

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE LAS  
FIBRAS DE LA HOJA DE LA MATA DE PIÑA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPEL  
ORGÁNICO EN EL MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER

EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR HERRERA  
JUAN JOSE CASTRO AMAYA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2024

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE LAS  
FIBRAS DE LA HOJA DE LA MATA DE PIÑA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPEL  
ORGÁNICO EN EL MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER

EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR HERRERA  
JUAN JOSE CASTRO AMAYA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

DIRECTOR  
ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES  
INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2024

## LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Modelo de prototipo que se construyó. ....	4
Anexo B. Matriz de calidad de la máquina (QFD) .....	5
Anexo C. Matriz de calidad de los subsistemas.....	6
Anexo D. Propiedades mecánicas de algunos metales. ....	19
Anexo E. Selección de motor eléctrico para el molino de trituración .....	21
Anexo F. Catálogo y tablas para el diseño y selección de la transmisión de potencia .....	24
Anexo G. Tablas para el diseño de ejes .....	30
Anexo H. Tablas para la selección de rodamientos .....	33
Anexo I. Planos correspondientes a la máquina calculada. ....	36
Anexo J. Costos de compras de materia prima, para la construcción del prototipo. ....	61
Anexo K. Tabla de precios para distintas presentaciones de papel. ....	62

## ANEXOS

Anexo A. Modelo de prototipo que se construyó.

Figura 1. Prototipo final construido.



Anexo B. Matriz de calidad de la máquina (QFD)

Cuadro 1. Matriz de calidad de la máquina.

Requerimientos		SUBSISTEMAS									
		Transmisión de potencia		Ingreso de las fibras		Trituración y compactado		Estructura de la máquina		Eléctrico	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Capacidad de producción	8	4	32	4	32	4	32	4	32	3	24
Resistente a la corrosión	7	3	21	3	21	4	28	4	28	4	28
Bajos costos	6	2	12	1	6	3	18	3	18	3	18
Confiabilidad	5	4	20	4	20	4	20	3	15	4	20
Velocidad de producción	4	4	16	4	16	4	16	3	12	3	12
Facilidad de manejo	3	2	6	1	3	3	9	4	12	3	9
Ergonomía	2	2	4	1	2	4	8	3	6	3	6
Facilidad de mantenimiento	1	3	3	3	3	2	2	4	4	1	1
Total	36	24	114	21	103	28	133	28	127	24	118

Cuadro 2. Ponderación de resultados de la matriz de calidad de la máquina.

	Subsistemas				Total
	Trituración y compactado	Estructura de la máquina	Eléctrico	Transmisión de potencia	
Puntaje	133	127	118	114	492
Porcentaje	27%	26%	24%	23%	100%

Cabe resaltar que, para los valores del rating o clasificación, estos varían desde 0 hasta 4, según el cumplimiento del criterio por parte del subsistema, variable o alternativa, los cuales se especifican de la siguiente manera: un valor de 0, especifica un cumplimiento nulo, uno (1) es poco cumplimiento, dos (2) es regular cumplimiento, tres (3) es mucho cumplimiento y cuatro (4) un excelente cumplimiento.

Anexo C. Matriz de calidad de los subsistemas

Teniendo en cuenta los datos recolectados anteriormente en la matriz de calidad de la máquina, se pudo determinar los subsistemas de mayor relevancia, con el objetivo de cumplir los requerimientos de los posibles usuarios. A continuación, se realiza una matriz de calidad para los subsistemas encontrados anteriormente, con el fin de establecer los criterios de evaluación de las alternativas del dispositivo.

Cuadro 3. Matriz de calidad para el subsistema de trituración y compactado.

Requerimientos		VARIABLES									
		Eficiencia		Resistencia al desgaste		Costos		Estabilidad		Espacio ocupado	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Capacidad de producción	8	4	32	3	24	3	24	3	24	3	24
Resistente a la corrosión	7	2	14	4	28	4	28	1	7	0	0
Bajos costos	6	3	18	3	18	4	24	3	18	2	12
Confiabilidad	5	4	20	3	15	3	15	4	20	2	10
Velocidad de producción	4	4	16	0	0	2	8	2	8	3	12
facilidad de manejo	3	1	3	1	3	1	3	2	6	1	3
Ergonomía	2	1	2	1	2	3	6	0	0	0	0
Facilidad de mantenimiento	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	1
Total	36	21	107	17	92	22	110	18	86	12	62

Cuadro 4. Ponderación de resultados para el subsistema de trituración y compactado.

	Variables			
	Eficiencia	Resistencia al desgaste	Costos	Total
Puntaje	107	92	110	309
Porcentaje	35%	30%	36%	100%

Cuadro 5. Matriz de calidad para el subsistema de estructura de la máquina.

Requerimientos		VARIABLES									
		Eficiencia		Durabilidad		Costos		Estabilidad		Espacio ocupado	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Capacidad de producción	8	4	32	3	24	3	24	3	24	3	24
Resistente a la corrosión	7	4	28	4	28	4	28	1	7	0	0
Bajos costos	6	2	12	3	18	4	24	3	18	1	6
Confiabilidad	5	4	20	3	15	3	15	4	20	2	10
Velocidad de producción	4	1	4	2	8	1	4	1	4	3	12
facilidad de manejo	3	3	9	1	3	1	3	2	6	1	3
Ergonomía	2	3	6	1	2	3	6	0	0	2	4
Facilidad de mantenimiento	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Total	36	23	113	19	100	21	106	16	81	13	60

Cuadro 6. Ponderación de resultados para el subsistema de estructura de la máquina.

	Variables			Total
	Eficiencia	Durabilidad	Costos	
Puntaje	113	100	106	319
Porcentaje	35%	31%	33%	100%

Cuadro 7. Matriz de calidad para el subsistema eléctrico y control.

Requerimientos		Variables							
		Eficiencia		Durabilidad		Costos		Automatización	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Capacidad de producción	8	4	32	2	16	3	24	4	32
Resistente a la corrosión	7	1	7	4	28	4	28	1	7
Bajos costos	6	4	24	3	18	4	24	4	24
Confiabilidad	5	4	20	3	15	3	15	4	20
Velocidad de producción	4	3	12	2	8	1	4	3	12
facilidad de manejo	3	1	3	0	0	1	3	3	9
Ergonomía	2	1	2	1	2	3	6	0	0
Facilidad de mantenimiento	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Total	36	20	102	16	88	21	106	20	105

Cuadro 8. Ponderación de resultados para el subsistema eléctrico y control.

	Variables			Total
	Eficiencia	Costos	Automatización	
Puntaje	102	106	105	313
Porcentaje	33%	34%	34%	100%

Cuadro 9. Matriz de calidad para el subsistema de transmisión de potencia.

Requerimientos		VARIABLES							
		Eficiencia		Durabilidad		Costos		Estabilidad	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Capacidad de producción	8	4	32	4	32	3	24	3	24
Resistente a la corrosión	7	4	28	4	28	4	28	1	7
Bajos costos	6	3	18	3	18	4	24	3	18
Confiabilidad	5	4	20	4	20	3	15	4	20
Velocidad de producción	4	3	12	3	12	3	12	1	4
facilidad de manejo	3	2	6	1	3	1	3	2	6
Ergonomía	2	1	2	1	2	3	6	0	0
Facilidad de mantenimiento	1	3	3	4	4	4	4	2	2
Total	36	24	121	24	119	25	116	16	81

Cuadro 10. Ponderación de resultados para el subsistema de transmisión de potencia.

	Variables			Total
	Eficiencia	Durabilidad	Costos	
Puntaje	121	119	116	356
Porcentaje	34%	33%	33%	100%

## PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

## PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

- Alternativa 1

El diseño de tren de engranajes requiere determinar primero el número de dientes en los engranes, para después obtener los diámetros de paso. Se debe tener en cuenta el número de etapas y su respectiva transmisión de potencia necesario para obtener la relación total. Esta alternativa presenta ruido a altas velocidades y desgaste abrasivo en la superficie de los dientes.

Figura 2. Sistema de transmisión de potencia por tren de engranajes.



Fuente: REDACCIÓN COMERCIAL PACIFIC. “Tipos de transmisiones de potencia”. Disponible en: <https://www.cpacific.cl/blog/tipos-de-transmisiones-de-potencia>.

- Alternativa 2

Es la relación entre cadena y piñones unidos a los árboles o ejes para transmitir potencia. Entre sus grandes beneficios es que no existe resbalamiento, requiere de lubricación y poseen una resistencia óptima, con el fin de aumentar la capacidad de transmisión.

Figura 3. Sistema de transmisión de potencia por cadenas.



Fuente: REDACCIÓN COMERCIAL PACIFIC. Tipos de transmisiones de potencia Bandas, Transmisiones y Maquinaria Disponible: <https://www.cpacific.cl/blog/tipos-de-transmisiones-de-potencia>.

- Alternativa 3

Permite transmitir potencia a distancias relativamente grandes. Funciona suavemente, sin choques y sin producir ruido. En comparación con otros sistemas, la implementación de estos es altamente rentable, de fácil mantenibilidad y facilita obtener unas velocidades de operación más apropiadas según el diseño.

Figura 4. Sistema de transmisión de potencia por correas.



Fuente: POLEAS DE Transmisión - Dinámica II [Anónimo]. AulaFacil.com - Cursos Online Gratis [página web]. [Consultado el 7, mayo, 2023]. Disponible en: <https://www.aulafacil.com/cursos/fisica/dinamica-ii/poleas-de-transmision-110481>.

## PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SUBSISTEMA DE TRITURACIÓN

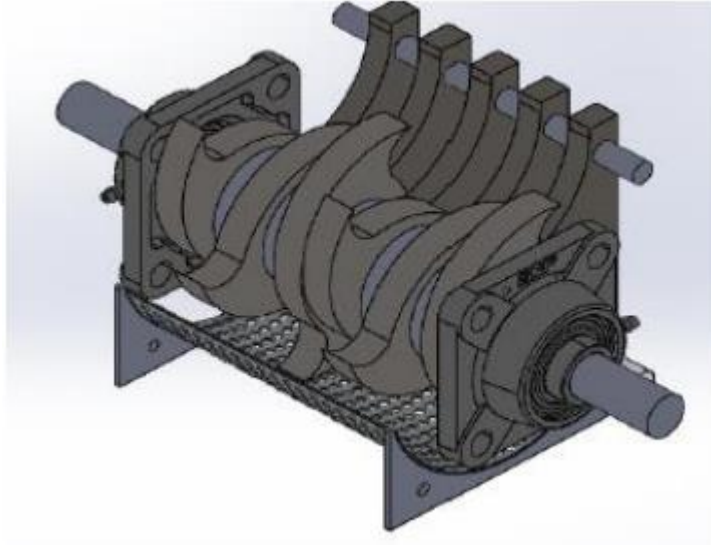
- Alternativa 1

Es un sistema que ofrece unas dimensiones reducidas y bajos consumo de energía<sup>1</sup>. Debido a su geometría, estos molinos permiten triturar materiales sin que estos se lleguen a degradar o convertirse en polvo, la criba determina su tamaño.

---

<sup>1</sup> García Luna, Javier (2022). “Diseño de una micro planta para la elaboración de filamentos utilizados en máquinas de impresión 3d con plástico reciclado”. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander, 2022. 91 p.

Figura 5. Molino de trituración de bajas revoluciones de un solo eje.

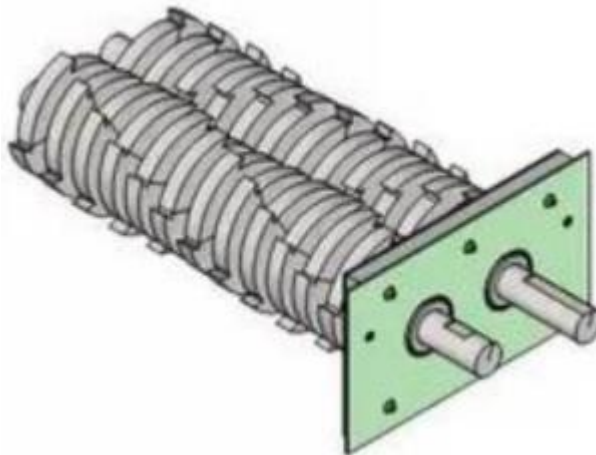


Fuente: García Luna, Javier. “Diseño de una micro planta para la elaboración de filamentos utilizados en máquinas de impresión 3d con plástico reciclado”. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander, 2022. 91 p.

- Alternativa 2

Esta máquina ofrece también bajos ruidos de trabajo, pero ocupa más espacio que la alternativa 1. En función de la aplicación que se requiera, se determina el tamaño más óptimo de los molinos, generalmente, se implementan para la trituración de materiales de alta dureza.

Figura 6. Molino de trituración de bajas revoluciones de dos ejes.

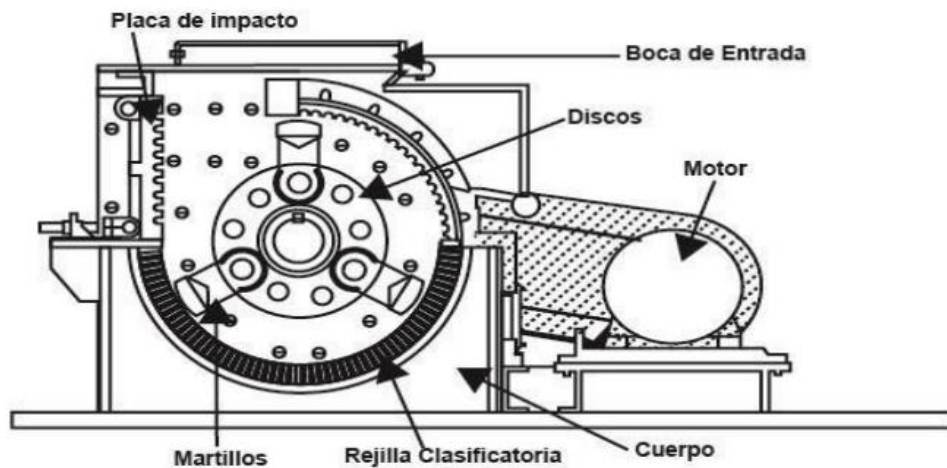


Fuente: Pinterest. Argentina. Consulta: 7 de noviembre 2021. Disponible en: <https://ar.pinterest.com/pin/741545894880510775/>.

- Alternativa 3

La función de un molino de martillos es llevar a un grano a su fractura, el cual se produce por el choque y corte entre los martillos y los granos enteros o trozos de ellos. El grano absorbe la energía potencial del martillo, que es la necesaria para triturar el grano. Existen molinos que poseen los martillos de diferente geometría, esto depende del uso. Estos martillos pueden estar fijos al disco (soldado o apernado), o con cierta movilidad, para que en reposo se encuentren en posición vertical.

Figura 7. Molino de martillos.



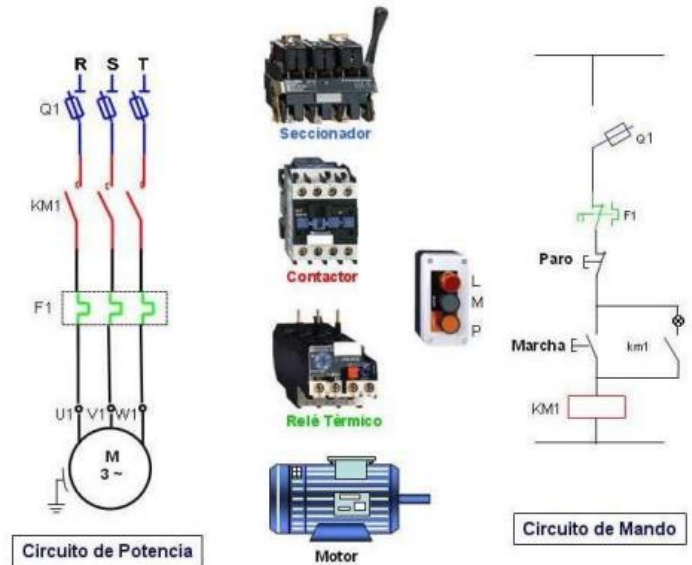
Fuente: Cañavate, J. O. (2003). Las máquinas agrícolas y su aplicación. España, Citado por FREIRE ALBERTO, Lalbay Antonio; LALBAY FUENTES, Marco Antonio. *Implementación de un molino de martillos para el proceso de harina de trigo*. 2022. Tesis de Licenciatura.

## PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SUBSISTEMA ELÉCTRICO Y CONTROL

- Alternativa 1

Esta alternativa utiliza un arrancador electromagnético, pulsadores e interruptores de maniobra, combinadores de tambor y dispositivos análogos. Permite obtener una protección al sistema frente a sobrecargas, con el fin de evitar los cortos circuitos y daño del equipo.

Figura 8. Control semiautomático.

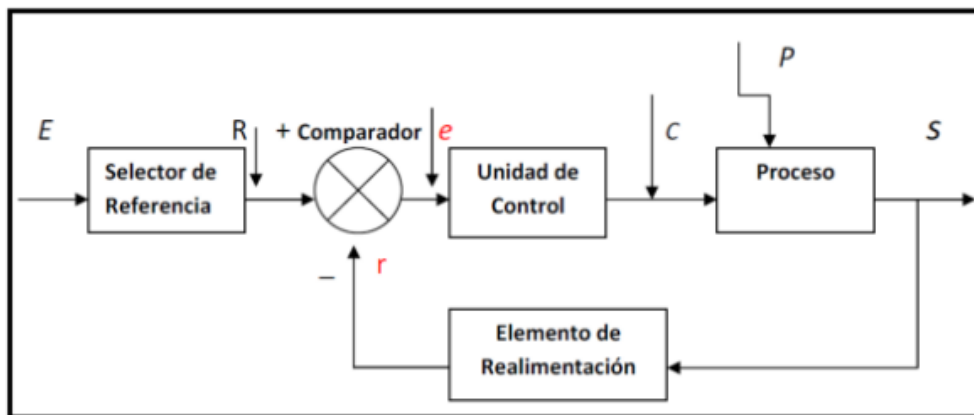


Fuente: Semi - automático [anónimo]. controles eléctricos. [página web]. [Consultado el 9, mayo, 2023].  
 Disponible en Internet: [http://controlelectricos.weebly.com/semi---\\_automatico.html](http://controlelectricos.weebly.com/semi---_automatico.html).

