{d_v} \quad (15).$$

W_c : peso total de la cadena (kg/m)

nh: número de hileras de cadena

wca : peso por metro de cadena (kg/m)

M_v : peso de la varilla (kg)

d_v : distancia entre varillas (m)

$$W_c = 2(0.79) \frac{1.04305}{0.0635} = 18.0054 \frac{kg}{m} = 176.5 \frac{N}{m}$$

$$W_c = 176.5 \frac{N}{m} * 0.45m = 79.425$$

La cadena seleccionada es 428H,
paso 12.7mm
resistencia a la tracción 70.8KN

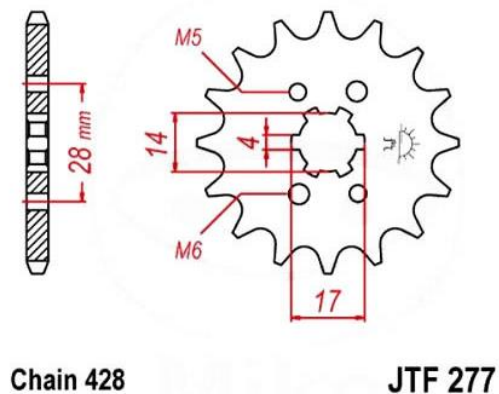
Se escoge una sprockets de 15 dientes (Nn)

El diseño de transmisión por cadena de eslabones de la máquina clasificadora, está constituido por una varilla que atraviesa la cadena en su totalidad por donde pasa el remache o pasador de esta, este pasador se extrae para que quede libre el hueco por donde va a pasar la varilla, este procedimiento se realiza en cada cuarto pasador de la cadena, y así sucesivamente a lo largo de la misma para obtener nuestra banda transportadora y clasificadora, la separación entre varillas permite la clasificación del tamaño del producto, dicha cadena está fabricada en un Acero inoxidable DIN 8187, DIN 8188 ISO 606.

Dimensiones de los piñones o sprockets

Para la selección de los Sprocket se realizó a partir del paso de la cadena de rodillos, para el caso una cadena 428 DIN 8187 ISO 606. El Sprocket se encarga de transmitir movimiento circular a movimiento lineal, por medio de un motor que genera movimiento a través de una correa de repartición la cual va dirigida a un eje transversal que conecta a los Sprocket estos le generan movimiento a la cadena con las varillas de forma lineal para que este transporte la cebolla bulbo y al mismo tiempo realice la selección de esta.

Figura 23. Medidas de Sprocket.



Fuente: K Moto Powered by MOTOPOINT. (s,f).

Velocidad angular del piñón y la polea

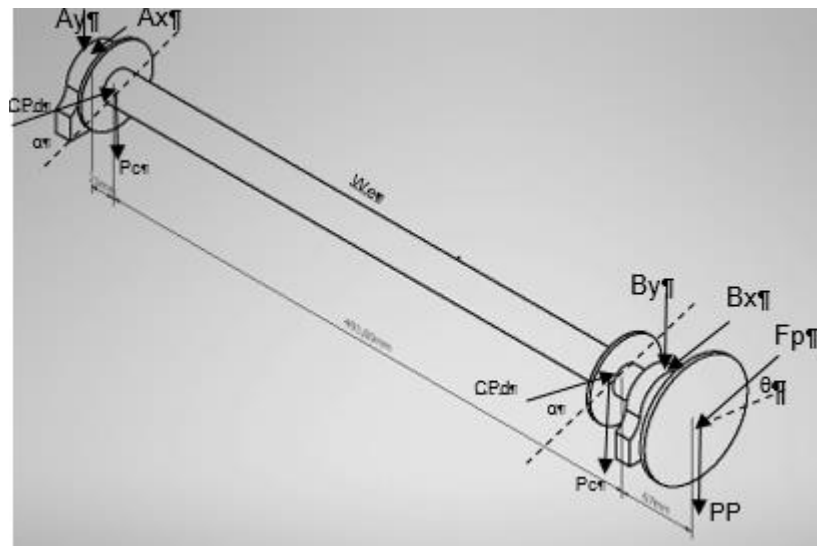
$$n2 = \frac{v}{Dp} \quad (16).$$

$$n_2 = \frac{0.0838}{\frac{0.06108}{2}} = 2.7439 \frac{rad}{s} = 26.2027 \text{ rpm}$$

Diseño del eje de transmisión.

Para el diseño del eje se tienen en cuenta las diferentes cargas a la que esté sometido, como los son las fuerza de los Sprocket que impulsan la cadena y el sistema de polea, como también las cargas que producen las cebollas al ser trasportadas por la banda.

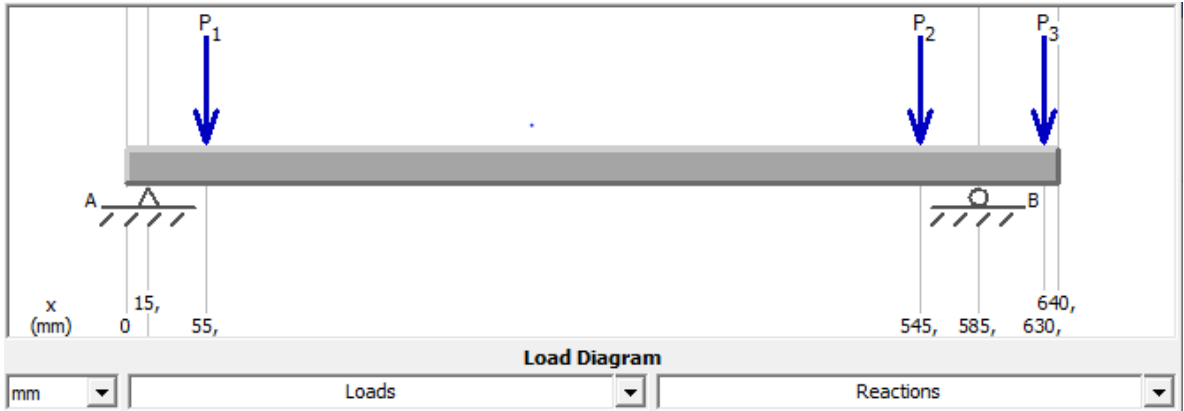
Figura 24. Simulación del eje de transmisión principal



Fuente: Autores

Reacción plano YZ:

Diagrama 7: Diagrama de cargas plano YZ.



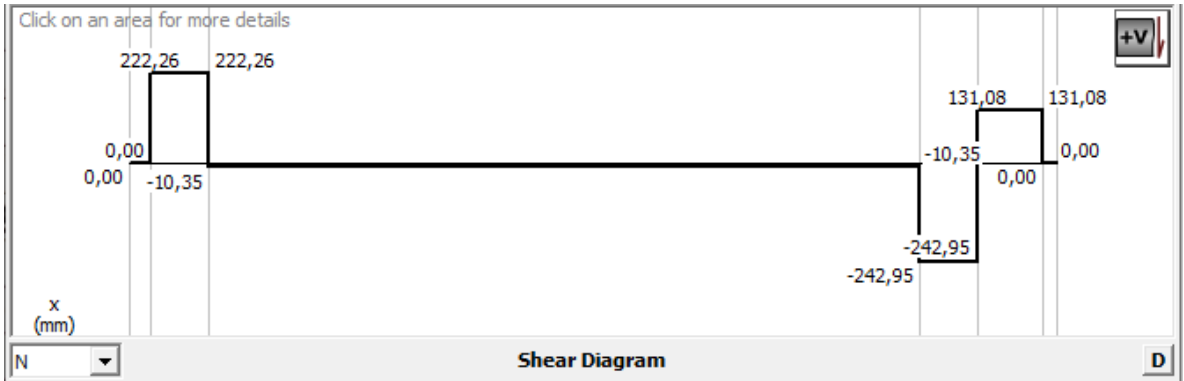
Fuente: Autores

$$\Sigma MA = -4(232.607) - 49(232.607) + 53By - 57(131.079) - 22.1728(30)(0.6) = 0$$

$$By = 381.1091396 \text{ N}$$

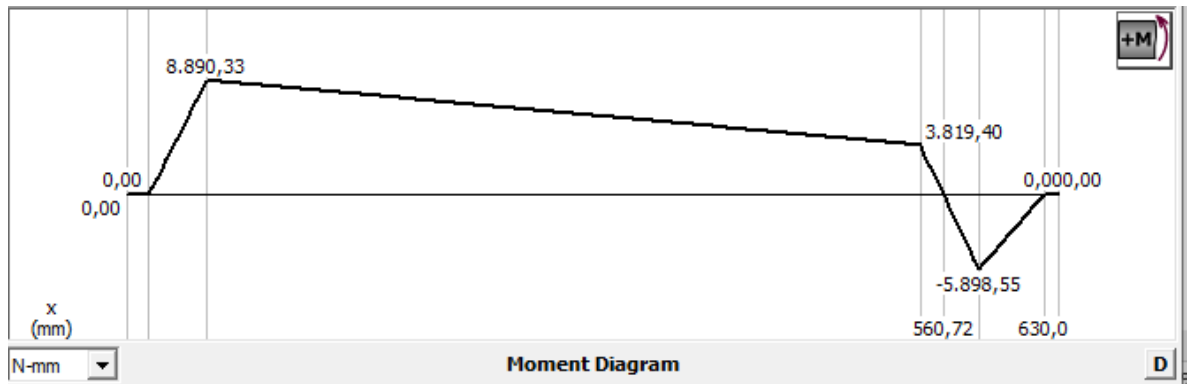
$$Ay = 228.4875404 \text{ N}$$

Diagrama 8: Diagrama cortante plano YZ



Fuente: Autores.

Diagrama 9: Diagrama de momento plano YZ.



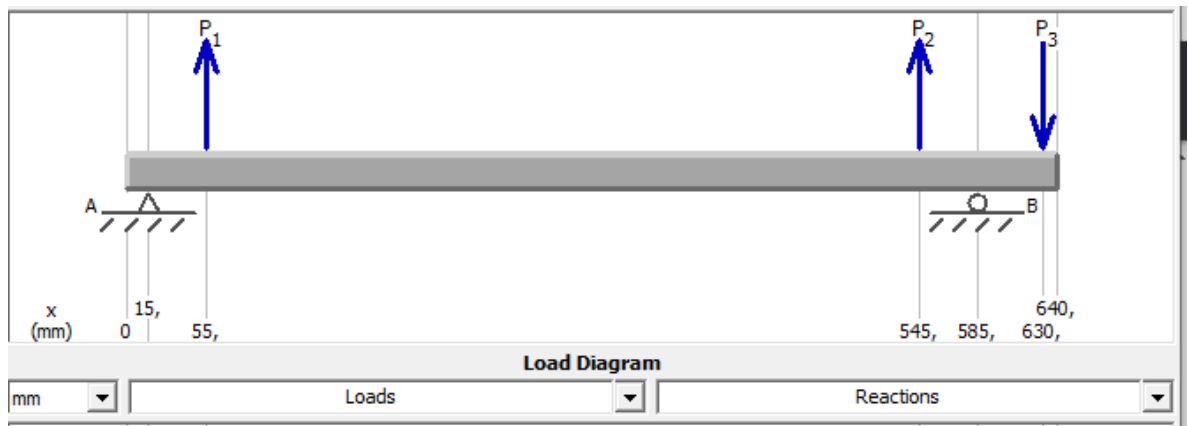
Fuente: Autores.

Del análisis del programa tenemos como momento flector máximo:

$$M_f = 9.12 \text{ Nm}$$

Reacciones plano XZ:

Diagrama 10: Diagrama de cargas plano XZ



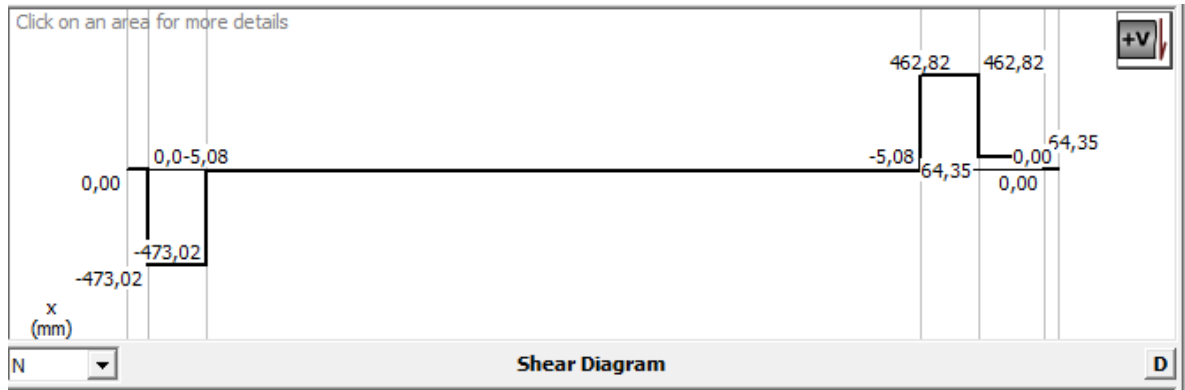
Fuente: Autores.

$$\sum MA = 4(467.9435) + 49(467.9435) - 53Bx - 57(64.3514) = 0$$

$$Bx = 398.73539 \text{ N}$$

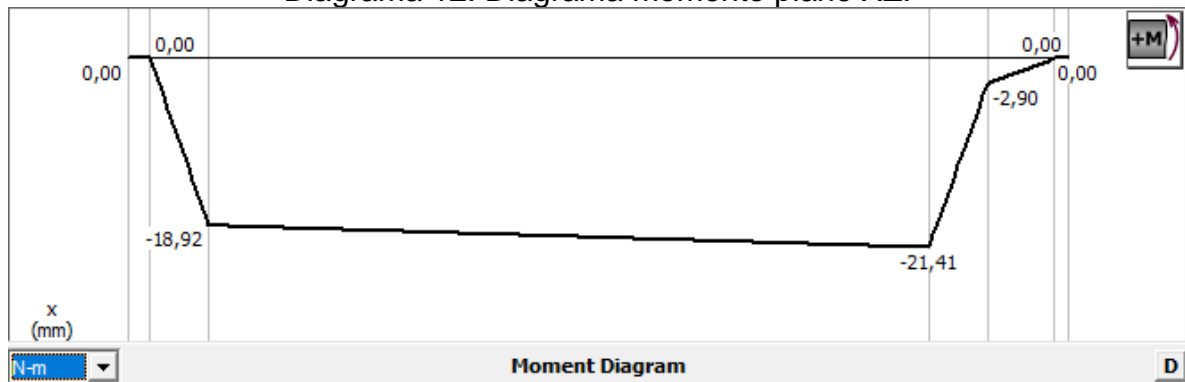
$$Ax = 472.8002 \text{ N}$$

Diagrama 11: Diagrama cortante plano XZ.



Fuente: Autores.

Diagrama 12: Diagrama momento plano XZ.



Fuente: Autores.

Del análisis del diagrama se puede observar que el momento flector máximo es :

$$M_f = 21.41Nm$$

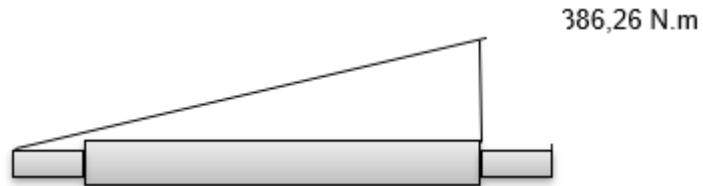
Procedemos a hallar el torque máximo para realizar el diagrama de torques:

$$T_{max} = F_e * r_p \quad (17).$$

$$T_{max} = 110.36N * 0.35m$$

$$T_{max} = 386.26Nm$$

Diagrama 13: Diagrama de torques en el eje.



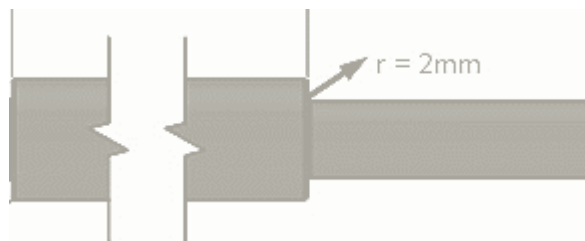
Fuente: Autores.

Ecuación de Goodman:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M a)^2 + 3(K_{fs} T a)^2]^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M m)^2 + 3(K_{fs} T m)^2]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (18).$$

Teniendo como dato S_{ut} : 470 Mpa = 4.7×10^8 Pa (tabla A20 Goodman) (Budyna, Richard y Nisbett, Keith. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de shigley. 8va edición. Mexico D.F. McGraw-Hill Interamericana.)

Figura 25 Radio del hombro.



Fuente: Autores.

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad (19).$$

$$K_f = 1 + 0.85(1.65 - 1)$$

$$K_f = 1.55$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) \quad (20).$$

$$K_{fs} = 1 + 0.85(1.65 - 1)$$

$$K_{fs} = 1.52 \text{ (tabla A 15-8)}$$

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e S_e' \quad (21).$$

$$Ka = 0.798$$

$$Kb = 0.878$$

$$Kc = 1 \text{ Flexion}$$

$$Kd = 1$$

$$Ke = 0.897$$

$$Se' = Sut = 470 \text{ Mpa}$$

$$C = Kc = Kd = 1$$

$$Se = 0.798 * 0.878 * 0.897 * 470 \text{ Mpa.}$$

$$Se = 295 \text{ Mpa}$$

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left(\frac{2(Kf Ma)}{Se} + \frac{3(Kfs Tm)^2}{Sut} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (22).$$

$$d = \left\{ \frac{16 * 2}{\pi} \left(\frac{2(1.55 * 23.27)}{2.95 \times 10^8} + \frac{3(1.52 * 110)^2}{4.7 \times 10^8} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{1/3}$$

$$d = 0.02m = 20mm$$

Se calcula el diámetro mayor del eje principal o conducido, obteniendo que su diámetro es de 20mm, y su largo de 725 mm de hombro a hombro. Se tiene en cuenta que el diámetro calculado es el requerido según el punto más crítico a lo largo de todo su cuerpo, es decir que este diámetro es funcional para todos los ejes ya que en el eje que se calculo es que cuenta con mayores esfuerzos.

