



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**

**AUTOR: CHANO TIPAN, BYRON JAVIER**

**DIRECTOR: ING. PARREÑO OLMOS, JOSÉ ALFREDO**

**TEMA: “PROTOTIPADO DE UNA MÁQUINA PELADORA DE CAÑA AUTOMATIZADO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y MECÁNICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SALUBRIDAD EN LA EXTRACCIÓN DE LA CORTEZA DE LA CAÑA”**

**LATACUNGA**

**2022**



- En la ciudad de Baños la mayor fuente de ingreso se obtiene de los productos hechos a base de la caña de azúcar, lo que para los negocios que viven de esto ha sido uno de los principales problemas ya que los ingresos han ido bajando, debido a la falta de un instrumento adecuado que permita agilizar el proceso del pelado de la caña, además de obtener un mejor aprovechamiento del producto y finalmente este sea más puro y salubre.
- Continuamente se viven cambios y la tecnología a medida que avanza no deja de sorprendernos, pero sin embargo no todo está solucionado, tal es el caso de los dispositivos y métodos tecnológicos para el pelado de la caña que no han sido muy eficientes como se debería ya que se busca mejorar la velocidad del pelado, pero también hoy en día un gran problema para esto es la salubridad y la higiene de los alimentos.



- El presente proyecto tiene como finalidad implementar una máquina peladora de caña automatizada que permita a los negocios de la ciudad de Baños mejorar el proceso de la extracción de corteza de caña, de esta manera incrementar ganancias y que el costo del mantenimiento sea bajo por obtener pocas partes móviles.
- este prototipo será realizado con cuchillas, rodillos de arrastre de acero inoxidable, lo que permitirá a la caña estar libre de la corrosión de los elementos de la peladora, así mismo la máquina tendrá una larga duración con sus respectivas protecciones eléctricas.



## OBJETIVO GENERAL

- Prototipado de una máquina peladora de caña automatizado mediante la implementación de dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos para el mejoramiento de salubridad en la extracción de la corteza de la caña.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la estructura y funcionamiento de una máquina peladora de caña de azúcar para la debida selección de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos.
- Elaborar los planos mecánicos de la maquina mediante el software SolidWorks.
- Elaborar los planos eléctricos de la maquina mediante el software CadeSimu.
- Implementar la estructura mecánica de la máquina peladora de caña de azúcar con los componentes seleccionados.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la maquina peladora de caña de azúcar.



El alcance de este proyecto es agilizar el proceso de pelado y su respectiva higiene, esto con la fabricación de un prototipo pelador de corteza de caña de azúcar en función de las diferentes especificaciones y la correspondiente elaboración de planos hasta la implementación de esta, en el negocio “El Paradero Dylan” ubicada en la ciudad de Baños

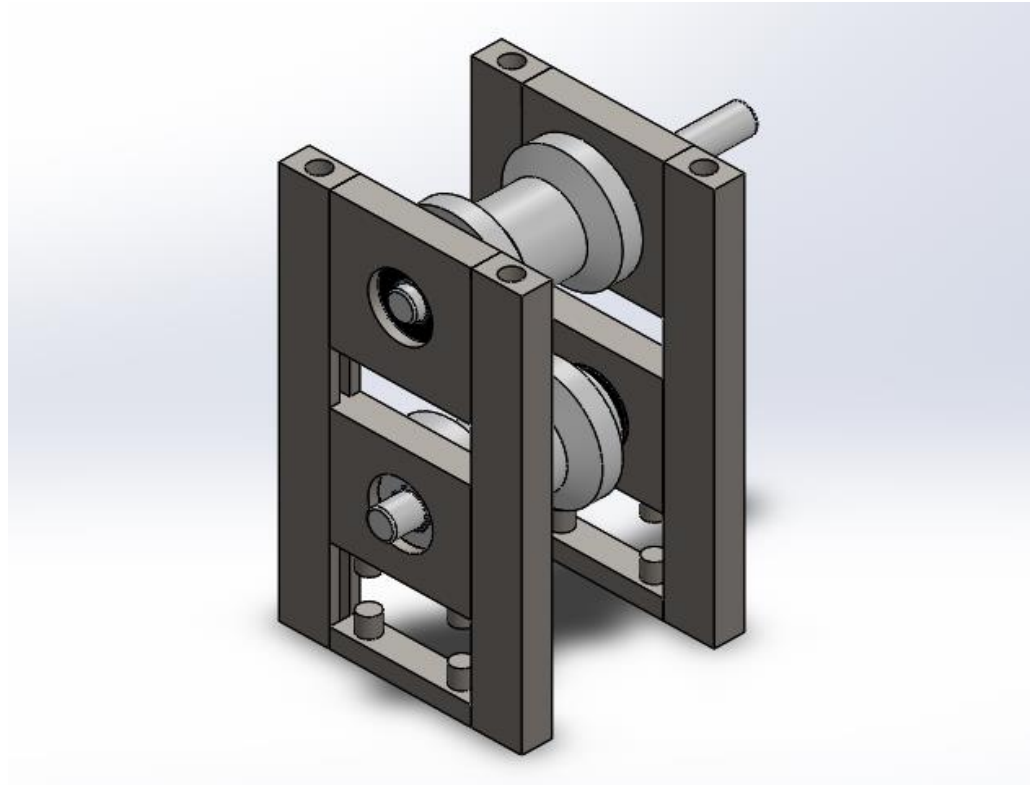
Para el respectivo desarrollo de este proyecto se realizarán los cálculos para elegir los componentes respectivos en cuanto al sistema eléctrico, además se analizará cual será el mantenimiento respectivo que se le tendrá que dar a la máquina.

Finalmente, cuando el prototipo esté terminado se procederá a realizar las pruebas necesarias dentro del negocio “El Paradero Dylan” para verificar la eficacia en el proceso de pelado y el funcionamiento de las protecciones eléctricas que ayudará que el producto sea más salubre.



## ➤ DISEÑO DEL SISTEMA DE ARRASTRE

Para el diseño se ha tomado en cuenta el material de acero inoxidable AISI 304, por el hecho de la resistencia a la corrosión y a la oxidación, de igual manera se considera un rango de medida entre diferentes tamaños de caña que tendrá una diámetro de 36 mm con una longitud de 1600 mm con un peso de 1,7 kg.



## 1.- Características de la caña:

$$\text{Diametro} = 36 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud} = 1600 \text{ mm}$$

$$\text{Peso} = 1,7 \text{ kg}$$

## 2.- Número de cañas/hora:

$$N_{caña} = \frac{C_p}{W_p}$$

$$N_{caña} = \frac{200}{1.7} = 117.64(\text{un d/h})$$

## 3.- Velocidad lineal de la caña:

$$V_l = \frac{S}{t}$$

$$V_l = \frac{1.6 \text{ m} * 117.64 \text{ und}}{h} * \frac{1 \text{ h}}{3600s} = 0.0522 \text{ m/s}$$

## 4.- Velocidad de rotación de los rodillos:

$$w = \frac{V_l}{r}$$

$$w = \frac{0.0522}{0.02} = 2.614 \frac{\text{rad}}{s}$$

## Trasformando RPM:

$$\frac{2.614 \text{ rad}}{s} * \frac{1 \text{ vuelta}}{2\pi \text{ rad}} * \frac{60s}{1 \text{ min}} = 24.96 \text{ RPM}$$

## 5.- Fuerza de la caña:

$$F = m * g$$

$$F_{caña} = 1.7 * 9.8 = 16,66 \text{ N}$$

## 6.- Torque de la caña:

$$T = F * r$$

$$T_{caña} = 16.6 * 0.02 = 0.3332 \text{ Nm}$$



## 7.- Potencia de la caña :

$$P = \frac{T * n * 2\pi}{60}$$

$$P_{caña} = \frac{0.3332 * 25 * 2\pi}{60} = 0.872 W$$

## 8.- Volumen total del rodillo:

$$v = \pi * r^2 * h \dots \dots \dots \text{cilindro}$$

$$v = l * A = l * \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) \dots \dots \dots \text{cilindro hueco}$$

$$v_{Total} = 163.29 * 10^{-6} m^3$$

## 9.- Masa del rodillo:

$$m = 1.23 kg \dots \dots \dots (\text{rodillo inferior})$$

$$m = 8000 * 163.29 * 10^{-6} = 1.30 kg \dots \dots \dots (\text{rodillo superior})$$