- Alternativa 2

Los sistemas de control de lazo cerrado son aquellos en los que la acción de control depende de la señal en nuestro caso a fin de controlar la velocidad del motor.

Figura 9. Control automatizado de lazo cerrado.



Fuente: Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana [página web]. [Consultado el 9, mayo, 2023]. Disponible en Internet: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5900/digital\\_25129.pdf?se](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5900/digital_25129.pdf?se).

- Alternativa 3

El sistema eléctrico ON/OFF activado de forma manual, no tiene ningún control sobre el sistema, aunque sus costos son relativamente bajos y de fácil acceso para el operador, no es conveniente para un control oportuno en un corto.

Figura 10. Sistema eléctrico ON/OFF.



Fuente: Caja de control de dos interruptores (botón on off) [Anónimo]. Industriales Andes SAS. Disponible en Internet: <https://industrialesandes.co/maniobra/74-caja-de-control-de-dos-interruptores-boton-on-off.html>.

## **PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS SUBSISTEMA DE ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA**

- Alternativa 1

Estructura o bastidor con empotramiento el suelo que la hace más rígida a fin de generar una estabilidad de la máquina.

Figura 11. Bastidor con empotramiento a piso.



Fuente: LABORATORIO 2 Estructuras Metálicas | PDF | Laboratorios | Informática [Anónimo]. Scribd [página web]. [Consultado el 11, mayo, 2023]. Disponible en Internet: <https://www.scribd.com/document/407342233/Laboratorio-2-Estructuras-Metalicas>.

- Alternativa 2

Estructura con soporte de patines, desestabiliza la máquina puede llevar a generar vibraciones, es de fácil acceso para mover.

Figura 12. Bastidor con sistema de movimiento.



Fuente: <https://losmueblesmasbaratos.com/product/organizador-de-cocina-ferrato-duna-765-x-59-x-40/>.

- Alternativa 3

Estructura con dos soportes fijos, este bastidor puede presentar deflexión en cargas perpendiculares y generar inestabilidad en el equipo.

Figura 13. Bastidor simple.



Fuente: BASTIDOR SIMPLE MESA. Disponible en Internet: <https://verduonlinestore.com/bastidores/15204-bastidor-simple-mesa-oficina-2-patas-regulab1200-a-1800mm-para-mesa-individual-8432412059215.html>.

## EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En base con los resultados que se lleguen a obtener en la respectiva evaluación de las alternativas, la más óptima para nuestro diseño, será la de mayor puntaje.

Cuadro 11. Evaluación de alternativas para subsistema de trituración.

Criterios de evaluación		Subsistema de trituración					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Eficiencia	0.35	2	0.7	2	0.7	4	1.4
Resistencia al desgaste	0.3	3	0.9	3	0.9	3	0.9
Costos	0.35	4	1.4	4	1.4	3	1.05
Total	1	9	3	9	3	10	3.35

Cuadro 12. Evaluación de alternativas para subsistema de transmisión de potencia.

		Subsistema de transmisión de potencia					
Criterios de evaluación		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Eficiencia	0.34	4	1.36	4	1.36	4	1.36
Durabilidad	0.33	2	0.66	3	0.99	3	0.99
Costos	0.33	1	0.33	1	0.33	4	1.32
Total	1	7	2.35	8	2.68	11	3.67

Cuadro 13. Evaluación de alternativas para subsistema eléctrico y control.

		Subsistema eléctrico y control					
Criterios de evaluación		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Eficiencia	0.33	4	1.32	4	1.32	4	1.32
Costos	0.33	0	0	0	0	4	1.32
Automatización	0.34	4	1.36	4	1.36	1	0.34
Total	1	8	2.68	8	2.68	9	2.98

Cuadro 14. Evaluación de alternativas para subsistema estructural de la máquina.

		Subsistema estructural de la máquina					
Criterios de evaluación		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Criterio	Peso	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje	Clasif	Puntaje
Eficiencia	0.35	4	1.4	2	0.7	2	0.7
Durabilidad	0.31	3	0.93	3	0.93	3	0.93
Costos	0.34	4	1.36	4	1.36	2	0.68
Total	1	11	3.69	9	2.99	7	2.31

## IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS

Para llevar a cabo un óptimo desarrollo de este proyecto de investigación, son necesarios una serie de materiales e implementos, que servirán como de apoyo en conseguir el objetivo final. Estos se mencionan a continuación:

- Computadora

- Software de diseño (SolidWorks)
- Manuales de diseño
- Libros de consulta para el diseño mecánico
- Catálogo de los respectivos componentes
- Papelería
- Impresora
- Materiales de construcción del prototipo
- Mano de obra

Anexo D. Propiedades mecánicas de algunos metales.

Tabla 1. Propiedades mecánicas para el acero inoxidable 304.

**Tabla A-22**  
Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales\* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Fluencia $S_y$		Última $S_w$		Resistencia (a la tensión)		Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\epsilon_f$
			MPa (kpsi)	MPa (kpsi)	MPa (kpsi)	MPa (kpsi)	$\sigma_y$	$\sigma_u$		
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>†</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05		
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>†</sup>	992 (144)	0.14	0.49		
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>†</sup>	758 (110)	0.24	0.85		
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) <sup>†</sup>	0.041	0.81		
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (210)	2 340 (340)	1 760 (255) <sup>†</sup>	0.048	0.43		
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) <sup>†</sup>	1 410 (205)	0.51	1.16		
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) <sup>†</sup>	1 270 (185)	0.45	1.67		
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>†</sup>	620 (90)	0.28	0.10		
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>†</sup>	689 (100)	0.15	0.18		
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>†</sup>	882 (128)	0.13	0.18		

\*Los valores se tomaron de uno o dos calados y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.  
<sup>†</sup>Valor derivado.

Fuente: BUDYNAS, Richard G., et al. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 2012.

Figura 14. Propiedades mecánicas para el acero AISI 1045 estirado en frío.


Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	205000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	80000	N/mm <sup>2</sup>
Densidad de masa	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	625	N/mm <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico	530	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica	1.15e-05	/K
Conductividad térmica	49.8	W/(m·K)

Fuente: SolidWorks.

# Anexo E. Selección de motor eléctrico para el molino de trituración

Figura 15. Página principal de WEG para selección de motor eléctrico.



Selección de Motores Eléctricos

Latin America » Español

Línea de Producto: Industriales Triásicos > W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3

Norma	Frecuencia	Voltaje nominal	Polos	Potencia HP (cv)	Carcasa	Ip /In	Par de arranque	Par máxima	Momento de inercia	Tiempo de rotor bloqueado	Masa		
+	IEC	60 Hz	208-230/460V	2	7.50	112M	Carcasa Estándar	8.3	280%	350%	0.00945 kgm <sup>2</sup>	9 s	4
+	IEC	60 Hz	208-230/460V	2	7.50	112M	Carcasa Estándar	8.3	280%	350%	0.00945 kgm <sup>2</sup>	9 s	4
+	IEC	60 Hz	208-230/460V	2	7.50	112M	Carcasa Estándar	8.3	280%	350%	0.00945 kgm <sup>2</sup>	9 s	4
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132M	Carcasa Superior	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132M	Carcasa Superior	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132M	Carcasa Superior	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132S	Carcasa Estándar	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132S	Carcasa Estándar	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	50 Hz	208-230/460V	2	7.50	132S	Carcasa Estándar	7.9	240%	350%	0.01799 kgm <sup>2</sup>	12 s	6
+	IEC	60 Hz	220/380/440V	2	7.50	112M	Carcasa Estándar	8.3	280%	350%	0.00945 kgm <sup>2</sup>	9 s	4

Norma: IEC

Frecuencia: 0.16 HP (cv), 0.25 HP (cv), 0.33 HP (cv), 0.50 HP (cv), 0.75 HP (cv), 1.00 HP (cv), 1.50 HP (cv), 2.00 HP (cv), 3.00 HP (cv), 4.00 HP (cv), 5.00 HP (cv), 6.00 HP (cv), 7.50 HP (cv), 10.00 HP (cv), 15.00 HP (cv), 20.00 HP (cv), 25.00 HP (cv), 30.00 HP (cv), 40.00 HP (cv), 50.00 HP (cv), 60.00 HP (cv), 75.00 HP (cv), 100.00 HP (cv)

Fuente: [https://ecatalog.weg.net/tec\\_cat/tech\\_motor\\_sel\\_web.asp](https://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp)

Figura 16. Selección de motor eléctrico de 3 Hp.

Potencia HP (cv)	Carcasa	Ip / In	Par de arranque	Par máxima	Momento de inercia	Tiempo de rotor bloqueado	Masa aproximada	Nivel de ruido	Factor de Servicio	Rotación nominal
3.00	100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	90L Carcasa Reducida	7.5	340%	340%	0.00257 kgm <sup>2</sup>	12 s	24.5 kg	62 dB(A)	1.00	2870 rpm
3.00	90L Carcasa Reducida	7.5	340%	340%	0.00257 kgm <sup>2</sup>	12 s	24.5 kg	62 dB(A)	1.00	2870 rpm
3.00	90L Carcasa Reducida	7.5	340%	340%	0.00257 kgm <sup>2</sup>	12 s	24.5 kg	62 dB(A)	1.00	2870 rpm
3.00	L100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	L100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	L100L Carcasa Superior	8.5	320%	330%	0.00588 kgm <sup>2</sup>	22 s	31.0 kg	67 dB(A)	1.00	2910 rpm
3.00	L90L Carcasa Estándar	7.5	300%	340%	0.00257 kgm <sup>2</sup>	12 s	24.5 kg	62 dB(A)	1.00	2900 rpm

Fuente: Fuente: [https://catalog.weg.net/tec\\_cat/tech\\_motor\\_sel\\_web.asp](https://catalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp).

Figura 17. Datos eléctricos del motor seleccionado.

<b>Características</b>
• Carcasa: 90L
• Potencia: 3 HP
• Frecuencia: 50 Hz
• Polos: 2
• Rotación nominal: 2870
• Deslizamiento: 4,33 %
• Voltaje nominal: 208-230/460 V
• Corriente nominal: 8,52-7,70/3,85 A
• Corriente de arranque: 57,8/28,9 A
• $I_p / I_n$ : 7,5
• Corriente en vacío: 3,65/1,83 A
• Par nominal: 7,32 Nm
• Par de arranque: 340 %
• Par máxima: 340 %
• Categoría: ---
• Clase de aislación: F
• Elevación de temperatura: 80 K
• Tiempo de rotor bloqueado: 12 s (caliente)
• Factor de Servicio: 1,00
• Régimen de servicio: S1
• Temperatura Ambiente: -20°C – +40°C
• Altitud: 1000 m
• Protección: IPW55
• Masa aproximada: 25 kg
• Momento de inercia: 0,00257 kgm <sup>2</sup>
• Nivel de ruido: 62 dB(A)

Fuente: Fuente: [https://ecatalog.weg.net/tec\\_cat/tech\\_motor\\_sel\\_web.asp](https://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp).

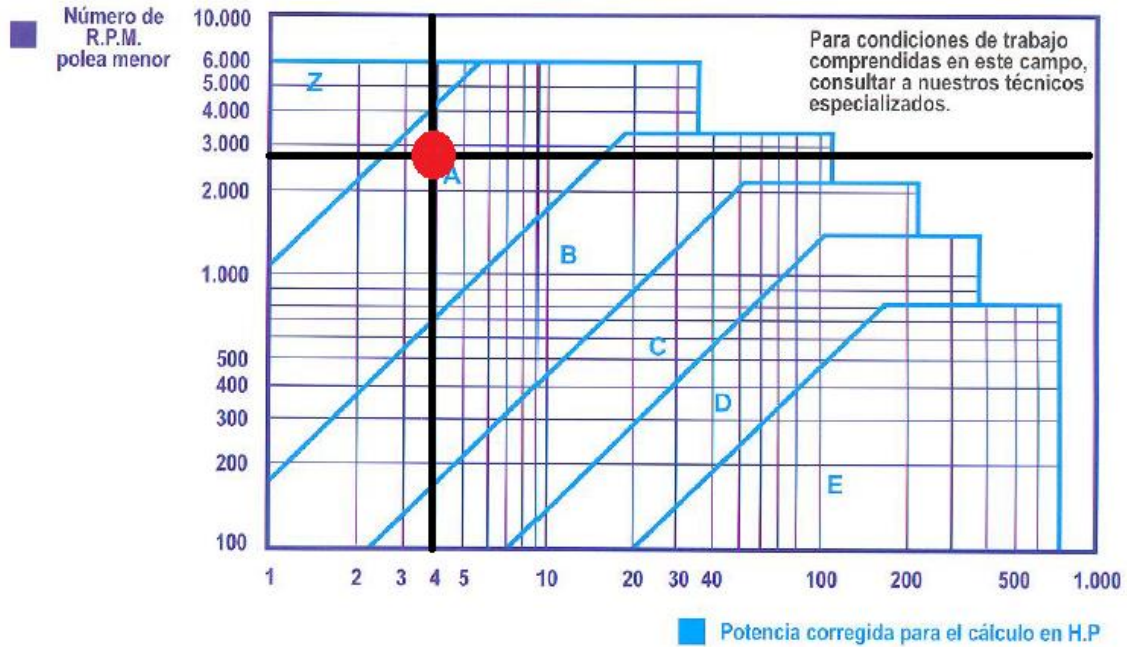
Anexo F. Catálogo y tablas para el diseño y selección de la transmisión de potencia

Figura 18. Factor de corrección de la potencia.

Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida:	Motores de corriente alterna, torque normal, a jaula de ardilla, sincrónicos; fase partida. Motores de corriente continua, bobinado en shunt. Máquinas de combustión interna, cilindros múltiples.			Motores de corriente alterna, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y anillado colector. Motores de corriente continua, bobinado en serie y bobinado compound. Máquina a combustión interna, monocilíndrica. Ejes en línea. Arranque directo y con embrague		
	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias
Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrífugas. Sopladores hasta 10 HP. Transportadores livianos.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cintas transportadoras para arena, granos, etc. Mezcladores de panadería. Sopladores de más de 10 HP, generadores. Línea a ejes (ejes principales), máquinas de lavaderos, máquinas herramienta, punzadoras, prensa, guillotinas, bombas rotativas positivas. Máquinas de imprenta, zarandas vibradoras y giratorias.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Máquina de ladrillos y cerámicas, elevadores a cangilones. Generadores y excitatrices. Compresores a pistón, transportadores, molinos a martillos, molinos batidores para papel, bombas a pistón, sopladores positivos. Pulverizadores, desmenuzadoras, sierras y máquinas para elaboración de madera, máquinas textiles.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras (giratorias, mandíbulas, bolas). Molinos (bolas, laminadores, barras). Calamandra para goma, bambury-extrusoras.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

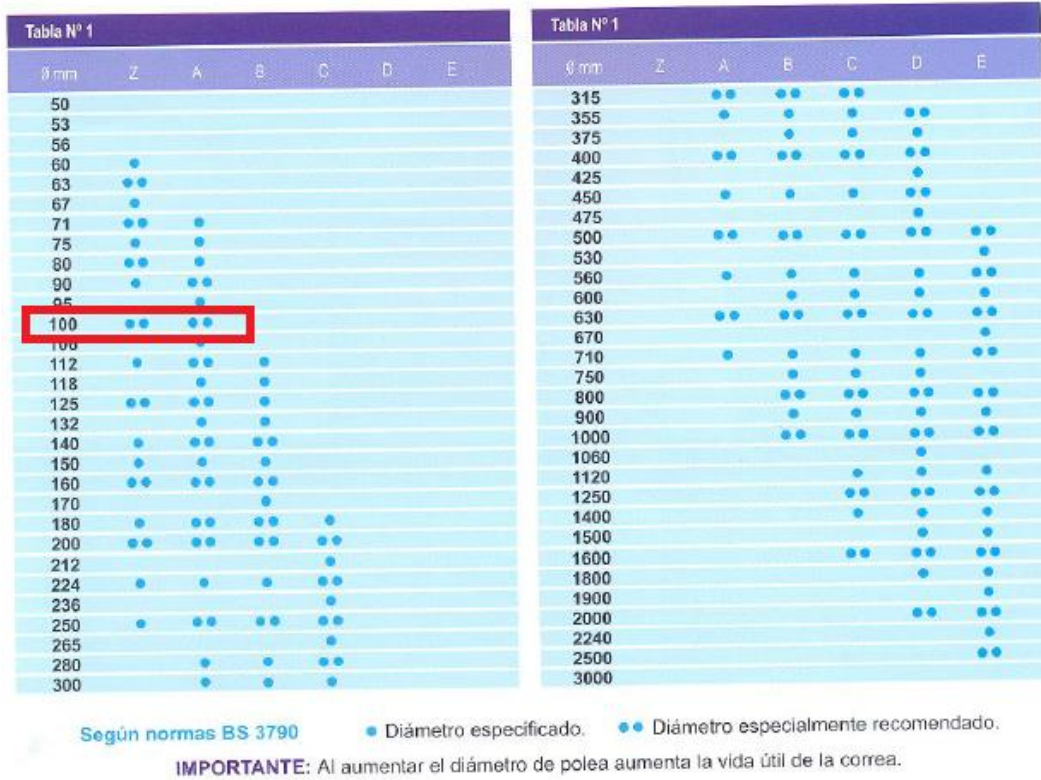
Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 19. Selección de la sección de la correa.



Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 20. Selección diámetro primitivo de la polea menor.



Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 21. Longitud normalizada de la correa.

Tabla N° 6	Longitud primitiva nominal					
	Correa (n)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)
41	1066	1075	1088	-	-	-
42	1092	1106	1100	-	-	-
43	1117	1134	1140	-	-	-
44	1143	1153	1156	1191	-	-
45	1168	1186	1184	1217	-	-
46	1193	1199	1204	1242	-	-
47	1219	1232	1237	1267	-	-
48	1244	1262	1268	1293	-	-
49	1270	1280	1288	1318	-	-
50	1295	1306	1318	1344	-	-
51	1320	1330	1328	1357	-	-
52	1346	1354	1367	1394	-	-
53	1371	1381	1392	1429	-	-
54	1397	1405	1410	1442	-	-
55	1422	1429	1443	1460	-	-
56	1447	1459	1460	1497	-	-
57	1473	1492	1491	1527	-	-
58	1498	1507	1512	1550	-	-
59	1524	1532	1541	1576	-	-
60	1549	1556	1556	1598	-	-
61	-	1584	1601	1623	-	-
62	-	1605	1626	1648	-	-
63	-	1633	1641	1674	-	-
64	-	1658	1674	1699	-	-
65	-	1683	1695	1725	-	-

Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 22. Factor de corrección del arco de contacto.

Tabla N° 5	Factor de corrección		
	Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanaladas planas
180°	1.00	0.75	
175°	0.99	0.76	
170°	0.98	0.77	
167°	0.97	0.78	
164°	0.96	0.79	
160°	0.95	0.80	
157°	0.94	0.81	
154°	0.93	0.81	
150°	0.92	0.82	
147°	0.91	0.83	
144°	0.90	0.83	
140°	0.89	0.84	
137°	0.88	0.85	
134°	0.87	0.85	

Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 23. Prestación base y prestación adicional por relación de transmisión.

Tabla N° 2 - Sección A													
N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)												
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)												
	86	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127
1160	0.54	0.69	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00
1200	0.55	0.71	0.86	1.01	1.16	1.31	1.46	1.60	1.75	1.89	2.04	2.18	2.32
1400	0.61	0.78	0.96	1.13	1.30	1.47	1.64	1.81	1.97	2.14	2.30	2.46	2.62
1600	0.65	0.85	1.05	1.24	1.43	1.62	1.81	2.00	2.18	2.37	2.55	2.73	2.90
1800	0.69	0.91	1.13	1.34	1.56	1.77	1.97	2.18	2.38	2.58	2.78	2.97	3.17
2000	0.73	0.97	1.21	1.44	1.67	1.90	2.12	2.35	2.57	2.78	2.99	3.20	3.41
2200	0.76	1.02	1.28	1.53	1.78	2.02	2.26	2.50	2.74	2.97	3.19	3.42	3.64
2400	0.79	1.07	1.34	1.61	1.88	2.14	2.39	2.65	2.89	3.14	3.38	3.61	3.84
2600	0.81	1.11	1.40	1.69	1.97	2.24	2.51	2.78	3.04	3.29	3.54	3.78	4.02
2800	0.83	1.14	1.45	1.75	2.05	2.34	2.62	2.90	3.17	3.43	3.69	3.94	4.18
3000	0.84	1.17	1.49	1.81	2.12	2.42	2.72	3.00	3.28	3.55	3.81	4.07	4.31
3200	0.85	1.19	1.53	1.86	2.18	2.49	2.80	3.09	3.38	3.66	3.92	4.18	4.42
3400	0.85	1.21	1.56	1.90	2.24	2.56	2.87	3.17	3.46	3.74	4.01	4.26	4.50
3600	0.85	1.22	1.59	1.94	2.28	2.61	2.93	3.23	3.52	3.80	4.07	4.32	4.56
3800	0.84	1.23	1.60	1.96	2.31	2.65	2.97	3.28	3.57	3.85	4.11	4.36	4.58
4000	0.83	1.22	1.61	1.98	2.33	2.67	3.00	3.31	3.60	3.87	4.13	4.36	4.58
4200	0.81	1.22	1.61	1.99	2.35	2.69	3.01	3.32	3.61	3.87	4.12	4.34	4.54

Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)																		
1.00 al 1.01	1.02 al 1.04																	
	1.05 al 1.08	1.09 al 1.12	1.13 al 1.18	1.19 al 1.24	1.25 al 1.34	1.35 al 1.51	1.52 al 1.99	2.00 y sobre										
0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29
0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.12	0.13	0.13
0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20	0.20	0.24	0.27	0.30
0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	0.04	0.07	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30	0.34
0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.27	0.31	0.36	0.40
0.00	0.05	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44	0.05	0.10	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.39	0.44
0.00	0.05	0.10	0.16	0.21	0.26	0.31	0.37	0.42	0.47	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50
0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.36	0.42	0.48	0.54
0.00	0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57	0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57
0.00	0.07	0.13	0.20	0.27	0.34	0.40	0.47	0.54	0.61	0.07	0.13	0.20	0.27	0.34	0.40	0.47	0.54	0.61
0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64	0.07	0.14	0.21	0.28	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
0.00	0.07	0.15	0.22	0.30	0.37	0.45	0.52	0.60	0.67	0.07	0.15	0.22	0.30	0.37	0.45	0.52	0.60	0.67
0.00	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71

Fuente: catálogo DUNLOP.

Figura 24. Factor de corrección en función de la longitud de la correa.

Tabla Nº 4		Sección de la correa				
Longitud correa	Z	A	B	C	D	E
16	0.80	-	-	-	-	-
24	0.83	-	-	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-	-	-
31	0.89	0.84	-	-	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-	-	-
38	0.93	0.88	0.83	-	-	-
42	0.95	0.90	0.85	-	-	-
46	0.97	0.92	0.87	-	-	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80	-	-
55	1.00	0.96	0.90	0.81	-	-
60	-	0.98	0.92	0.82	-	-
68	-	1.00	0.95	0.85	-	-
75	-	1.02	0.97	0.87	-	-
80	-	1.04	0.98	0.89	-	-
81	-	1.04	0.98	0.89	-	-
85	-	1.05	0.99	0.90	-	-
90	-	1.06	1.00	0.91	-	-
96	-	1.08	1.02	0.92	-	-
97	-	1.08	1.02	0.92	-	-
105	-	1.10	1.04	0.94	-	-
112	-	1.11	1.05	0.95	-	-

Fuente: catálogo DUNLOP.

Tabla 2. Algunos parámetros de bandas en V (tabla 17-16).

Sección de la banda	$K_b$	$K_c$
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1098	1.217
8V	4830	3.288

\* Datos cortesía de Gates Rubber Co., Denver, Colo.

Fuente: BUDYNAS, Richard G., et al. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 2012.

Tabla 3. Factores de servicio sugeridos  $K_s$  para transmisiones de banda en V (tabla 17-15).

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Características del par de torsión normal	Par de torsión alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Impacto ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
<b>Impacto medio</b>	<b>1.2 a 1.4</b>	1.4 a 1.6
Impacto pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

Fuente: BUDYNAS, Richard G., et al. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 2012.

Tabla 4. Parámetros de durabilidad para algunas secciones de banda en V (tabla 17-17).

Sección de la banda	$10^8$ a $10^9$ picos de fuerza		$10^9$ a $10^{10}$ picos de fuerza		Diámetro mínimo de polea, pulg
	$K$	$b$	$K$	$b$	
<b>A</b>	674	11.089			3.0
B	1 193	10.926			5.0
C	2 038	11.173			8.5
D	4 208	11.105			13.0
E	6 061	11.100			21.6
3V	728	12.464	1 062	10.153	2.65
5V	1 654	12.593	2 394	10.283	7.1
8V	3 638	12.629	5 253	10.319	12.5

Fuente: BUDYNAS, Richard G., et al. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 2012.

Anexo G. Tablas para el diseño de ejes

Figura 25. Propiedades mecánicas para el acero AISI 4340 normalizado.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	205000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.32	N/D
Módulo cortante	80000	N/mm <sup>2</sup>
Densidad de masa	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	1110	N/mm <sup>2</sup>
Límite de compresión		N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico	710	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica	1.23e-05	/K
Conductividad térmica	44.5	W/(m·K)

Fuente: SolidWorks.

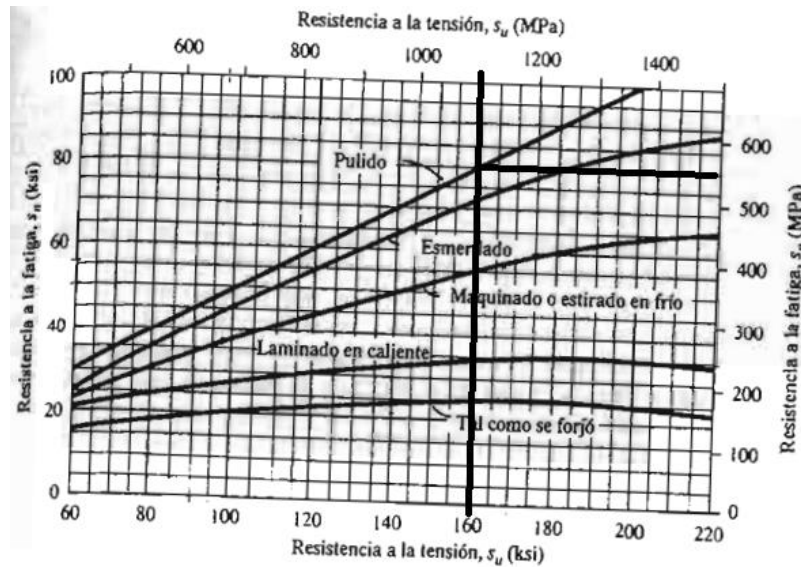
Figura 26. Procedimiento para estimar la resistencia real a la fatiga.

- Se especifica el material para la pieza y determina su resistencia última de tensión  $s_u$ , mediante la consideración de su condición, tal como se usará en servicio.
- Especifique el proceso de manufactura usado para producir la parte, con especial atención al estado de la superficie en la zona donde los esfuerzos sean mayores.
- Emplee la figura 5-8 para estimar la resistencia a la fatiga modificada  $s_n$ .
- Aplique un factor de material  $C_m$  de la siguiente lista.
 

Acero forjado:	$C_m = 1.00$	Hierro colado maleable:	$C_m = 0.80$
Acero colado:	$C_m = 0.80$	Hierro colado gris:	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado:	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil:	$C_m = 0.66$
- Aplique un factor de tipo de esfuerzo:  $C_{st} = 1.0$  para el esfuerzo flexionante,  $C_{st} = 0.80$  para la tensión axial.
- Aplique un factor de confiabilidad  $C_R$  de la tabla 5-1.
- Aplique un factor de tamaño  $C_s$ , mediante la figura 5-9 y la tabla 5-2, como guías.
- Calcule la resistencia a la fatiga estimada real  $s'_n$ , con
 
$$s'_n = s_n (C_m)(C_{st})(C_R)(C_s) \tag{5-4}$$

Fuente: MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Editorial Pearson Educación, cuarta edición, México, 2006. p. 174.

Figura 27. Resistencia a la fatiga modificada en función de la resistencia a la tensión.



Fuente: MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Editorial Pearson Educación, cuarta edición, México, 2006. p. 174.

Tabla 5. Factores de confiabilidad.

Factores de confiabilidad aproximados $C_R$	
Confiabilidad deseada $C_R$	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Fuente: MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Editorial Pearson Educación, cuarta edición, México, 2006. p. 175.

Tabla 6. Factores de tamaño.

Unidades del Sistema Estadounidense Tradicional	
Rango de tamaño	Para $D$ en pulgadas
$D \leq 0.30$	$C_S = 1.0$
$0.30 < D \leq 2.0$	$C_S = (D/0.3)^{-0.11}$
$2.0 < D < 10.0$	$C_S = 0.859 - 0.02125D$
Unidades SI	
Rango de tamaño	Para $D$ en mm
$D \leq 7.62$	$C_S = 1.0$
$7.62 < D \leq 50$	$C_S = (D/7.62)^{-0.11}$
$50 < D < 250$	$C_S = 0.859 - 0.000837D$

Fuente: MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Editorial Pearson Educación, cuarta edición, México, 2006. p. 175.

Figura 28. Ecuaciones para calcular la vida esperada de un rodamiento.

**Vida nominal básica**

Si considera únicamente la carga y la velocidad, puede utilizar la vida nominal básica,  $L_{10}$ .

La vida nominal básica de un rodamiento según la normativa ISO 281 es

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Si la velocidad es constante, es preferible calcular la vida expresada en horas de funcionamiento utilizando la ecuación

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}$$

donde

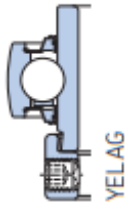
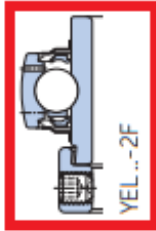
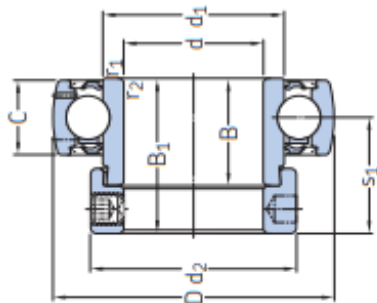
- $L_{10}$  = vida nominal básica (con una confiabilidad del 90%) [millones de revoluciones]
- $L_{10h}$  = vida nominal básica (con una confiabilidad del 90%) [horas de funcionamiento]
- $C$  = capacidad de carga dinámica básica [kN]
- $P$  = carga dinámica equivalente del rodamiento [kN]
- $n$  = velocidad de giro [r. p. m.]
- $p$  = exponente de la ecuación de la vida
  - = 3 para los rodamientos de bolas
  - = 10/3 para los rodamientos de rodillos

Fuente: SKF. Catálogo de rodamientos.

Figura 29. Rodamiento seleccionado para el diseño de la máquina.

2.4 Rodamientos de inserción con un anillo de fijación excéntrico, ejes en pulgadas

d 1/2 – 2 7/16 pulg.  
12,7 – 61,913 mm



YET

Dimensiones	Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidad límite con tolerancia de eje h6	Masa	Designación								
	dinámica C	estática $C_0$												
d	$d_1$	$d_2$	$s_1$	$r_{1,2}$ min. <td></td> <td></td>										
pulg./mm	mm	mm	mm	mm	kg	-								
1/2 12,7	40	19,1	28,6	12	24,2	27,2	22,1	0,3	9,56	4,75	0,2	9 500	0,13	YET 203-008
3/4 19,05	47	21	30,5	14	28,2	32,4	23,5	0,6	12,7	6,55	0,28	8 500	0,17	▶ YET 204-012
	47	34,2	43,7	14	28,2	32,4	26,6	0,6	12,7	6,55	0,28	8 500	0,21	YEL 204-012-2F
1 25,4	52	21,5	31	15	33,7	37,4	23,5	0,6	14	7,8	0,335	7 000	0,19	▶ YET 205-100
	52	34,9	44,4	15	33,7	37,4	26,9	0,6	14	7,8	0,335	7 000	0,24	YEL 205-100-2F

Fuente: SKF. Catálogo de rodamientos.

Figura 30. Especificaciones de la grasa seleccionada.

Especificaciones técnicas de las grasas SKF para rodamientos de inserción											
Grasa	Rango de temperaturas <sup>1)</sup>						Espesante	Tipo de aceite base	Grado NLGI	Viscosidad del aceite base [mm <sup>2</sup> /s]	
	-50	0	50	100	150	200				250	°C
VT307							Jabón de litio-calcio	Mineral	2	190	15
GFJ							Jabón de complejo de aluminio	Hidrocarburo sintético	2	100	14




Fuente: SKF. Catálogo de rodamientos.

Figura 31. Factores comunes para el factor de contaminación.