De acuerdo con el diámetro calculado con la ecuación de Goodman, se procede a la selección de los rodamientos, teniendo en cuenta que el diámetro hallado es el diámetro mayor del eje, ya que no es recomendable hacer una reducción de diámetro muy brusca procurando que no se haga una concentración de esfuerzos muy grande en los hombros y demás. Se procede a seleccionar los rodamientos según catálogos y teniendo en cuenta que sea fácil de encontrar para el caso de tener que reemplazarlo.

En este caso se hace la selección de un cojinete tipo puente de tal manera que restrinja el movimiento del eje, implementando un cojinete de referencia UCP 201-8 el cual maneja unos diámetros de 12 a 140 mm, es decir que es el más indicado

ya que se encuentra dentro del rango de diámetro necesario. Además, siendo un cojinete que soporta una carga estática de 6,7 KN y carga dinámica de 12,8 KN (Timken. (s.f)).

Figura 26: especificaciones del cojinete

Eje Diá. d	Designación del soporte	Referencia del rodamiento	Índices de carga básicos		Dimensiones											Tamaño del perno	Peso
			Dinámico	Estático	H	L	L ₁	A	H ₁	J	H ₂	S	B	N	N ₁		
			C _r	C _{0r}	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
12	UCP201	UC201	12,8 2878	6,7 1495	30,2 1 3/16	127 5	36 1 1/2	38 1 1/2	16 5/8	95 3 3/4	60 2 3/8	12,7 0,500	31,0 1,220	13 1/2	18 23/32	M10 3/8	0,6 1,3
	1/2	UCP201-8															
15	UCP202	UC202															
	3/4	UCP202-10	UC202-10														

Fuente: Timken. (s.f)

La tensión de diseño, es tomada de catálogos, teniendo en cuenta el tipo de cadena que se va emplear.

La potencia calculada con que trabaja el eje es:

$$Pe = \frac{nh * (Cp + Fec) * v}{1000} \quad (23).$$

Pe: potencia del eje (KW)

nh: número de hileras de la cadena

Cpd: tensión de diseño (N)

Fec: Fuerza que ejerce las cebollas

V: velocidad de la cadena (m/s)

$$Pe = \frac{2(321.481145 + 110,36)(0.0838)}{1000}$$

$$Pe = 0.0723Kw = 0.1 hp$$

Potencia del motor (Pm) requerida para un funcionamiento optimo es:

$$P_m = \frac{P_e}{\eta_p} \quad (24).$$

P_m : potencia del motor

P_e : potencia del eje

η_p : eficiencia de transmisión de la polea

$$P_m = \frac{0.117205}{0.95} = 0.123373hp$$

Velocidad angular de la polea

$$d_1 = 55mm; \quad d_2 = 4.94mm; \quad n_2 = 26.2027rpm$$

$$n_1 = \frac{n_2 d_2}{d_1} \quad (25).$$

$$n_1 = \frac{(26.2027)(4.95)}{55} = 235.8243 \text{ rpm}$$

Torque producido

$$T = \frac{C_{pd} * D_p}{2} \quad (26).$$

$$T = \frac{(521.481145)(0.0610836)}{2} = 15.92697 \text{ N.m}$$

T : torque producido (Nm)

C_{pd} : tensión de diseño de la cadena (N)

D_p : diámetro de paso (m)

Fuerza de flexión de la polea al eje (F_p)

$$F_p = \frac{2KT}{d_2} \quad (27).$$

$$F_p = \frac{2(2)(15.92697)}{0.495} = 128.70281 \text{ N}$$

K : constante (2 correa plana y 1,5 correa trapezoidal)

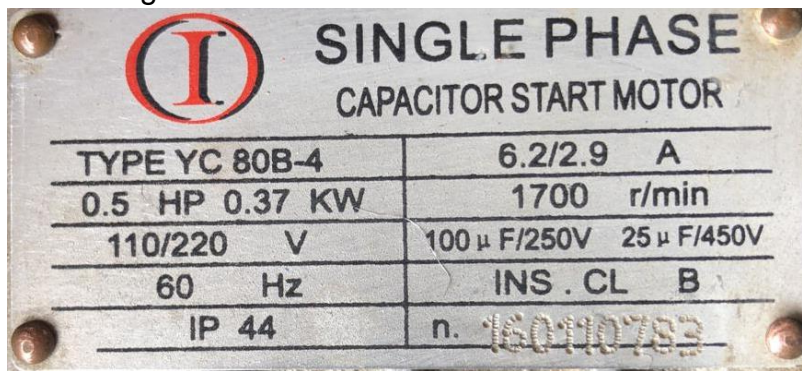
T: torque producido (Nm)

d2: diámetro de la polea (m)

Selección del motor.

Para la selección de un motor, se debe tener en cuenta que cumpla la potencia requerida por la máquina, siendo en este caso 0,12hp, velocidad de rotación y demás factores, estos datos generalmente deben ser suministrados por el diseñador.

Figura 27: Placa de información del motor



Fuente: Autores.

Figura 28: Características del motor

Tipo motore	Potenza resa	Velocità	Corrente	Rendimento	Fattore potenza	Coppia	Corrente avviamento	Coppia avviamento	Coppia massima	Rumorosità	Momento d'inerzia	Massa	Massa	Coppia	Potenza	Frenate per ora	Inerzia totale
Motor type	Rated output	Speed	Current	Efficiency	Power factor	Torque	Starting current	Starting torque	Maximum torque	Noise level	Moment of inertia	Mass	Mass	Torque	Power	Braking: n° per hour	Total inertia
Moteur type	Puissance mécanique	Vitesse	Intensité	Rendement	Facteur de puissance	Couple	Intensité démarrage	Couple démarrage	Couple maximal	Niveau de bruit	Moment d'inertie	Masse	Masse	Couple	Puissance	Frenages par heure	Inertie totale
Motor Typ	Leistung	Drehzahl	Strom	Wirkungsgrad	Leistungsfaktor	Moment	Anlaufstrom	Anlaufmoment	Kippmoment	Schalldruckpegel	Trägheitsmoment	Masse	Masse	Moment	Leistung	Bremsungen pro Stunde	Gesamt Trägheit
Tipo de motor	Potencia proporcionada	Velocidad	Corriente	Rendimiento	Factor de potencia	Par	Corriente de arranque	Par de arranque	Par máximo	Nivel de ruido	Momento de inercia	Peso	Peso	Par	Potencia	Frenados por hora	Inercia total
	Pn [kW]	n [1/min]	In [A]	η [%]	cos φ	Mn [Nm]	Ia/In	Ma/Mn	Mm/Mn	[dB(A)] Lw Lp	J▼ [kgm ²]	m [kg]	m [kg]	[Nm] S1 S4	[VA/W]	[max n.]	[kgm ²]
63 A 4	0.12	1400	0.62	57.60	0.50	0.82	4.5	3.6	3.80	52 44	0.0002	16	22	3 4	40	240	0.00025
63 B 4	0.18	1340	0.67	61.50	0.62	1.28	4.2	2.3	2.53	52 44	0.0002	16	22	3 4	40	240	0.00025
71 A 4	0.25	1372	0.80	60.00	0.74	1.72	3.0	2.2	2.60	56 48	0.0005	19	29	6 9	50	240	0.00102
71 B 4	0.37	1390	1.10	69.00	0.72	2.53	3.5	2.2	2.76	56 48	0.0009	19	29	6 9	50	240	0.00132
80 A 4	0.55	1380	1.60	69.00	0.71	3.86	4.0	2.3	2.50	59 51	0.0009	26	36	12 17	60	240	0.00170
80 B 4	0.75	1390	2.06	73.00	0.72	5.15	4.0	2.3	2.60	59 51	0.0013	26	36	12 17	60	240	0.00210

Fuente: Cemp, Flameproof Motors. (2016).

Motor que utiliza energía eléctrica para generar energía mecánica, motor de baja potencia, pero con capacidad suficiente para transferir la energía necesaria, de manera que se logre el propósito de selección del motor, además se debe considerar el uso de un capacitor para arrancar el motor, que tiene un rotor en forma de jaula y su estator tiene dos devanados, uno principal y uno auxiliar. Los devanados se mueven 90 grados en el espacio, el módulo incluye dos capacitores, uno de los cuales se usa al inicio, el otro se utiliza para el funcionamiento continuo del motor y se denomina condensador RUN. (Pernía, 2011).

Cálculos para el sistema de transmisión por poleas y correas con el respectivo motor.

$$\text{Motor: } 0.5 \text{ hp}$$

$$N = 1700$$

$$D1 = 49.5 \text{ cm}$$

$$D2 = 5.5 \text{ cm}$$

Relación:

$$K = \frac{D2}{D1} \quad (28).$$

$$K = \frac{49.5}{5.5} = 9$$

Calculo N2:

$$K = \frac{N1}{N2}$$

$$N2 = \frac{N1}{K} \quad (29).$$

$$N2 = \frac{1700}{9} = 188.88 \text{ rpm}$$

Factor de servicio (Fs):

Figura 29. Tabla Factor de servicio

TIPOS DE MÁQUINAS O EQUIPOS	SERVICIO INTERMITENTE	SERVICIO NORMAL	SERVICIO CONTINUO
Aglutinos para líquidos Sopladores y aspiradoras Transportadores de trabajo ligero Ventiladores de hasta 10 caballos de fuerza	1.1	1.2	1.3
Transportadores de banda para arena, grano, etc. Bombas rotativas de desplazamiento positivo Máquinas herramientas Máquinas de leñadería Molinos de maza Ejes de línea Generadores Máquina de imprenta Telégrafos-prensas-cortadores Chapas giratorias y vibradoras Ventiladores de más de 10 caballos de fuerza	1.2	1.3	1.4
Máquina para aserrar y trabajos en madera Transportadores (perforado o tornillo) Compresores de pistón Molinos de martillo Pulverizadores Excitadores Máquina textil Bombas de pistón Bovedores conglobos Máquina para ladrillos Sopladores de desplazamiento positivo	1.4	1.5	1.6
Transectores (grupos mandibulares) Estrucos molinos de caudal Molinos de bolas Molinos	1.5	1.6	1.8

Fuente: Intermec S.A. (s,f).

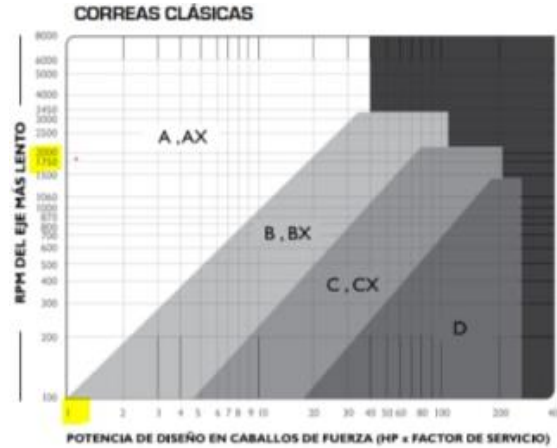
Potencia de diseño (Pd):

$$Pd = p * Fs \quad (30).$$

$$Pd = 0.5 * 1.3 = 0.65$$

Selección de tipo de banda:

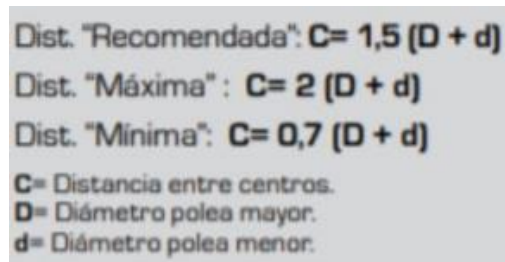
Figura 30. Grafica para la selección del tipo de banda.



Fuente: Intermec S.A. (s,f).

Distancia entre centros:

Figura 31. Ecuaciones para hallar la distancia entre centros



Fuente: Intermec S.A.

(s,f).

$$C = 0.9(495 + 55) = 495mm$$

Longitud de la banda:

Figura 32. Ecuaciones para calcular la longitud de la banda.

Para calcular la longitud de las correas aplique la siguiente fórmula:

$$L_p = 2C + 1.57(D+d) + \frac{(D+d)^2}{4C}$$

Donde:

L_p : Largo de la correa.

D : Diámetro de la polea mayor.

d : Diámetro de la polea menor.

C : Distancia entre centros.

Fuente: Intermecc S.A. (s,f).

$$L_p = 2(495) + 1.57(495 + 55) + \frac{(495 + 55)^2}{4(495)} \quad (31).$$

$$L_p = 2006.2 \text{ mm}$$

Ángulos de contacto:

$$\vartheta_1 = 180 - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2c}\right) \quad (32).$$

$$\vartheta_1 = 180 - 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{49.5 - 5.5}{2 * 49.5}\right) = 127.22$$

$$\vartheta_2 = 360 - 127.22 = 232,77 \quad (33).$$

Resumen de cálculo de la polea

Motor: 5Hp

$$N = 1700 \text{ rpm}$$

$$N2 = 188.8 \text{ rpm}$$

$$D1 = 49.5 \text{ cm}$$

$$D2 = 5.5 \text{ cm}$$

$$C = 49.5 \text{ mm}$$

$$Lp = 2006.2 \text{ mm}$$

$$\vartheta1 = 137.3$$

$$\vartheta2 = 232.7$$

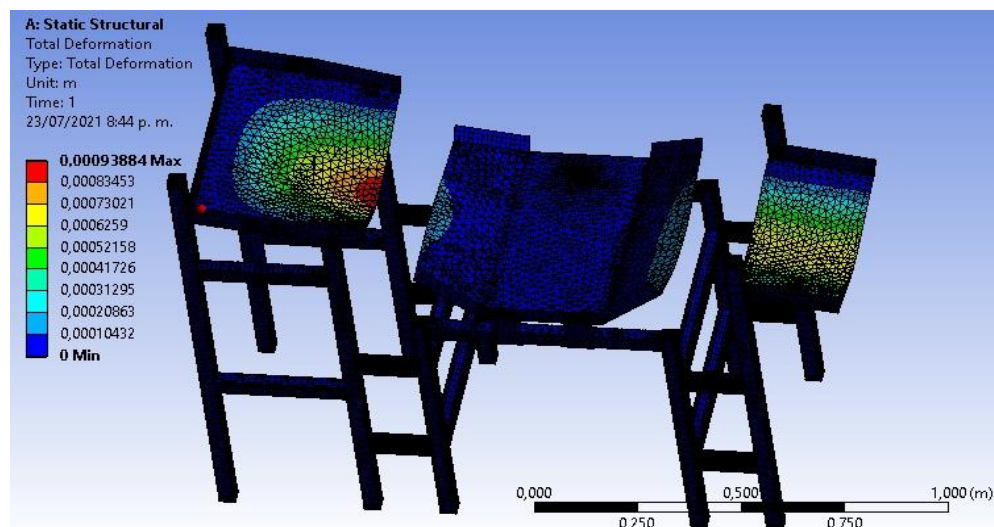
9. CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DEL ARQUETIPO

Mediante el diseño desarrollado de la máquina, se procede a un análisis de cargas mediante una ayuda software ANSYS, importando el diseño elaborado en INVENTOR. Mediante el ANSYS, se verifica que la maquina soporte las cargas a las cuales va a ser sometida, realizando una simulación para reconocer donde se ubican los esfuerzos máximos, mínimos, y esfuerzo promedio. Para la simulación ANSYS se requiere llevar a cabo el desarrollo de una serie de parámetros, los cuales son: materiales, apoyos, desplazamientos, tipo de malla, contactos y tipo de cargas al que se ve sometida. posterior a esto se le da solución a la simulación, obteniendo como resultado la deformación total y la deformación direccional. Una vez obtenidos los datos de la simulación se empieza con la construcción de los componentes, sistemas y el ensamble de la máquina ya que se ha corroborado que el diseño es viable.

9.1 ANÁLISIS DE CARGA ESTÁTICA

Para asegurar que la máquina funcione de manera óptima, se debe realizar un análisis estructural, el cual se desarrolla teniendo en cuenta el diseño realizado mediante el software INVENTOR, este diseño es sometido a las diferentes cargas que debe soportar la máquina. De esta manera se observa si los componentes escogidos y diseño creado son factibles para soportar el trabajo y las cargas a las cuales será sometida la máquina, esto se desarrolla mediante una simulación en software ANSYS. Ve el análisis en el anexo 10.

Figura 33: Deformación total de las bandejas cargadas en ANSYS:



Fuente: Autores.

9.2 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA

Para la construcción de la máquina se tiene en cuenta que esta se compone de 4 sistemas como se ve en la tabla 9. Cada uno de estos sistemas se construye individualmente para luego ser ensamblados. Para la correcta construcción de estos se debe tener en cuenta la información anteriormente expuesta como los materiales de los componentes y sus especificaciones para obtener una máquina de óptimo funcionamiento, ver anexo 9. A continuación, se exponen las herramientas, materiales y procesos de construcción.