## 10.- Fuerza del rodillo:

$$F = 1.30 * 9.8 = 12.74 N \dots \dots \dots (\text{rodillo superior})$$

$$F = 1.23 * 9.8 = 12.05 N \dots \dots \dots (\text{rodillo superior})$$

## 11.- Torque del rodillo:

$$T_{rodillo} = 12.74 * 0.02 = 0.49 Nm$$

## 12.- Potencia del rodillo:

$$P_{rodillo} = \frac{0.49 * 25 * 2\pi}{60} = 1.28 W$$

## 13.- Potencia para girar y mover el rodillo:

$$P_{T rodilo} = P_{caña} + P_{rodillo}$$

$$P_{T rodillo} = 2.152 W = 0.013 HP$$



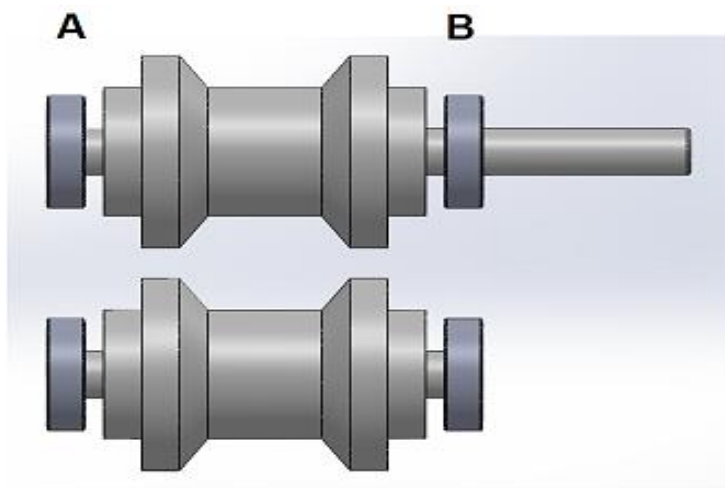


## Características del rodamiento del sistema de arrastre

*D*: Diametro exterior del rodamiento = 35mm

*d*: Diametro interior del rodamiento = 15mm

*m*: Masa del rodamiento = 0.045 kg



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones Rodamiento	
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Velocidad de referencia	Velocidad límite <sup>1)</sup>		abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado <sup>1)</sup>
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-	
15 cont.	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	26 000	0,032	▶ 6002-ZZ	6002-Z
	32	13	5,59	2,85	0,12	-	14 000	0,039	▶ 63002-2RS1	-
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	▶ 6202	-
	35	11	8,06	3,75	0,16	-	13 000	0,046	▶ 6202-2RSH	6202-RSH
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	22 000	0,046	▶ 6202-2RSL	6202-RSL
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	22 000	0,048	▶ 6202-ZZ	6202-Z
	35	14	7,8	3,75	0,16	-	13 000	0,054	▶ 62202-2RS1	-
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	▶ 6302	-
	42	13	11,9	5,4	0,228	-	12 000	0,085	▶ 6302-2RSH	6302-RSH
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	19 000	0,085	▶ 6302-2RSL	6302-RSL
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	19 000	0,086	▶ 6302-ZZ	6302-Z
	42	17	11,4	5,4	0,228	-	12 000	0,11	▶ 62302-2RS1	-

CALIBRE	Alambre de acero (pulg)	Alambre cuerda de piano (pulg)	Calibre Brown & Sharpe (pulg)	Diámetros métricos recomendables (mm)
0	0.306	0.009	0.324	8.0
1	0.283	0.010	0.289	7.0
2	0.262	0.011	0.257	6.5
3	0.243	0.012	0.229	6.0
4	0.225	0.013	0.204	5.5
5	0.207	0.014	0.181	5.0
6	0.192	0.016	0.162	4.8
7	0.177	0.018	0.144	4.5
8	0.162	0.020	0.128	4.0
9	0.148	0.022	0.114	3.8
10	0.135	0.024	0.101	3.5
11	0.120	0.026	0.090	3.0
12	0.105	0.029	0.080	2.8
13	0.091	0.031	0.072	2.5
14	0.080	0.033	0.064	2.0
15	0.072	0.035	0.057	1.8
16	0.062	0.037	0.050	1.6
17	0.054	0.039	0.045	1.4

Material	Porcentaje máximo de la resistencia a la tensión	
	Antes de la remoción de la deformación (incluye $K_W$ o $K_B$ )	Después de la remoción de la deformación (incluye $K_s$ )
Alambre de piano y acero al carbono estirado en frío	45	60-70
Acero al carbono templado y revenido y acero de baja aleación	50	65-75
Aceros inoxidables austeníticos	35	55-65
Aleaciones no ferrosas	35	55-65

Material	ASTM núm.	Exponente $m$	Diámetro, pulg	$A_1$ , kpsi · pulg <sup>m</sup>	Diámetro, mm	$A_1$ , MPa · mm <sup>m</sup>	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.106-5	2 211	2.6
Alambre T y R en aceite <sup>1</sup>	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1 855	1.3
Alambre estirado duro <sup>2</sup>	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1 783	1.0
Alambre al cromo vanadio <sup>3</sup>	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2 005	3.1
Alambre al cromo silicio <sup>4</sup>	A401	0.108	0.063-0.375	202	1.6-9.5	1 974	4.0
Alambre inoxidable 302 <sup>5</sup>	A313	0.146	0.013-0.10	169	0.32-5	1 867	7.6-11
		0.263	0.10-0.20	128	2.5-5	2 065	
		0.478	0.20-0.40	90	5-10	2 911	

## 1.- Fuerza de pre carga y de operación:

$$F_i = 0.54 * 9.8 = 5.9 N$$

$$F = 0.85 * 9.8 = 8.33 N$$

$$F_{total} = F + F_i$$

$$F_{total} = 8.33 + 5.9 = 14.23 N$$

## 2.- Esfuerzo de fluencia del alambre.

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \quad S_{ut} = \frac{1867}{1.4^{0.146}} = 1777.5 MPa$$

## 3.- Resistencia a la cadencia

$$S_{sy} = K_{ss} * S_{ut} \quad S_{sy} = 0.35 * 177.5 = 622 MPa$$

## 4.- Diámetro medio de la espira del resorte

$$D = D_E - d \quad D = 18mm - 1.4mm = 16.6mm$$

## 5.- Índice del resorte

$$C = \frac{D}{d} \quad C = \frac{16.6}{1.4} = 11.85$$

## 6.- Factor de aumento de esfuerzo cortante

$$K_B = \frac{4C + 2}{4C - 3} \quad K_B = \frac{4(11.85) + 2}{4(11.85) - 3} = 1.11$$

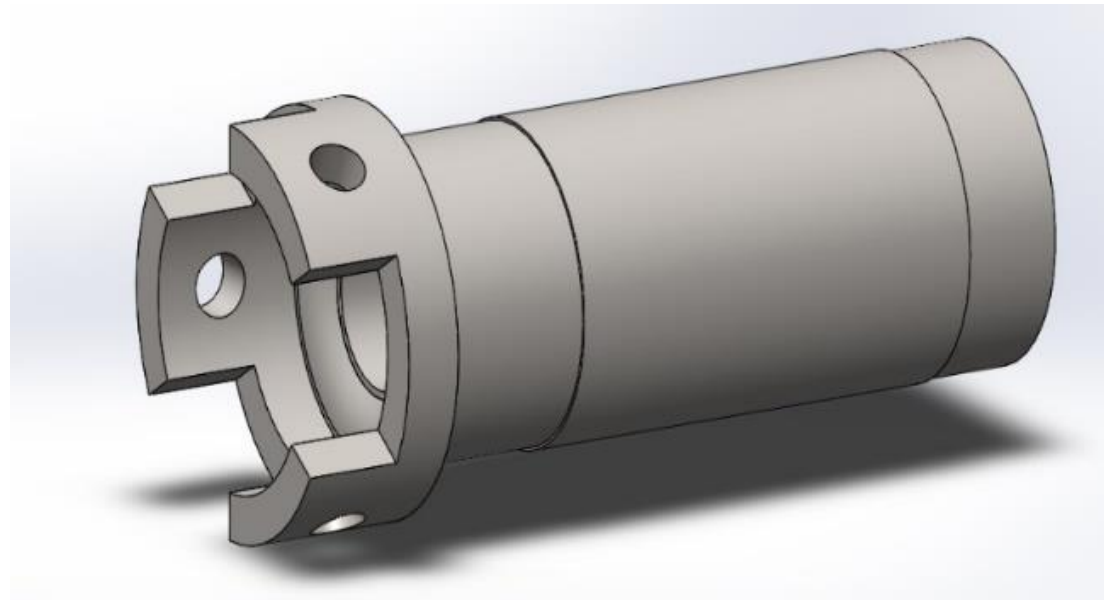
## 7.- Fuerza de operación

$$F = \frac{\pi d^3 S_{sy}}{8 K_B D}$$

$$F = \frac{\pi (1.4)^3 * (622 * 10^6)}{8 * 1.11 * 18.6} = 32.46 N$$



El eje porta cuchillas está estipulado por un material de acero inoxidable AISI 304, de acuerdo a su transmisión de movimiento el eje tendrá un diámetro exterior de 130mm y un diámetro interno de 52 mm con una longitud de 305 mm el cual será una guía en la que estarán sujetadas las cuchillas de corte, dejando espacios vacíos por los cuales caerá la viruta de la corteza de caña, todas las características del eje están consideradas de acuerdo al diámetro de la caña de azúcar.



## 1.- Volumen :

$$v_{T\ eje} = 748.4842 * 10^{-6} m^3$$

## 2.- Masa :

$$m = 8000 * 748.4842 * 10^{-6} = 5.98 kg$$

## 3.- Fuerza :

$$F_{porta\ cuchillas} = 5.98 * 9.8 = 58.60\ N$$

## 4.- momento inercia:

$$I_x = \frac{m}{2} (r^2_{Ext} + r^2_{Int})$$

$$I_x = \frac{5.98}{2} (0.050^2_{Ext} + 0.026^2_{Int}) = 9.353 * 10^{-3} kgm^2$$

## 5.- RPM a trabajar:

$$w = \frac{1090 rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} * \frac{1 min}{60 s} = 114.14 \frac{rad}{s}$$