Valores orientativos para el factor $\eta_c$ para distintos niveles de contaminación		
Condiciones	Factor $\eta_c$ <sup>1)</sup> para rodamientos con diámetro	
	$d_m < 100$	$d_m \geq 100$ mm
<b>Limpieza extrema</b> • Tamaño de las partículas del orden del espesor de la película de lubricante • Condiciones de laboratorio	1	1
<b>Gran limpieza</b> • Aceite lubricante con filtración muy fina • Condiciones típicas: rodamientos sellados lubricados con grasa de por vida	0,8 ... 0,6	0,9 ... 0,8
<b>Limpieza normal</b> • Aceite lubricante con filtración fina • Condiciones típicas: rodamientos con placas de protección lubricados con grasa de por vida	0,6 ... 0,5	0,8 ... 0,6
<b>Contaminación ligera</b> • Condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste y leve ingreso de contaminantes	0,5 ... 0,3	0,6 ... 0,4
<b>Contaminación típica</b> • Condiciones típicas: rodamientos sin sello integral, filtrado grueso, partículas de desgaste e ingreso de partículas desde el exterior	0,3 ... 0,1	0,4 ... 0,2
<b>Contaminación severa</b> • Condiciones típicas: altos niveles de contaminación debido a desgaste excesivo o sellos ineficaces • Disposición de los rodamientos con sellos ineficaces o dañados	0,1 ... 0	0,1 ... 0
<b>Contaminación muy severa</b> • Condiciones típicas: niveles de contaminación tan severas que los valores de $\eta_c$ están fuera de escala, lo que reduce significativamente la vida útil del rodamiento	0	0

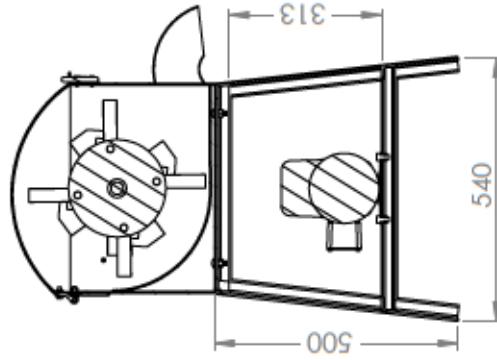
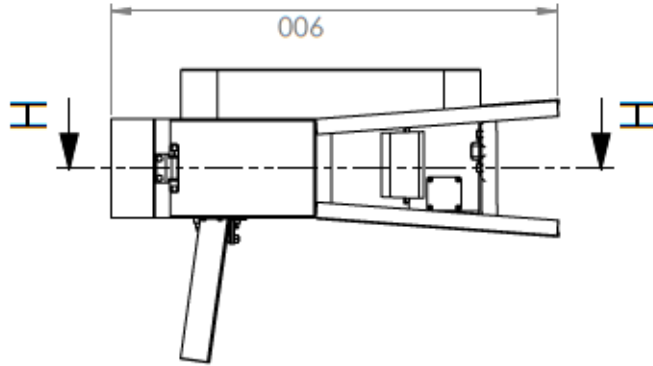
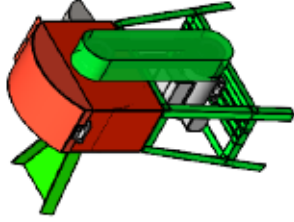
Fuente: SKF. Catálogo de rodamientos.

Anexo I. Planos correspondientes a la máquina calculada.

		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
	FECHA: 22/01/2024 ESCALA: 1:11	TITULO: MÁQUINA TRITURADORA VISTAS ISOMÉTRICAS	AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO REVISÁ: COMITE EVALUADOR
UNIDADES: MM A4		HOJA 1/25	

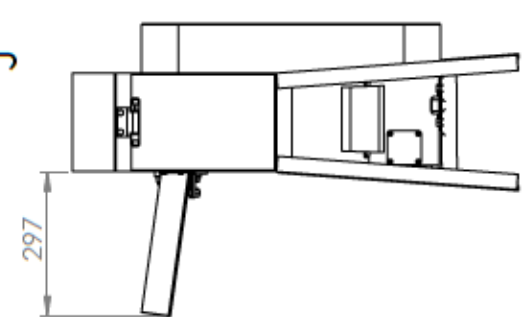
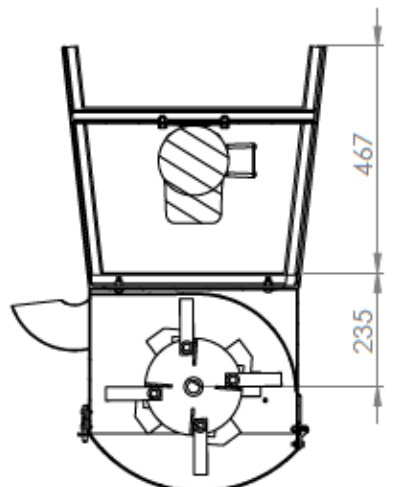
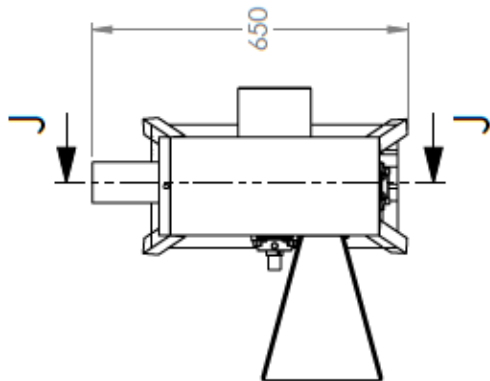
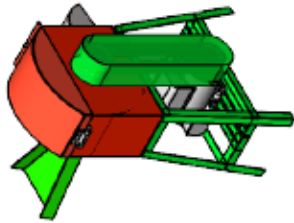
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

**SECCIÓN H-H**  
 ESCALA 1:12

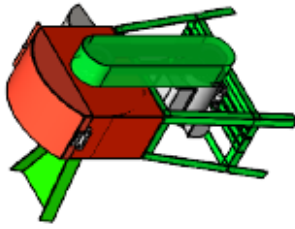


		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
		TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA VISTA FRONTAL	AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO REVISÁ: COMITE EVALUADOR
FECHA: 22/01/2024	ESCALA: 1:17	UNIDADES: MM	HOJA 2/25
A4			

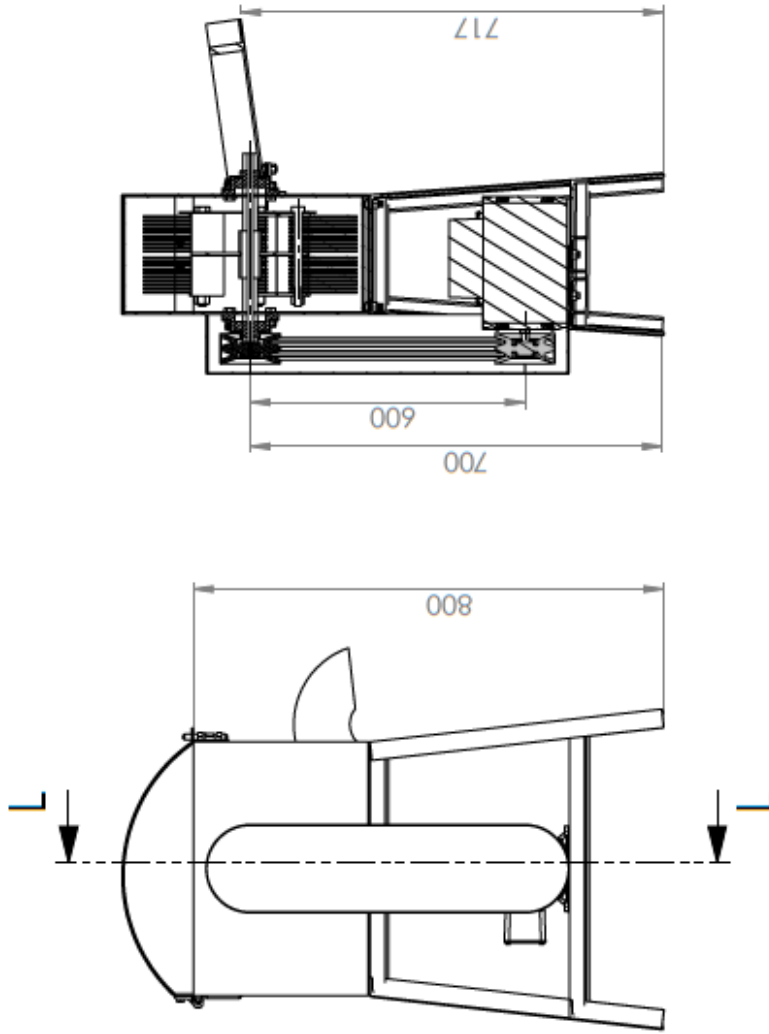
**SECCIÓN J-J**  
ESCALA 1:12



		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 22/01/2024		TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA VISTA SUPERIOR	
ESCALA: 1:17		AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO	
UNIDADES: MM		REVISÁ: COMITE EVALUADOR	
A4		HOJA 3/25	

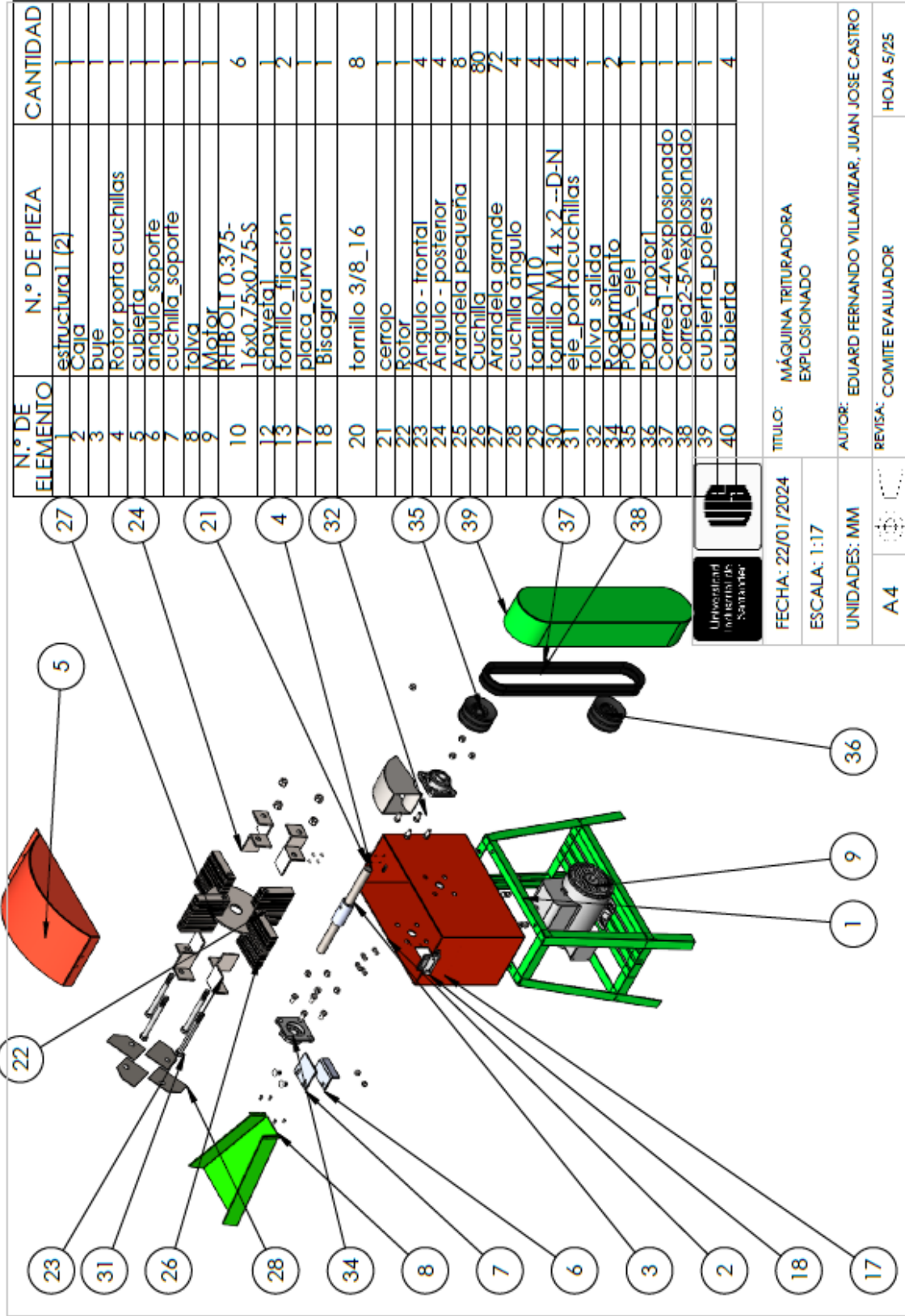


**SECCIÓN L-L**  
ESCALA 1 : 10



		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 22/01/2024	TITULO: MÁQUINA TRITURADORA VISTA LATERAL		
ESCALA: 1:10	AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO		
UNIDADES: MM	REVIS: COMITE EVALUADOR		
A4	HOJA 4/25		

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

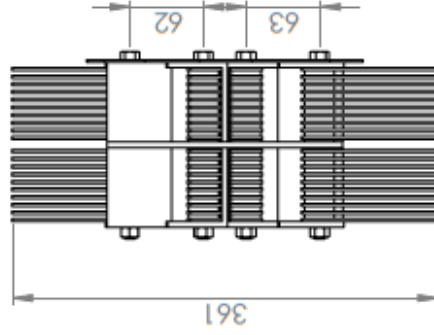
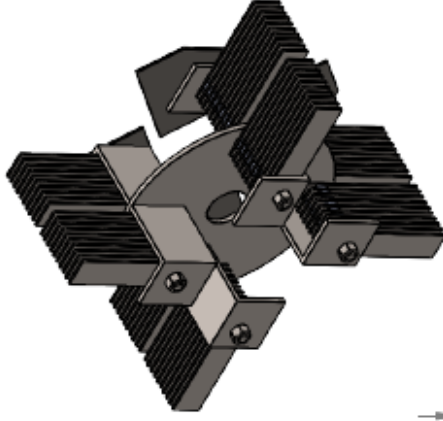
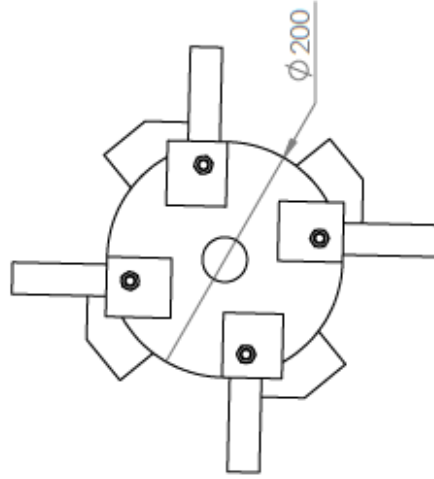
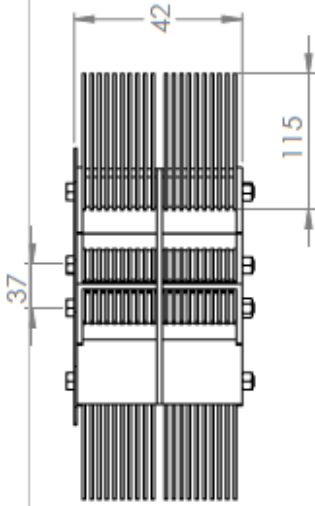


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	estructura I (2)	1
2	Caja	1
3	bujes	1
4	Rotor porta cuchillas	1
5	cubierta	1
6	anillo soporte	1
7	cuchilla_soporte	1
8	tolva	1
9	Motor	1
10	RH-BOLT 0.375-1.6x0.75x0.75-S	6
12	chaveta	1
13	tornillo fijación	2
17	placa curva	1
18	Bisagra	1
20	tornillo 3/8_16	8
21	cerrojo	1
22	Rotor	1
23	Angulo - frontal	4
24	Angulo - posterior	4
25	Arandela pequeña	8
26	Cuchilla	80
27	Arandela grande	72
28	cuchilla angulo	4
29	tornillo M10	4
30	tornillo M14 x 2 --D-N	4
31	eje_portacuchillas	4
32	tolva salida	1
34	rodamiento	2
35	POLEA_eje1	1
36	POLEA_motor	1
37	Correa1-4xexplosionado	1
38	Correa2-5xexplosionado	1
39	cubierta_poleas	1
40	cubierta	4



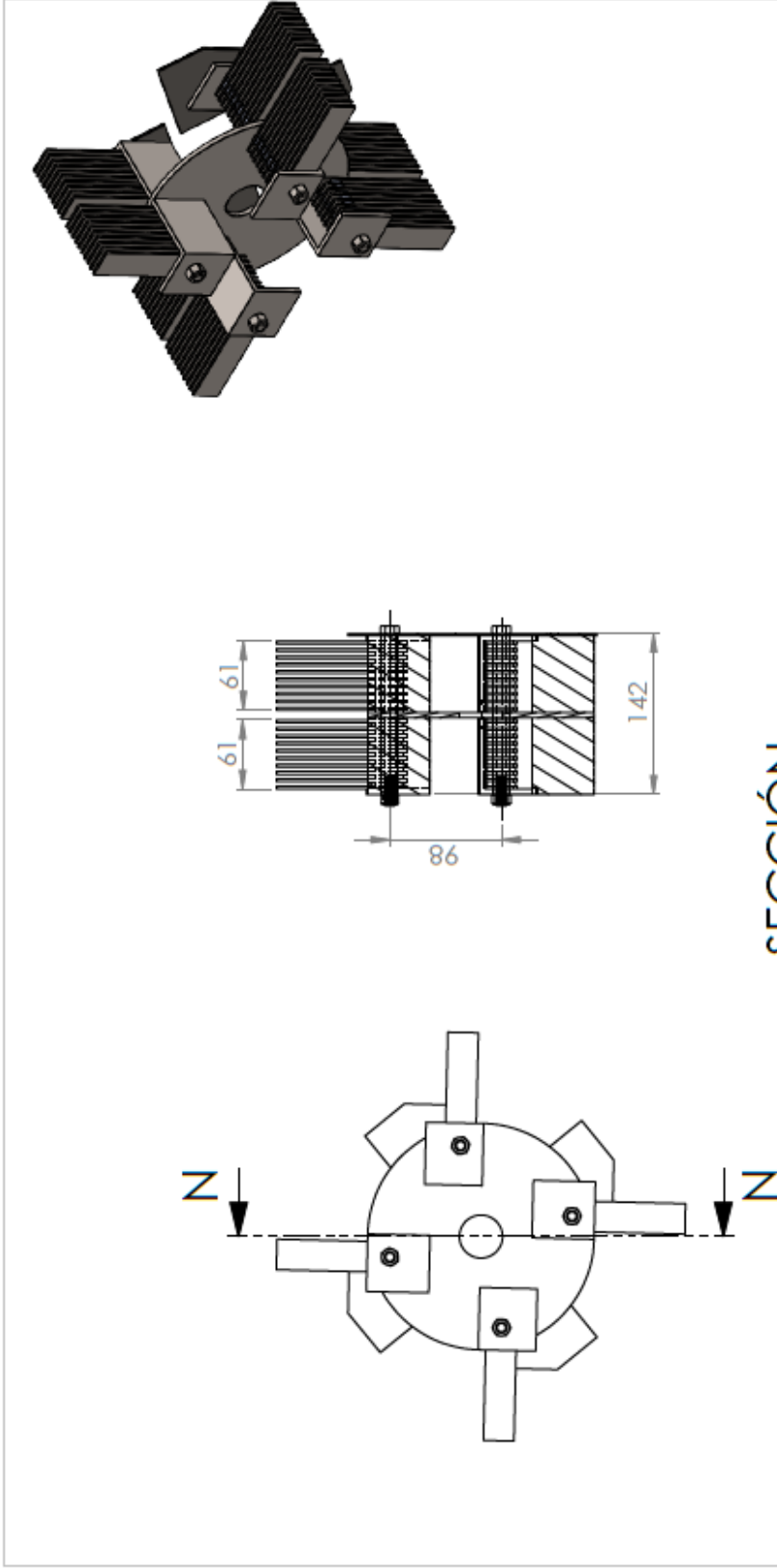
TÍTULO:	MÁQUINA TRITURADORA EXPLOSIONADO
FECHA:	22/01/2024
ESCALA:	1:17
UNIDADES:	MM
A4	
AUTOR:	EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO
REVISÁ:	COMITE EVALUADOR
	HOJA 5/25

Producto SOLIDWORKS Educativa. Solo para uso en la enseñanza.