Tabla 9. Sistemas que componen la maquina

Sistema	Componentes
Motriz	Motor eléctrico Yc 80B-4
Eléctrico	Cables de alimentación Clavija o enchufe
Tracción	Polea Correa Catalinas Cadenas Chumaceras Ejes de tracción
Estructura	Tolvas Soldadura Pintura

Fuente: Autores.

9.3 MATERIALES.

Los materiales que se implementaron en la construcción de la máquina clasificadora de cebolla bulbo, ver anexo 9. Se observan en la tabla (10), materiales que fueron escogidos bajo la resistencia que soporta cada uno para las cargas que va a ser sometido durante el proceso.

Tabla 10: Lista de materiales para la construcción

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tubo cuadrado A36 de 40x40x2 de 6 m	3
Varilla sólida AISI 304 1/8 DE 6 m	4
Eje sólido SAE 1020 3/4 de 3m	1
Chumaceras UCP 201-8 de ½xar.	8
Cadena de transmisión DIN 8187 de paso 428	4

Tabla 10. (Continuación)

Sprocket SAE 1020 de paso 428 y 15 dientes	8
Electrodos 6013 de 1/8 (libras)	3
Tornillos 9/16 x 3 de 1/2	16
Arandelas planas 3/4	16
Arandela de seguridad	16
Tuercas 3/4	16
Polea conducida 36 mm	1
Polea conductora 5 mm	1
Correa de transmisión	1
Motor 0.5Hp 1700 Rpm	1
Lámina para tolva AISI 304	1

Fuente: Autores

9.4 FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA.

Los componentes que constituyen la máquina son un factor importante a la hora de su funcionamiento, por lo tanto, se debe tener claro que la fabricación de estos debe ser hechos con precisión, ya que estos son sometidos a esfuerzos, presiones y torques. Algunos de estos componentes fueron soldados, ensamblados, cortados y moldeados, para darle la forma deseada para su aplicación.

9.4.1 Estructura. Este es el elemento que permite el acople de los demás componentes de la máquina, está construida con tubo de acero cuadrado de 40x40x1 mm de acero ASTM A36, de esta se derivan sus respectivos componentes como lo como lo son tolvas, tanto de alimentación como la de recolección, banda transportadora y motor.

Figura 34. Estructura de la máquina.



Fuente: Autores

La estructura fue diseñada para el acople de componentes y que sea rígida para su fácil transporte, además se le aplicó pintura de aceite para evitar cualquier tipo de corrosión en esta.

Figura 35. Soportes de rigidez para la estructura.



Fuente: Autores.

Con la estructura armada y pintada, se procede a hacer las mediciones respectivas para ubicar donde van las chumaceras o cojinetes, perforando en los puntos especificados.

Figura 36. Chumaceras



Fuente: Autores.

9.4.2 Banda transportadora con varillas. Para la construcción de este sistema se empezó por despinar la cadena cada cuatro pines y así a lo largo de ella para obtener la medida indicada. En cada uno de los agujeros que deja el pin al ser retirado se pasa la varilla de 1/8 in x 450mm acero AISI 304, esta es soldada en sus extremos para que no tenga forma de salirse.

Figura 37. Cadena con varilla implementada..



Figura 38. Banda transportadora



Fuente: Autores

Se procede a maquinarse los ejes de $\frac{3}{4}$ in x 600 mm a $\frac{5}{8}$ in x 600 mm, para los Sprocket y luego se máquina a $\frac{1}{2}$ in x 600 mm para las chumaceras, al terminar el maquinado se procede a ensamblar los Sprocket para ser soldados al eje y tengan el mismo movimiento que este al girar.

Figura 39. Sprocket ensamblados al eje.



Fuente: Autores.

Continuando con el ensamble se fijan las chumaceras en sus respectivos lugares, se atornillan a la estructura y se ensamblan los ejes en estas para fijarlas

correctamente y queden bien alineadas, también se le monta la polea de transmisión para que esta sea asegurada y alineada.

Figura 40. Ensamble del eje y polea.



Fuente: Autores.

9.4.3 Tolva y bandejas de recolección La tolva de alimentación es la encargada de mantener la banda transportadora con el volumen de producto correspondiente, esta está construida en de acero AISI 304 con espesor de 1,2 mm, esta tolva fue construida manualmente y montada en la estructura por medio de remaches.

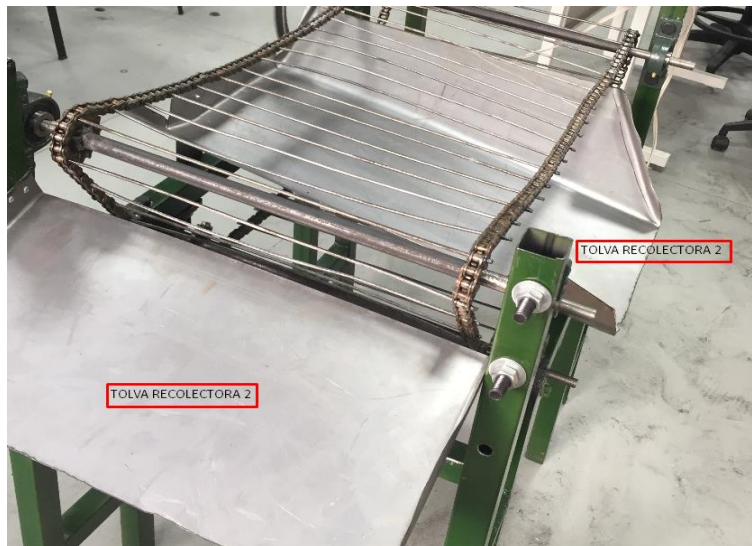
Figura 41. Tolva de alimentación.



Fuente: Autores.

Bandejas de recolección del producto

Figura 42. Tolvas de recolección



Fuente: Autores.

9.4.4 Sistema motriz. Está compuesto por un motor eléctrico de 0,5 Hp y 1700 Rpm con una polea motriz de 40 mm y una polea conducida de 35 mm y su

respectiva correa de 1400 mm de longitud, la polea conducida realiza el movimiento para hacer mover los ejes y piñones de la banda transportadora.

Figura 43. Sistema motriz.



Fuente: Autores

9.4.5 Resultado final del ensamble de la máquina. Posteriormente de haber ensamblado todos los elementos de la máquina clasificadora de cebolla bulbo, se obtiene como resultado.

Figura 44. Máquina clasificadora cebolla cabezona por tamaños.



Fuente: Autores.

9.4.6 Validación del funcionamiento. Se pone a prueba el funcionamiento de la máquina, con el resultado final, se procede a poner en marcha la máquina para posteriormente ser cargada con el producto a clasificar, en este caso cebolla cabezona, se demuestra que la maquina funciona de manera óptima y eficaz sin estropear el producto como se evidencia en la figura 50.

Figura 45: Maquina en funcionamiento.



Figura 46: Maquina Clasificando el producto.



Fuente: Autores.

10. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La máquina clasificadora de cebolla bulbo, es una máquina de fácil operación, ya que no cuenta con complementos complejos que hacen difícil su manipulación, por el contrario, cuenta con elementos muy conocidos como los que poseen las maquinas que operamos a diario, tales como, lavadoras, secadoras, licuadoras, molinos, compresores, etc. Esta máquina también requiere de mantenimiento debido a que cuenta una serie de componentes los cuales necesitan de ciertos cuidados y de lubricaciones, para con esto garantizar la vida útil de la misma.

10.1 COMPONENTES GENERALES DE LA MÁQUINA.

Conocer los componentes de la máquina, ver anexo 9, es un factor importante debido a que con esto se puede reconocer cuál de estos lleva mantenimiento o lubricación como se especifica en el plan de mantenimiento, los componentes se exponen en la (tabla 11)

Tabla 11: Componentes generales de la maquina clasificadora.

CARACTERÍSTICAS	MAQUINA CLASIFICADORA
	Estructura
	Chumaceras

Tabla 11. (Continuación)



Banda Transportadora



Tolva Alimentación



Tolva Recolección



Sistema Motriz

Tabla 11. (Continuación)



Fuente: Autores.

10.2 PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

En Cucaita, Boyacá, se cuenta con un suministro de luz que viene dado por voltaje, con fases de 110V y fases de 220V, la mayoría de productores de cebolla bulbo cuentan con este tipo de energía eléctrica en sus bodegas o puntos de trabajo, las cuales por lo general quedan en sus hogares.

Tabla 12: Puesta en marcha de la maquina

PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA	
Instrucción de operación de la maquina	El operario debe leer y entender correctamente el manual de operación para no tener fallas durante el procedimiento de selección.
Requisitos para su encendido	Conectar el motor al toma corriente Nivelar correctamente la máquina Tener el producto a clasificar cerca
Clasificación	Tener listo el producto a clasificar Tener los sacos recolectores en sus tolvas Alimentar la tolva con la cebolla bulbo

Fuente: Autores.

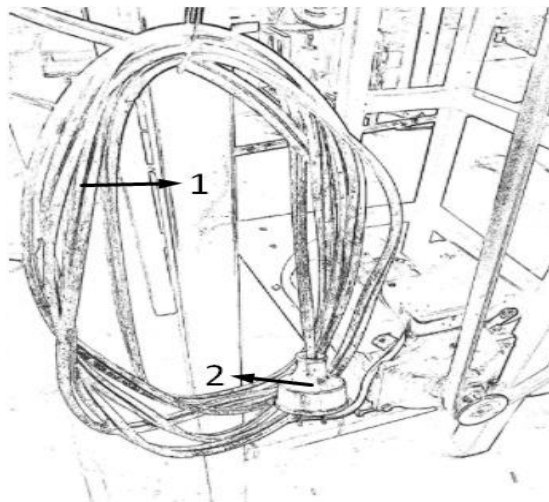
10.3 MANUAL DE OPERACIÓN

El manual de operación, es una herramienta que es creada para la orientación en el manejo de una maquina y las actividades que se derivan de esta, con esto se buscan resultados reales en el desarrollo de nuevo personal, estandarizando el procedimiento de forma rápida y sencilla. Se quiere que con la creación del manual se pueda introducir cualquier tipo de persona interesada en saber cómo trabaja la máquina, así como los elementos que la componen: su contexto, la estructura, los procesos y procedimientos, las actividades y demás información importante relacionada con su operación:

A continuación, se observa el manual de operación:

10.3.1 Conectar la máquina a la red eléctrica

Figura 47: Cables de alimentación.

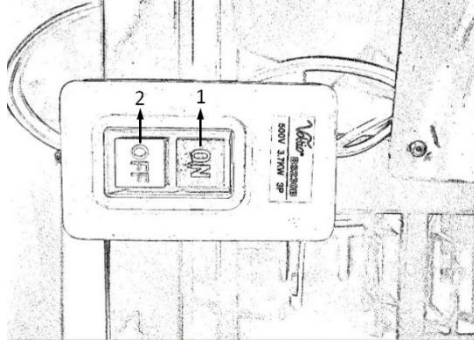


Fuente: Autores.

- Desenrollar el cable (1) de tal manera que quede en posición adecuada.
- Antes de energizar la máquina, asegúrese que el interruptor de encendido y apagado se encuentre con el interruptor OFF activo.
- Conectar la clavija (2) al toma corriente, de tal manera que energice la máquina.
- La máquina debe contar con energía eléctrica (CA) de 110 V para su correcto funcionamiento.

10.3.2 Manejo de interruptor encendido y apagado (ON/OFF)

Figura 48: Interruptor ON/OFF



Fuente: Autores.

- Antes de poner la maquina en marcha asegúrese que todos los sistemas estén libres de cualquier obstrucción que interrumpa el funcionamiento de la máquina.
- Para poner la maquina en marcha, oprimir el interruptor ON (1) siempre y cuando la maquina se encuentre energizada.
- Para apagar o detener la máquina, oprimir el interruptor OFF (2).

10.3.3 Disponer los sacos o empaques del producto en las bandejas recolectoras.

Figura 49: Recolección bandeja 1.

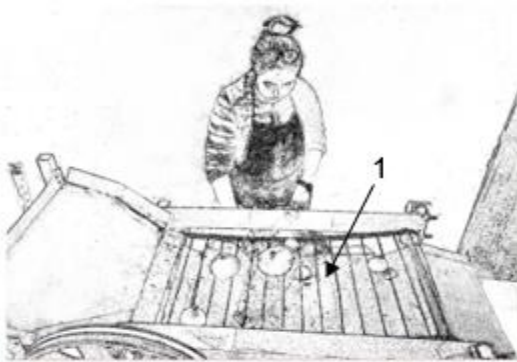
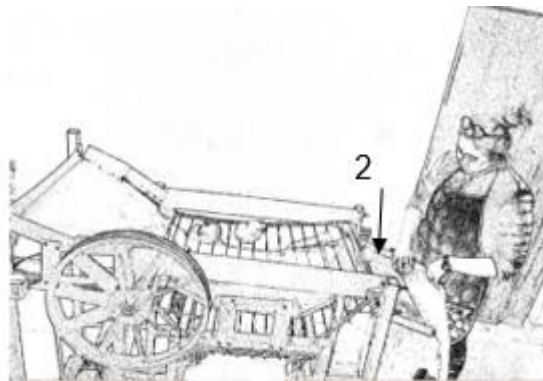


Figura 50: Recolección bandeja 2.

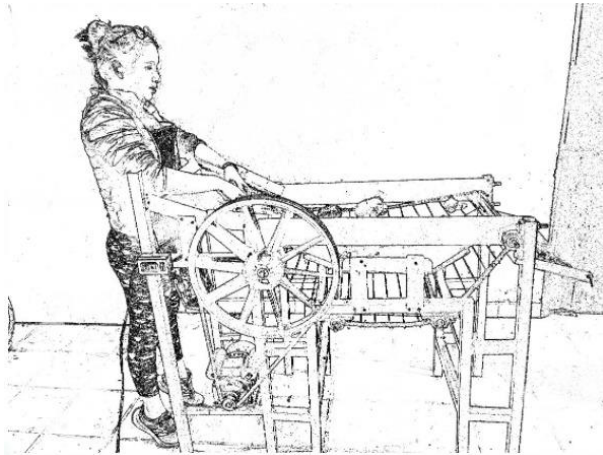


Fuente: Autores.

- Disponer el saco o empaque en la bandeja recolectora (1), la cual va a recoger la cebolla pequeña que se clasifique.
- Disponer el saco o empaque en la bandeja recolectora (2), la cual va a recoger la cebolla que no cae en la bandeja recolectora (1), es decir la cebolla grande.
- Hacer el cambio de saco o empaque de cada bandeja, cada vez que este se llene.

10.3.4 Suministro de producto a la maquina

Figura 51: Alimentación de la máquina.



Fuente: Autores.

- Observe la imagen, adopte esta posición para la correcta manipulación de la máquina y de esta manera evitar accidentes
- Preparar la cebolla que se va a clasificar, disponer de ella en unas canastas, cajas o sacos mallados para que se facilite suministrarla en la máquina.
- Disponer la cebolla en la tolva de alimentación de tal manera que esta caiga en la banda clasificadora.
- Mantener alimentación constante para que se evidencie la reducción en el tiempo a la hora de la clasificación del producto.

10.3.5 Después del trabajo

Figura 53: Interruptor ON/OFF

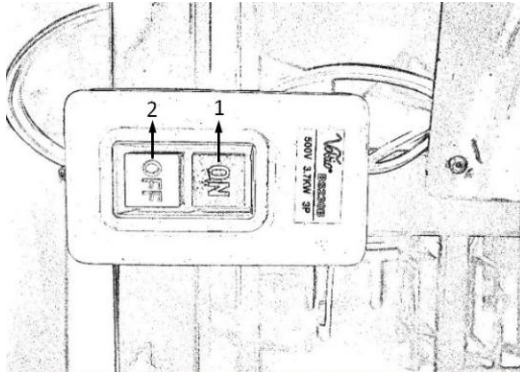
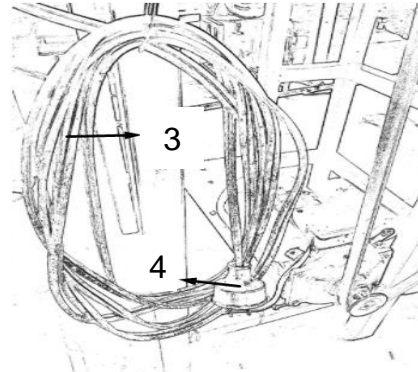


Figura 52: Cables de alimentación.



- Terminado el trabajo, diríjase al interruptor ON/OFF y oprima el botón OFF (2), de esta manera la máquina quedará en total reposo.
- Cuando la máquina se encuentre en total reposo, proceda a desenergizarla desconectando la clavija (4) del tomacorriente.
- Seguido de desconectar la clavija (4), proceda a enrollar el cable (3) y posícionelo en el gancho correspondiente y con esto evitar accidentes.

10.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El manual de la máquina clasificadora de cebolla cabezona bulbo permite al operario ver cada uno de los sistemas y componentes que esta tiene, este tiene finalidad de dar una introducción al operario de cómo es el funcionamiento de la máquina, de la forma adecuada de operar y trabajar la máquina, tener claro cómo se debe manipular desde el momento de encendido hasta el apagado.

El mantenimiento de una máquina agrícola es un factor importante a la hora de tener en buen estado cada una de las piezas de la máquina, este lleva una organización de componentes y subcomponentes, línea de accesorios y productos de mantenimiento (grasas, lubricantes y limpiadores); El mantenimiento se debe tener activo, así como se debe tener a la mano el suministro de cada producto y material necesario para cada intervención, para evitar paradas repentinas de la máquina y perder la producción de la misma.