## 6.- Energía cinética:

$$E_{Rot} = \frac{1}{2} I_x * \omega^2$$

$$E_{Rot} = \frac{1}{2} 9.353 * 10^{-3} * 114.14^2 = 60.92 Nm(J)$$

## 7.- Potencia requerida:

$$t_c = 0.055\ s \dots \dots \dots \text{ tiempo en dar una revolución}$$

$$P_g = \frac{E_r}{t_c}$$

$$P_g = \frac{60.92 J}{0.055 s} = 1107.63\ W$$

## 8.- Potencia total de trabajo:

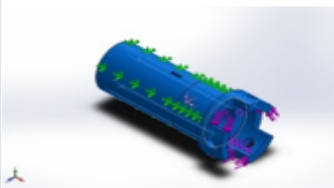
$$P_{TT} = 1107.63\ W + 73\ W$$

$$P_{TT} = 1180.63\ W = 1.18\ KW = 1.6\ HP$$

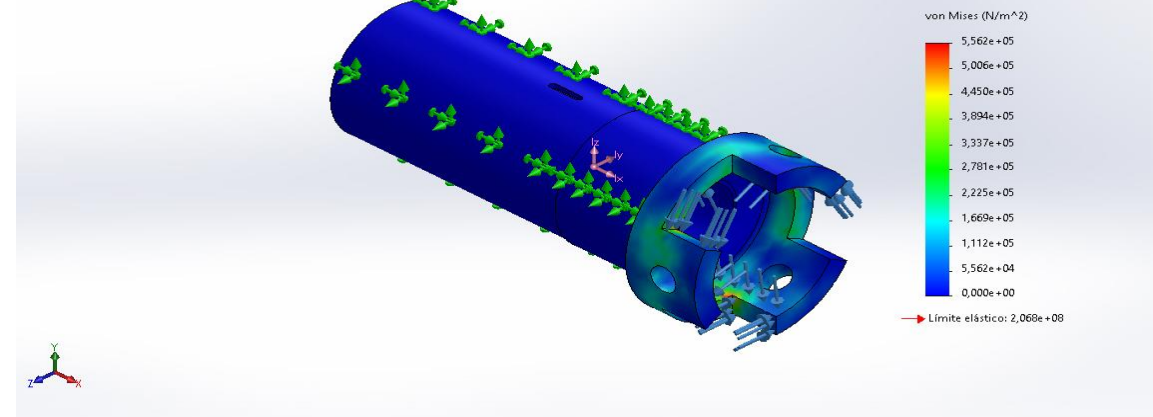


# ANÁLISIS DEL EJE PORTA CUCHILLAS

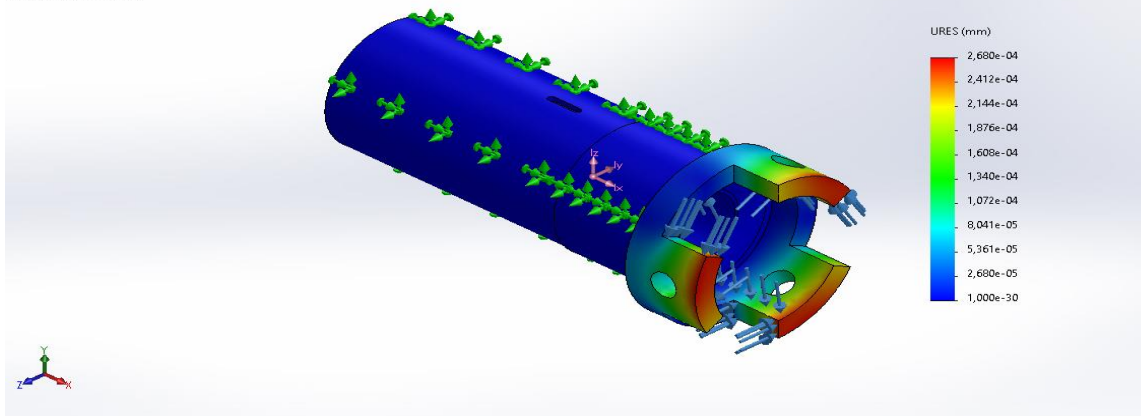
Byron J. Chano T.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes	
	<b>Nombre:</b>	AISI 304	Sólido 2(Redondeo2) (Eje porta cuchilla Análisis), Sólido 4(Cortar- Extruir17) (Eje porta cuchilla Análisis)
	<b>Tipo de modelo:</b>	Isotrópico elástico lineal	
	<b>Criterio de error predeterminado:</b>	Desconocido	
	<b>Límite elástico:</b>	2,06807e+08 N/m <sup>2</sup>	
	<b>Límite de tracción:</b>	5,17017e+08 N/m <sup>2</sup>	
	<b>Módulo elástico:</b>	1,9e+11 N/m <sup>2</sup>	
	<b>Coefficiente de Poisson:</b>	0,29	
	<b>Densidad:</b>	8.000 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Módulo cortante:</b>	7,5e+10 N/m <sup>2</sup>	
	<b>Coefficiente de dilatación térmica:</b>	1,8e-05 /Kelvin	

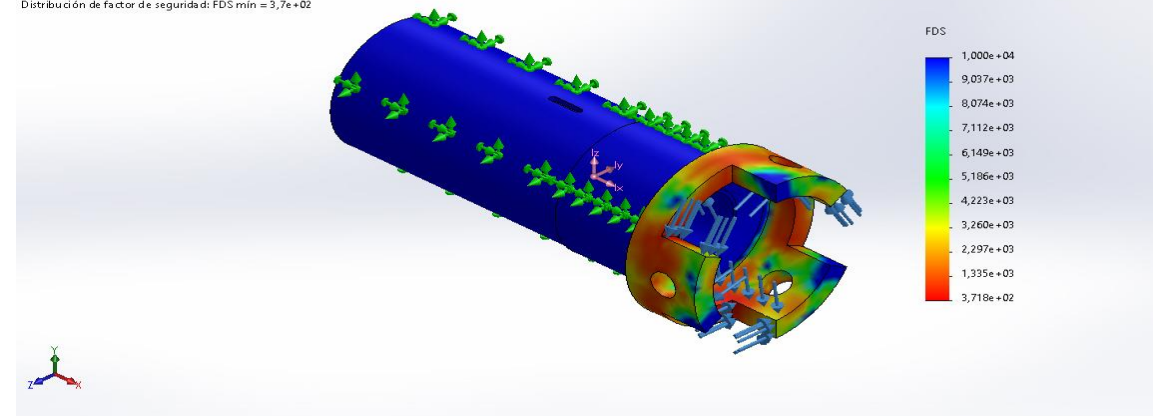
Nombre del modelo: Eje portacuchilla Análisis  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_Eje portacuchilla(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
 Escala de deformación: 1



Nombre del modelo: Eje portacuchilla Análisis  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_Eje portacuchilla(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
 Escala de deformación: 1

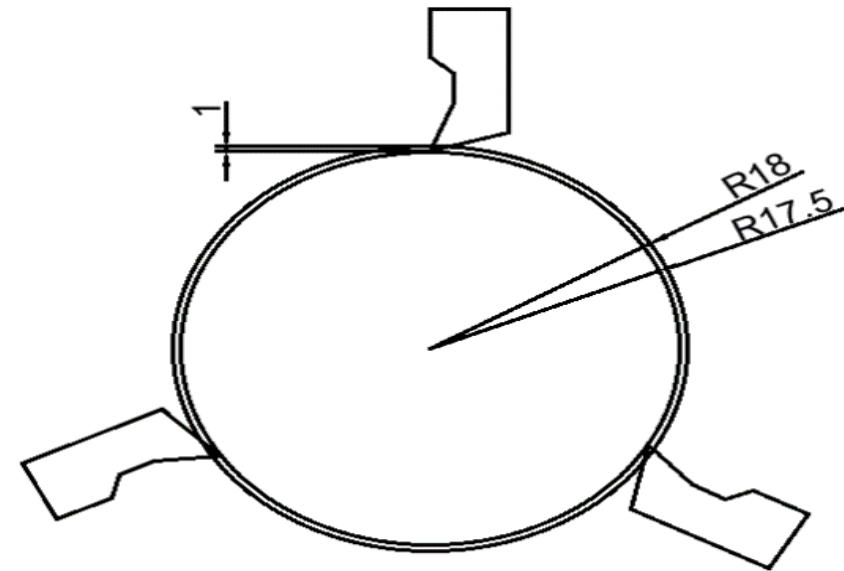
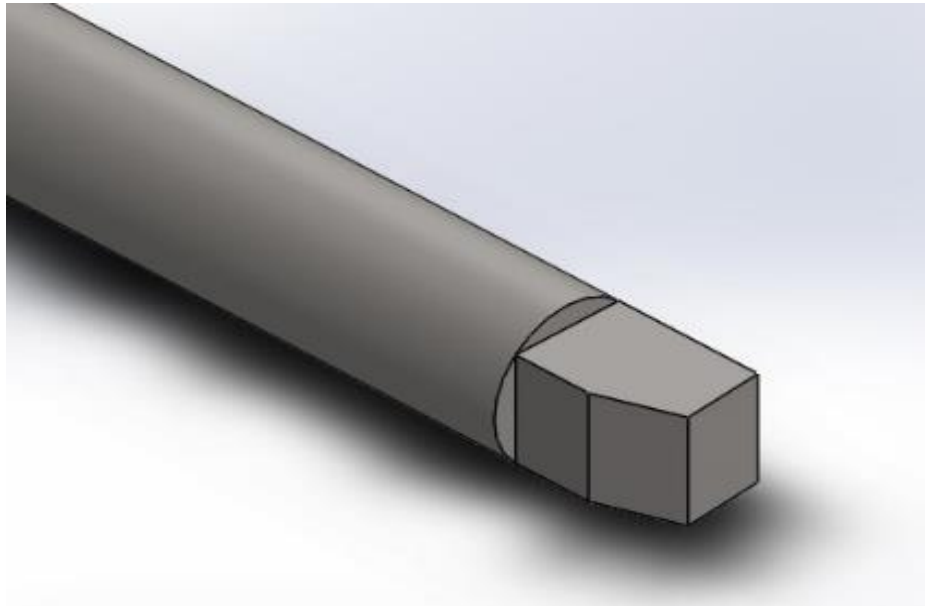


Nombre del modelo: Eje portacuchilla Análisis  
 Nombre de estudio: Análisis estático 1\_Eje portacuchilla(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3,7e+02



**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

El sistema de corte está conformado por 3 cuchillas en material de acero inoxidable AISI 304 las cuales estarán ubicadas de manera que faciliten el corte de la corteza de la caña, ya que estarán ubicados a  $120^\circ$  (2,0944 rad) cada cuchilla de corte con un corte de 1 mm.