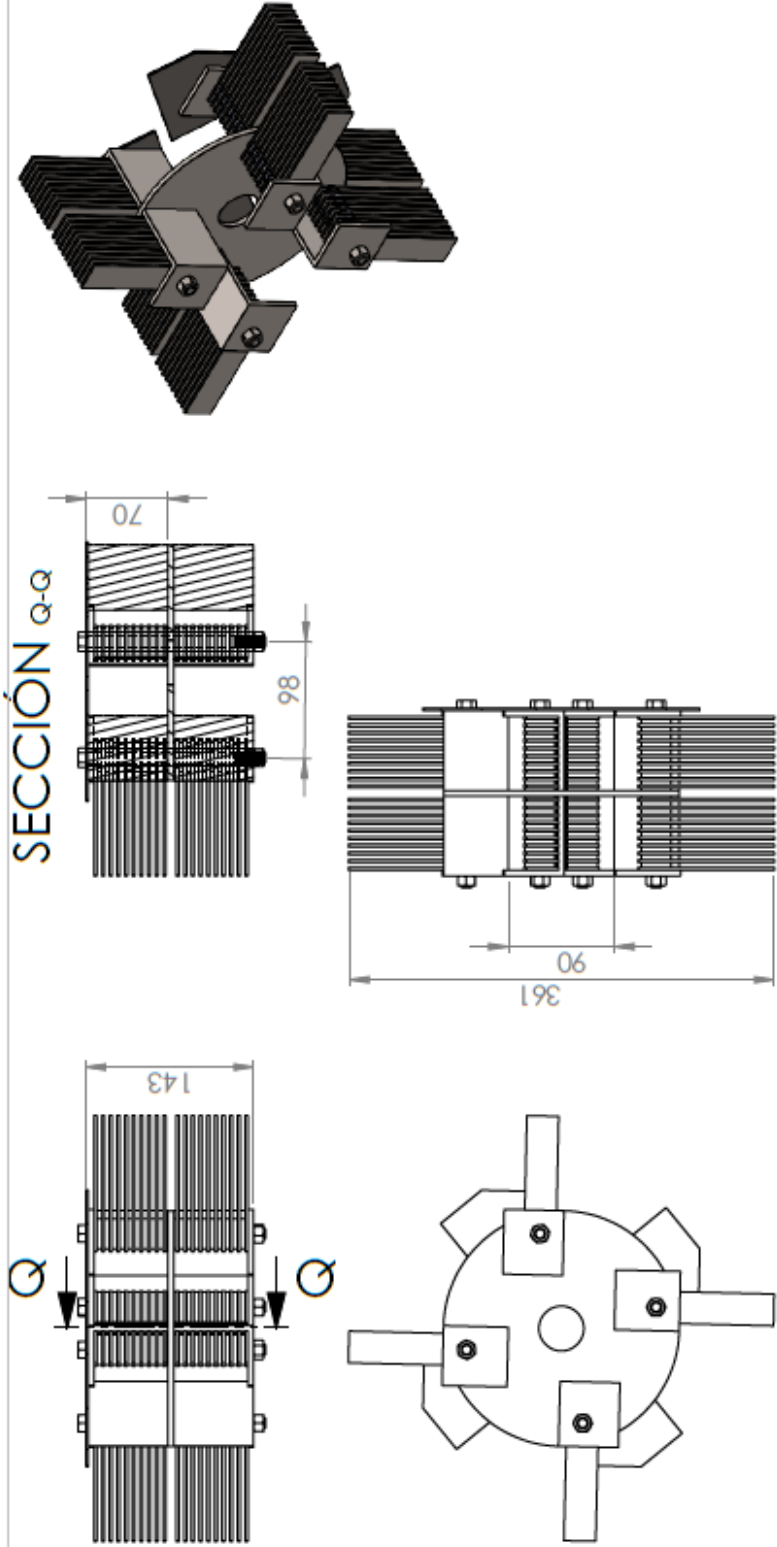
<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>		TITULO:	MÁQUINA TRITURADORA SUBSISTEMA TRITURACION- VISTA PRINCIPAL
		FECHA: 15/01/2024	AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	REVISIA: COMITE EVALUADOR	HOJA 6/25
A4			

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



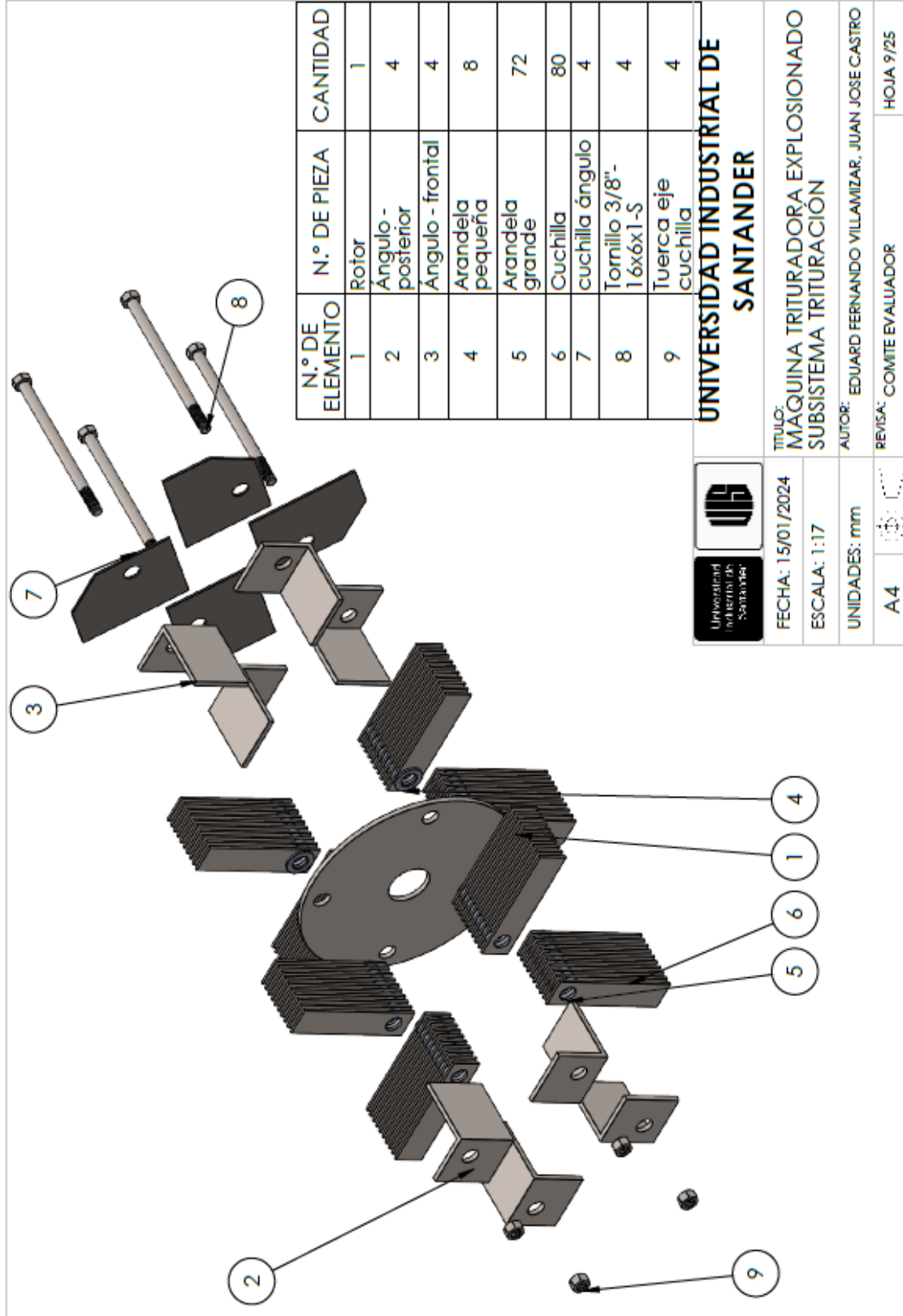
SECCIÓN N-N

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA SUBSISTEMA TRITURACION-VISTA FRONTAL	
		AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO	
FECHA: 15/01/2024	UNIDADES: mm	REVISÁ: COMITE EVALUADOR	HOJA 7/25
ESCALA: 1:5	A4		



<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b>	
FECHA: 15/01/2024	TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA
ESCALA: 1:5	SUBSISTEMA TRITURACION VISTA DE CORTE
UNIDADES: mm	AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO
A4	REVISÁ: COMITE EVALUADOR
	HOJA 8/25

Producto SOLIDWORKS Educativa. Solo para uso en la enseñanza.



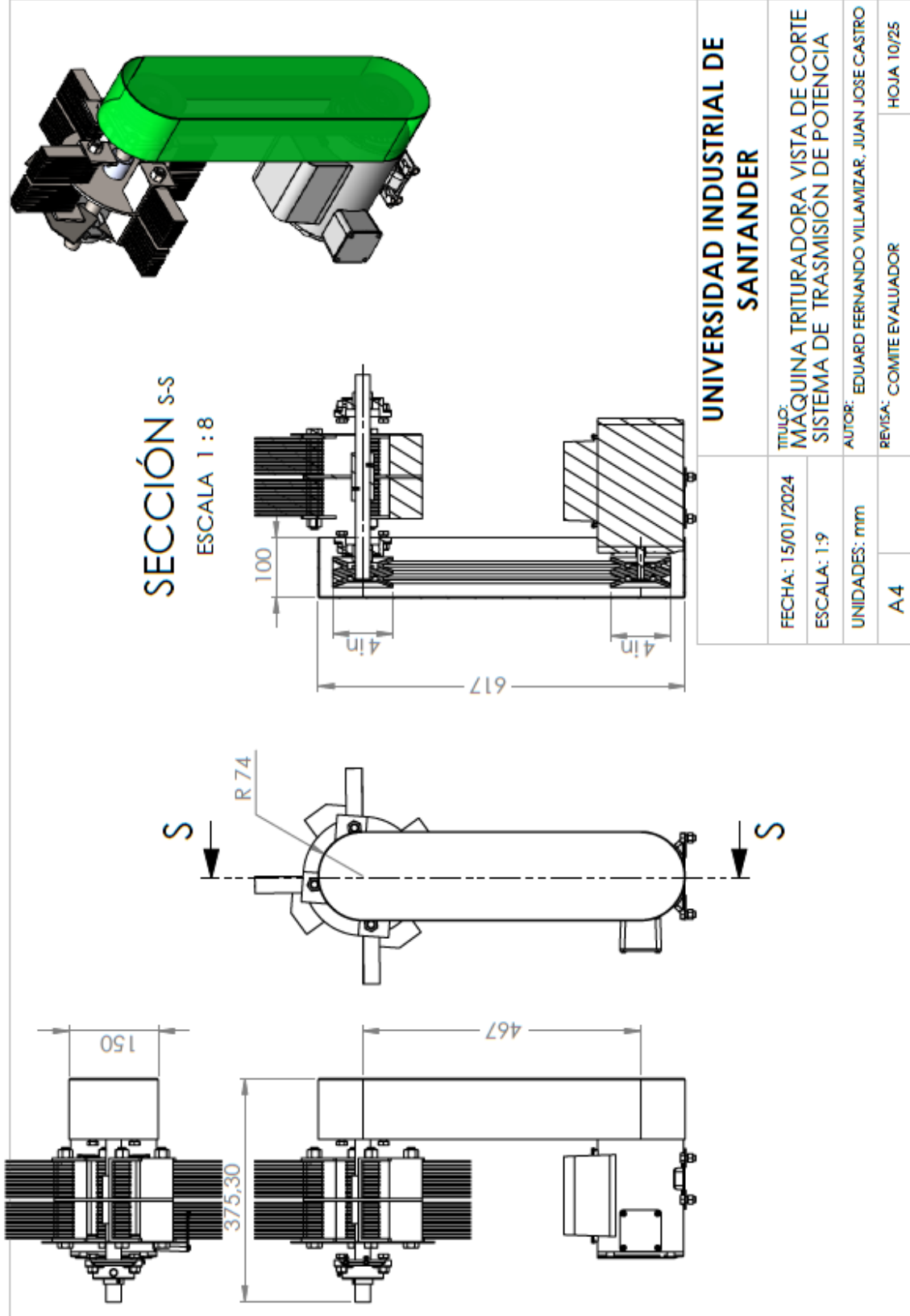
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Rotor	1
2	Angulo - posterior	4
3	Angulo - frontal	4
4	Arandela pequeña	8
5	Arandela grande	72
6	Cuchilla	80
7	cuchilla ángulo	4
8	Tornillo 3/8"-16x1-S	4
9	Tuerca eje cuchilla	4



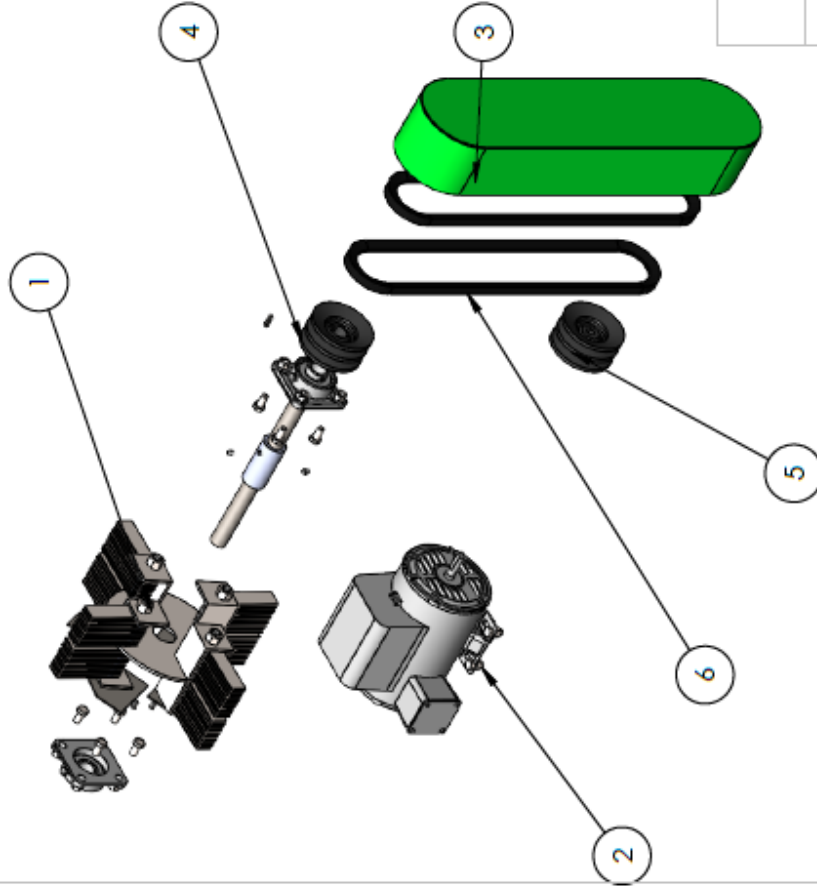
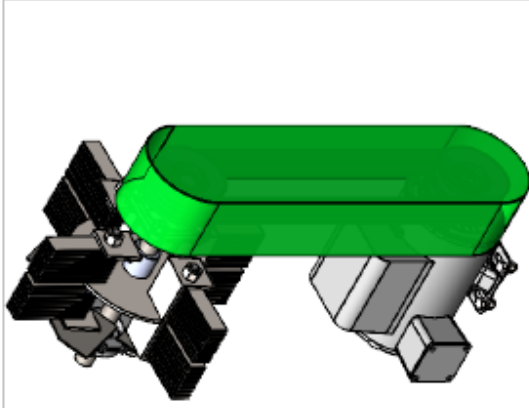
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 15/01/2024  
 TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA EXPLOSIONADO  
 SUBSISTEMA TRITURACIÓN

UNIDADES: mm  
 A4  
 AUTOR: EDUARD FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO  
 REVISÁ: COMITE EVALUADOR  
 HOJA 9/25