Gracias a la información que se obtiene y se guarda en cada una de las intervenciones de mantenimiento que se le realiza a la máquina, nos permite llevar a cabo el análisis de costos, intervenciones y disponibilidad de suministros, también nos permite ver la fiabilidad y mantenibilidad.

10.4.1 Consideraciones

- La máquina ha sido diseñada para trabajar en terrenos agrícolas, en áreas planas y abiertas para el abastecimiento del producto a seleccionar.
- La máquina ha sido construida para el uso agrícola, para la manipulación de una persona capacitada, está prohibido su uso a menores de edad.
- El usuario es responsable del control del funcionamiento de la máquina, de la sustitución y reparación de las partes con desgaste, estas podrían generar daños extremos.
- Este manual de mantenimiento describe las formas del uso correcto del mantenimiento periódico.

10.4.2 Mantenimiento

PASO 1: Objetivos y metas que se obtiene de un buen mantenimiento.

Usted, operario de la máquina seleccionadora de cebolla bulbo, debe tener en claro que cuando usted le realiza a la máquina una serie de intervenciones de mantenimiento, en un intervalo de tiempo pronosticado, está buscando minimizar el número y el tiempo en los paros de producción, reduciendo costos por repentinos paros y sus consecuentes gastos.

Las metas que se quieren obtener al llevar un mantenimiento consecutivo y planificado son:

- Reducir costos de producción.
- Reducir tiempos de parada imprevista.
- Aumentar disponibilidad del equipo.
- Reducir paradas por fallas.
- Mejorar el manejo de mano de obra.
- Otros

PASO 2: Mantenimiento preventivo planificado.

Este paso es el más importante a la hora de llevar un mantenimiento, la planificación de intervenciones para mantenimiento, permite que se pueda realizar en tiempos de menor producción, ya que, si no se lleva una fecha específica de los tiempos de menor producción, los llevaría hacer paradas en tiempos de mayor producción, generando gastos y perdidas mayoristas de la misma.

Tabla 13: Manual de mantenimiento y lubricación.

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN		
CADA 10 HORAS DE TRABAJO O DIARIO		
Apriete de pernos	Revise el apriete de todos los tornillos de la máquina, ajuste de ser necesario.	Para ajustar correctamente el perno, gire un poco el perno o tuerca en sentido antihorario, y luego vuelva a girarlo en sentido horario. (use herramientas fijas)
Limpieza de tolvas	Limpie la tolva de alimentación y las de recolección	Para tener una limpieza uniforme en las tolvas utilice una bayetilla humedecida con alcohol.

Tensión de cadena transportadora	Revise que la cadena tenga una tensión adecuada y su alineación sea la correcta. (tensione y alinee si es necesario)	Para tensionar y alinear correctamente la cadena, afloje las dos chumaceras que están generando la obstrucción, alinee, tensione y vuelva ajustar las mismas
Lubricación	Engrase la cadena de transporte	Agregue grasa en cantidad moderada a lo largo de la cadena con ayuda de un cepillo
	Engrase de catalinas de transmisión	Agregue grasa en cantidad moderada alrededor de la catalina.

CADA 50 HORAS DE TRABAJO O SEMANAL

Lubricación	Engrase las chumaceras	Agregue grasa en cantidad moderada, uno o dos bombazos son suficientes.
Tensión y alineación correa transmisión	Revise que la correa tenga la tensión adecuada y su alineación sea la correcta. (tensione y alinee si es necesario)	Para la tensión y alineación de la correa de transmisión afloje los pernos que sostiene el motor, y deslice el motor hasta que tenga la tensión y alineación adecuada, aprete pernos.
Poleas de transmisión	Verifique que estén fijas	Para asegurarse de que las poleas están sujetas verifique que la máquina este sin energía, luego mueva las poleas y verifique si tienen juego, si es así proceda ajustar la misma.

CADA 500 HORAS DE TRABAJO APROXIMADAMENTE O MENSUAL

Varillas transportadoras	verifique que las varillas estén en buen estado y no se encuentren dobladas.	Con ayuda de una regleta verifique que la varilla tenga si linealidad correspondiente, cámbiela si es necesario.
Banda transportadora	Engrase de cadena	Con ayuda de un cepillo agregue grasa a lo largo de la cadena de la banda transportadora

ANUAL

Tornillería	Realice la revisión general de la tornillería	Reemplace los pernos, tuercas y arandelas que verifique que están en mal estado
Lubricación del motor	Engrase el motor	Realice el engrase del motor, retirando las tapas de este y agregándole grasa a sus rodamientos.
Contactador	Revise el contactador de encendido / apagado	Para verificar que el contactador este bien, desatornille y quite la tapa frontal para verificar que sus conexiones estén correctamente, de lo contrario, corrija.
Correa	Revise que la correa este en buen estado	Para verificar que la correa este en buen estado, detalle que la misma no esté quemada ni deshilachada, si es así, cámbiela.
Catalinas	Revise que los dientes de las catalinas	Realice la verificación de los dientes de las catalinas, si están con defectos o con deterioro por fricción, realice su cambio.

Fuente: Autores.

PASO 3: Ejecutar problemas y soluciones

En el momento de tener un fallo, debe usted apagar la máquina por completo y verificar bien cuál es el problema que tiene, si el problema es muy leve y usted cree que la máquina puede seguir funcionando, encienda la máquina, de lo contrario permanezca con la máquina apagada y realice el mantenimiento correctivo de inmediato.

El mantenimiento correctivo se debe realizar con responsabilidad, buenas herramientas, en lo recomendado que las herramientas sean fijas, y lleve un orden adecuado a la hora de zafar componentes.

En la siguiente tabla se lleva una serie de posibles casos que se pueden tener, y sus soluciones.

Tabla 14: Problemas y soluciones.

PROBLEMAS Y SOLUCIONES	
LA BANDA TRANSPORTADORA ESTA MAS CAIDA HACIA LA DERECHA	
Una de las chumaceras de la sección derecha esta floja	<p>Afloje la los pernos de la chumacera y desplace la chumacera hasta que la cadena quede con la tensión adecuada.</p> <p>Apriete bien todos los pernos de la sección derecha.</p>
LA BANDA TRANSPORTADORA ESTA MAS CAIDA HACIA LA IZQUIERDA	
Una de las chumaceras de la sección izquierda esta floja	<p>Afloje la los pernos de la chumacera y desplace la chumacera hasta que la cadena quede con la tensión adecuada.</p> <p>Apriete bien todos los pernos de la sección derecha.</p>
LA CADENA DE LA BANDA SE DESCARRILO DE LAS CATALINAS	
La cadena esta suelta y tiende oscilar	Una de las chumaceras esta suelta, verifique, deslícela hasta que esta quede con un temple adecuado, apriete bien los pernos.
Las catalinas están desalineadas	Afloje los pernos de las dos chumaceras, deslice el eje que guía las catalinas hasta obtener su linealidad, ajuste pernos.
LA CORREA DE TRANSMISION SE DESCARRILA	
La correa esta suelta y tiende a oscilar	Afloje los pernos del motor y deslice el mismo hasta obtener el temple de la correa, ajuste los penos.
La correa esta desalineada	Afloje una de las poleas y deslícela hasta obtener la linealidad de la misma, apriete pernos.
MOTOR INESTABLE (VIVRA)	

**Los rodamientos del motor
están con desgaste**

Retire el motor de la estructura y cambie los
rodamientos del mismo.

LA ESTRUCTURA INESTABLE

Desnivel del puesto de trabajo

Nivele el puesto de trabajo, o nivele la estructura
con ayuda de otros elementos, para que esta no
tienda a maquearse.

Fuente: Autores.

10.5 RIESGOS.

Son los riesgos que puede sufrir el operario de la máquina por cualquier accidente que pueda tener al poner en marcha la máquina o durante su proceso de clasificación, sus medidas preventivas permiten al operario estar informado, para que no sufra accidentes o inconvenientes.

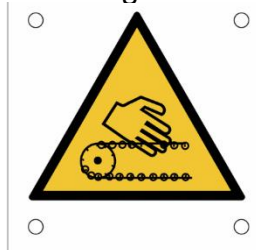
Riesgos físicos.

Al manipular una máquina no estamos enfrentando a un riesgo ya sea por el ruido, vibraciones, electricidad, polvo, restos entre otras, son diferentes factores de riesgos y estos se clasifican en riesgos mecánicos y riesgos no mecánicos.

Riesgos físicos mecánicos.

Se pueden contemplar como riesgos, al riesgo que emite la máquina clasificadora en la parte de la transmisión de movimiento entre los Sprocket y la cadena de arrastre de las varillas clasificadoras, por lo cual hay que tener mucho cuidado a la hora de operar la máquina. Para ello existen diferentes símbolos de advertencia o peligro.

Figura 54. Riesgo mecánico



Fuente: (SETON., s,f)

Riesgo físico no mecánico.

Este tipo de riesgo no es tenido muy en cuenta por los operarios, ya que es un riesgo que no es visible, son impredecibles, ya que no producen ruido ni vibraciones, pero son altamente peligrosos para el operario si no tiene precaución o no utiliza las EPP de trabajo. Uno de estos riesgos es el Riesgo Eléctrico que ocurre por no tener en orden el cableado o en el momento de conectar el motor al tomacorriente.

Figura 55. Señalización de riesgo eléctrico.



Fuente: (Prevensionar, 2018)

11 CONCLUSIONES

- La selección de la máquina se realizó mediante un estudio de investigación de máquinas existentes, exponiendo diferentes alternativas de diseño que posteriormente fueron evaluadas teniendo en cuenta los requerimientos del cliente, obteniendo como resultado que el diseño más viable es el que se desarrolló en el proyecto
- El producto clasificado se obtuvo en sus dos tamaños y sus respectivas tolvas de recolección, se calculó el tiempo que tarda esta máquina en clasificar los dos bultos, así como se le llevó a cabo una inspección visual para corroborar que la cebolla caiga a su respectiva tolva a la que pertenecen.
- Con los datos de obtenidos en los cálculos se puede concluir que el tiempo promedio de la clasificación de cebolla bulbo es de 50 kg cada 10 segundos aproximadamente, si comparamos con la clasificación manual que se tarda 9 minutos, estamos ganando un gran ahorro de tiempo con la máquina clasificadora, ahorro estimado en 8,8 minutos
- En el presente proyecto se diseñó y construyó una máquina para clasificar cebolla cabezona por tamaño buscando reducir el tiempo de clasificación y reducir la mano de obra, obteniendo como resultado unos datos favorables y demostrando que se puede aumentar la producción y mejorar la calidad del producto empacado, ya que la cebolla en el mercado se divide por tamaños, dependiendo del tamaño es el costo de la venta del producto, es decir que al implementar la máquina va a contribuir para obtener mejoras considerables.
- Durante el desarrollo del proyecto se pusieron en práctica conocimientos de diseño, mecánica de materiales, dibujo técnico (Inventor) y elementos finitos (ANSYS) impartidos por la Universidad.
- Una forma de mejorar los datos obtenidos de la clasificación es implementando otra sección para la clasificación de los tamaños media y grande, y de esta manera tener una máquina que clasifique los 3 tamaños de cebolla que se encuentran en el mercado.

- Al realizar las pruebas de funcionamiento se evidencia que la máquina cumple con los requerimientos de diseño, y además no daña el producto a clasificar.
- Con el plan de mantenimiento se reducen costos y se obtiene el máximo provecho de producción de la máquina.

12 RECOMENDACIONES

Para el funcionamiento óptimo de la máquina y una vida útil larga, se debe seguir las recomendaciones dadas en el manual de mantenimiento creado en busca de guiar al agricultor en el proceso de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

Conocer la correcta puesta en marcha de la máquina para asegurar el correcto funcionamiento y la correcta clasificación de la cebolla.

Siendo la opción más viable, la alternativa seleccionada por su economía y su fácil manejo, se recomienda a los agricultores su implementación para agilizar y economizar el proceso de selección.

Tener en cuenta los riesgos que se presentan hacia el operador al momento de poner la máquina en funcionamiento.

Se recomienda al operario tener en cuenta el peso máximo que resiste la máquina para que esta no presenta fallas en su clasificación y funcionamiento.

REFERENCIAS

- Alarcón Montaña, A. V., & Gaviria Macias, J. H. (2016). *Sistema de información para los agricultores de cebolla cabezona vereda Siatame-Municipio de Sogamoso*.
- Alcalde Cajamarca, C. F., & Bone Fonte, E. G. (2013). *Diseño de una máquina clasificadora de tomates de 700 [Kg/h] de capacidad* (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2013).
- Alibaba. (s,f). *Maquina clasificadora de rodillos de acero inoxidable para frutas y verduras, patatas, cebolla, naranja, tambor rotarivo*. Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-fruit-and-vegetable-potato-onion-orange-roller-sorting-machine-rotary-drum-grader-60614598613.html>
- Abril-Saltos, R. V., Ruiz-Vásquez, T. E., Alonso-Lazo, J., & Cabrera-Murillo, G. M. (2017). *Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso*. *Agronomía Mesoamericana*, 703-717.
- AgriExpo By Vrtual Expo Group. (s,f). *Cosechadora de Cebollas WR Series*. Recuperado de: <https://www.agriexpo.online/es/prod/asa-lift-s/product-168431-3413.html>
- Angos Mediavilla, M. A. (2013). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE FRUTOS POR SU TAMAÑO* (Trabajo de grado). Carrera de ingeniería mecánica. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE, Sangolqui.
- Ballón Gomez, M. (2015). *Los chutes o tolvas*. Universidad Nacional de San Agustín. 35p.
- Burbano Hurtado, T. L. (2015). *Máquina para clasificar aguacates por su peso*. Ibarra.
- Castellanos, M.; I. Vejarano; E. Flores: (2012). *Manual de Cosecha y Mercadeo. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central*. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 50p.

- Catálogos NPC. (s,f). *Cadenas eslabonadas de acero para motocicleta*. Recuperado de: <https://www.impocali.com/img/catalogos/Npc/Hoja%20T%C3%A9cnica%20de%20Cadena%20de%20Motos.pdf>
- Cemp, Flameproof Motors. (2016). *Electric motors*. Edición: 09-16.
- CIA General de aceros. (s,f). *Aceros Especiales para aplicaciones Industriales: Acero Grado Ingeniería, Aceros al carbono*. Recuperado de: https://www.cga.com.co/wp-content/uploads/2020/07/Ficha_T%C3%A9cnica_Aceros_Grado_Ingenier%C3%ADa_1020.pdf
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 101: Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero*.
- Congreso de la República. (2009). *Ley 1351 de 2009*.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social, Republica de Colombia, Departamento Nacional de Planeación (CONPES). (2005). *Política Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de alimentos para el sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias*.
- Constitución Política de Colombia [Const]. *Art. 333. 7 de julio de 1991* (Colombia).
- Corporación Colombia Internacional, Asociación Hortifructícola de Colombia., (2006). *Plan hortícola PHN*. Bogotá Fondo Nacional de Fomento Hortofructícola
- De Máquinas y Herramientas.,(2011). *Introducción a la soldadura por arco*. Recuperado de: <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-por-arco>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *El cultivo de la cebolla cabezona (Allium cepa L.) frente a condiciones de alta humedad*. Boletín mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. 97p.
- Díaz, J. M., Pérez, A., Lewin, P., Requena, B., & Oteyza, S. (2006). *Colombia: Nota de análisis sectorial. Agricultura y desarrollo rural*.
- Duijndam Machines. (s.f). *Máquina de clasificación de rodillos Schouten*. Recuperado de: <https://www.duijndam->

machines.com/es/maquinas/82578/m%C3%A1quina-de-clasificaci%C3%B3n-de-rodillos-schouten/

- DUNLOP. (2010). *Correas de transmisión industrial*. Buenos Aires: DUNLOP ARGENTINA S.A.
- Expoimsa. (2018). *CADENAS INDUSTRIALES Y AGRÍCOLAS: Especialistas en donghua y Correas optibelt*. Recueprado de: <https://www.expoimsa.com/problemas-de-la-cadena-transportadora/>
- Fornaris Rullan, G. J. (2012). *Conjunto tecnológico para la producción de cebolla: características de la planta*. Universidad de Puerto Rico. Colegio de Ciencias Agrícolas.
- Fustamante Saldaña, W., & Vásquez Gamonal, L. D. (2018). Diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color.
- Gutiérrez Aponte, J., & Sánchez Ángulo, L. (2009). *Impacto ambiental*. Monografía, Universidad Los Ángeles de Chimbote.
- IEC. (2019). Seguridad de las maquinas, equipo eléctrico de las maquinas, Parte 1: Requisitos generales (IEC 60204-1). Recuperada de : <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061674>
- INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ., (2020). *¿Qué es un Sprocket y cómo se diseñan?*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/%E2%9A%99-que-es-un-sprocket-y-como-se-disenan-%E2%9A%99/>
- Intermec S.A. (s,f). *Poleas en "V". Transmisión de potencia*.
- Iñesta Burgos & García Fernández., (2002). *La electricidad: El recorrido de la energía*. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Primera edición. EDITOR: E.i.S.E. Domènech, S.A
- ISO. (2008). Seguridad de las maquinas. Requisitos de higiene para el diseño de las maquinas (ISO 14159). Recuperada de: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0041371>
- ISO. (2012). Seguridad de las maquinas, Principios generales para el diseño, Evaluación del riesgo y reducción del riesgo (ISO 12100). Recuperada de :

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049405> -

Jeres Díaz, C. W. (2018). *Máquina para clasificar y contabilizar la producción de tomates de árbol* (Bachelor's thesis).