## 1.- Paso real :

$$N = \frac{1090}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 18.166 \text{ s}^{-1}$$

$$0.0522 \text{ m/s} = 52.2 \text{ mm/s}$$

$$P_r = \frac{V_l}{N} \quad P_r = \frac{52.2}{18.166} = 2.87 \text{ mm/r}$$

## 2.- Paso aparente :

$$P_a = \frac{P_r}{n} \quad P_a = \frac{2.87 \text{ mm}}{3} = 1 \text{ mm}$$

## 3.- Velocidad de corte :

$$V_c = \frac{Dm * \pi * n}{1000} \quad V_c = \frac{36 * \pi * 1090}{1000} = 123.27 \text{ m/min}$$

## 4.- Velocidad de arrastre :

$$Q = v_c * a_p * f_n \quad Q = 123.27 * 1 * 2.87 = 353.78 \text{ cm}^3/\text{min}$$

## 5.- Potencia neta:

$$P_c = \frac{V_c * a_p * f_n * k_c}{60 * 10^3}$$
$$P_c = \frac{123.27 * 1 * 2.87 * 3.64}{60 * 10^3} = 0.0215 \text{ kW}$$

## 6.- Potencia total de trabajo:

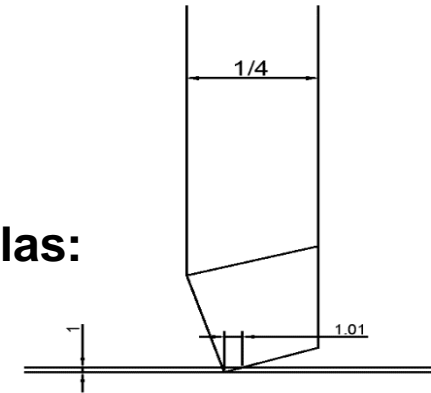
$$P_{ct} = P_c * 3 = 0.0215 * 3 = 0.073 \text{ kW} = 73 \text{ W} \approx 0.10 \text{ HP}$$

## 7.- Fuerza de corte producida por el peso de la caña:

$$F_c = \frac{W_c * g}{n_a * n_c}$$
$$F_c = \frac{1.7 * 9.81}{2 * 3} = 2.77 \text{ N}$$

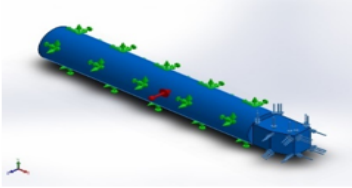
## 8.- Fuerza de corte en cuchillas:

$$F_c = a_p * f_n * k_c$$
$$F_c = 1 * 2.87 * 3.64 = 10.44 \text{ N}$$

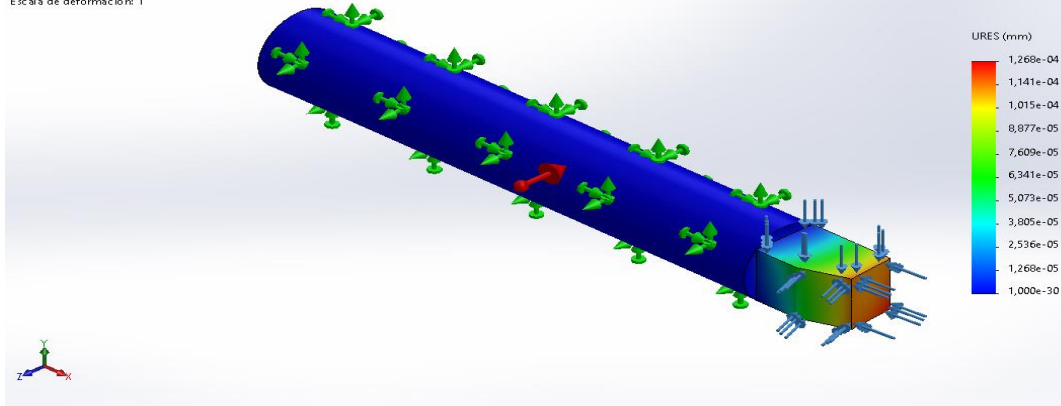


# ANÁLISIS DE LAS CUCHILLAS DE CORTE

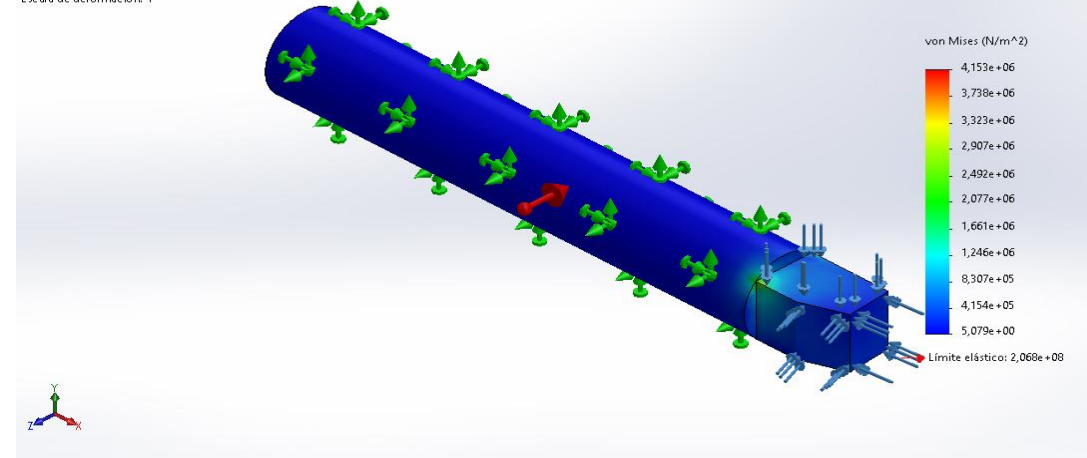
Byron J. Chano T.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> AISI 304</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión de von Mises máx.</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2,06807e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 5,17017e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 1,9e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0,29</p> <p><b>Densidad:</b> 8.000 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7,5e+10 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de dilatación térmica:</b> 1,8e-05 /Kelvin</p>	<p><b>Sólido 1(Cortar-Extruir5) (Herramienta de corte)</b></p>

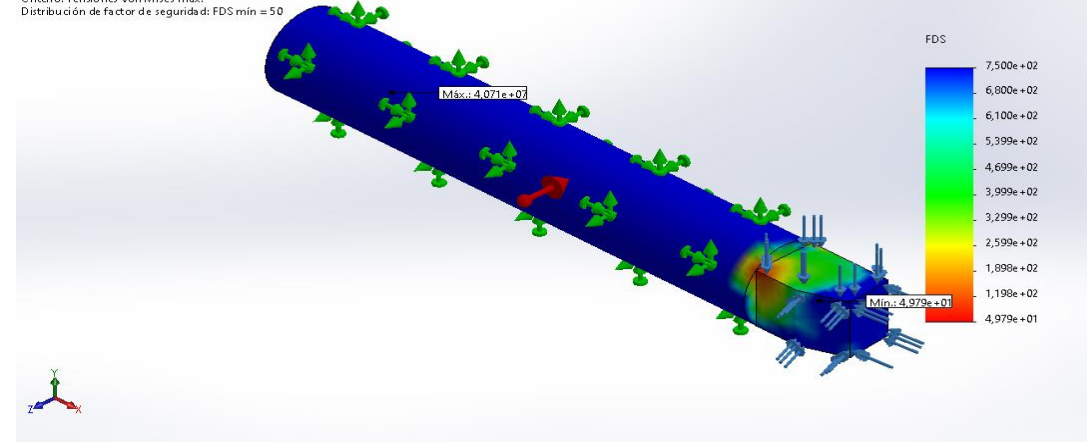
Nombre del modelo: Herramienta de corte  
 Nombre de estudio: Análisis estático\_Herramienta de corte(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos:1  
 Escala de deformación: 1



Nombre del modelo: Herramienta de corte  
 Nombre de estudio: Análisis estático\_Herramienta de corte(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones:1  
 Escala de deformación: 1



Nombre del modelo: Herramienta de corte  
 Nombre de estudio: Análisis estático\_Herramienta de corte(-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad:1  
 Criterio: Tensiones von Mises máx.  
 Distribución de factor de seguridad: FDS min = 50



**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## 1.- Potencia de diseño :

$$Fserv = 1.2$$

$$Pd = Pm * Fserv \quad Pd = 2Hp * 1.2 = 2.4 Hp$$

## 2.- Diámetro de polea mayor:

$$n_1 * d = n_2 * D \quad D = 1720 * 90 / 1090 = 142 \text{ mm}$$

## 3.- Relación de transmisión :

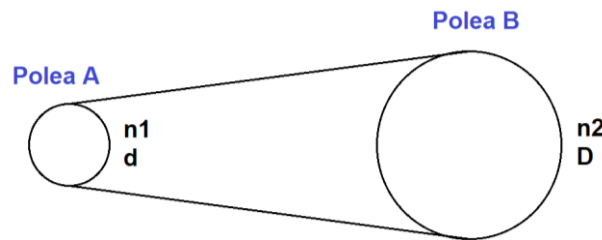
$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad i_{parte 1} = \frac{1720}{1090} = 1.57$$

## 4.- Distancia entre centros:

$$\text{Para } 1 \leq i < 3 \quad I \geq \frac{(i + 1) * d}{2} + d(\text{mm})$$

$$\text{Para } i \geq 3 \quad I \geq D$$

$$I_{min} = \frac{(1.57 + 1) * 90}{2} + 90 = 205.6 \text{ mm}$$



## 5.- Longitud primitiva:

$$L = 2I + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4I}$$

$$L = 2 * 535 + \frac{\pi}{2}(142 + 90) + \frac{(142 - 90)^2}{4 * 535} = 1435.68 \text{ mm}$$

## 6.- Distancia efectiva entre ejes:

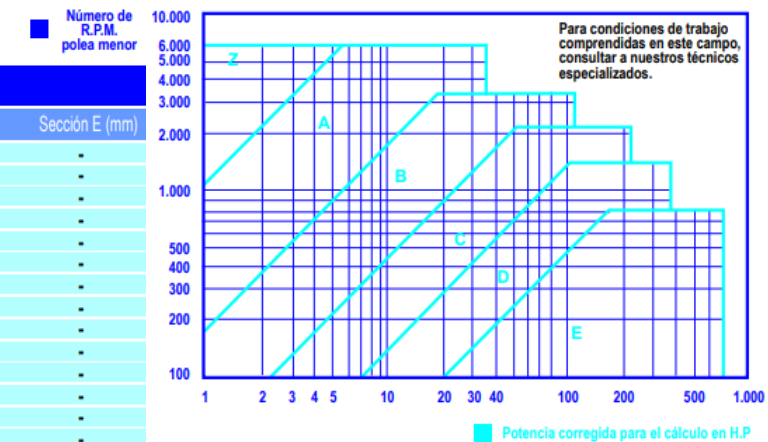
Signo(+) cuando  $L < Ln$

Signo(-) cuando  $L > Ln$

$$Ie = I \pm \frac{L - Ln}{2}$$

$$Ie = 535 + \frac{1435.68 - 1429}{2} = 538 \text{ mm}$$

Tabla N° 6 Longitud primitiva nominal						
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
41	1066	1075	1086	-	-	-
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	-	-



## SISTEMA DE ARRASTRE

$n_1$  : rpm del motor (1720 rpm).