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

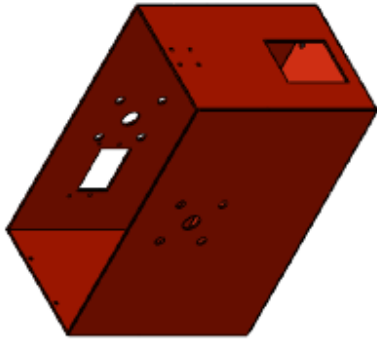
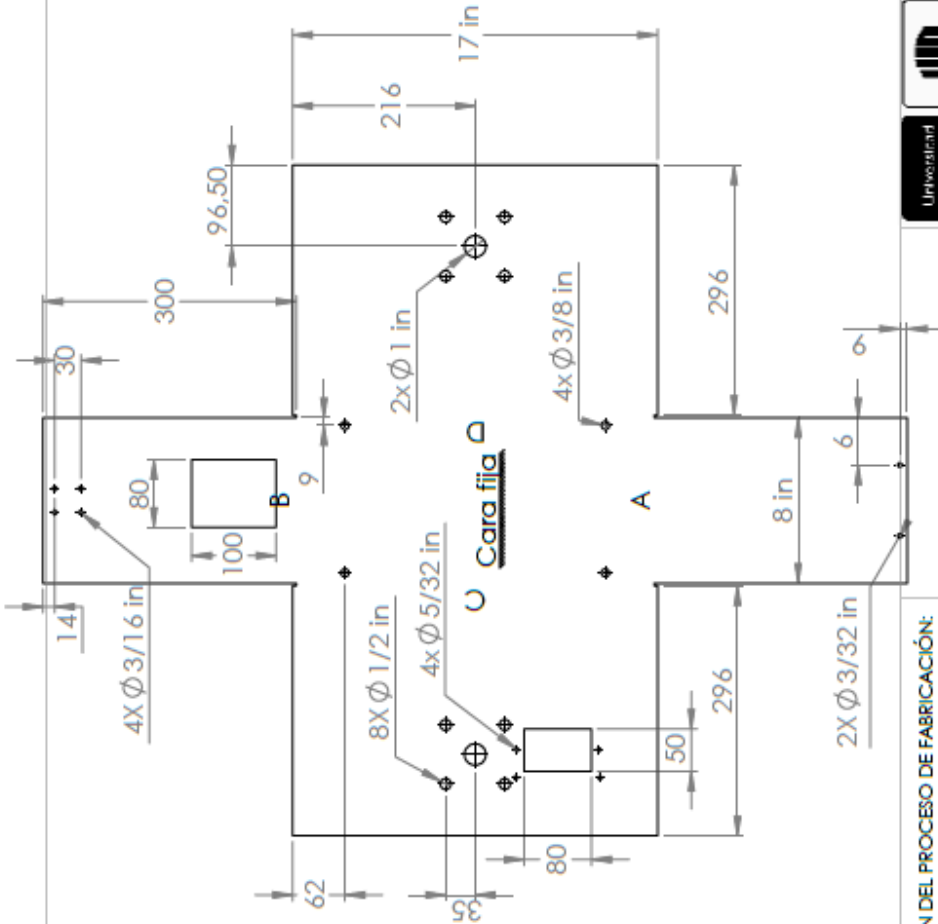


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Rotor porta cuchillas	1
2	Motor	1
2	cubierta	1
4	POLEA_eje1	1
5	POLEA_motor1	1
6	Correa tipo V A-48	2

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 15/01/2024	TITULO:
ESCALA: 1:9	MÁQUINA TRITURADORA EXPLOSIONADO
UNIDADES: mm	SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA
A4	AUTOR: EDUARDO FERNANDO VILLAMIZAR, JUAN JOSE CASTRO
	REVISÁ: COMITE EVALUADOR
	HOJA 11/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Etiqueta	Dirección	Ángulo	Radio interior
A	HACIA ARRIBA	90°	0.74
B	HACIA ARRIBA	90°	0.74
C	HACIA ARRIBA	90°	0.07
D	HACIA ARRIBA	90°	0.07

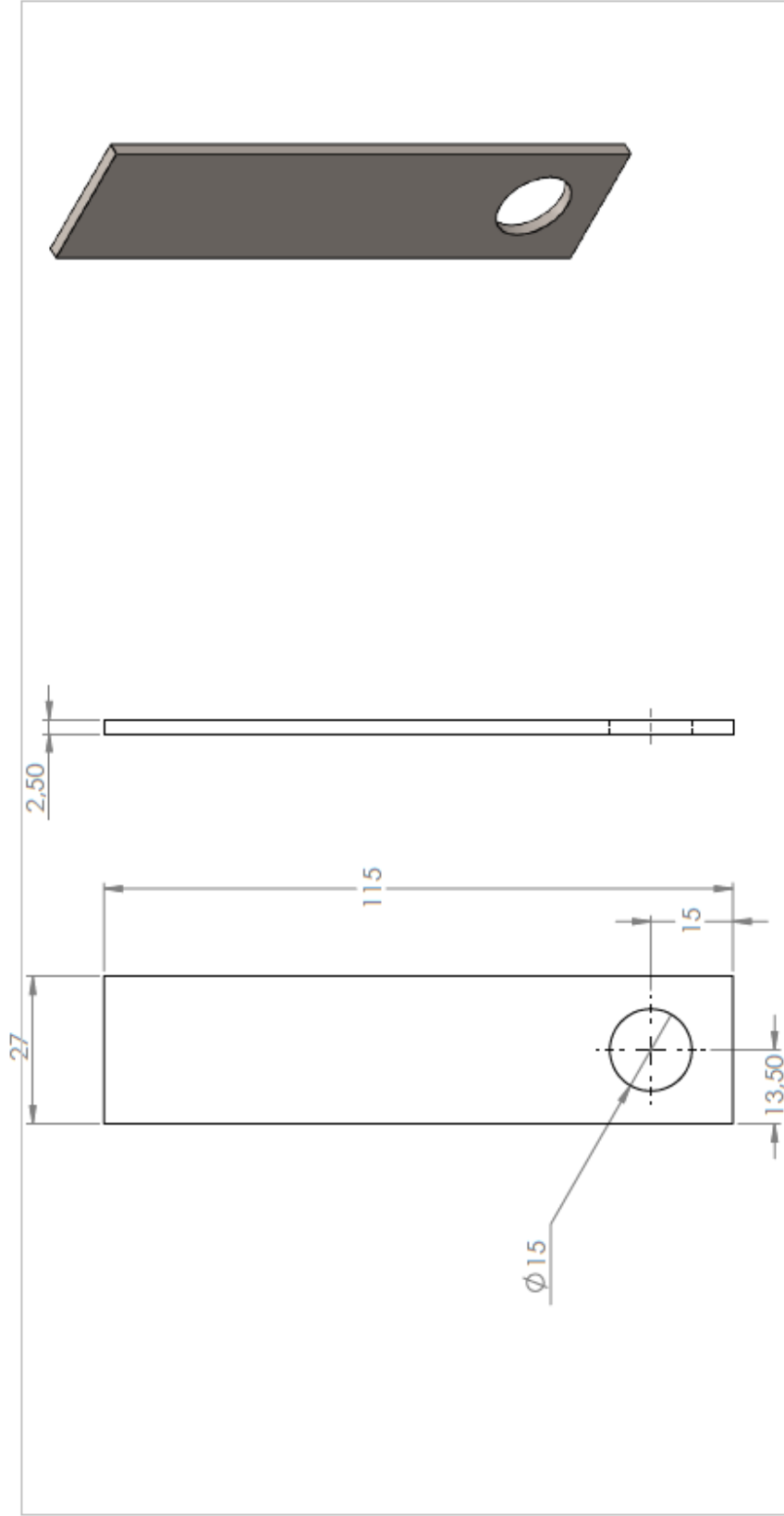
**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 01/15/2024  
 ESCALA: 1:7  
 UNIDADES: mm  
 A4

TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA  
 AUTORIZAR: HERRERA EDUARDO FERNANDO\_JUANJOSE CASTRO  
 REVISAR: COMITE EVALUADOR  
 HOJA 12/25

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:  
 Pieza: caja estructural  
 MATERIA: ACERO INOXIDABLE  
 LAMINA CALIBRE 10  
 RECTIFICAR AGUJEROS

Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

MATERIA: ACERO INOXIDABLE  
MARTILLO TRITURADOR



FECHA: 01/15/2024

ESCALA: 1:1

UNIDADES: mm

A4



TÍTULO:

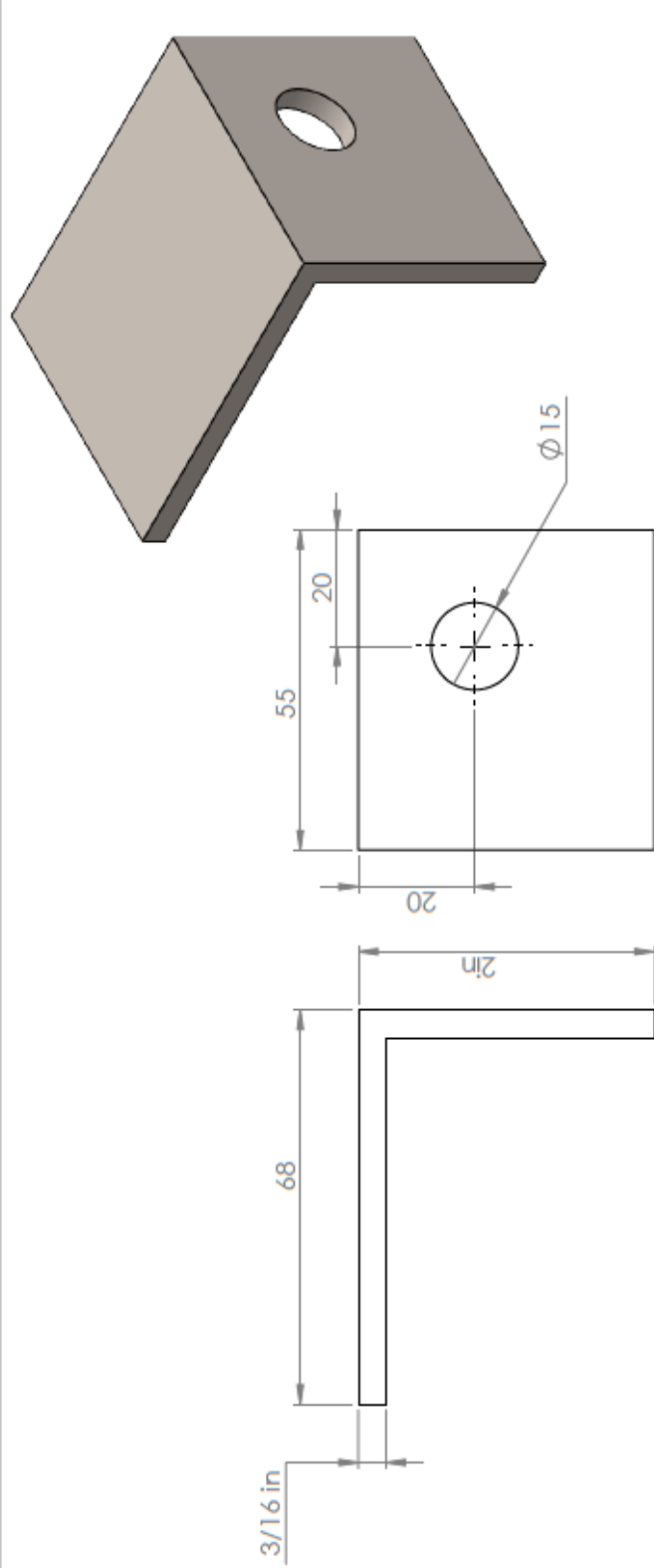
MÁQUINA TRITURADORA

AUTOR: VIVAZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO\_JUANJOSE CASTRO

REVISOR: COMITE EVALUADOR

HOJA 13/25

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

ÁNGULO FRONTAL, SOPORTE EJE PORTA CUCHILLAS  
 MATERIA: ACERO ESTIRADO EN FRIO, AISI 1045



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
 SANTANDER

FECHA: 01/15/2024

ESCALA: 1:1

UNIDADES: mm

A4

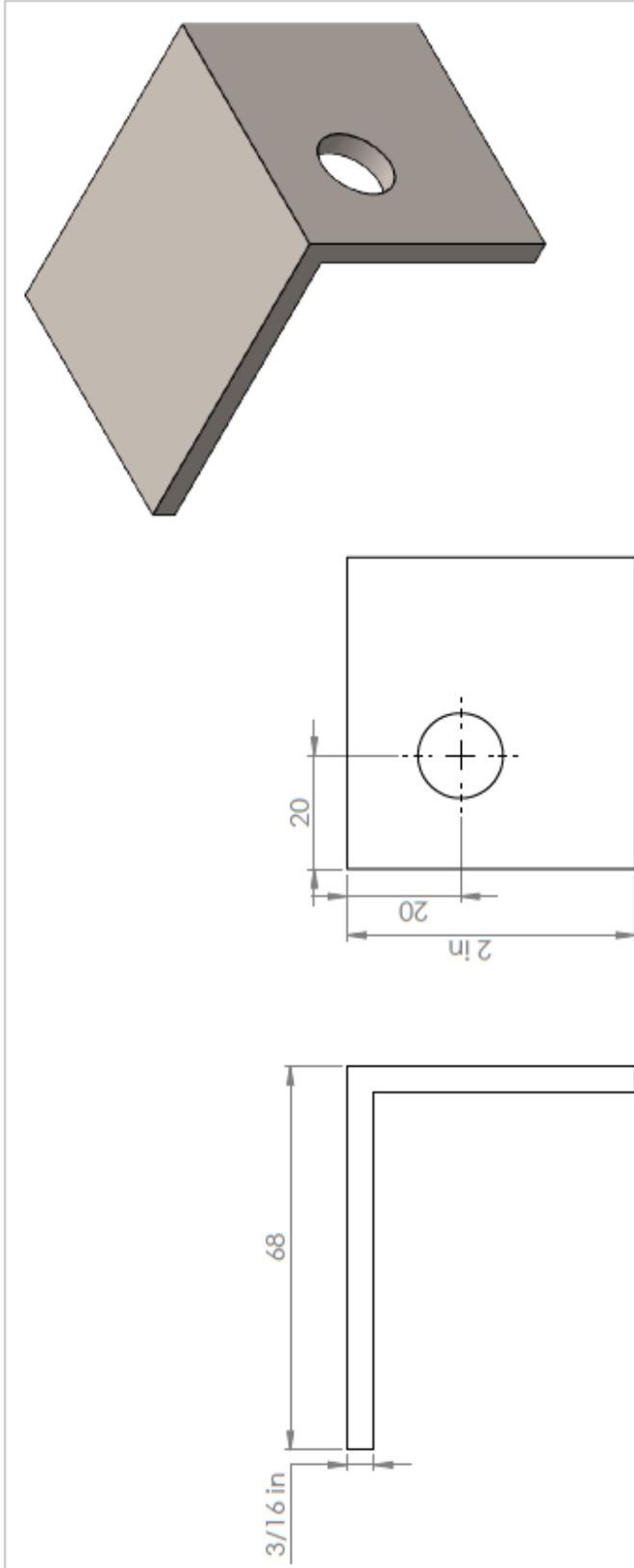
TÍTULO:  
 MÁQUINA TRITURADORA

AUTOR:  
 VILLAMIZAR HERRERA EDUARD FERNANDO, JUANJOSE CASTRO

REVISÁ:  
 COMITE EVALUADOR

HOJA 14/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

ANGULO POSTERIOR  
 MATERIA: ACERO ESTIRADO EN FRIO AISI 1045  
 ANGULO POSTERIOR , SOPORTE EJE PORTA  
 CUCHILLAS

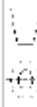


FECHA: 01/15/2024

ESCALA: 1:1

UNIDADES: mm

A4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
 SANTANDER

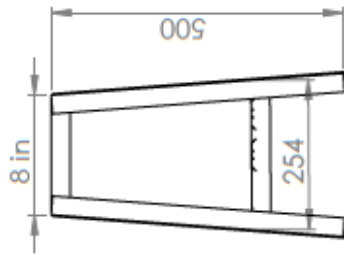
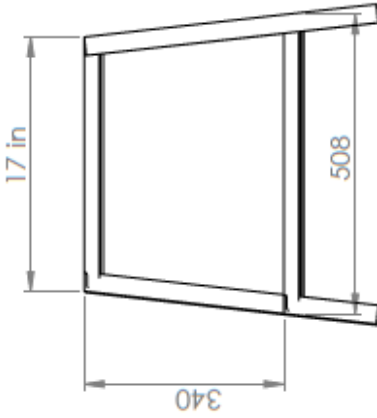
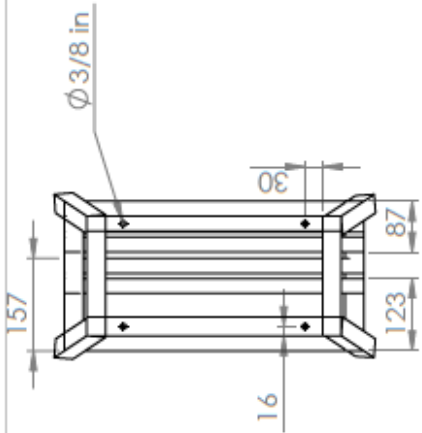
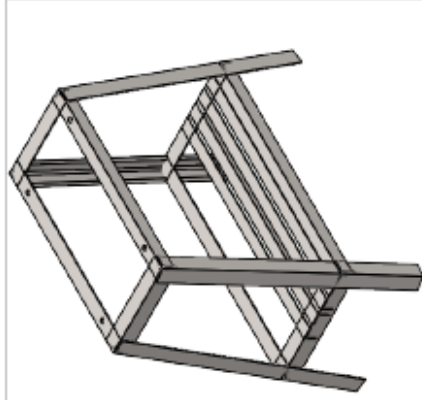
TITULO: MÁQUINA TRITURADORA