Kit de Cadena. (2019). *Kit de cadena moviendo el mundo*.

K Moto Powered by MOTOPOINT. (s,f). *Front sprocket JT JTF 277-14 14T, 428*. Recuperado de: https://www.motonet.co.eshop/front-sprockets-jt-7/?good_detail=front-sprocket-jt-jtf-277-14-14t-428-42b3369c42418ca4b48644ea6465ffd1p&redirectedUrl=1

Libera Bonilla, B. E. (2007). *Impacto, impacto social y evaluación del impacto*. *Acimed*, 15(3), 0-0.

Machine Pasen. (s,f). *Garlic cleaning sorting machine*. Recuperado de: http://www.pasenmachinery.com/index.php?m=content&c=index&a=show&c_atid=8&id=25

Ma San Zapata, J. F. (2013) *Diseño de elementos de máquinas I*. Universidad Nacional de Piura. Recuperado de: <https://www.eumed.net/libros-gratis/ciencia/2013/14/14.pdf>

Mamani, G. (2019). *Poleas de transmisión*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/425481796/Poleas>

Marradi, A. (1990). *Classification, typology, taxonomy*. *Quality and Quantity*, 24(2), 129-157.

Mecanización, Combate, Inflación. (s,f)). *Cosechadoras para cebollas*. Recuperado de: <https://www.cebollas-papas.com/cosecha/mecanizada/cebollas.php>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales. (2014). *Área sembrada y área cosechada del cultivo de cebolla de bulbo 2007-2014*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). *Resolución 187 de 2006*.

Ministerio de Comercio e Industrias & Dirección General de normas y tecnología Industrial. (2016). *Cebolla: Requisitos de calidad*. ICS: 67.080.01. Primera actualización.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2008). *Decreto 3273 de 2008*.

Ministerio de Salud Pública. (1997). *Decreto 3075*.

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Resolución 2674 de 2013.

Ministerio de Transporte. (2012). *Resolución 0012335 de 2012*.

Pernía C, M. A. (2011). *Conceptos básicos de motores monofásicos*. Universidad Nacional Experimental del Táchira. 25p.

REPRESENTACIONES INDUSTRIALES REINCOS SA DE CV. (2018). *¿Qué es una chumacera*. Recuperado de: <https://www.reincos.mx/blog/articles/que-es-una-chumacera-#:~:text=Una%20chumacera%20es%20un%20dispositivo,m%C3%BAltiples%20maquinarias%20de%20la%20industria.&text=Piense%20tambi%C3%A9n%20en%20donde%20se,que%20carga%20soportar%C3%A1%20dicha%20parte>.

Sistema de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (InfoAgro). (s,f). *El cultivo de la cebolla*. Recuperado de: <https://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>

SETON Trabajar en Seguridad. (s,f). *Placa de señalización para maquinas "Riesgo de aplastamiento, cadena en movimiento*. Recuperado de: <https://www.seton.es/placa-senalizacion-maquinas-riesgo-aplastamiento-cadena-movimiento.html#PSMC60%2036>

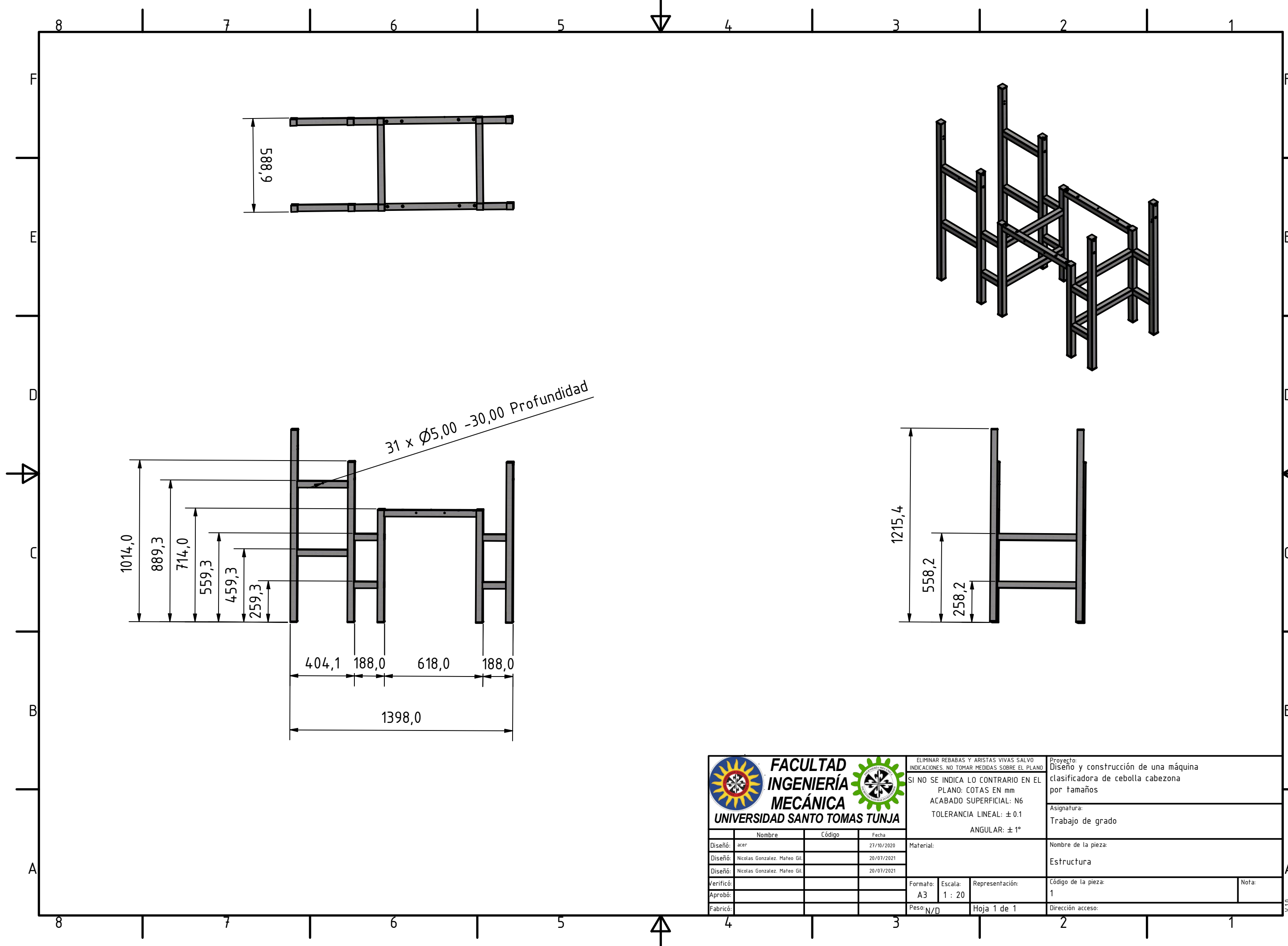
Timken (s.f). CATALOGO DE SOPORTES PARA RODAMIENTOS DE BOLAS DE *SERIE U TIMKEN*.


Tubos y barras huecas. (s,f). *Aceros al carbón AISI 1018*. Recuperado de: https://tubosybarrashuecas.com/cache/normal/tubosybarrashuecas.com/ace-ros-al-carbon-aisi-1018_.htm

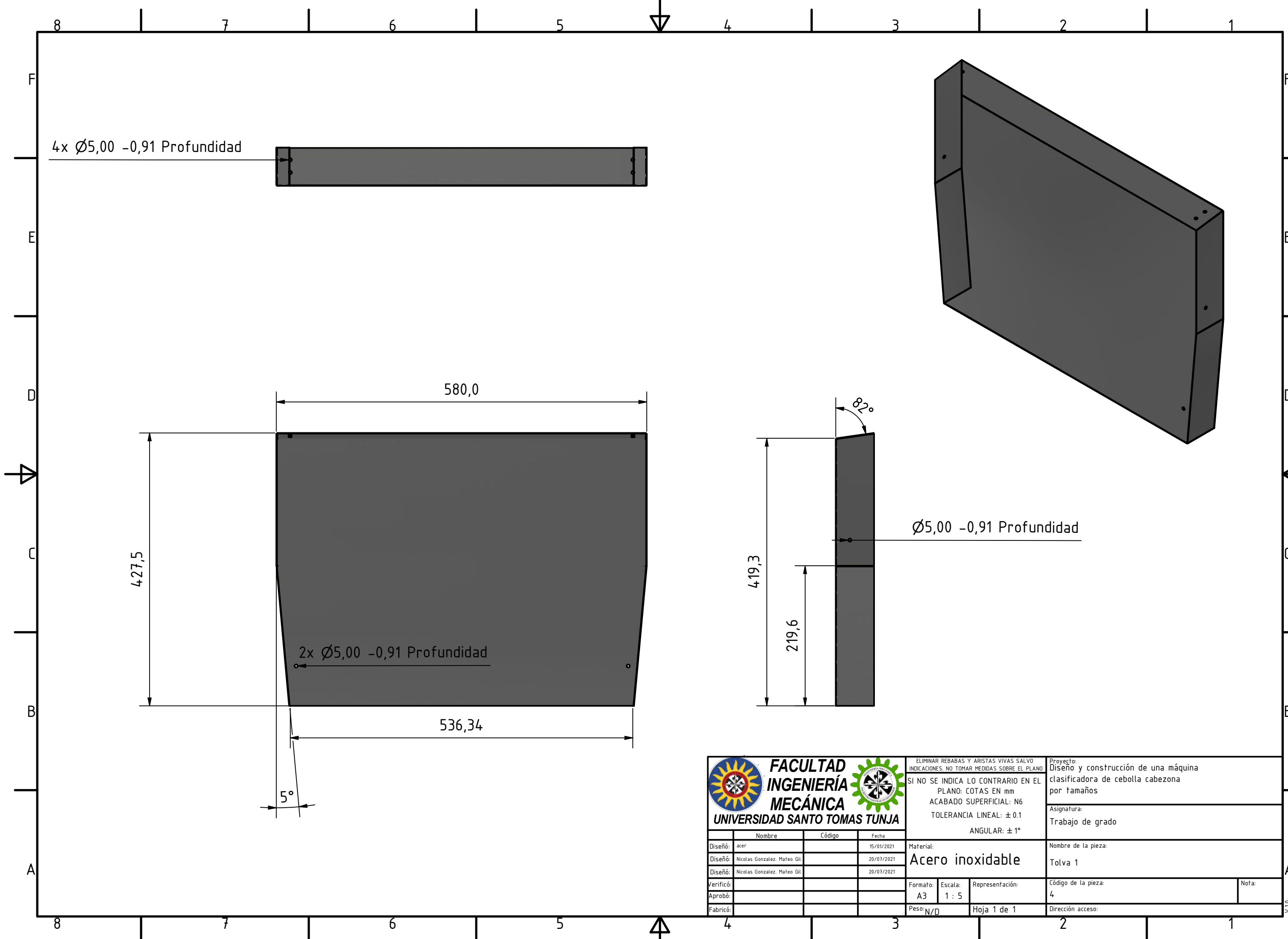
UNE-EN. (2009). *Maquinaria para procesado de alimentos, Conceptos básicos, Parte 2: Requisitos de higiene (UNE-EN 1672-2)* Recuperada de: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0043132>

Vásquez Torres, E. L. (2013). *SAE 1020 Y SAE 1045 Aceros ingeniería al carbono*. CIA. General de Aceros S.A.

ANEXOS



 <p>FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA</p>	ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm ACABADO SUPERFICIAL: N6 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: ± 1°		Proyecto: Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños		
	Nombre: acer Código: Fecha: 27/10/2020		Asignatura: Trabajo de grado		
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil. 20/07/2021 Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil. 20/07/2021		Material:		Nombre de la pieza: Estructura	
Verificó: Aprobó: Fabricó:		Formato: A3 Escala: 1 : 20 Representación:		Código de la pieza: 1 Nota:	
		Peso: N/D Hoja 1 de 1		Dirección acceso:	



4x Ø5,00 -0,91 Profundidad

580,0

427,5

2x Ø5,00 -0,91 Profundidad

536,34

5°

82°

419,3

219,6

Ø5,00 -0,91 Profundidad


FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

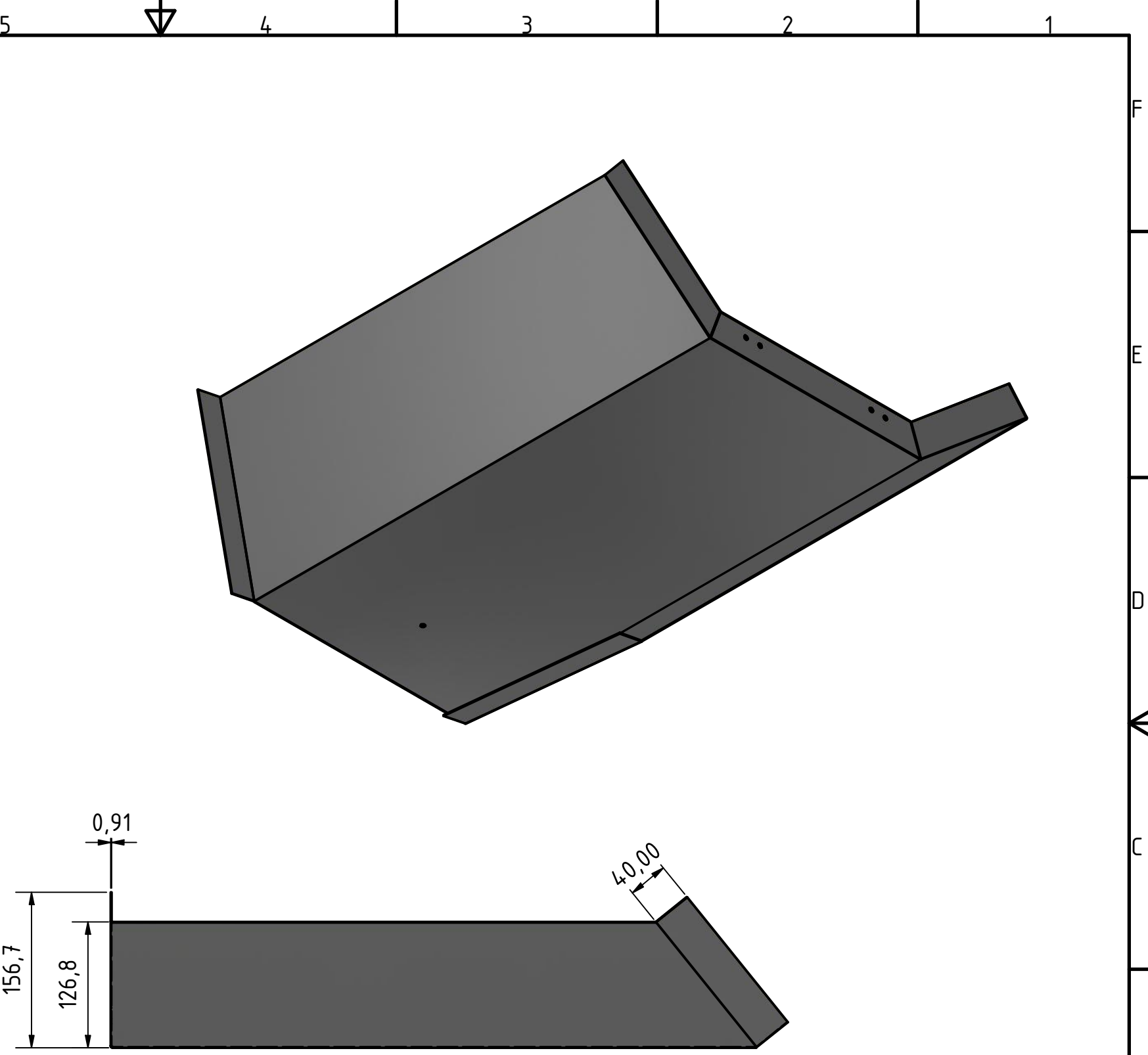
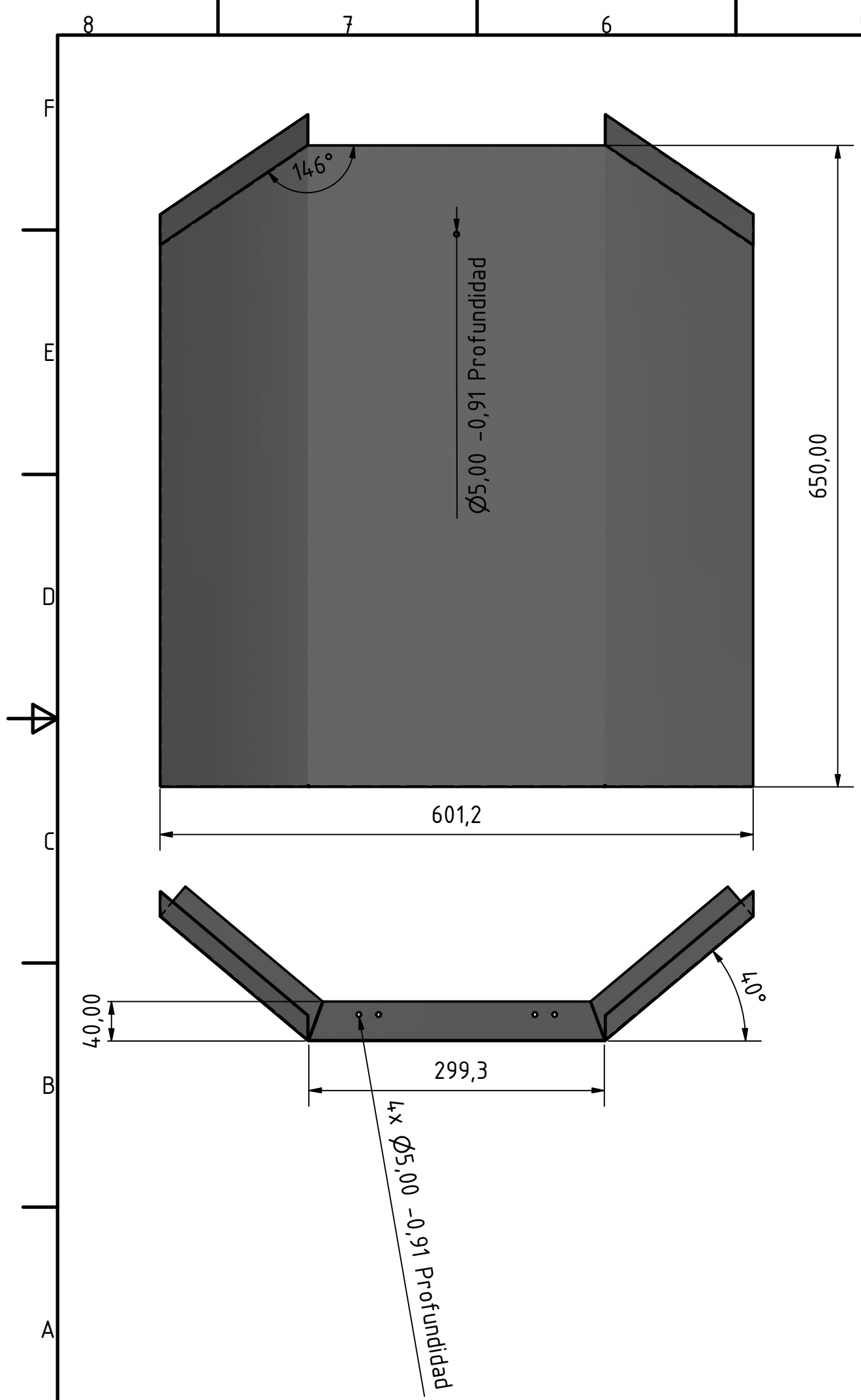
ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm
 ACABADO SUPERFICIAL: N6
 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1
 ANGULAR: ± 1°