$d$  : Diámetro de la polea menor del motor (65 mm).

$n_2$  : rpm de ingreso al reductor (rpm) .

$D$  : Diámetro de la polea mayor de ingreso al reductor (175 mm).

$$n_2 = 1720 * 65/175 = 638.85 \text{ rpm} \approx 650 \text{ rpm}$$

### Características del reductor de velocidad

**Series:** Boston Reductor\_581772

**Modelo:** T – 24(Corona Sin Fin)

**Factor de servicio:** 0.95

**Potencia del motor:** 1.5(kW) = 2HP

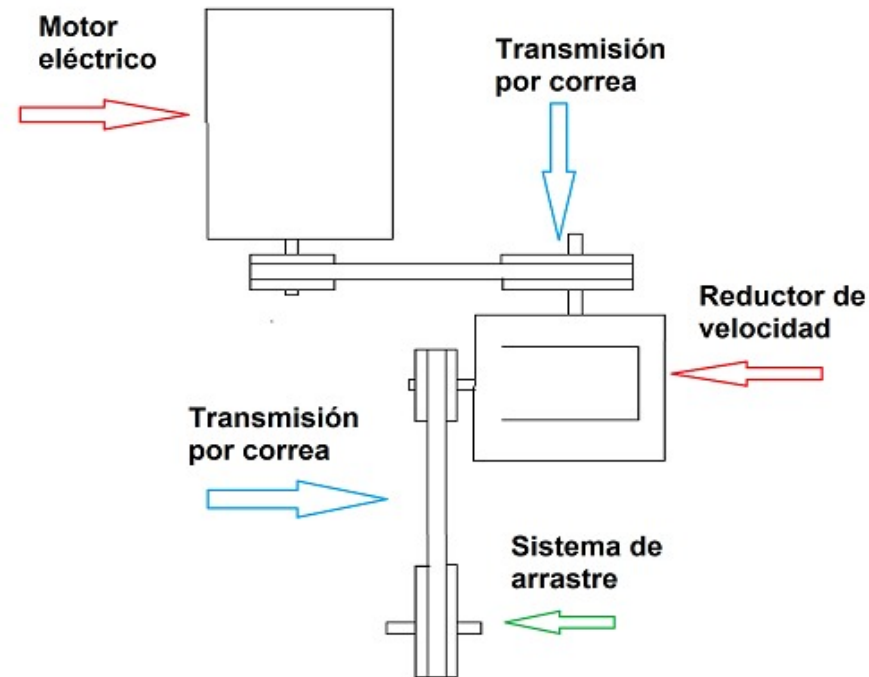
**Velocidad nominal:** 1720(r.p.m)

**Velocidad de salida:** 73 (r.p.m)

**Capacidad maxima del reductor:** 1000 rpm

**Ratio:** 10: 1

**Par de salida:** 470 (Nm)



## SISTEMA DE LIMPIEZA

$n_1$  : rpm del motor (1720 rpm).

$d$  : Diámetro de la polea menor del motor (110 mm).

$n_2$  : rpm de ingreso al reductor (rpm) .

$D$  : Diámetro de la polea mayor de ingreso al reductor (150 mm).

$$n_2 = 1720 * 110/150 = 1261.33 \text{ rpm} \approx 1270 \text{ rpm}$$

### Características del reductor de velocidad

**Series:** Metrasa

**Modelo:** (Engranajes cónicos)

**Potencia del motor:** 1.5(kW) = 2HP

**Velocidad nominal:** 1720(r.p.m)

**Velocidad de salida:** 1270 (r.p.m)

**Capacidad maxima del reductor:** 1500 rpm

**Ratio:** 1: 1



Para el pulido de la caña de azúcar se debe seleccionar un pulidor que va a estar ubicado a la salida del eje de porta cuchillas, que servirá para limpiar las impurezas que quedan en la caña después del pelado y para esto se considera las siguientes características:

## CARACTERÍSTICAS DEL PULIDOR DE CAÑA

### Dimensiones generales

Diámetro interno del eje: 15mm

Diámetro externo del eje: 35mm

Diámetro externo de la fibra: 95mm

Material de plástico y fibra.

### Propiedades Mecánicas

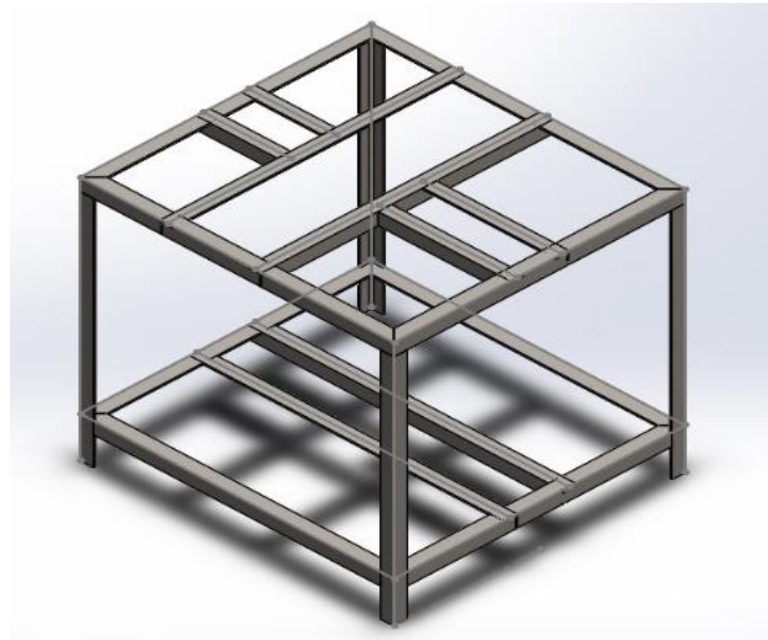
Velocidad de trabajo: 2000 rpm

Condición de trabajo: Pulido

Masa total de los rodillos: 0.14 kg



La estructura base sujeta los sistemas de arrastre, porta cuchillas y de limpieza es necesario tener en cuenta algunos aspectos para el proceso de fabricación. Se debe considerar todos los pesos necesarios que estarán encima de la estructura, la máquina está pensada para una expansión a futuro, en base a diferentes ideas de máquinas relacionadas al pelado de la caña que sirven como guía para el diseño, se ha optado por una maquina con diseño más preciso que ayuda a facilitar el proceso rápido del pelado.



## CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

### Dimensiones generales

Largo: 700 mm

Ancho: 650 mm

Alto: 550 mm

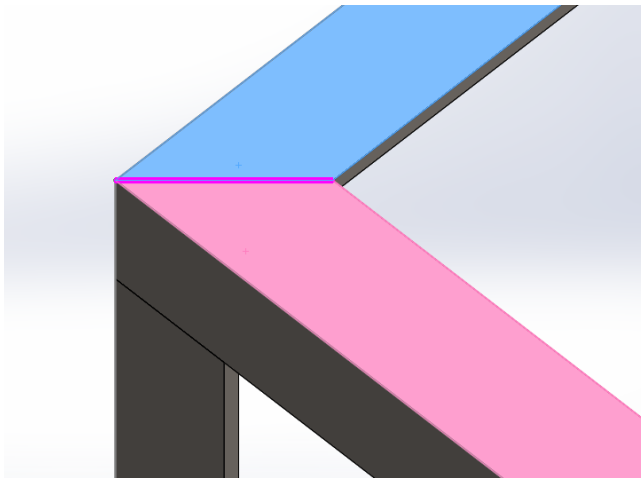
Material de construcción de acero ASTM A36

Ángulo estructural: 30 mm x 30 mm x 4 mm

### Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia: 250 MPa

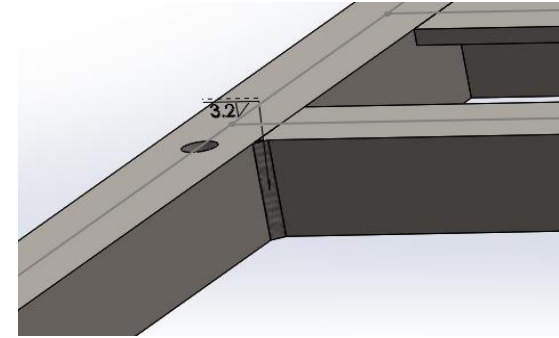
Resistencia a la tracción: 400-550 MPa



## Tabla de correspondencias

Material a soldar:	Espesor del material en mm:	Intensidad necesaria (en Amperios):	Diámetro del electrodo (en mm):
Acero dulce			
	1,5	40 a 60	1,6
	2 y 3	60 a 70	2
	2 a 5	80 a 100	2,5
	3 a 10	100 a 130	3,2
	>5	130 a 160	4
Acero inoxidable			
	>1,5	80 a 100	2,5
Hierro			
	>3	80 a 100	2,5