AUTOR: ALEXANDER HERRERA EDUARD FERNANDO\_JUANJOSE CASTRO

REVISOR: GOMITE EVALUADOR

HOJA 15/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
L1.25x1.25x0.1875	1
L1x0.125	1
L1.25x1.25x0.1875	1
L1x0.125	5
L1.25x1.25x0.1875	2
L1.25x1.25x0.1875	2
L1.25x1.25x0.1875	4

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

ESTRUCTURA  
MATERIAL ACERO ESTRUCTURAL PERFILES EN L



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER

FECHA: 01/15/2024

TÍTULO: Máquina trituradora

ESCALA: 1:10

UNIDADES: mm

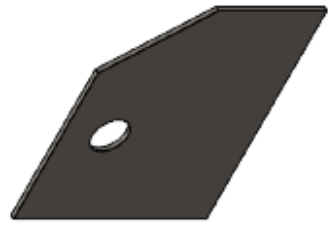
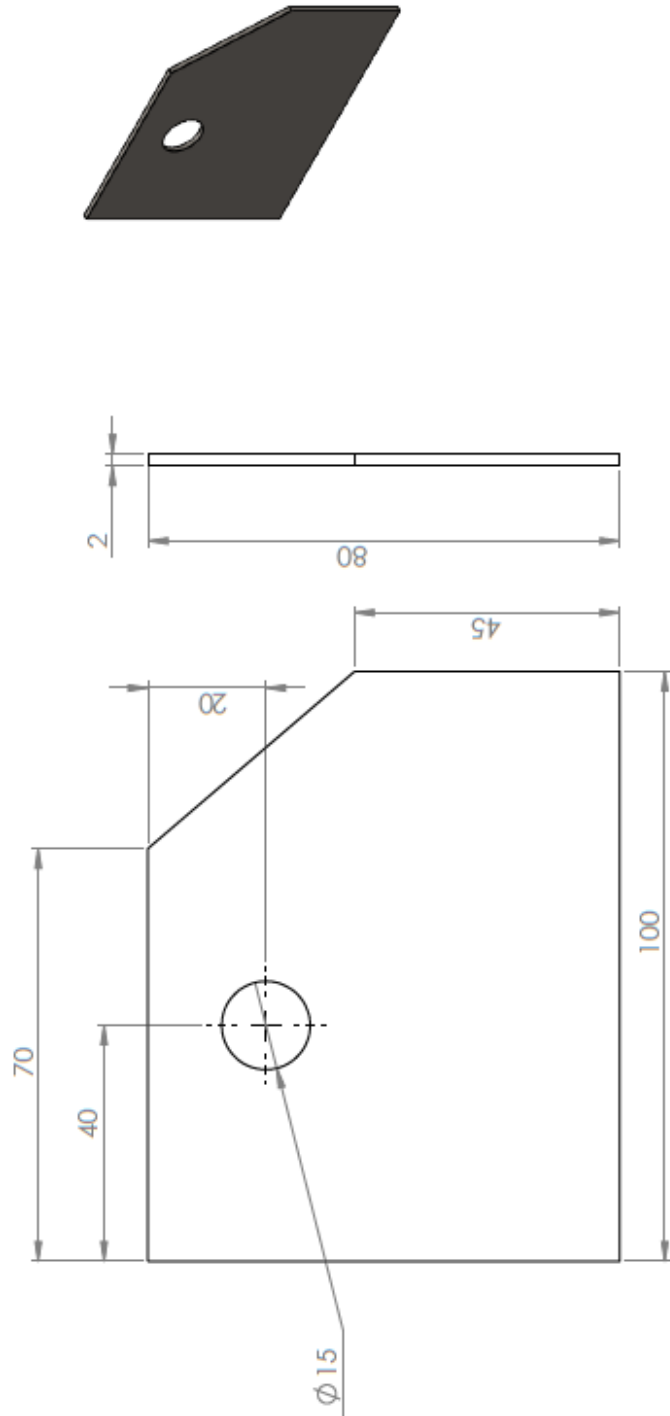
AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARD FERNANDO\_JUANJOSE CASTRO

A4

REVISÁ: COMITE EVALUADOR

HOJA 16/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN:

CUCHILLA DE PRECORTE  
 MATERIAL ACEROTEMPLADO  
 PERFORACIONES CON LÁSER



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 01/15/2024

TÍTULO: Máquina trituradora

ESCALA: 1:1

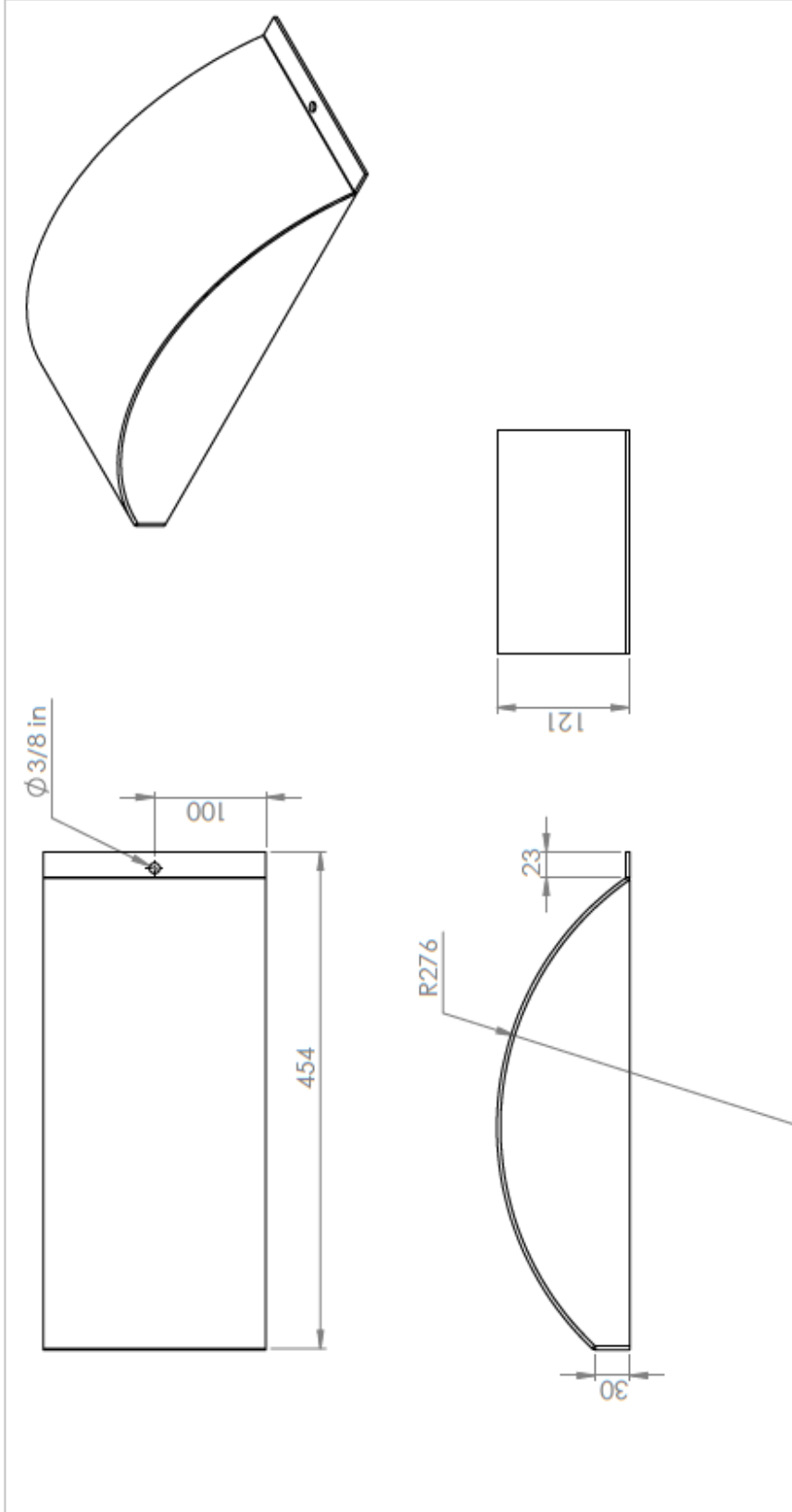
UNIDADES: mm

AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO\_JUANJOSE CASTRO

A4

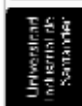
REVISÁ: COMITE EVALUADOR  
 HOJA 17/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

cubierta superior  
Lamina calibre 10  
Material: Hierro maleable



FECHA: 13/01/23

ESCALA: 1:5

UNIDADES: mm

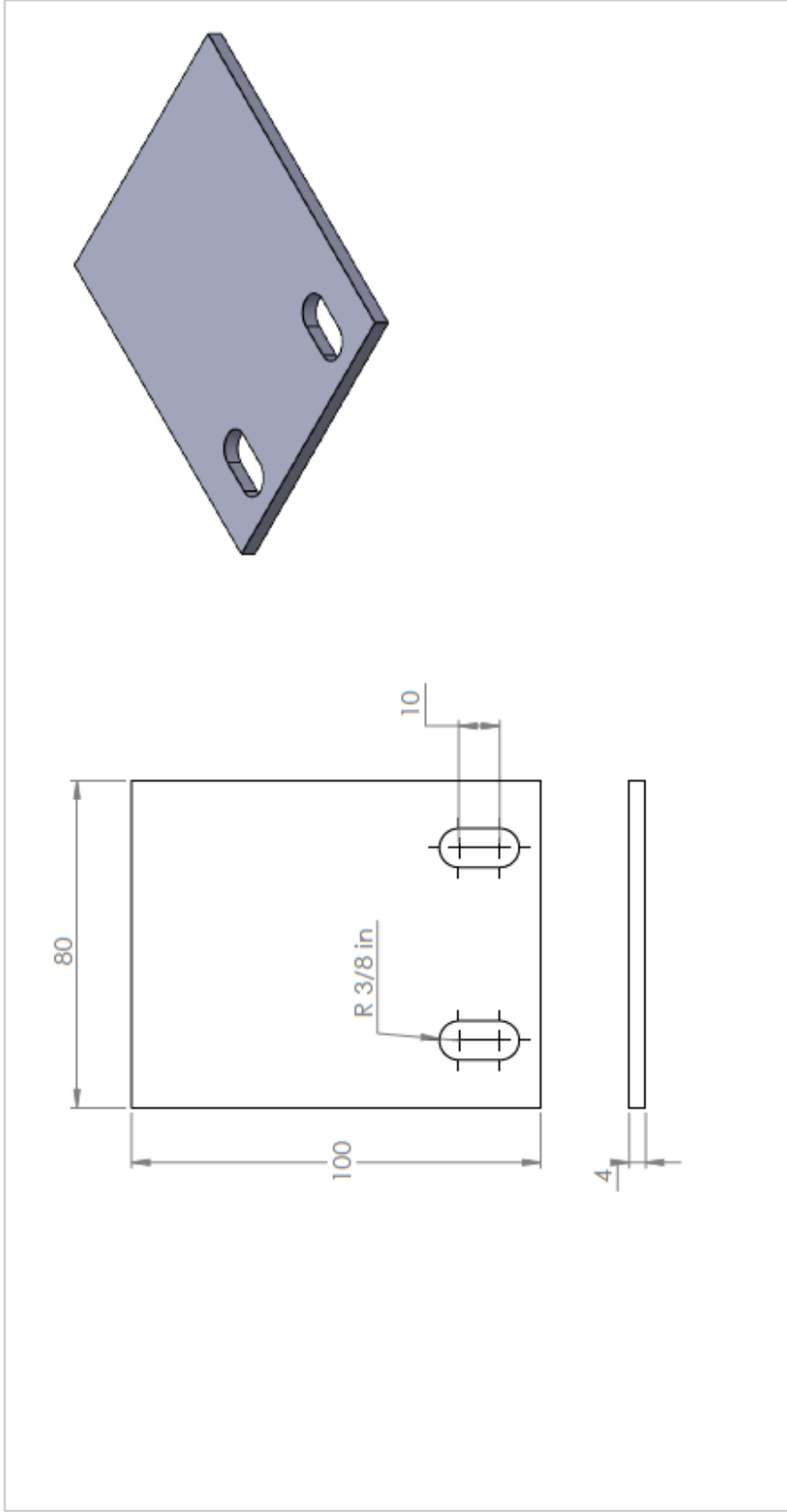
A4

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

TITULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARD FERNANDO  
 REVIS: COMITE EVALUADOR  
 HOJA 18/25

Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

Platina de corte  
Material: acero inoxidable



FECHA: 13/01/23

ESCALA: 1:1

UNIDADES: mm

A4

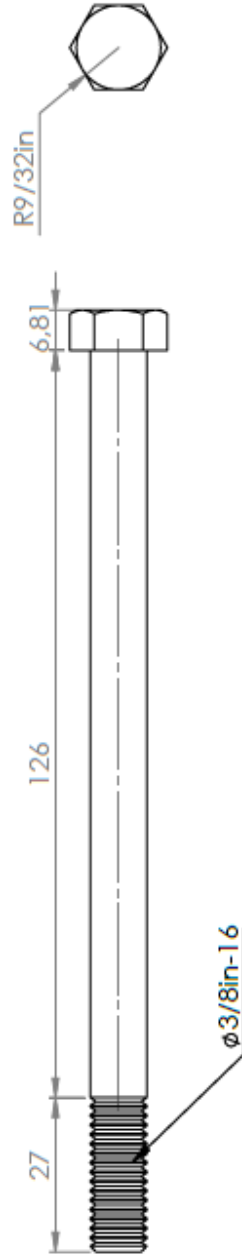


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

TITULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO JUAN JOSE CASTRO  
REVISÁ: COMITE EVALUADOR  
HOJA 19/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

EJE PASANTE PORTA CUCHILLAS  
MATERIALES: ACERO AISI 4340



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER

FECHA: 13/01/23

TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

ESCALA: 1:1

UNIDADES: mm

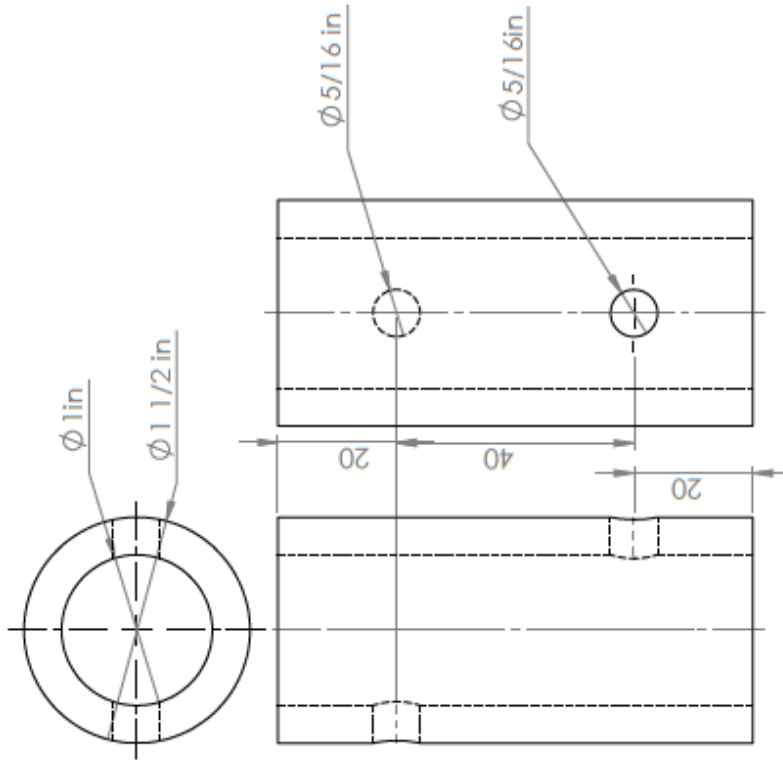
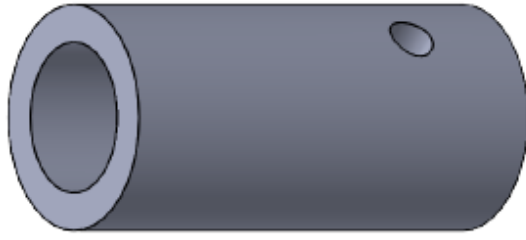
AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARD FERNANDO  
REVISÓ: COMITE EVALUADOR

HOJA 20/25



A4

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

Buje Rotor  
MATERIALES: Acero AISI 4340



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER

FECHA: 13/01/23

TÍTULO:  
MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

ESCALA: 5:7

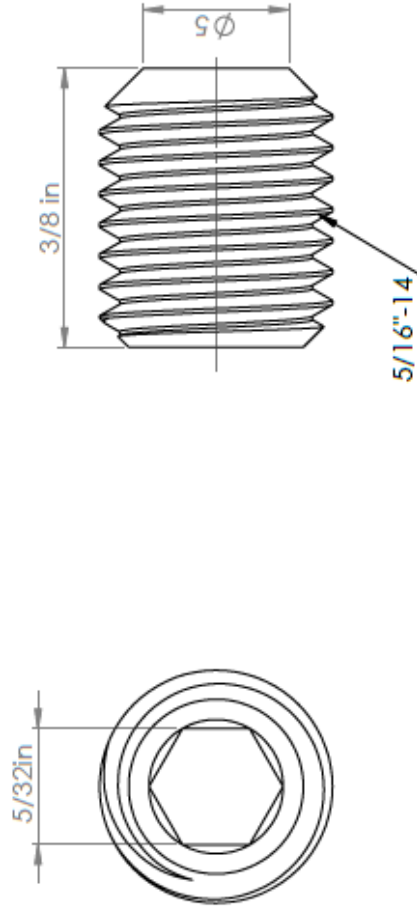
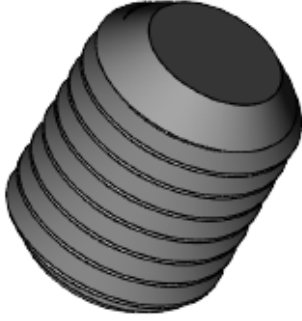
UNIDADES: mm

AUTOR:  
VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO JUAN JOSE CASTRO  
REVISOR:  
COMITE EVALUADOR

A4

HOJA 21/25

Producto SOLIDWORKS Educativo. Solo para uso en la enseñanza.



**PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:**

TORNILLO DE FIJACIÓN  
 CON BASE EN UN TORNILLO DE ACERO ALEADO  
 CONTRA UN EJE DE ACERO, DE ROSCA GRUESA  
 O FINA CLASE 3A EN AGUJERO CLASE 2B Y TORNILLOS  
 DE PRESIÓN DE PUNTA AGUECADA Y CABEZA HUECA



FECHA: 13/01/23

ESCALA: 5:1

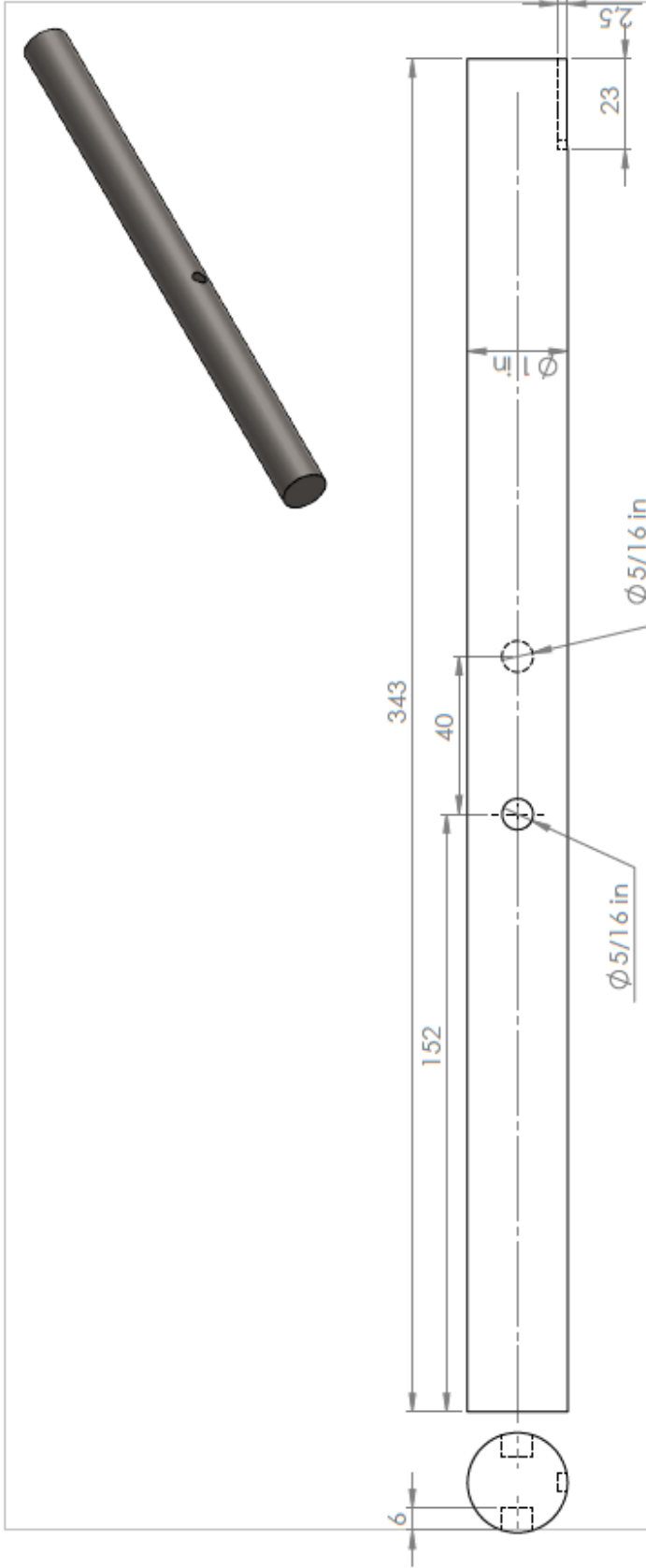
UNIDADES: mm

A4

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO, JUAN JOSE CASTRO  
 REVISÁ: COMITE EVALUADOR  
 HOJA 23/25



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

EJE ROTOR  
MATERIALES: ACERO AISI 4340



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FECHA: 13/01/23

TITULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

ESCALA: 5:7

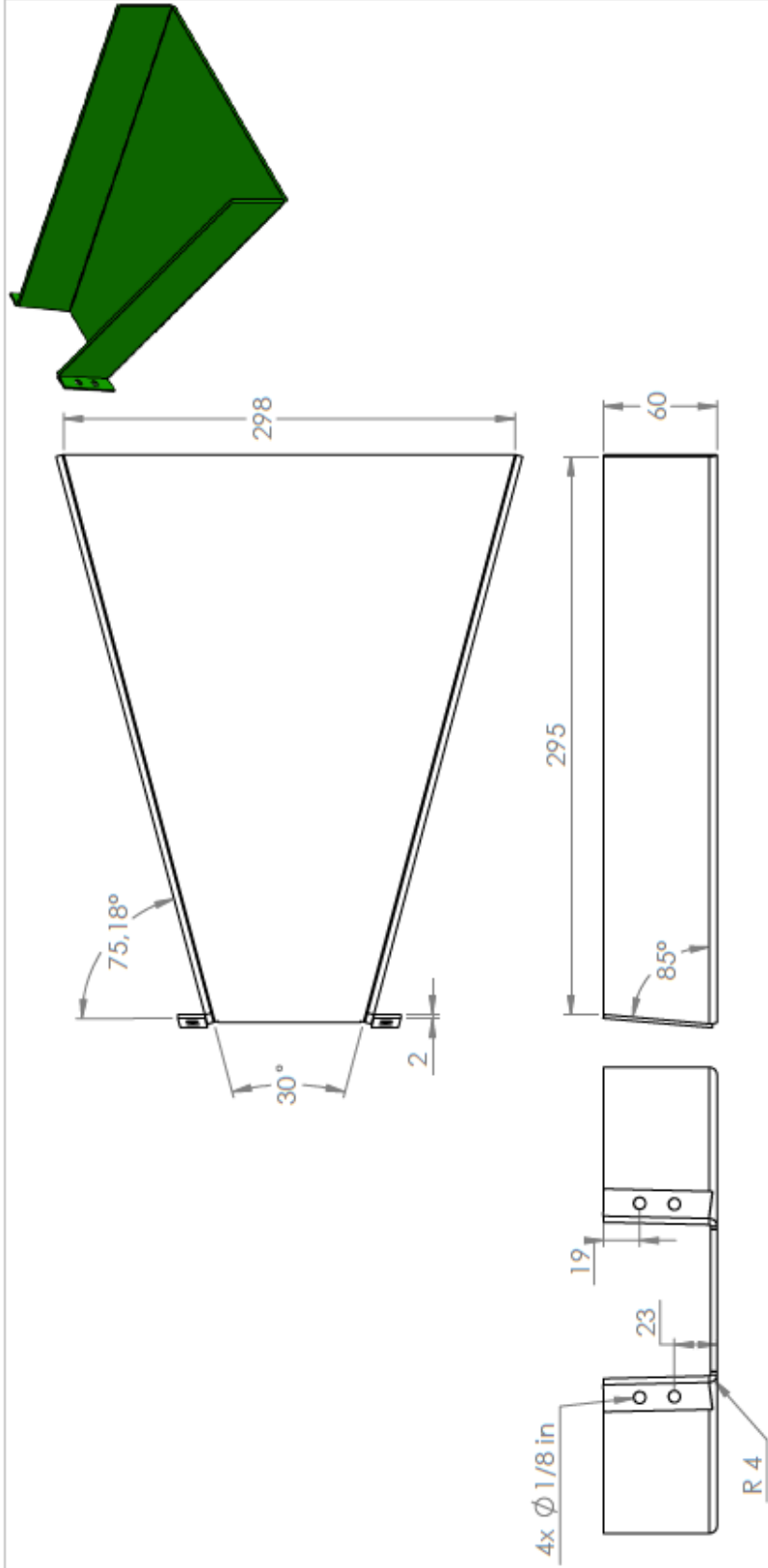
UNIDADES: mm

AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO JUAN JOSE CASTRO  
REVISÓ: COMITE EVALUADOR

A4

HOJA 22/25

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:

TOLVA DE INGRESO  
 MATERIALACERO GALVANIZADO,CALIBRE 16  
 REDONDEOS R4.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
 SANTANDER

FECHA: 13/01/23

TITULO:

MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS

ESCALA: 1:3

UNIDADES: mm

AUTOR:

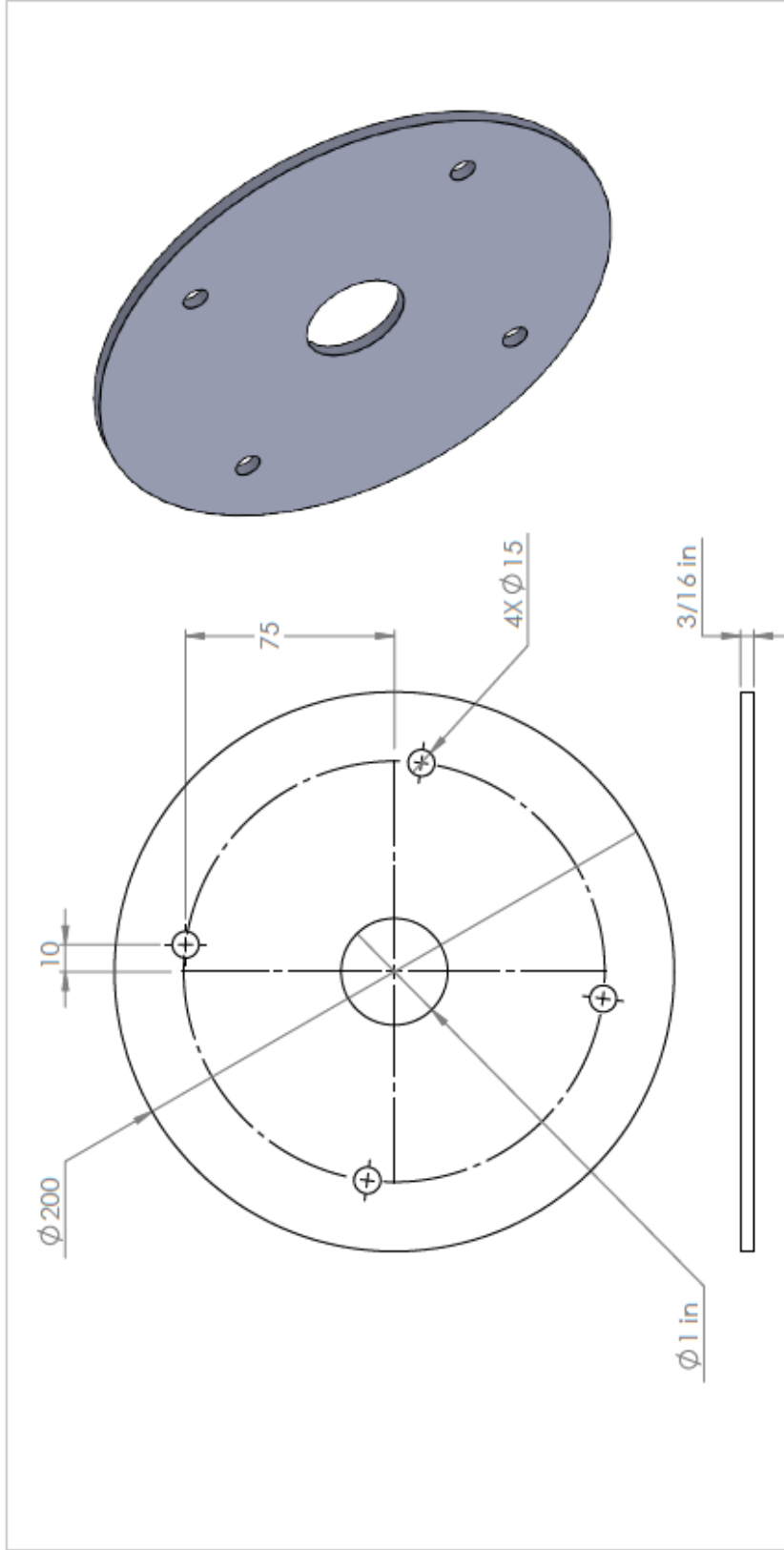
VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO JUAN JOSE CASTRO

A 4

REVISÁ: COMITE EVALUADOR

HOJA 24/25

Producto SOLIDWORKS Educatonal. Solo para uso en la enseñanza.



**PROCESO DE FABRICACIÓN Y MATERIAL:**

**ROTOR PORTA CUCHILLAS**  
**MATERIAL: AISI 1045, Acero estirado en frío**  
**corfe con plasma y taladro para perforaciones**  
**lamina calibre 3/16 in**  
**Rectificado de agujero**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

FECHA: 13/01/23	TÍTULO: MÁQUINA TRITURADORA DE FIBRAS
ESCALA: 1:2	AUTOR: VILLAMIZAR HERRERA EDUARDO FERNANDO JUAN JOSE CASTRO
UNIDADES: mm	REVIS: COMITE EVALUADOR
A4	HOJA 25/25

Anexo J. Costos de compras de materia prima, para la construcción del prototipo.

Cuadro 15. Costos de compra de materia prima para la construcción del prototipo.

Cantidad	Descripción	Valor unidad	Valor total
2	Tornillo prisionero D1/4 - L3/8	\$ 500,00	\$ 1.000,00
4	Tornillo con tuerca de seguridad D3/8 - L4 1/2	\$ 2.500,00	\$ 10.000,00
40	Arandelas D3/8	\$ 200,00	\$ 8.000,00
1	Varillas de soldadura	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00
1	Segundas Varillas de soldadura	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
2	Visagras 2 1/2	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
1	Angulos para el soporte de caja y motor	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
1	Tornillos para ajuste de la caja con bastidor	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
1	Tornillos para ajuste del motor con bastidor	\$ 3.200,00	\$ 3.200,00
4	Discos para patas del soporte	\$ 3.000,00	\$ 12.000,00
1	Encimar para descambiar tornillos de martillos	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
1	Varilla cuadrada 8X16.5 cm	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
1	Agujeros con láser de las cuchillas	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
20	Compra de Arandelas en Girón	\$ 300,00	\$ 6.000,00
1	Pinturas para la máquina	\$ 63.400,00	\$ 63.400,00
1	Cubierta transmisión de potencia	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00
1	Tolva de salida	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
1	Broca de 1/4"	\$ 7.700,00	\$ 7.700,00
1	Eje conducido de rotor	\$ 9.000,00	\$ 9.000,00
2	Chumaceras de pared	\$ 19.000,00	\$ 38.000,00
1	Rotor martillos	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00
1	Buje	\$ -	\$ -
1	Doblado de lamina para inferior caja	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
1	Perforación de 3/4 in y tornillos de chumacera	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
2	Rodamientos	\$ 5.000,00	\$ 10.000,00
1	Chatarra	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
1	Tornillos de chumacera con tuerca	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00
40	Segundas Arandelas D3/8 / toco cambiar	\$ 200,00	\$ 8.000,00
1	Lamina inox 8cm*10cm Cal 3/16	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
1	Tolva	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
10	Terceras Arandelas D3/8	\$ 200,00	\$ 2.000,00
1	Lo que se debe a don Daniel	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
1	Lo que se debe a don Alfredo	\$ 38.000,00	\$ 38.000,00
1	Tapa para la caja	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00
1	Poleas de aluminio	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00
1	Angulos para soporte donde va el motor	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
1	Visagra	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Caras laterales de la cubierta	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
1	Disco de corte para pulidora	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Correa, sistema de poleas	\$ 17.000,00	\$ 17.000,00
1	Cuchillón	\$ 19.000,00	\$ 19.000,00
1	Caja en acero inoxidable	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00

Anexo K. Tabla de precios para distintas presentaciones de papel.

Figura 32. Precios para distintas presentaciones de papel.

Somos una empresa Lebrijense dedicada al aprovechamiento de los residuos del cultivo de la piña para la producción sostenible de pulpa de celulosa, papel y empaques ecológicos

Los procesos de producción que realizamos están creados bajo criterios de sostenibilidad y de respeto con el medio ambiente.

Nuestros productos son elaborados por comunidades rurales; familias de agricultores dedicadas a la siembra del cultivo de piña en Lebrija, Santander...  
"La Capital Piñera de Colombia"

**Fibreense**  
CATÁLOGO DE PRODUCTOS

**PAPELES**  
Ecológicos Artesanales

Papel hecho a mano 100% de fibras extraídas de plantas de piña

**Papel 100% fibra de piña**

Fibreense	Venta Unidad	Venta Mayorista	
		+ 100 unidades	+ 500 unidades
Papel tamaño Carta	\$ 1.200	\$ 1.080	\$ 960
Papel tamaño Oficio	\$ 1.400	\$ 1.260	\$ 1.120
Papel 1/8 de pliego	\$ 1.500	\$ 1.350	\$ 1.200
Papel 1/4 de pliego	\$ 3.000	\$ 2.700	\$ 2.400
Papel 1/2 pliego	\$ 6.000	\$ 5.400	\$ 4.800

Fuente: Catálogo de productos, empresa Fibreense S.A.S.