Proyecto: Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños
 Asignatura: Trabajo de grado

Nombre	Código	Fecha
Diseño: acer		15/01/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Verificó:		
Aprobó:		
Fabricó:		

Material: **Acero inoxidable**
 Formato: A3
 Escala: 1 : 5
 Representación: Hoja 1 de 1
 Peso: N/D

Nombre de la pieza: Tolva 1
 Código de la pieza: 4
 Nota:
 Dirección acceso:



FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS TUNJA

ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm
ACABADO SUPERFICIAL: N6
TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1
ANGULAR: ± 1°

Proyecto: Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños

Asignatura: Trabajo de grado

Nombre	Código	Fecha
Diseño: acer		15/01/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Verificó:		
Aprobó:		
Fabricó:		

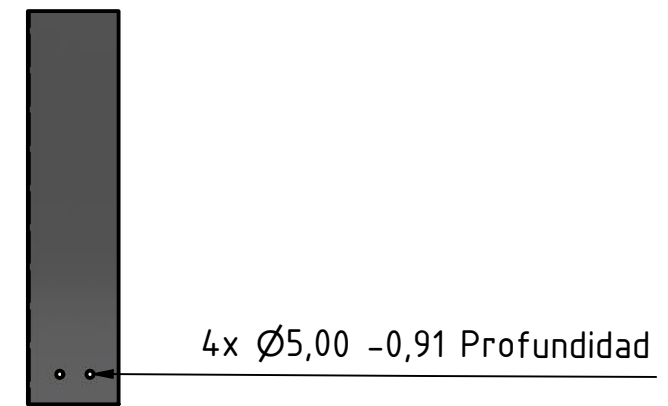
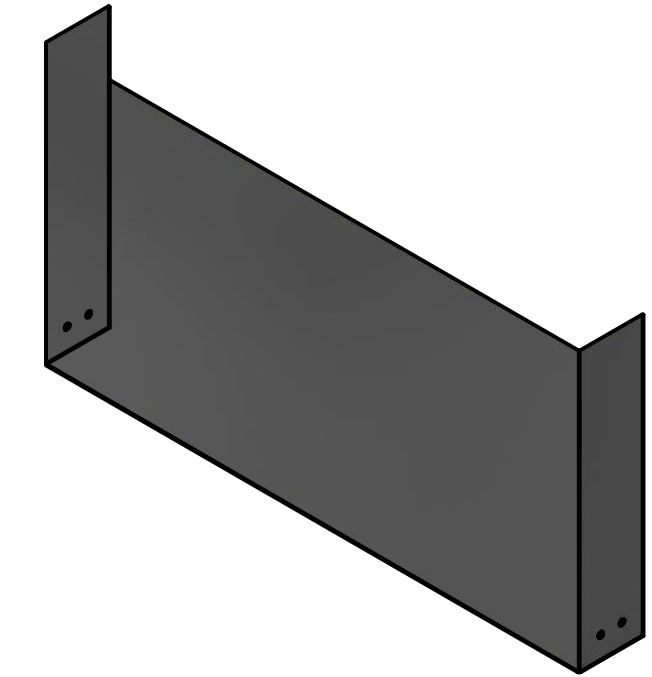
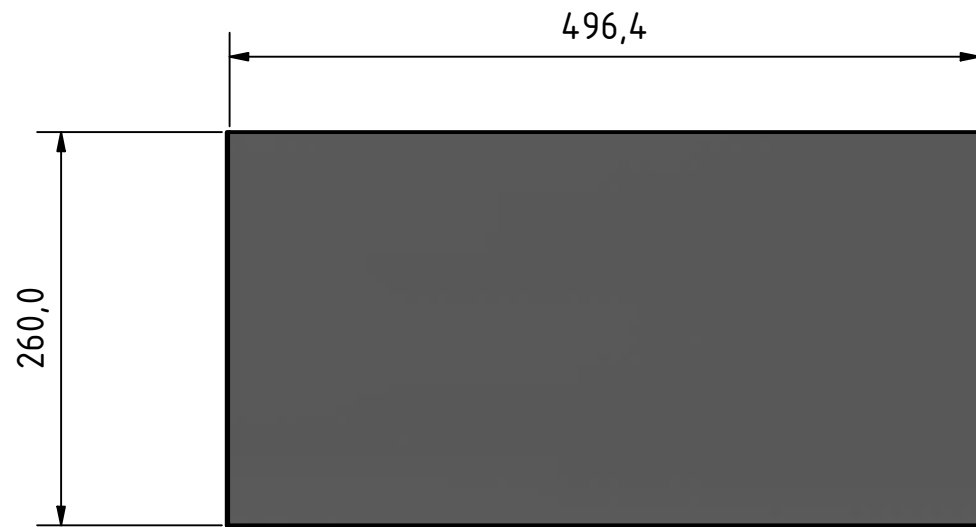
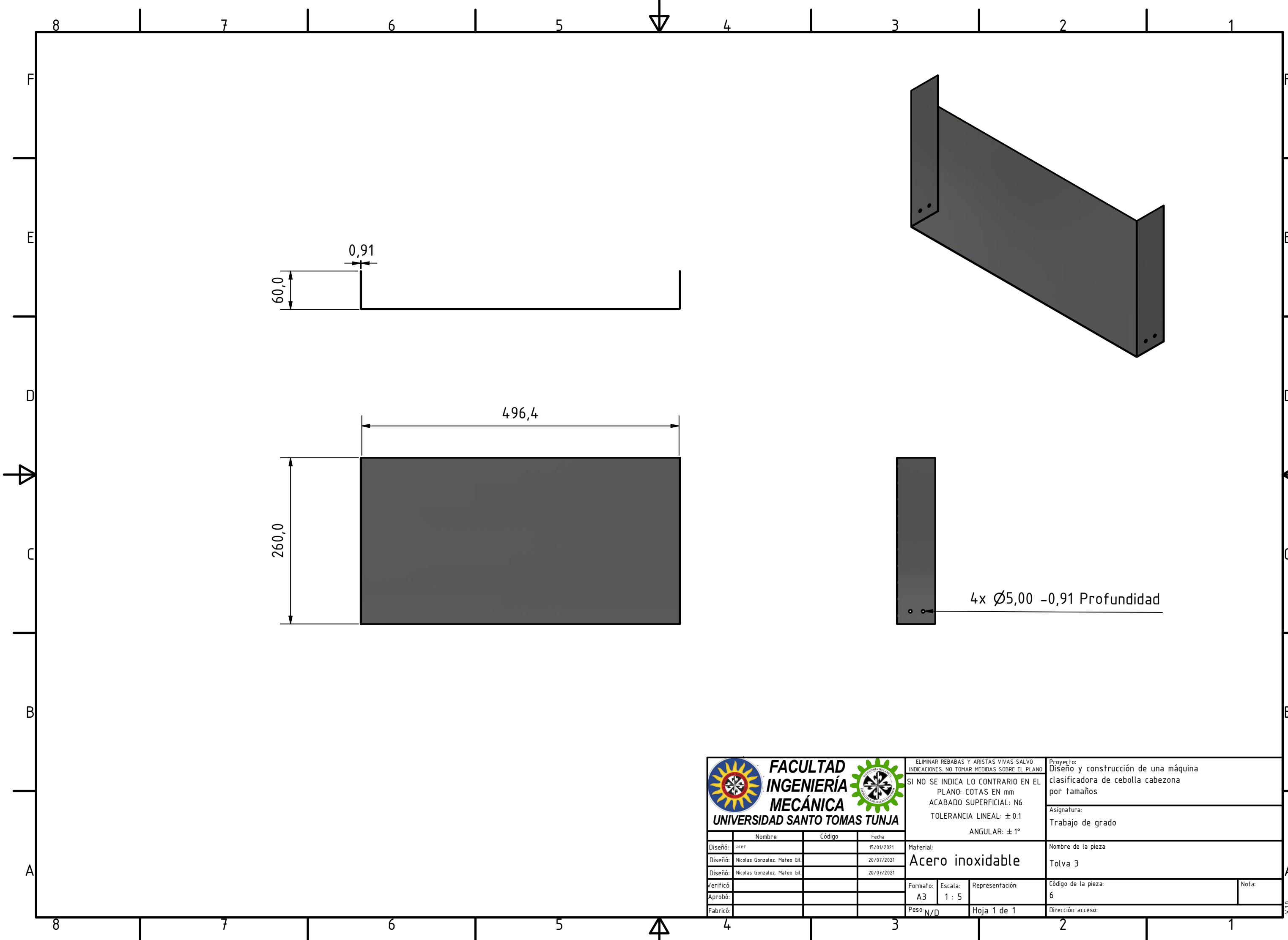
Material: **Acero inoxidable**

Formato: A3
Escala: 1 : 5
Representación: Hoja 1 de 1
Peso: N/D

Nombre de la pieza: Tolva 2

Código de la pieza: 5

Nota: Dirección acceso: C:\Users\mateo\Pictures\aaaa\TESIS 2020\2. Tolvas\Tolva2.1pt




**FACULTAD
INGENIERÍA
MECÁNICA**
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO
 INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL
 PLANO: COTAS EN mm
 ACABADO SUPERFICIAL: N6
 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1
 ANGULAR: $\pm 1^\circ$

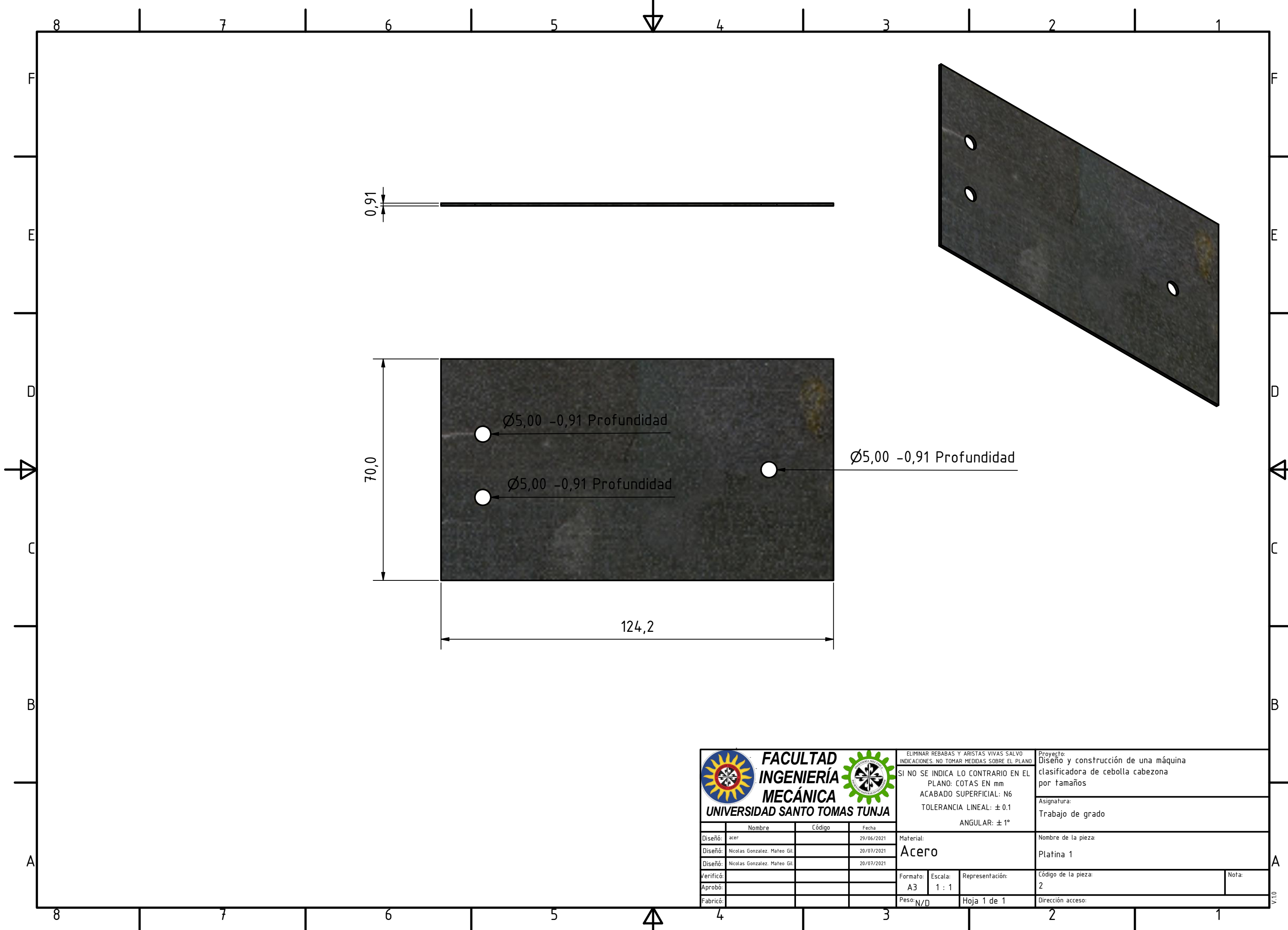
Proyecto:
 Diseño y construcción de una máquina
 clasificadora de cebolla cabezona
 por tamaños


Asignatura:
 Trabajo de grado

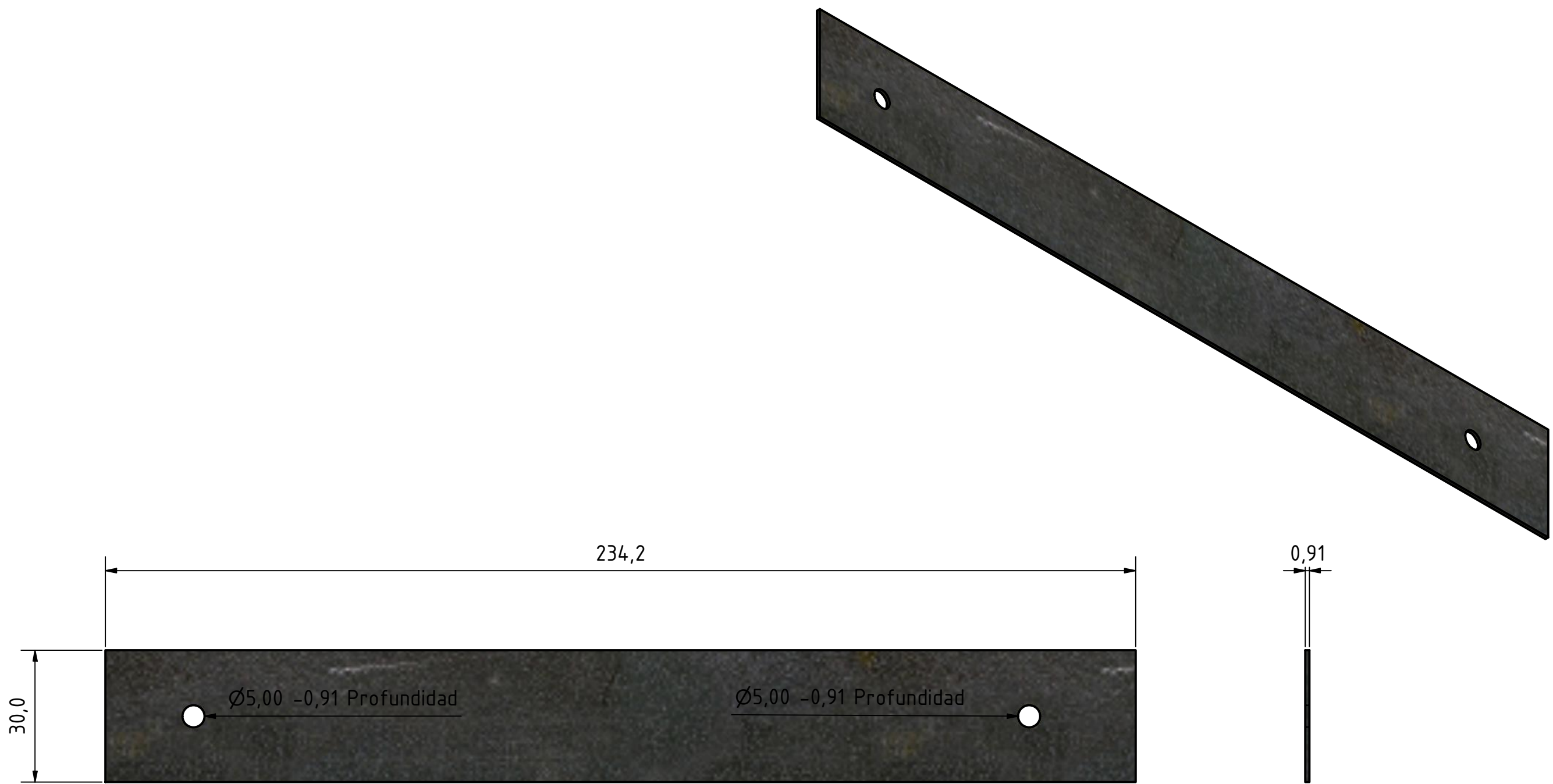
Nombre	Código	Fecha
Diseño: acer		15/01/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Verificó:		
Aprobó:		
Fabricó:		