Número de electrodo AWS*	Resistencia a la tensión, kpsi (MPa)	Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa)	Elongación porcentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14



Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete

Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial							
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal							
$\dagger f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal							
Tamaño del cateto h, pulg							
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

## 1.- Fuerza permisible de la soldadura:

$$\tau = \frac{F_{Perm}}{A}$$

$$A = 2(0.0032)(0.030) = 0.00019m^2$$

Se debe considerar la magnitud de  $F = 155.03 N$

$$F_{perm} = 124.106 * 10^6 Pa * 0.00019 m^2 = 23580.14 N$$

## 2.- Esfuerzo de Tensión para la soldadura:

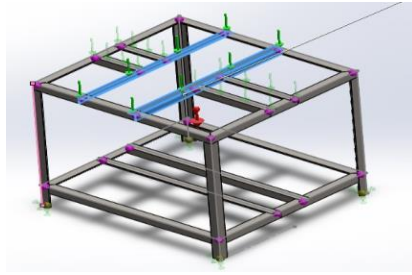
$$F_{perm\_tensión} = 1.59l$$

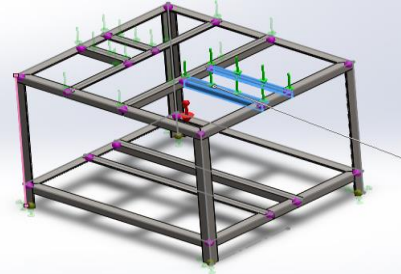
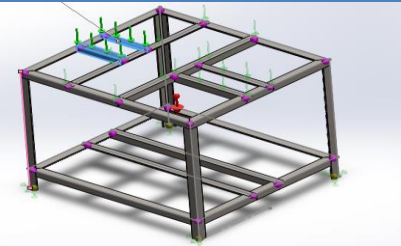
$$F_{perm\_tensión} = 1.59 * (2.3622) = 3.7558 klb = 16706.54 N$$



# ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

Byron J. Chano T.

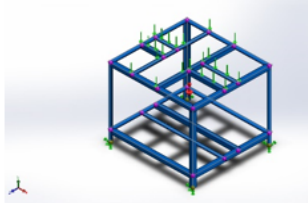
Nombre de carga	Ubicación de la carga	Detalles de las cargas
<b>Sistema de corte (Fuerza 1)</b>		Entidades: 2 Viga(s) Plano: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: 155.03 N

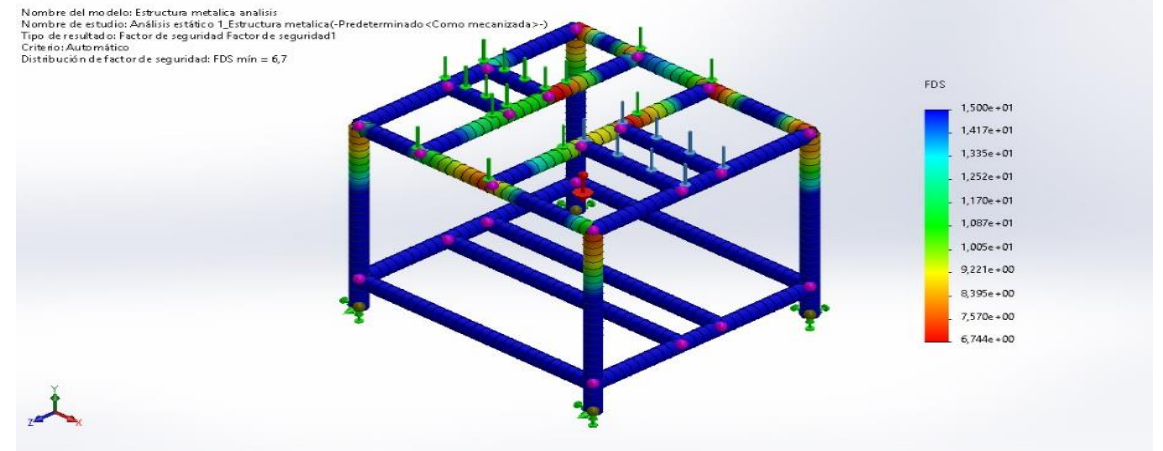
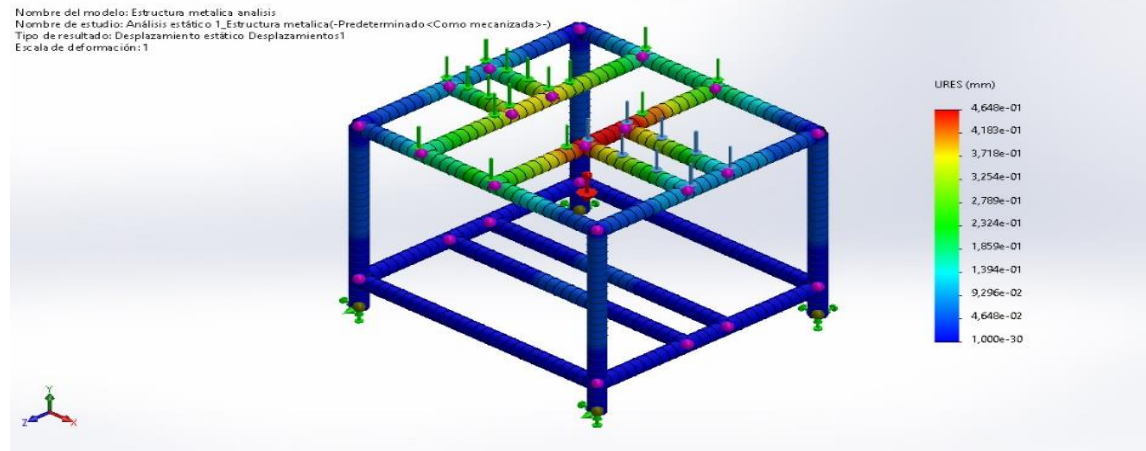
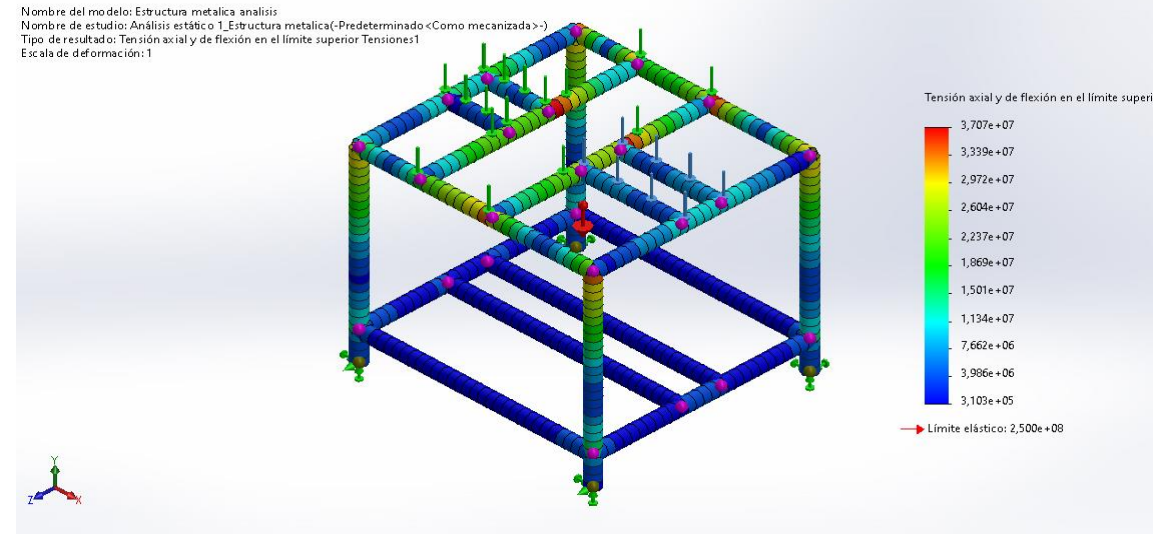
Nombre de carga	Ubicación de la carga	Detalles de las cargas
<b>Sistema de arrastre (Fuerza 2)</b>		Entidades: 2 Viga(s) Plano: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: 67.15 N
<b>Sistema de limpieza (Fuerza 2)</b>		Entidades: 2 Viga(s) Plano: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: 38.8 N



# ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

Byron J. Chano T.