Material:
Acero inoxidable
 Formato: A3
 Escala: 1 : 5
 Representación:
 Hoja 1 de 1
 Peso: N/D

Nombre de la pieza:
 Tolva 3
 Código de la pieza:
 6
 Nota:
 Dirección acceso:



			ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm ACABADO SUPERFICIAL: N6 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: $\pm 1^\circ$			Proyecto: Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Código</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño: acer</td> <td></td> <td>29/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>20/07/2021</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>20/07/2021</td> </tr> <tr> <td>Verificó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabricó:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nombre	Código	Fecha	Diseño: acer		29/06/2021	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021	Verificó:			Aprobó:			Fabricó:			Material: Acero			Asignatura: Trabajo de grado		
Nombre	Código	Fecha																											
Diseño: acer		29/06/2021																											
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021																											
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021																											
Verificó:																													
Aprobó:																													
Fabricó:																													
			Formato: A3 Escala: 1 : 1 Representación:			Nombre de la pieza: Platina 1																							
			Peso: N/D Hoja 1 de 1			Código de la pieza: 2 Nota:																							
						Dirección acceso:																							




**FACULTAD
INGENIERÍA
MECÁNICA**
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO
 INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL
 PLANO: COTAS EN mm
 ACABADO SUPERFICIAL: N6
 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1
 ANGULAR: $\pm 1^\circ$

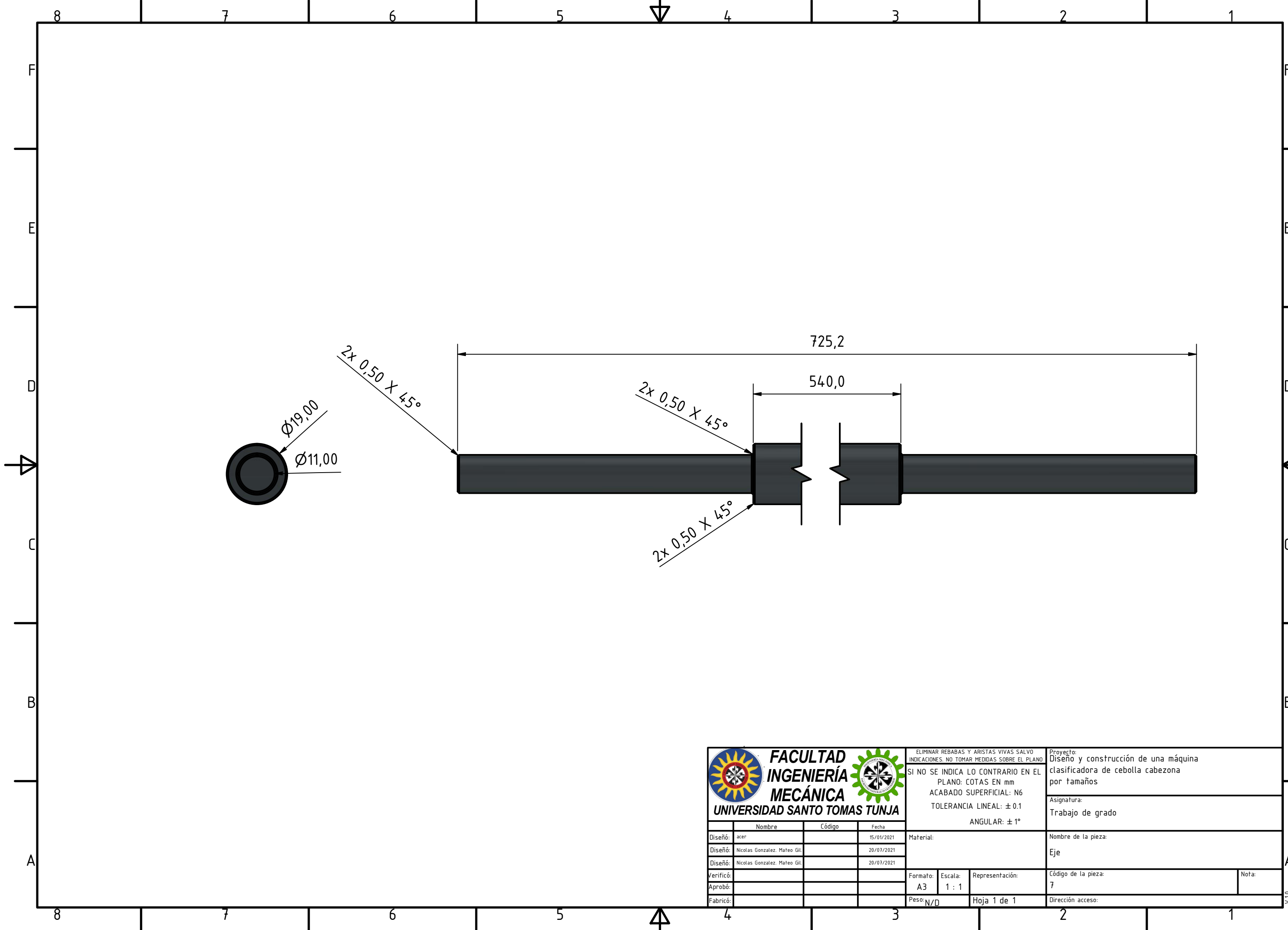
Proyecto:
 Diseño y construcción de una máquina
 clasificadora de cebolla cabezona
 por tamaños


Asignatura:
 Trabajo de grado

Nombre	Código	Fecha
Diseño: acer		29/06/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021
Verificó:		
Aprobó:		
Fabricó:		

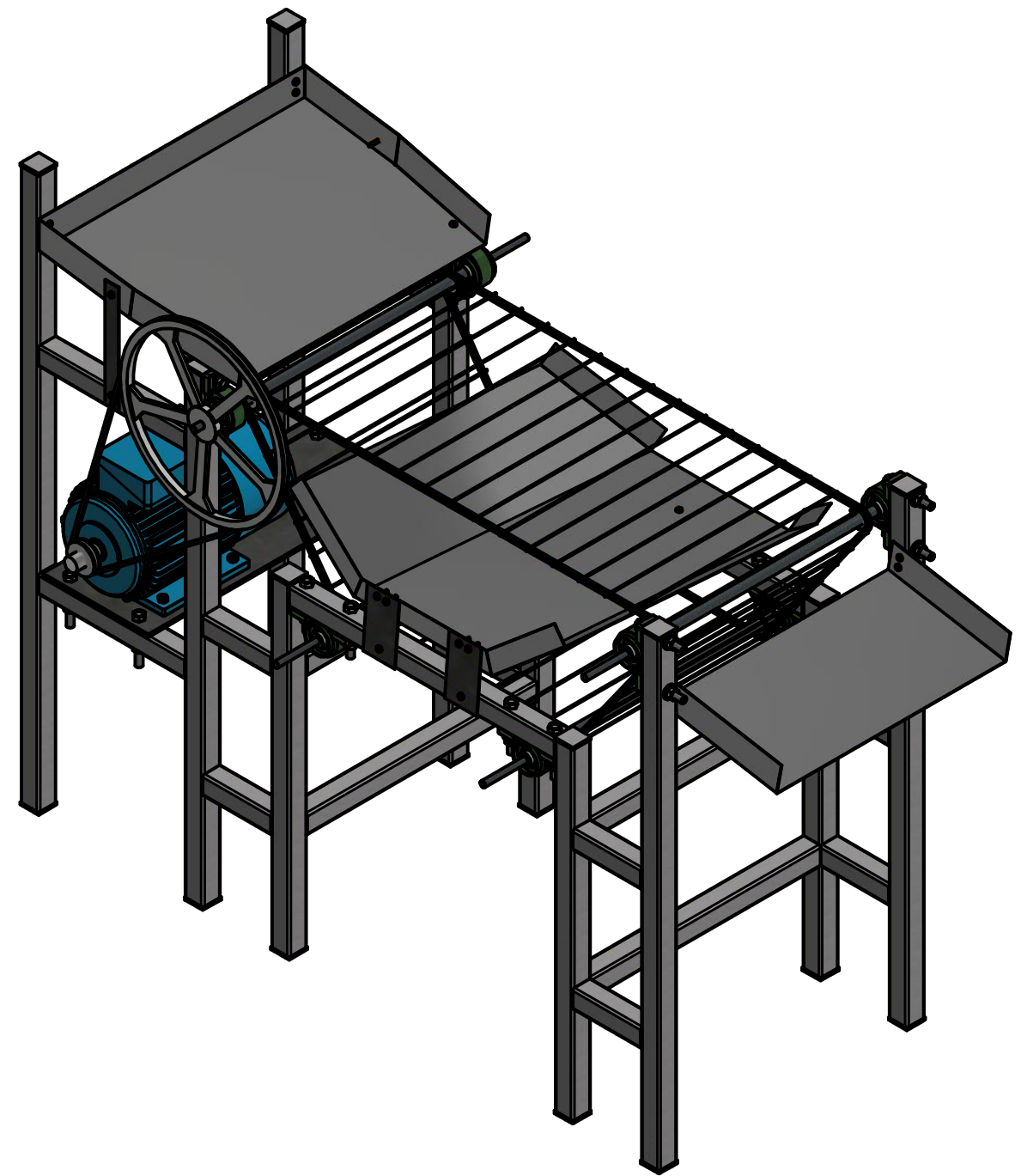
Material:
Acero
 Formato: A3
 Escala: 1 : 1
 Representación:
 Hoja 1 de 1
 Peso: N/D


Nombre de la pieza:
 Platina 2
 Código de la pieza:
 3
 Nota:
 Dirección acceso:

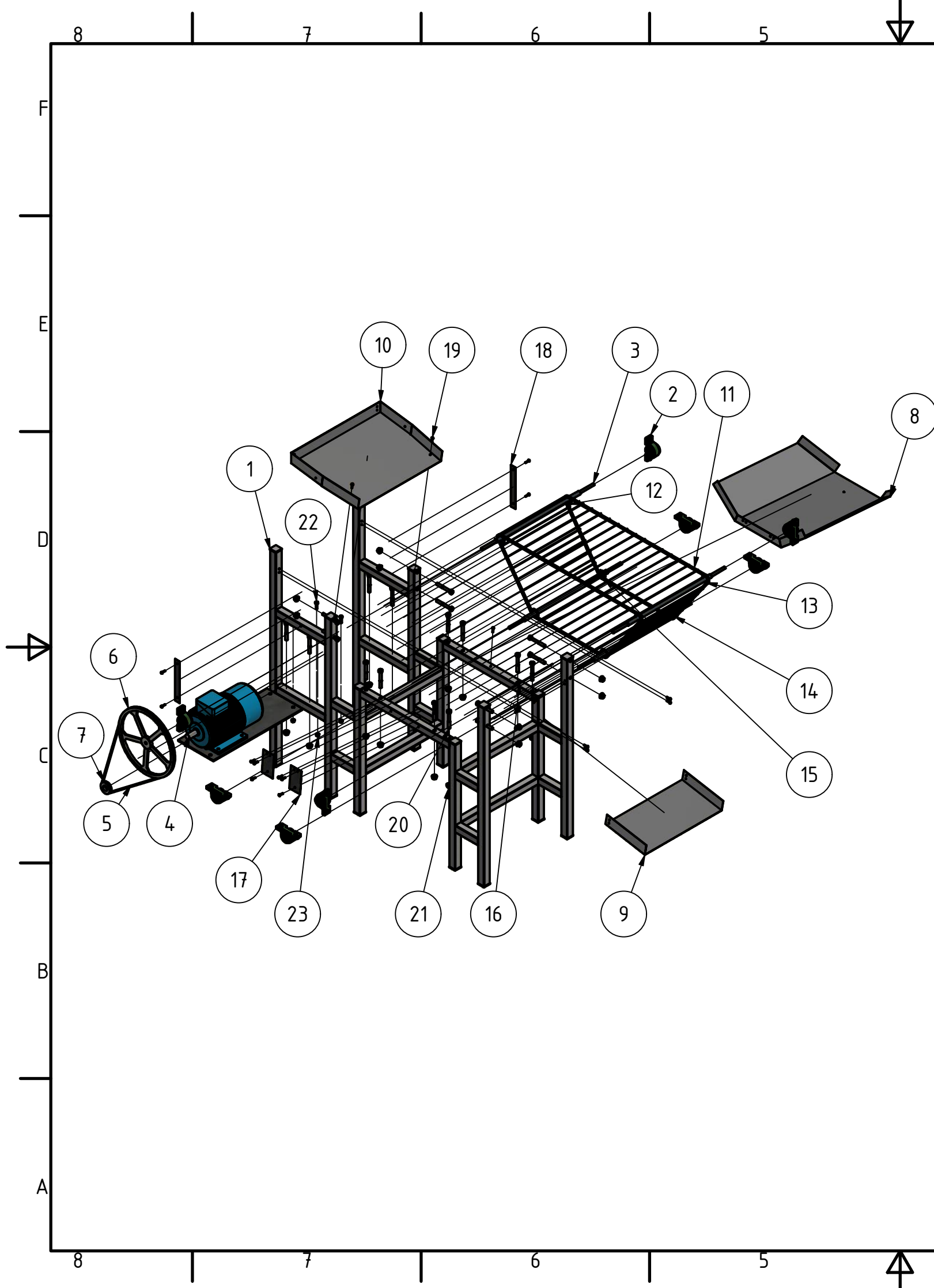


			ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm ACABADO SUPERFICIAL: N6 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: $\pm 1^\circ$		Proyecto: Diseño y construcción de una máquina clasificadora de cebolla cabezona por tamaños Asignatura: Trabajo de grado																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Código</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño: acer</td> <td></td> <td>15/01/2021</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>20/07/2021</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>20/07/2021</td> </tr> <tr> <td>Verificó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabricó:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nombre	Código	Fecha	Diseño: acer		15/01/2021	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021	Verificó:			Aprobó:			Fabricó:			Material: Formato: A3 Escala: 1 : 1 Representación: Peso: N/D Hoja 1 de 1		Nombre de la pieza: Eje Código de la pieza: 7 Nota: Dirección acceso:	
Nombre	Código	Fecha																									
Diseño: acer		15/01/2021																									
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021																									
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		20/07/2021																									
Verificó:																											
Aprobó:																											
Fabricó:																											

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estructura	
2	8	UCP201-8-0.5	
3	4	Eje 1	
4	1	Motor	
5	1	Correa trapezoidal	
6	1	Polea ranurada1	
7	1	Polea ranurada2	
8	1	Tolva2	
9	1	Tolva3	
10	1	Tolva1	
11	2	Cadena de rodillos	
12	2	Rueda dentada de cadena de rodillos1	
13	2	Rueda dentada de cadena de rodillos2	
14	2	Rueda dentada de cadena de rodillos3	
15	2	Rueda dentada de cadena de rodillos4	
16	1	Cadena	
17	2	Platina 1	
18	2	Platina 2	
19	21	Remache	
20	20	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513 - M12 x 1.75 x 90, IHHMSM	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. dentada
21	20	ANSI B18.16.3M - M12 x 1.75 Tipo de metal	Tuerca hex. de torsión con brida común - Acero - Métrico
22	4	AS 1427 - M8 x 30(7)	Tornillos métricos para maquinaria ISO
23	4	ANSI B18.16.3M - M8 x 1.25 Tipo de metal	Tuerca hex. de torsión con brida común - Acero - Métrico



			ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm ACABADO SUPERFICIAL: N6 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: $\pm 1^\circ$		Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE CEBOLLA CABEZONA POR TAMAÑOS	
Nombre: acer Código: Fecha: 08/04/2021			Material: Formato: A3 Escala: 1 : 10 Representación:		Asignatura: Trabajo de grado	
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil. 18/04/2017 Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil. 18/04/2017			Nombre de la pieza: Ensamble final		Código de la pieza: 8	
Verificó: Aprobó: Fabricó:			Peso: N/D Hoja 1 de 1		Nota: Dirección acceso:	

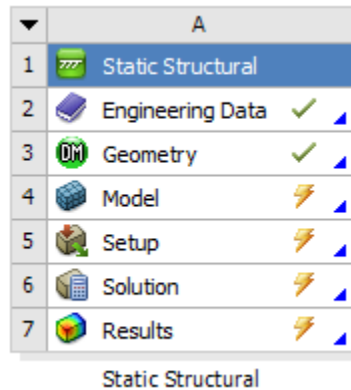


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estructura	
2	8	UCP201-8-0.5	
3	4	Eje 1	
4	1	Motor	
5	1	Correa trapezoidal	
6	1	Polea ranurada1	
7	1	Polea ranurada2	
8	1	Tolva2	
9	1	Tolva3	
10	1	Tolva1	
11	2	Cadena de rodillos	
12	2	Rueda dentada de cadena de rodillos1	
13	2	Rueda dentada de cadena de rodillos2	
14	2	Rueda dentada de cadena de rodillos3	
15	2	Rueda dentada de cadena de rodillos4	
16	1	Cadena	
17	2	Platina 1	
18	2	Platina 2	
19	21	Remache	
20	20	ANSI B 18.6.7 M / IFI 513 - M12 x 1.75 x 90, IHMMSM	Tornillo para maquinaria de cabeza hex. dentada
21	20	ANSI B18.16.3M - M12 x 1.75 Tipo de metal	Tuerca hex. de torsión con brida común - Acero - Métrico
22	4	AS 1427 - M8 x 30(7)	Tornillos métricos para maquinaria ISO
23	4	ANSI B18.16.3M - M8 x 1.25 Tipo de metal	Tuerca hex. de torsión con brida común - Acero - Métrico

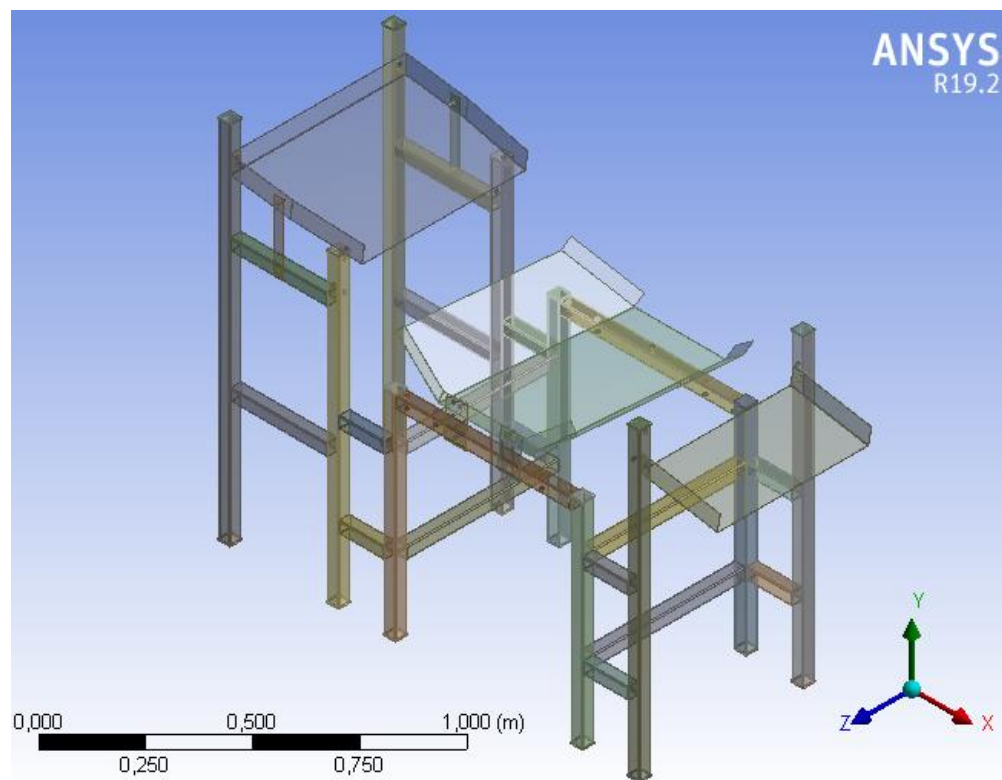
<p>FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA</p>	<p>ELIMINAR REBABAS Y ARISTAS VIVAS SALVO INDICACIONES. NO TOMAR MEDIDAS SOBRE EL PLANO SI NO SE INDICA LO CONTRARIO EN EL PLANO: COTAS EN mm ACABADO SUPERFICIAL: N6 TOLERANCIA LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: ± 1°</p>	<p>Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA DE CEBOLLA CABEZONA POR TAMAÑOS</p>																					
		<p>Asignatura: Trabajo de grado</p>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Código</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño: acer</td> <td></td> <td>08/04/2021</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>18/04/2017</td> </tr> <tr> <td>Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.</td> <td></td> <td>18/04/2017</td> </tr> <tr> <td>Verificó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprobó:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabricó:</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Código	Fecha	Diseño: acer		08/04/2021	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		18/04/2017	Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		18/04/2017	Verificó:			Aprobó:			Fabricó:			<p>Material:</p>	<p>Nombre de la pieza: Explosionado final</p>
Nombre	Código	Fecha																					
Diseño: acer		08/04/2021																					
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		18/04/2017																					
Diseño: Nicolas Gonzalez. Mateo Gil.		18/04/2017																					
Verificó:																							
Aprobó:																							
Fabricó:																							
	<p>Formato: A3 Escala: 1 : 20 Representación: Hoja 1 de 1</p>	<p>Código de la pieza: 9</p>	<p>Nota:</p>																				
	<p>Peso: N/D</p>	<p>Dirección acceso:</p>																					

ANALISIS DE CARGA ESTATICA

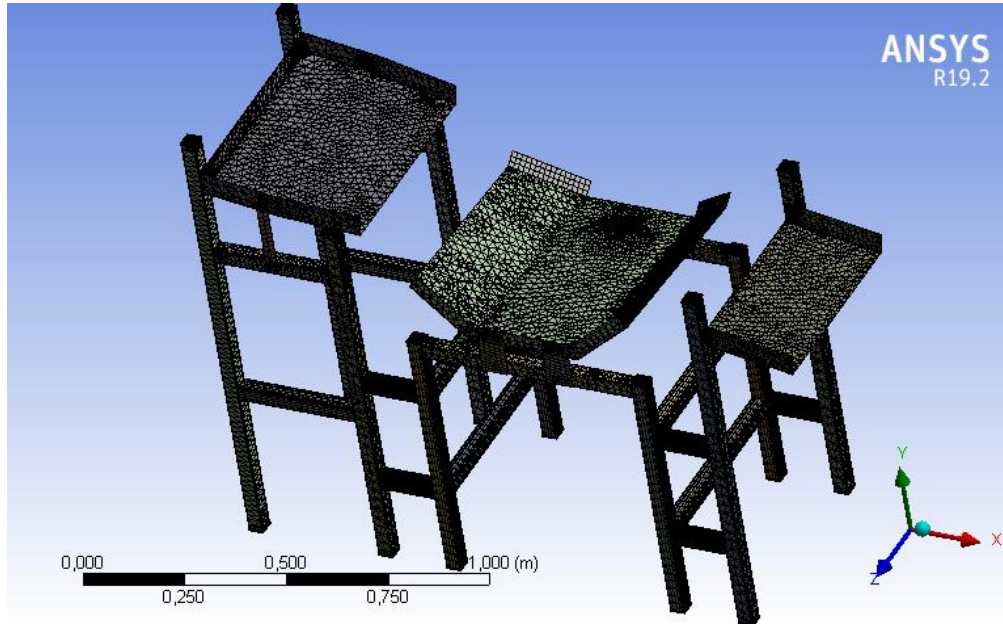
La simulación de análisis de carga estática de la máquina, se lleva a cabo en el programa ANSYS en su plataforma ANSYS WORKBENCH, mediante la cual se crean los proyectos de análisis y simulaciones.



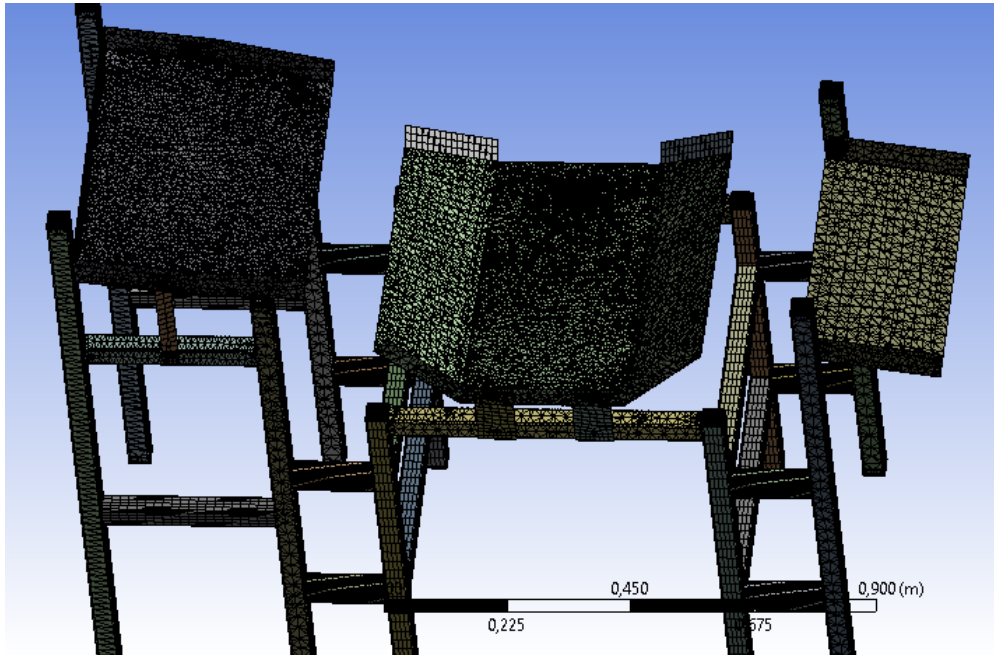
Para ejecutar el proceso de simulación de los esfuerzos que se ejercen en la maquina clasificadora, es necesario aportar la información requerida en la sección (Engineering Data) en la cual se seleccionan los materiales y las propiedades mecánicas de cada uno de ellos, en el presente trabajo de grado se emplearon 4 distintos materiales nombrados anteriormente; Seguido a esto está la opción (Geometry) en la cual se importan la estructura desde preograma Inventor para asi obtener todas las piezas correspondientes y realizar su analisis.



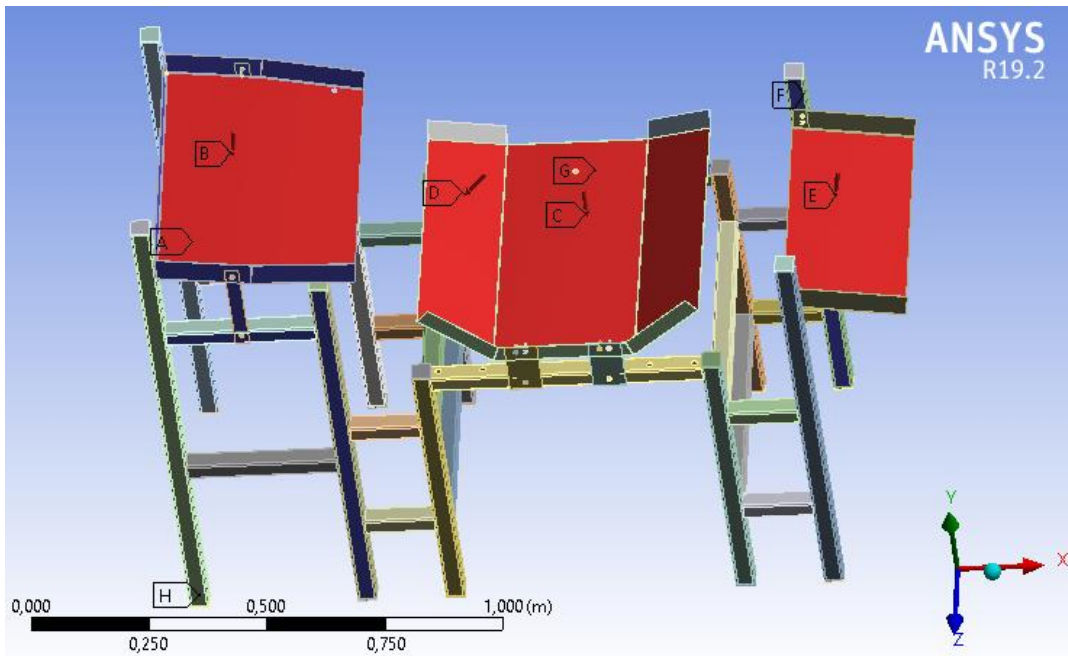
Con el modelo de la estructura ya importado, nos dirigimos a la sección (Model) la cual nos indica que las conexiones de la estructura se encuentran bien y que existan en dicho ensamblaje, cuando se comprueba que todas las relaciones necesarias del modelo para efectuar la simulación están bien, se procede a desarrollar el mallado con una resolución de 5, la cual corresponde a un mallado bastante fino.



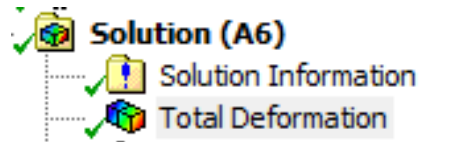
Continuando con el proceso, se le realiza un mallado facial a lo que corresponde como tolva de alimentación y bandejas recolectoras. Para así garantizar que la simulación no presente errores.



Seguido a esto, en la sección (Static Structural), se aplican las opciones (Analysis Setings, Fixed support y Force) donde se le establecieron las fuerzas que la tolva y bandejas van a soportar, además se indican los apoyos y tipos de anclaje que están presentes en el diseño.

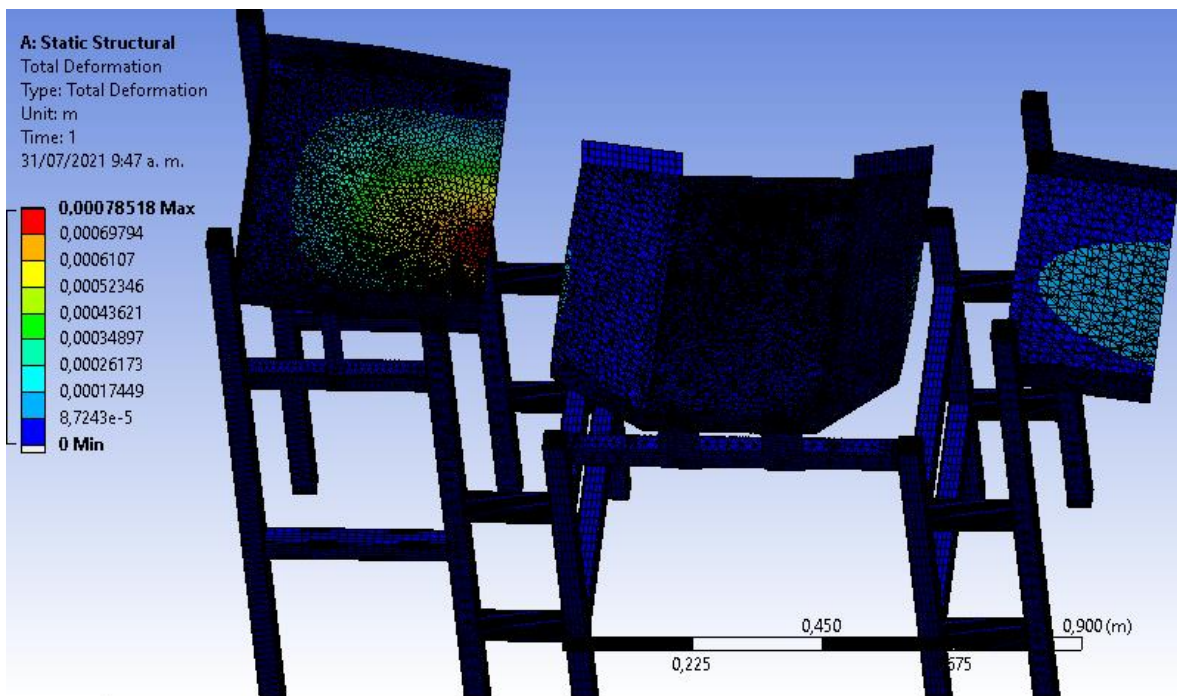


Seguido de indicar las fuerzas, apoyos y anclaje de las tolvas, se procede a dar solución a la simulación, donde se revela la deformación total que fue configurada previamente.



Con la solución de la simulación, se evidencia la deformación máxima y el punto donde se va a establecer la mayor deformación que va a sufrir la tolva y las bandejas de recolección, además de esto se pueden observar los puntos que menos se ven afectados y la deformación mínima de estas.

Deformación total de la máquina:



Con la solución generada por el software ANSYS, se puede evidenciar que la deformación máxima que se tiene en la tolva de alimentación como las de recolección es de $7,8518 \times 10^{-4}$ m, y su deformación promedio es de $1,3759 \times 10^{-5}$ lo que nos indica que es una deformación muy mínima, lo cual quiere decir que la

tolva, las bandejas y la estructura funcionaran correctamente, dando confiabilidad en el diseño para la construcción de la máquina.