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p><b>Nombre:</b> ASTM A36 Acero</p> <p><b>Tipo de modelo:</b> Isotrópico elástico lineal</p> <p><b>Criterio de error predeterminado:</b> Tensión de von Mises máx.</p> <p><b>Límite elástico:</b> 2,5e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Límite de tracción:</b> 4e+08 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Módulo elástico:</b> 2e+11 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficiente de Poisson:</b> 0,26</p> <p><b>Densidad:</b> 7.850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Módulo cortante:</b> 7,93e+10 N/m<sup>2</sup></p>	<p>Sólido 1(Hierro angular 30 X 30 X 4(Estructura metálica análisis)</p>




**ESPE**  
 UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA





<b>Motor</b>	M1-monofasico
<b>Potencia</b>	2 HP /1.50 KW
<b>Tensión nominal</b>	220 V
<b>Corriente nominal</b>	13.80 A
<b>Numero de polos</b>	4
<b>Factor de potencia</b>	0.64 (100%)

Frame size		9A		12A		18A	
<b>3-pole Contactors</b>							
Types	AC coil DC coil	GMC-9 GMD-9		GMC-12 GMD-12		GMC-18 GMD-18	
Ratings / IEC60947-4		kW A		kW A		kW A	
AC1		25		25		40	
AC3	200/240V	2.5	11	3.5	13	4.5	18
	<b>380/440V</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>5.5</b>	<b>12</b>	<b>7.5</b>	<b>18</b>
	500/550V	4	7	7.5	12	7.5	13
	690V	4	5	7.5	9	7.5	9
Ratings / UL508		hp A		hp A		hp A	
continuous current		20		25		30	
single phase	115V	0.5		0.5		1	
	230V	1		2		3	
three phase	200V	2		3		5	
	230V	2		3		5	
	<b>460V</b>	<b>5</b>		<b>7.5</b>		<b>10</b>	
	575V	7.5		10		15	
NEMA size		00		00		0	

## 1.- Corriente nominal:

$$2 \text{ HP} \times \frac{746 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 1492 \text{ W}$$

$$I_n = \frac{1492 \text{ W}}{220 \times 0.64} = 10.59 \text{ A}$$

## 2.- Contactor:

$$I_k \geq I_n \quad I_k = 18 \text{ A}$$

## 3.- Interruptor termomagnético:


$$I_{termog} \geq I_k \quad I_{termog} = 20 \text{ A}$$

## 4.- Relé térmico:

$$I_{min} = I_n * 0.8 = 10.59 * 0.8 = 8.5 \text{ A}$$

$$I_{max} = I_n \div 0.8 = 10.59 \div 0.8 = 13.23 \text{ A}$$

$$I_{relé T} = 9 - 13 \text{ A}$$

2	1	24331	A9F74201	
	2	24332	A9F74202	
	3	24333	A9F74203	
	4	24334	A9F74204	
	6	24335	A9F74206	
	10	24336	A9F74210	
	16	24337	A9F74216	
	20	24338	A9F74220	
	25	24339	A9F74225	
	32	24340	A9F74232	
	40	24341	A9F74240	
	50	24342	A9F74250	
	63	24343	A9F74263	

## Overload Relays

<b>Bimetallic style</b> Type GT		Setting ranges (A) 0.1 - 0.16 0.16 - 0.25 0.25 - 0.4 0.4 - 0.63 0.63 - 1 1 - 1.6 1.6 - 2.5 2.5 - 4	4 - 6 5 - 8 6 - 9 7 - 10 9 - 13 12 - 16 16 - 22		Base for separate mount

See page 77-88 for more details



# SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Byron J. Chano T.

Para seleccionar debemos calcular la caída de tensión máxima lo que se debe considerar que no de superar al 3% de la tensión de la línea, considerando que para

la resistividad del cobre es de  $0.0172 \frac{\Omega mm^2}{m}$ , para el aluminio de  $0.028 \frac{\Omega mm^2}{m}$ .

$$\Delta V = \frac{2 * \rho * \sum I * L * \cos\phi}{S} \quad \% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} * 100$$

$$\Delta V = \frac{2 * 0.0172 * 10.59 * 6 * 0.64}{5.25} = 0,26 V$$

$$\% \Delta V = \frac{0.26}{220} * 100 = 0.12\%$$

$$\% \Delta V = 0.12\% < 3\%$$

Considerando la caída de tensión podemos seleccionar que para el cable de alimentación principal se considera un calibre 10 AWG para alimentar al motor monofásico de 220 V un calibre de 10-12 AWG y finalmente para los componentes eléctricos y electrónicos de control de tablero un calibre de 16-18 AWG.

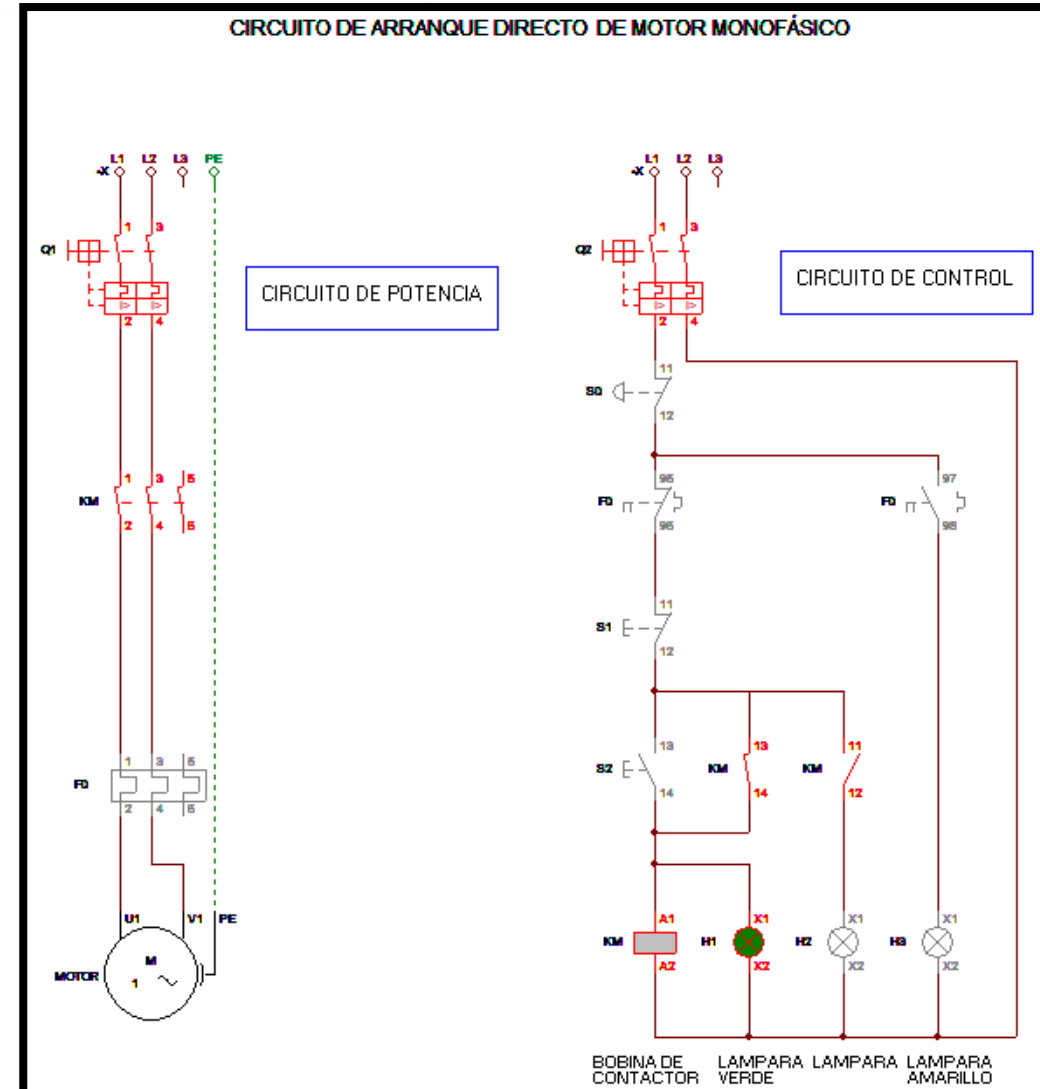
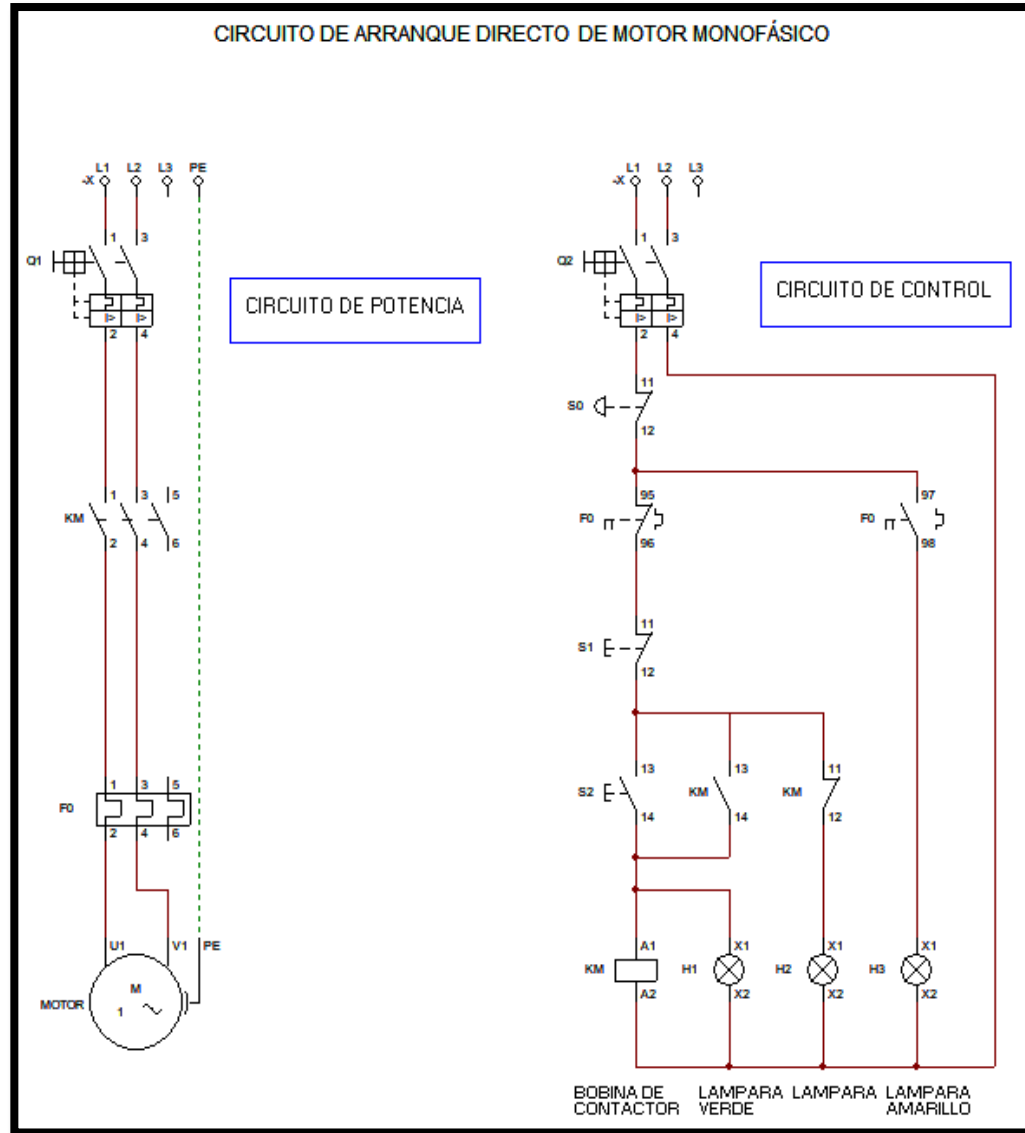
Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm2	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,2	110	130	150	85	100	115	1
53,5	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500

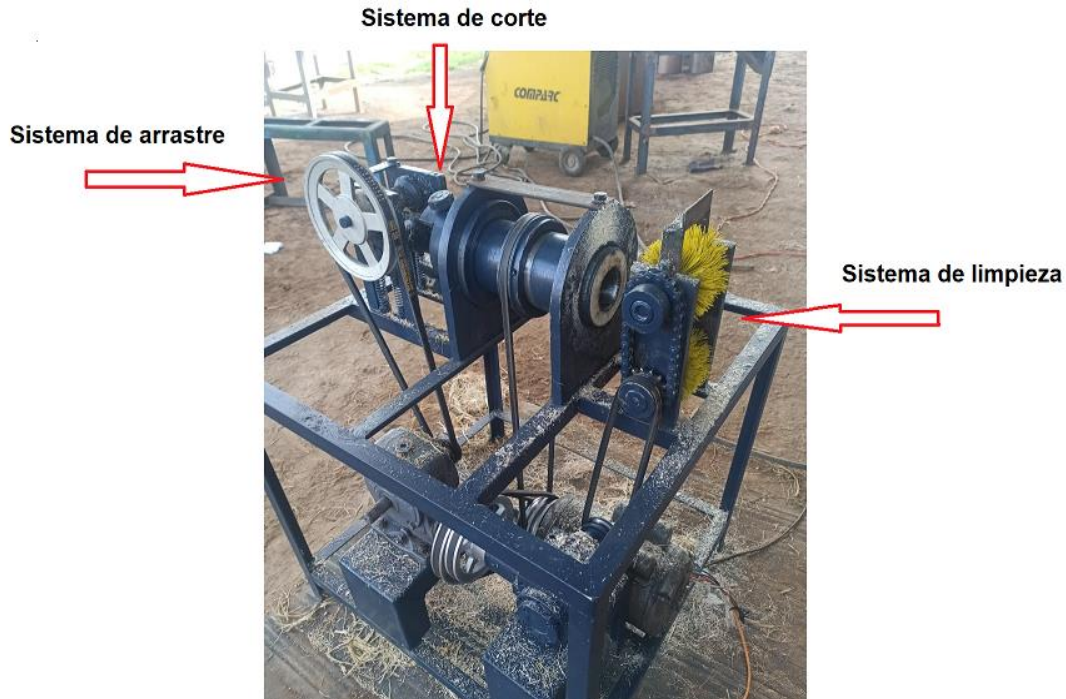


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Byron J. Chano T.





PRUEBA 1



PRUEBA 3



PRUEBA 2



PRUEBA 4



Cuadro comparativo de precios

Modelo	Origen	Voltaje	Potencia	Capacidad de pelado	Precio
OLGZ-200	China	220 V	750 w	220 – 300 kg/h	\$3.441,00
Distribuidora "Burgos"	Perú	220 V	373 w	200 kg/h	\$4.126,00
Propio	Ecuador	220 V	1492 w	200 kg/h	\$2.471,70

## 1.- Consumo diario:

$$E_{diario} = P_{motor} * t$$

$$E_{dia} = 1.492 \text{ KW} * 4 = 5.97 \text{ KW/h}$$

## 2.- Consumo mensual:

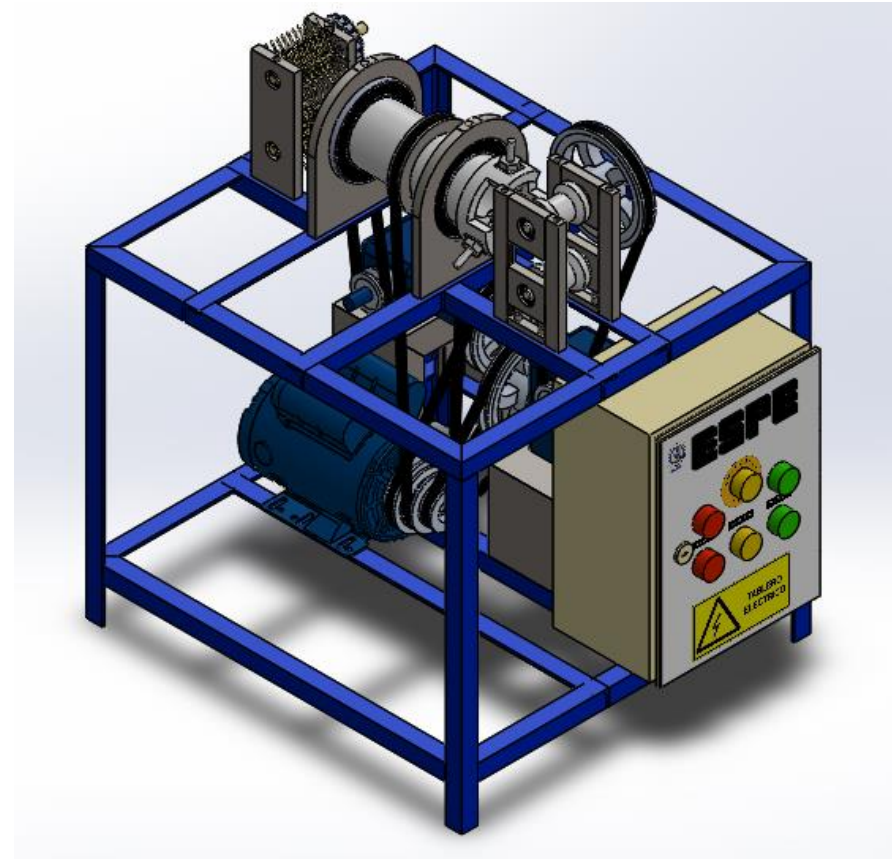
$$E_{mes} = E_{días} * Días$$

$$E_{mes} = 5.97 * 16 = 95.5 \text{ KW/h}$$

## 3.- Costo mensual:

$$C_{mes} = E_{mes} * Costo$$

$$C_{mes} = 95.5 * 0.10 = 9.55 \text{ dólares}$$



## ***Instrucciones de operación***

- a) Antes de poner en marcha el funcionamiento se debe supervisar que la máquina esta fija y no produzca vibraciones.
- b) Conectar la máquina a la fuente eléctrica.
- c) Colocar la bandeja recolectora para la viruta de la caña de azúcar en la parte inferior de la máquina.
- d) Presionar el pulsador de marcha para encender la máquina.
- e) Verificar que todo esté en orden y que la luz piloto muestre que este encendido.
- f) Insertar la caña y direccionarla hacia el sistema de arrastre.
- g) Evitar colocar cañas superiores a 50 mm de diámetro.
- h) Inspeccionar el estado de las cuchillas de corte y si es necesario ajustar.
- i) Recibir la caña totalmente pelada y sin impurezas a la salida de la máquina.

## ***Manual de seguridad***

### **a) Área de trabajo:**

- ✓ No manipular los componentes eléctricos y electrónicos de la máquina.
- ✓ No poner en marcha la máquina mientras no se tenga las protecciones adecuadas.

### **b) Cuando esté en funcionamiento la maquina:**

- ✓ No utilizar la máquina para otras funciones.
- ✓ Para más salubridad utilizar guantes al introducir y recibir la caña.
- ✓ En el caso de atasco la maquina desenchufe la línea de alimentación.
- ✓ Recordar al operario utilizar todas las medidas de seguridad y salubridad.

### **c) Cuando no esté en funcionamiento la maquina:**

- ✓ Evitar desarmar la máquina sin tener conocimiento.
- ✓ No desconectar la línea de alimentación bruscamente para apagar la máquina.



- Para iniciar con el proyecto se diseñaron los componentes del prototipo con ayuda del software SolidWorks el cual nos permite hacer comprobaciones mediante simulaciones y de esa manera tomar decisiones en cuanto a la mejora del diseño, para luego proceder a la construcción del prototipo.
- Para la mejora de salubridad en el proceso de pelado de la caña de azúcar se tomó en cuenta que el componente que estará en contacto con la caña son las cuchillas, por lo que se las realizó en acero inoxidable AISI 304, ya que este material evita la corrosión y de esta manera se evita que el producto sufra algún tipo de insalubridad.
- Una vez finalizado la construcción del prototipo y realizadas las pruebas de funcionamiento se concluyó que la maquina cumple con las características principales que se propusieron al principio del proyecto, dado que mejoro el tiempo en el proceso de pelado y en cuanto a salubridad, el que la maquina sea automatizada hace que la caña de azúcar no tenga mayor contacto con el hombre.





- Se recomienda realizar el mantenimiento establecida para que la vida útil de la maquina sea más larga.
- Se recomienda el afilado de las cuchillas y su debida sujeción en el eje porta cuchillas.
- Se recomienda un voltaje de 220 V para un buen funcionamiento y rendimiento del motor eléctrico.
- Se recomienda utilizar material de acero inoxidable en las piezas que tienen contacto directo con el producto para mejorar el estado de salubridad.



***¡GRACIAS!***



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA