



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA MECATRÓNICA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CORTADORA AUTOMÁTICA PARA LÁMINA DE TOL GALVANIZADO, ACERO INOXIDABLE Y HIERRO NEGRO CON ESPESOR DE HASTA 3 MM CON EL FIN DE MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y SEGURIDAD EN SU MANEJO EN LA EMPRESA INDUCTESA”

AUTORAS: CENTENO CHIGUANO, ERIKA SUSANA

ZHINGRE PANCHI, KAROL MISHHELL

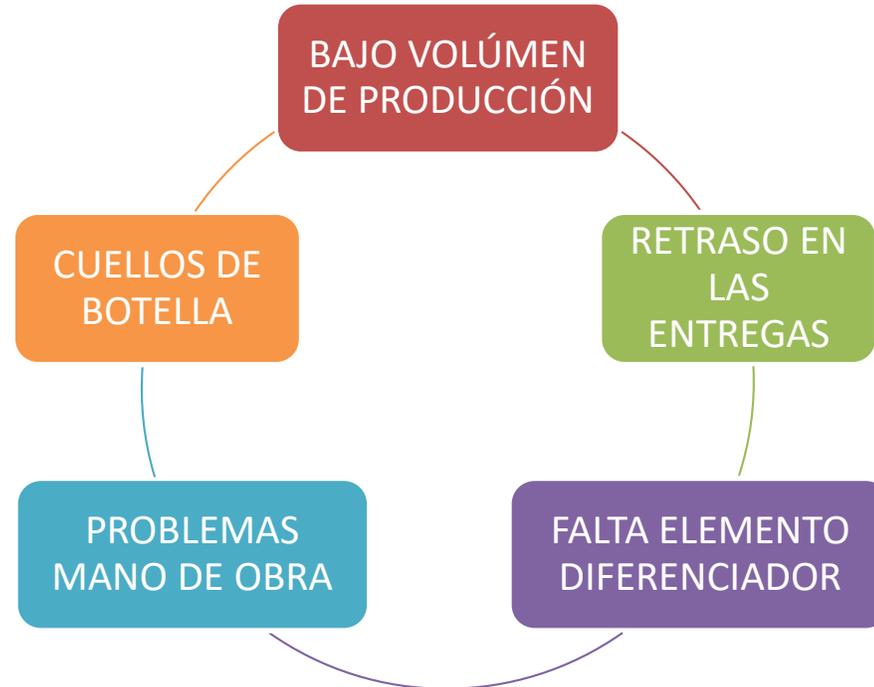
DIRECTOR: ING. GORDÓN GARCÉS, ANDRÉS MARCELO

Latacunga, 2023



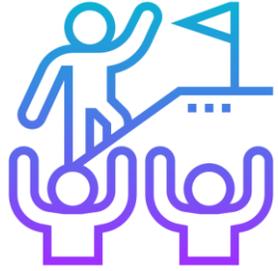
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ENTORNO A LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CHAPA METÁLICA LA EMPRESA PRESENTA PROBLEMAS DE:



DEBIDO A LA FALTA DE UNA HERRAMIENTA DE CORTE AUTOMATIZADA

JUSTIFICACIÓN



COMPETITIVIDAD



SEGURIDAD



COSTOS



PRODUCTIVIDAD



CALIDAD



REDUCIR ERRORES

ANTECEDENTES

CIZALLA HIDRÁULICA PEXTO



GUILLOTINA AUTOMÁTICA FEYSAMA MODELO LLC



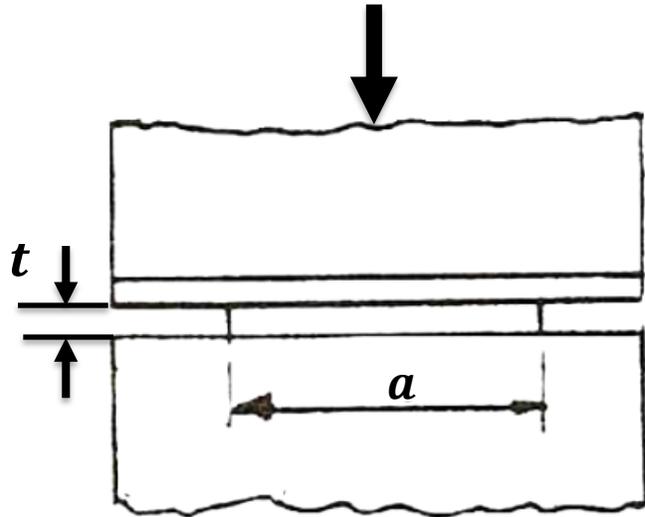
CIZALLA NIAGARA N 36



CIZALLA HIDRÁULICA C3006 CNC



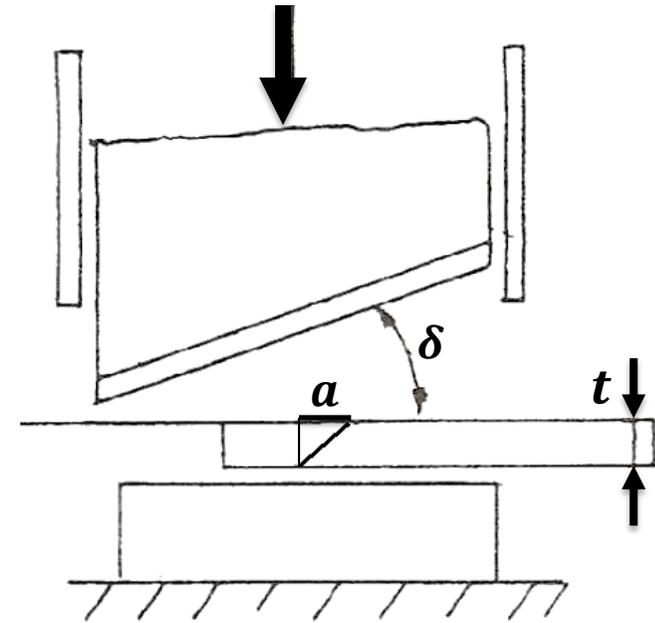
CIZALLA DE CUCHILLAS PARALELAS



ÁREA DE CORTE

$$A = t * a$$

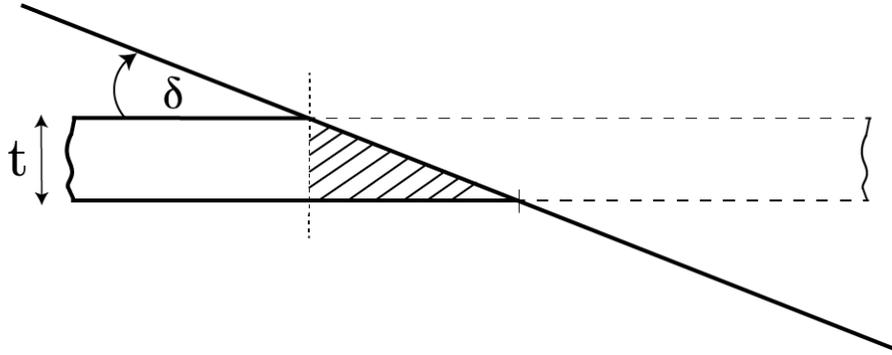
CIZALLA DE CUCHILLAS INCLINADAS



ÁREA DE CORTE

$$A = \frac{t * a}{2}$$

ÁREA DE CORTE CIZALLA DE CUCHILLAS INCLINADAS



CÁLCULO DE FUERZA PARA CORTE

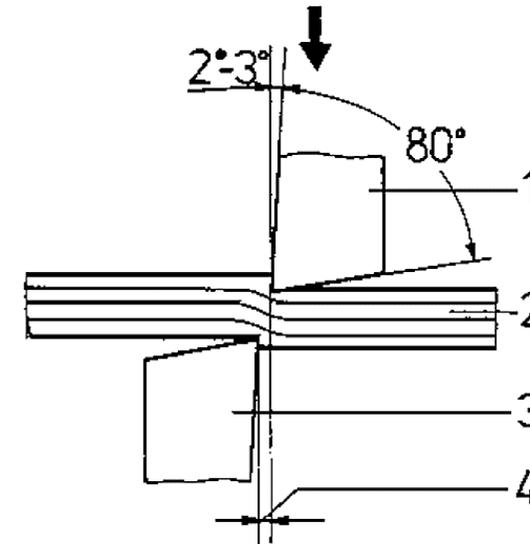
$$F = K * t * s' * k * Su$$

DONDE:

K : COEFICIENTE DE PENETRACIÓN

k : COEFICIENTE DE CORRECCIÓN

VISTA LATERAL PROCESO DE CORTE

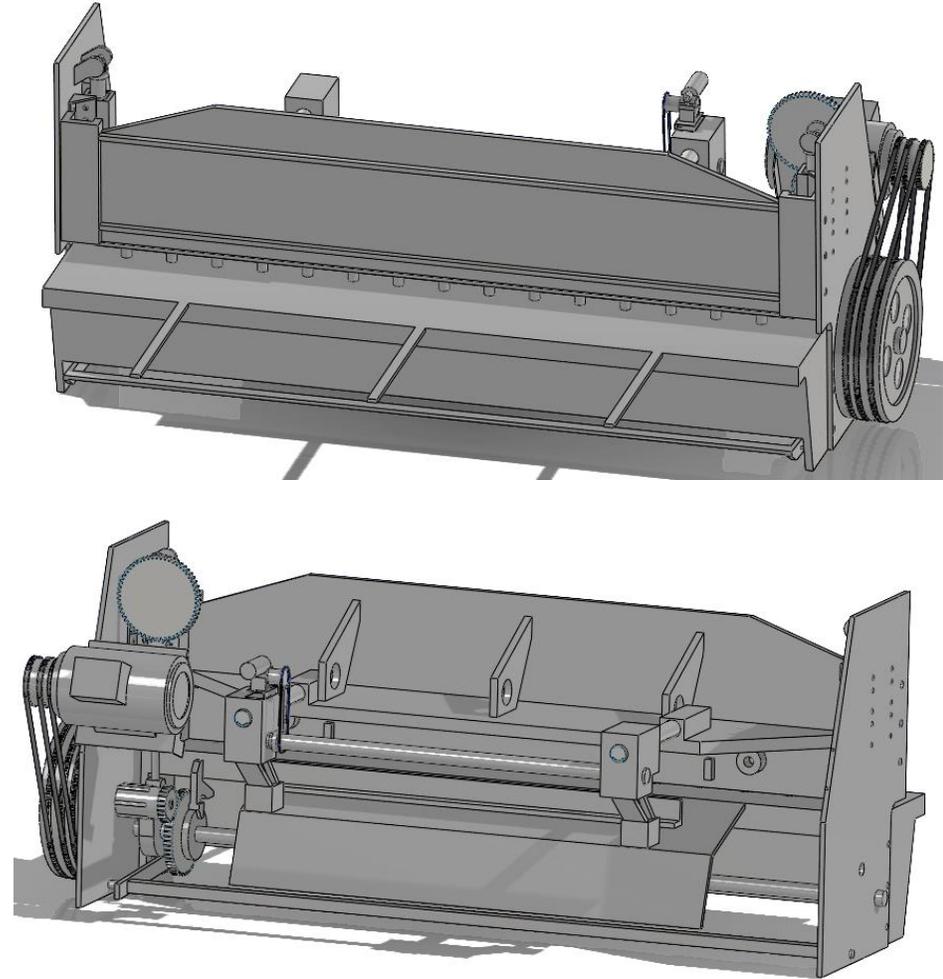


1. CUCHILLA SUPERIOR
2. PLANCHA METÁLICA
3. CUCHILLA INFERIOR
4. JUEGO DE FILOS

BASTIDOR



BOSQUEJO



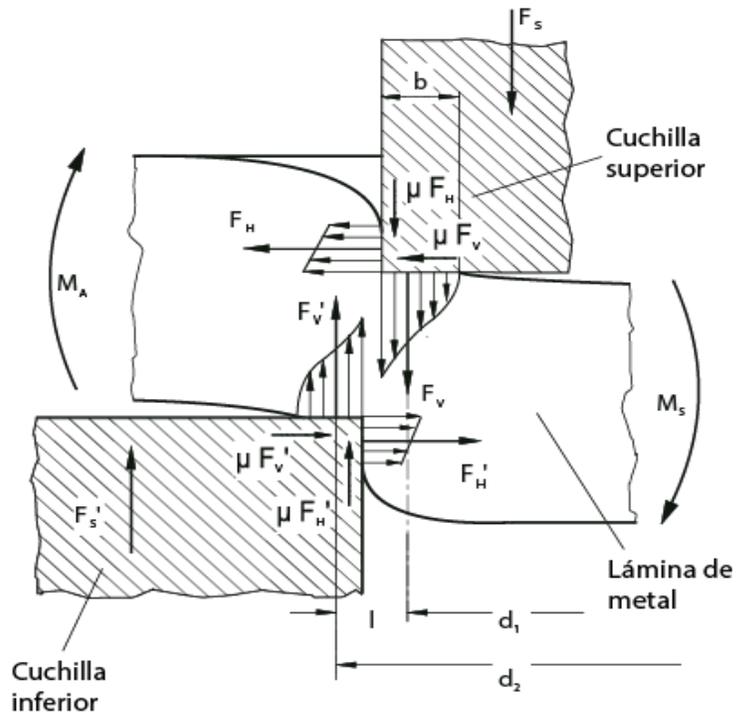
MATRIZ QFD



Núm.	Necesidades	Núm. Imp.	Métricas										
			Cumplimiento de la Normativa de Seguridad	Costo de la manufactura	Funcionamiento continuo	Robustez industrial	Precisión	Ergonómico	Interfaz sencilla	Componentes normalizados	Facilidad de operación	Sensores bien calibrados	
1	Reducción de tiempo	5	Δ	○	●	●	Δ	Δ	○	Δ	●	Δ	
2	Fácil de usar	4	○	○	●	○	Δ	●	○		●		
3	Repuestos accesibles dentro del mercado	3	○	●	○	○	●	●		●	Δ	○	
4	Cuidado de la integridad física del personal	5	●		Δ	○	●			○		○	
5	Menor cantidad de desperdicios	4	○	Δ	Δ	○	●	Δ	Δ	○	Δ	●	
6	Capaz de cortar láminas de hasta 3mm	5	○	○	Δ	●	●	Δ	Δ	●		●	
7	Panel amigable con el usuario	4	●		○	○	Δ	○	●			Δ	
8	Económico	3	○	●	○	●	○	○		○	○	○	
9	Trabajo continuo	4	○	○	●	●	●	○	○	○	○	●	
10	Facil Mantenimiento	4	●	○	Δ	○	○	●		○	●	○	
Ponderación Absoluta			191	124	165	225	223	146	84	137	145	171	1611
Ponderación Relativa			11,86	7,697	10,24	13,97	13,84	9,063	5,214	8,504	9,001	10,61	100



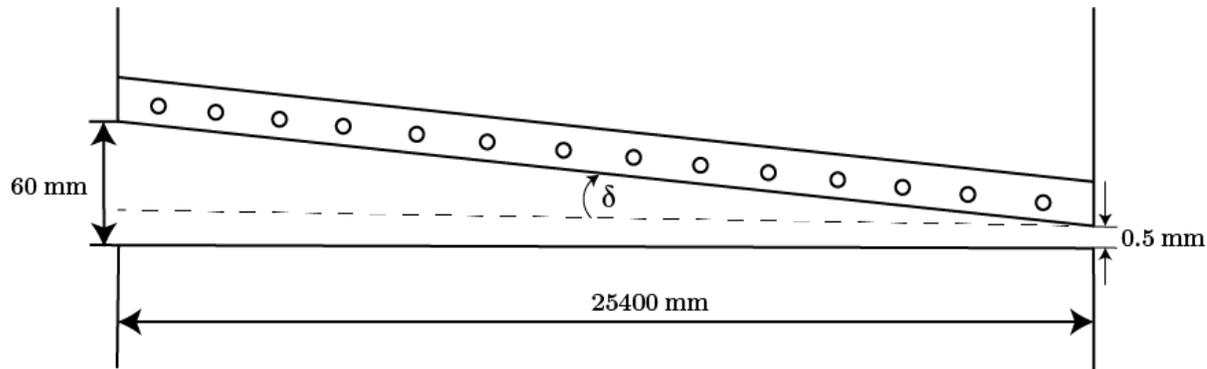
COMPONENTES DE LA FUERZA DE CORTE



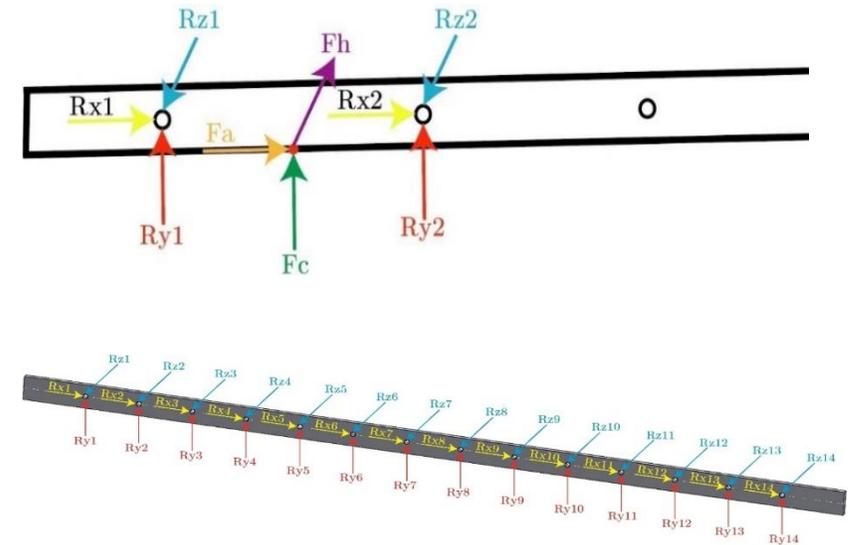
Resumen Cálculos	
Base sección de corte	$s' = \frac{t}{\tan(\delta)} = 138.545 \text{ mm}$
Coefficiente de corrección	$k = 0.78 + 0.0044 * t$
Resistencia máxima	$S_u = 517 \text{ Mpa}$
Coefficiente de penetración	$K = 0.5$
Fuerza Horizontal	$F_H = \frac{F_C}{4}$
Fuerza para el corte	$F = K * t * s' * k * Su$ $F = 103143.98 \text{ N}$

FUERZAS Y REACCIONES EN LA CUCHILLA

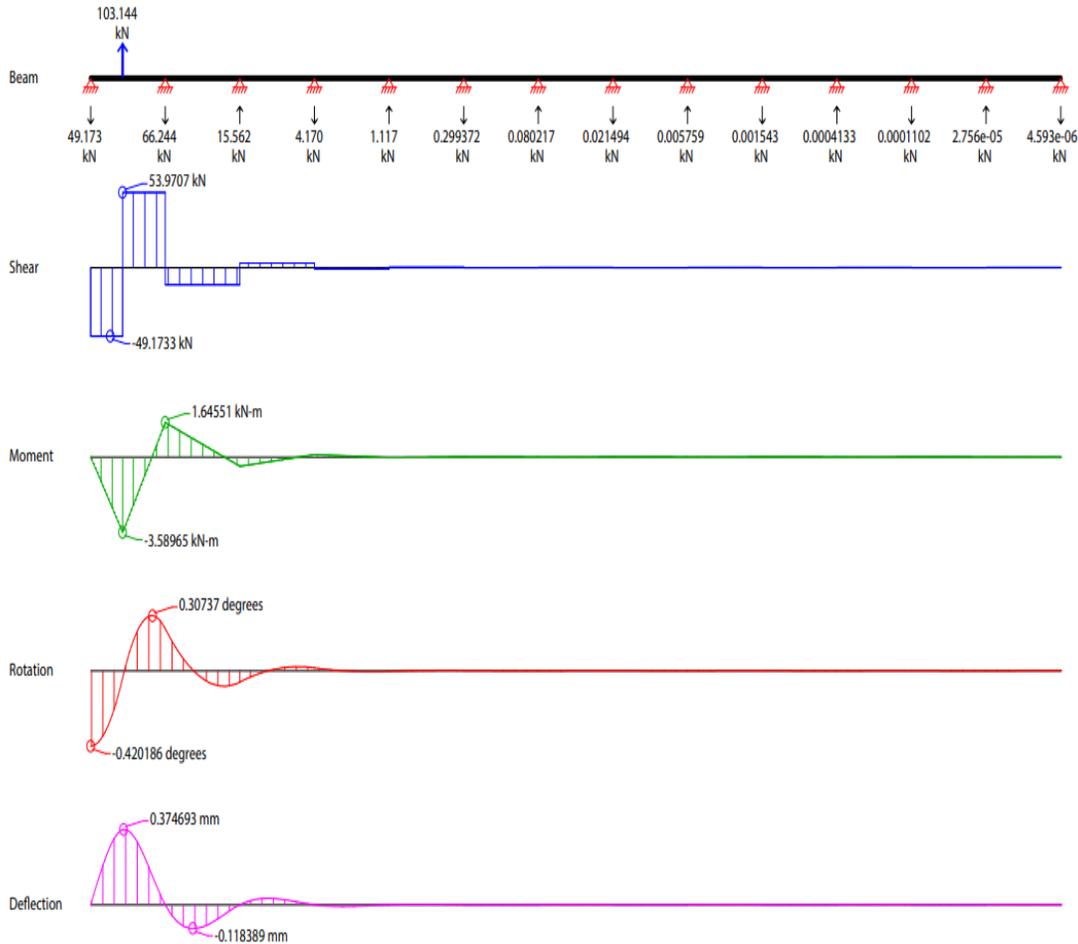
DIMENSIONES CUCHILLA



FUERZA DE CORTE Y REACCIONES



SIMULACIÓN DSNWinBeam



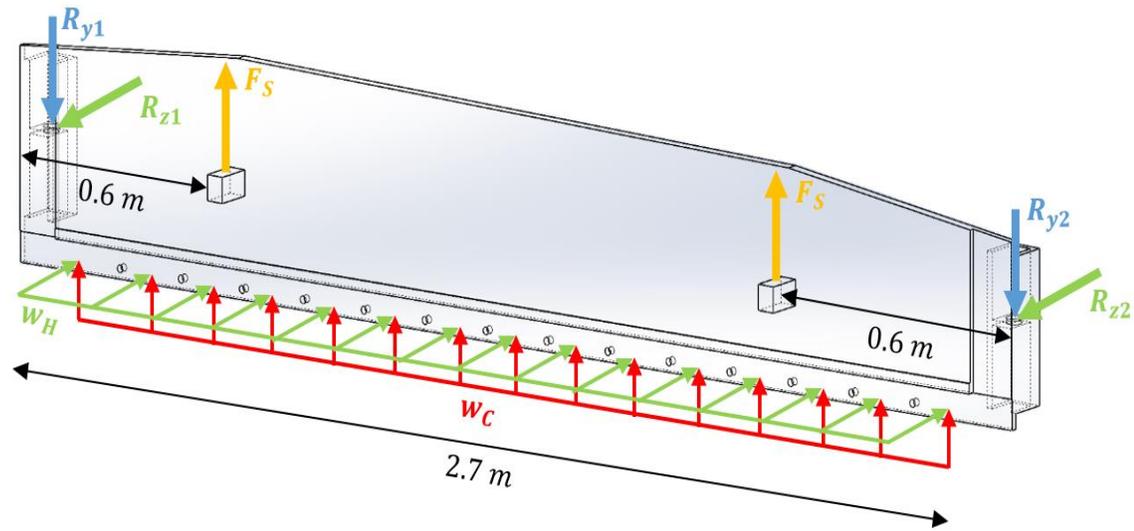
Resumen Cálculos	
Fuerza Horizontal	$F_h = 25 \text{ kN}$
Momento máximo	$M = 3.7 \text{ kNm}$
Esfuerzo de diseño	$\sigma_d = 162.5 \text{ MPa}$
Esfuerzo calculado	$\sigma = 157.67 \text{ MPa}$
Flexión recomendada	$y_r = 1.105 \text{ mm}$
Flexión máxima	$y_{m\acute{a}x} = 0.374693 \text{ mm}$

SELECCIÓN:

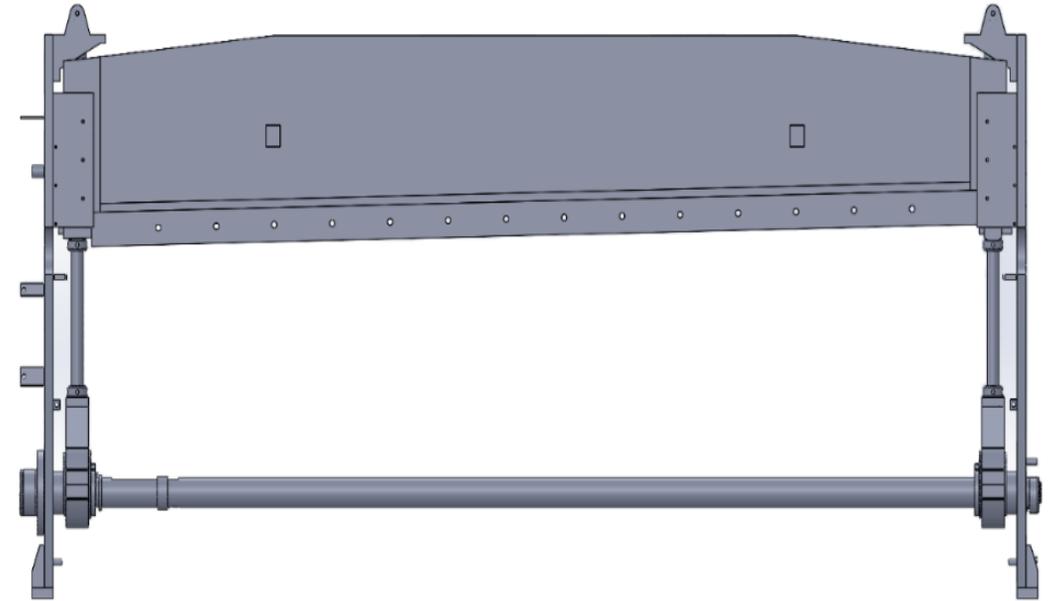
CUCHILLA K100 AISI D3 MARCA BOHLER

DISEÑO DEL PORTACUCHILLAS

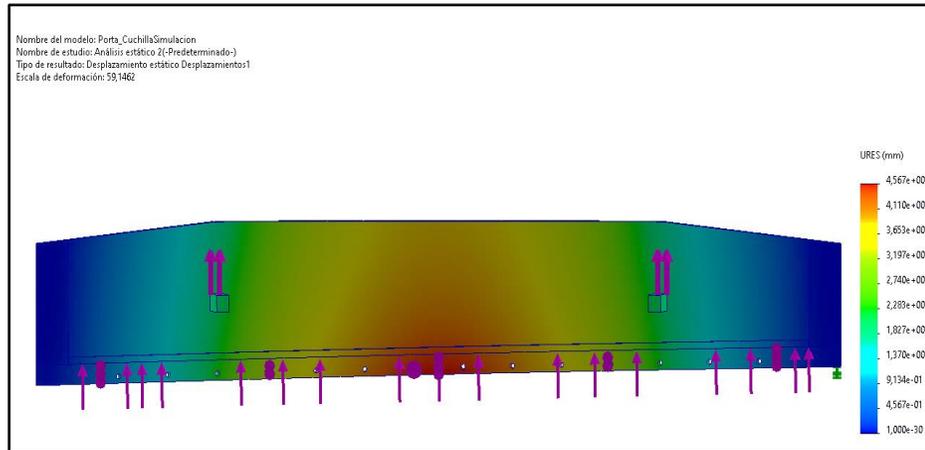
PORTACUCHILLAS



DISPOSICIÓN DEL PORTACUCHILLAS



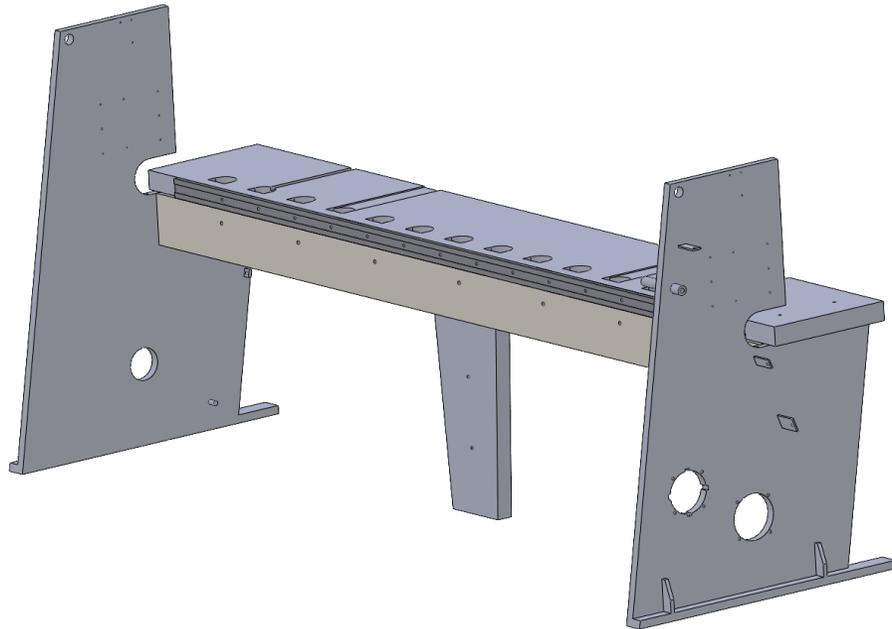
SIMULACIÓN DESPLAZAMIENTO MÁXIMO



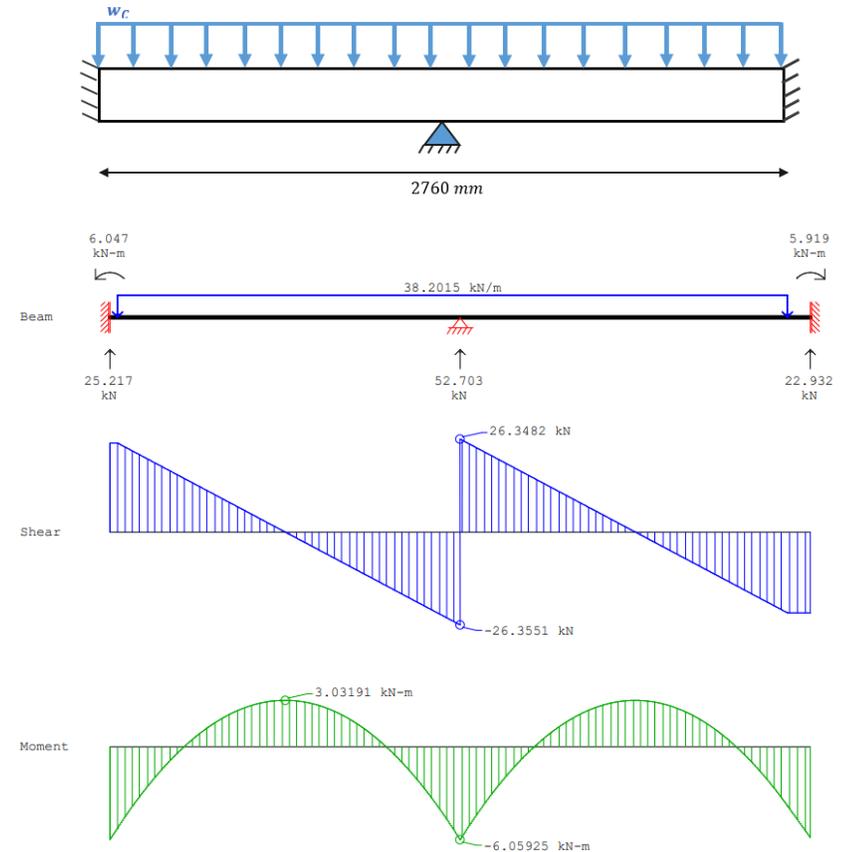
Resumen Cálculos	
Peso Sujetador	$F_s = 735 N$
Momento máximo	$M = 36.31 kNm$
Material	ASTM A36
Esfuerzo de diseño	$\sigma_d = 31 MPa$
Inercia	$I = 198.358 \times 10^{-6} m^4$
Esfuerzo máximo	$\sigma = 30.09 MPa$
Flexión máxima	$y_{m\acute{a}x} = 4.567 mm$

DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR

DISPOSICIÓN

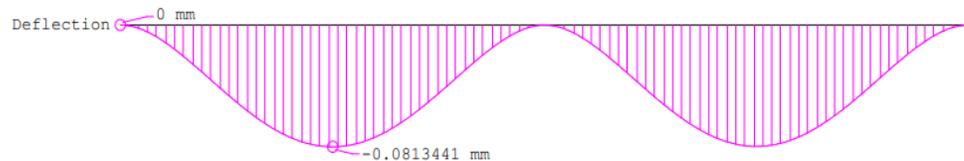
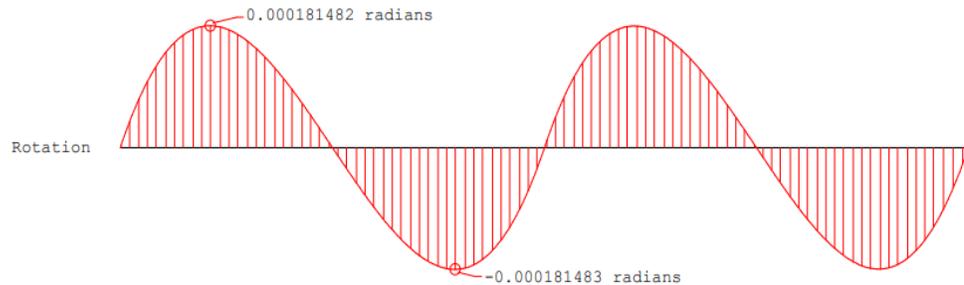
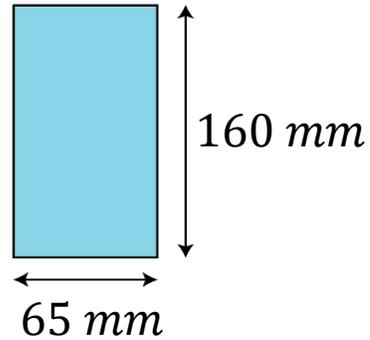


FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR



DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR

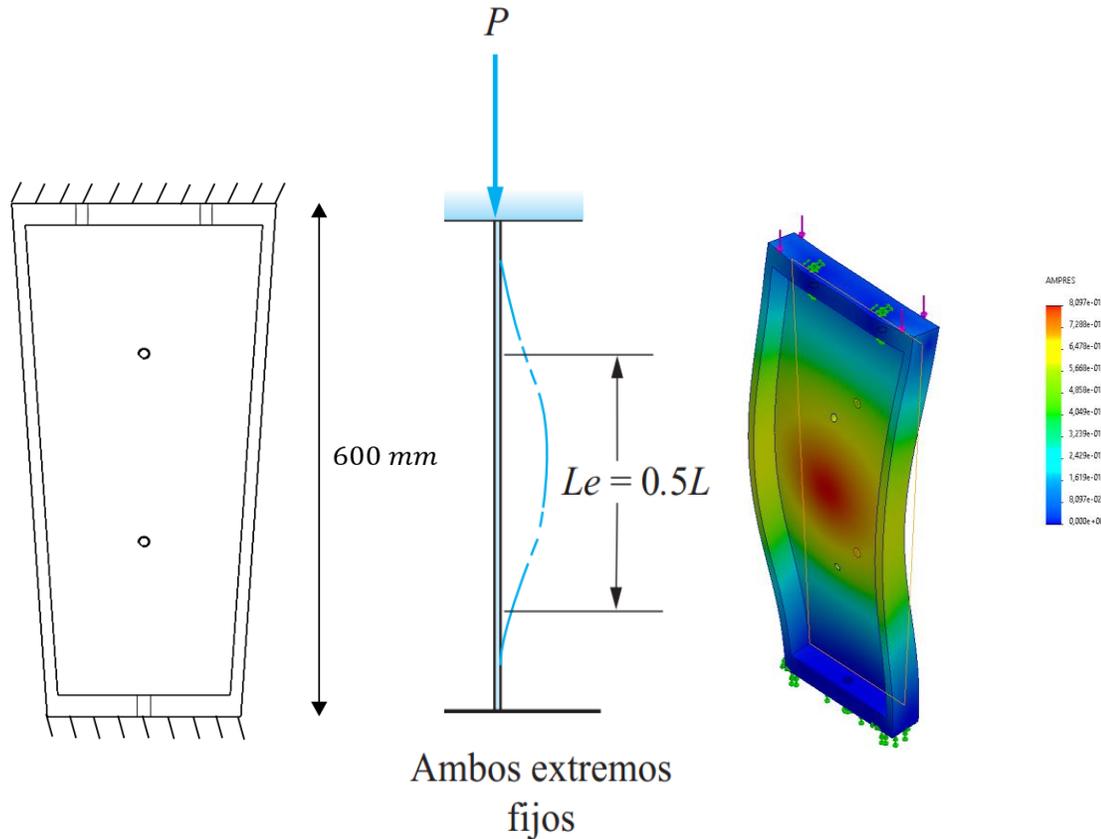
RESULTADOS



Resumen Cálculos	
Carga	$f = 38.2015 \text{ kN/m}$
Momento máximo	$M = 6.059 \text{ kNm}$
Coefficiente de diseño	$N = 8$
Esfuerzo de diseño	$\sigma_d = 31 \text{ MPa}$
Flexión recomendada	$y_r = 1.38 \text{ mm}$
Esfuerzo máximo	$\sigma = 21.84 \text{ MPa}$
Flexión máxima	$y_{m\acute{a}x} = 0.081344 \text{ mm}$

COLUMNA DE APOYO PARA EL BASTIDOR

PASOS PARA EL DISEÑO DE LA COLUMNA

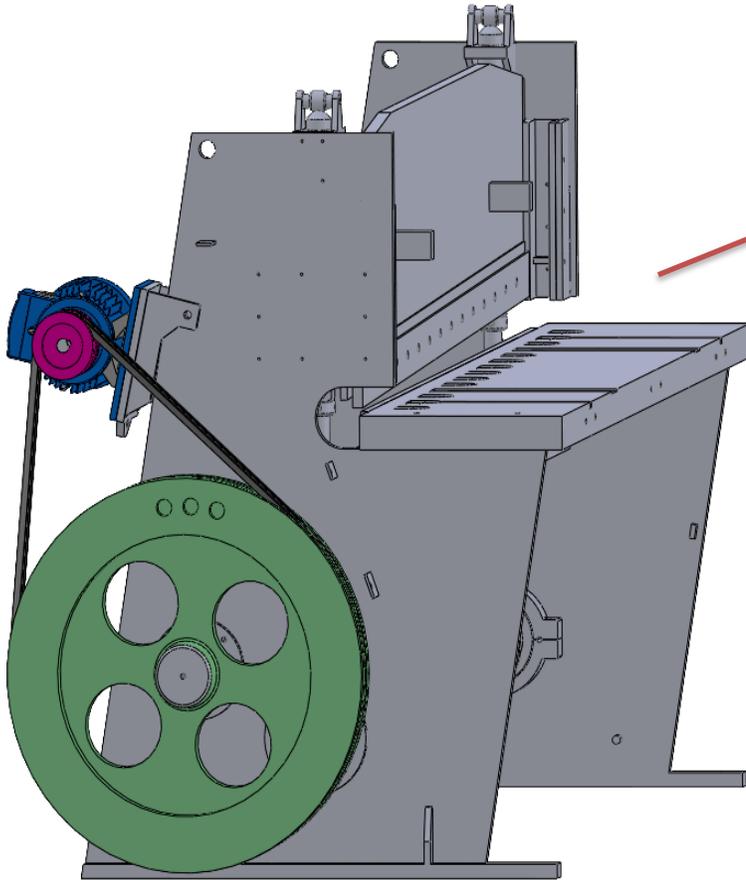


Resumen Cálculos	
Radio de giro mínimo	$r = 1.157 \text{ cm}$
Relación de esbeltez	$SR = 33.71$
Constante de columna	$C_c = 74.18$
Carga crítica	$P_{cr} = 1.08 \text{ MN}$
Factor de diseño	$N = 8$
Carga aplicada	$P_a = 135.36 \text{ kN}$
Relación carga admisible vs carga aplicada	$\frac{P_a}{P} = 2.56$

SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR POLEAS

DISPOSICIÓN EN LA CIZALLA

PLACA DE DATOS DEL MOTOR



SIEMENS		3 - Motor 1LA5 114-4YB60	
5	12 M	Form. Cons.	IMB3 S1
IP54	220 YY	- 440 Y	V Cl. Alal. F
32.6 kg	23.2	- 11.6 A	80 Hz
IEC 34	Cos φ	0.85	1740 rpm

FACTOR DE CORRECCIÓN

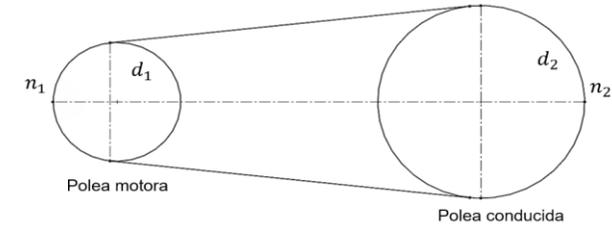
Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida	Motores de corriente alterna, torque normal, a plena carga, sincronos, fase partida. Motores de corriente continua, bobinado en short. Máquinas de combustión interna, diversos tipos.		Motores de corriente alterna, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y paralelo, bobinado de corriente continua, bobinado en serie y bobinado en paralelo. Máquinas a combustión interna, motocicletas. Cajas de línea, arranque directo y con embrague.			
	Servicio intermitente hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 15 horas diarias	Servicio intermitente hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 15 horas diarias
Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrifugas. Sopladores hasta 10 HP. Transportadores livianos.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cintas transportadoras para arena, granos, etc. Mecanizadores de panadería. Sopladores de más de 10 HP, generadores. Líneas a ejes (ejes principales), máquinas de lavaderos, máquinas herramienta, bombas de prensa, guilanes, bombas rotativas, tornos, máquinas de imprenta, zancas vibradoras y giratorias.		1.2	1.3	1.2	1.3	1.4

DIÁMETRO MÍNIMO

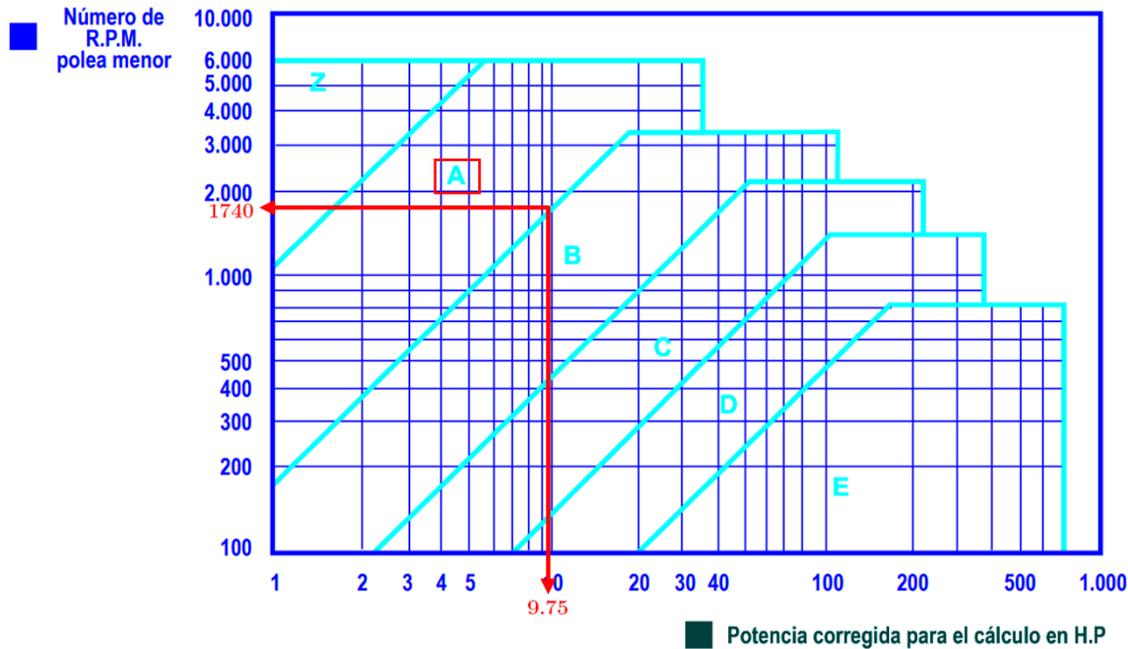
Caballos de fuerza (HP)	RPM de Motor			
	900	1200	1800	3600
0.50	65	-	-	-
0.75	65	65	-	-
1.00	65	65	60	-
1.50	75	65	65	60
2.00	75	65	65	65
3.00	75	75	65	65
5.00	100	75	75	65
7.50	115	100	75	75
10.00	115	115	100	75
15.00	135	115	115	100
20.00	155	135	115	115

SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR POLEAS

CÁLCULOS DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN



SELECCIÓN TIPO DE CORREA



SELECCIÓN POLEA CONDUCTIDA

Ø mm	Z	A	B	C	D	E
315	•	•	•	•		
355		•	•	•	•	
375			•	•	•	
400	•	•	•	•	•	
425			•	•	•	
450		•	•	•	•	
475			•	•	•	
500	•	•	•	•	•	•
530			•	•	•	•
560		•	•	•	•	•
600		•	•	•	•	•
630	•	•	•	•	•	•
670			•	•	•	•
710	•	•	•	•	•	•
750			•	•	•	•
800			•	•	•	•

LONGITUD PRIMITIVA

Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)
99	-	2554	2558	2587
100	-	2573	2583	2602
101	-	2599	2609	2622
102	-	2624	2643	2653
103	-	2650	2659	2679
104	→	2683	2693	2704
105	-	2700	2710	2729
106	-	2726	2743	2754
107	-	2758	2761	2780
108	-	2776	2793	2812
109	-	2802	2819	2838
110	-	2833	2843	2862

FACTOR DE CORRECCIÓN DE POTENCIA

Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada/plana
130°	0.86	0.86
127°	0.85	0.85
124°	0.84	0.84
120°	0.82	0.82

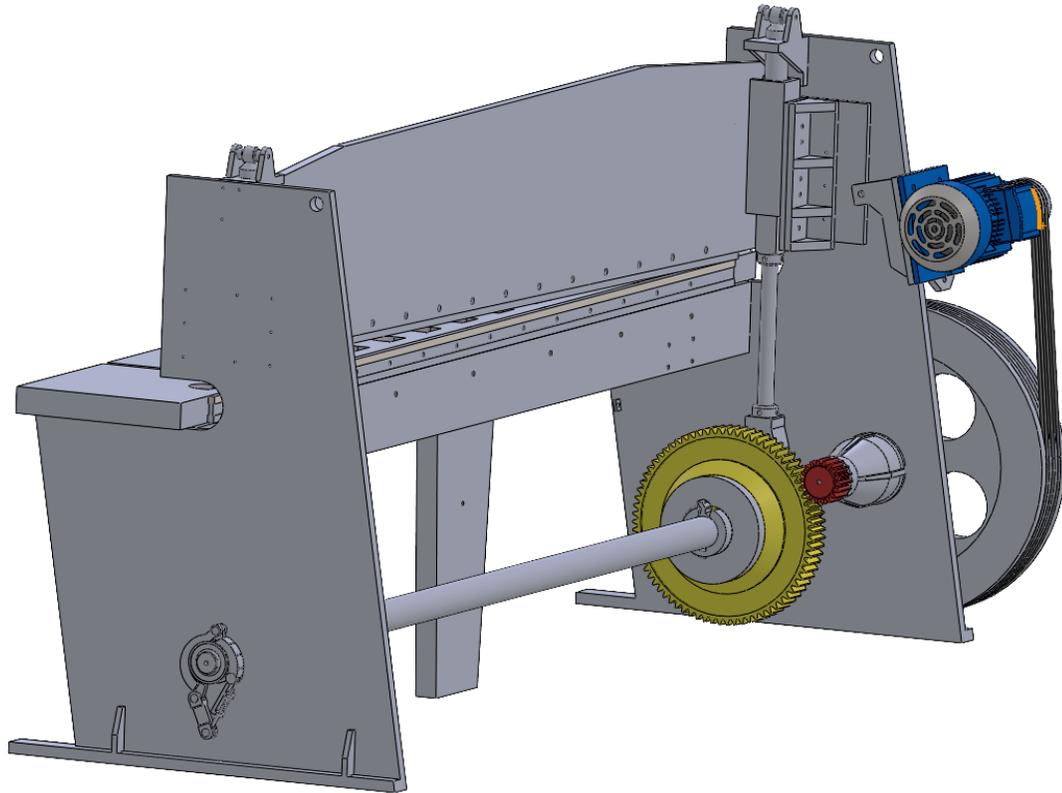
PRESTACIÓN RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)												Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)										
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)																						
	66	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127	1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	2.00
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	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20
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	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29

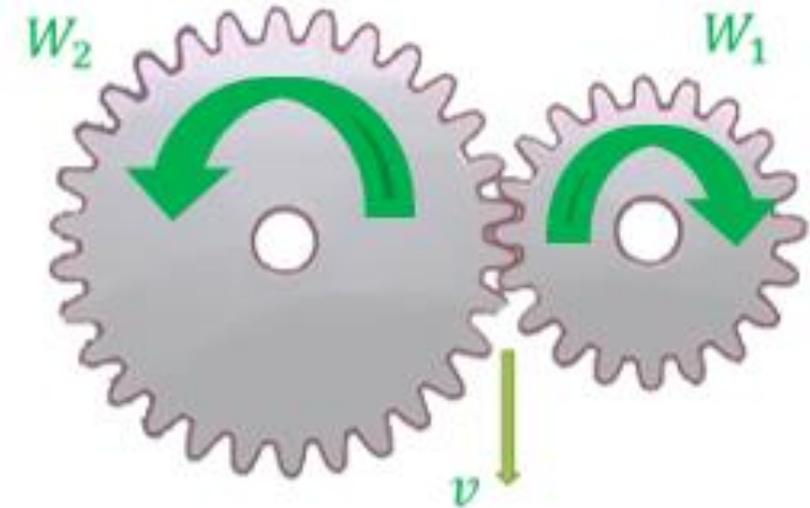
Resumen Cálculos	
Relación de transmisión	$i = 7.1$
Distancia entre centros	$c = 630 \text{ mm}$
Longitud de la correa	$L_d = 2680 \text{ mm}$
Ángulo de contacto	$\alpha = 124.81^\circ$
Velocidad tangencial	$v_t = 9.11 \frac{m}{sg}$
Potencia efectiva	$P_e = 4.3575 \text{ HP}$
Número de correas	$QS = 2.065$

SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES

DISPOSICIÓN EN LA CIZALLA

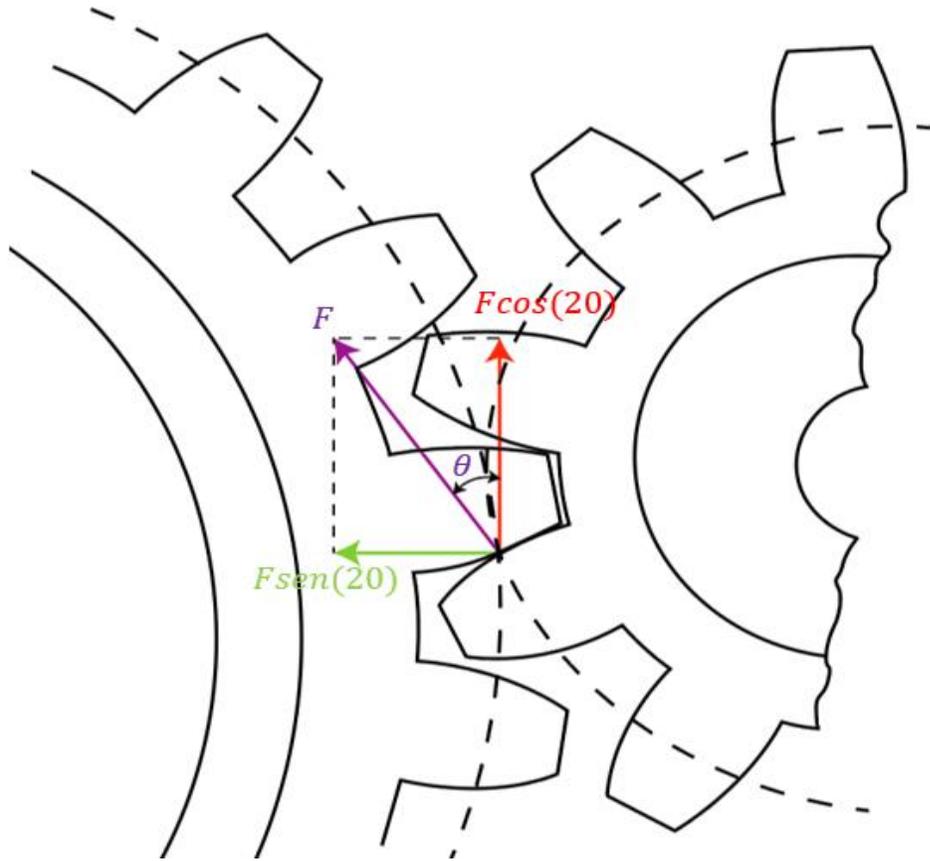


CINEMÁTICA DEL SISTEMA



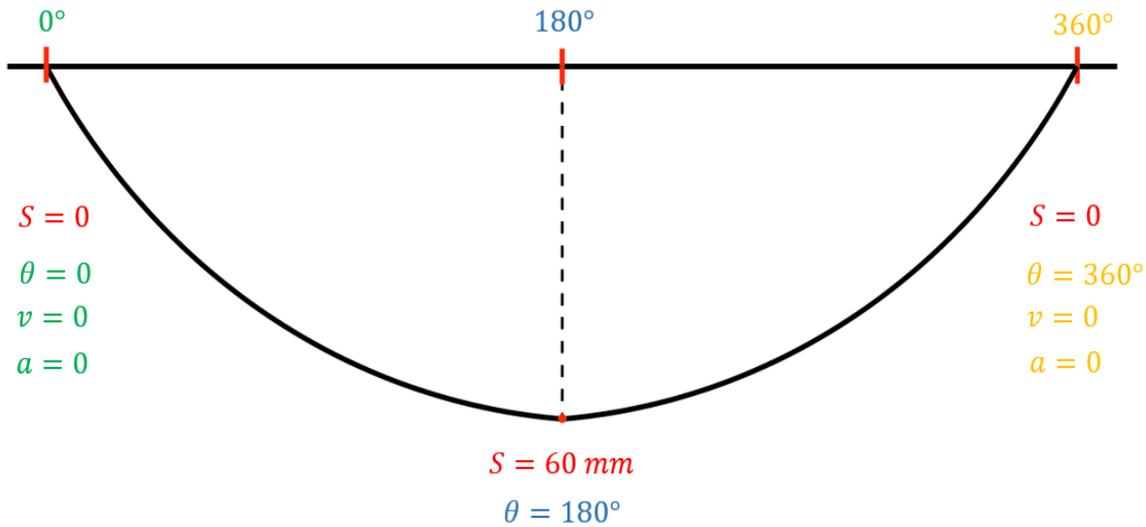
DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR

PUNTO DE CONTACTO ENTRE DIENTES



Resumen Cálculos	
Relación de transmisión	$i = 4$
Número de dientes piñón	$Z_1 = 18$
Módulo	$M = 6$
Velocidad engrane conducido	$W_2 = 62.25 \text{ RPMs}$
Fuerza	$F = 4042.03 \text{ N}$
Potencia engrane conducido	$P_t = 5.43 \text{ kW}$
Torque engrane conducido	$T = 832.974 \text{ Nm}$

CONDICIONES DE FRONTERA



ECUACIONES MÉTODO POLINOMIAL

$$0 = 6C_3 + 12C_4 + 20C_5 + 30C_6$$

$$0 = 3C_3 + 4C_4 + 5C_5 + 6C_6$$

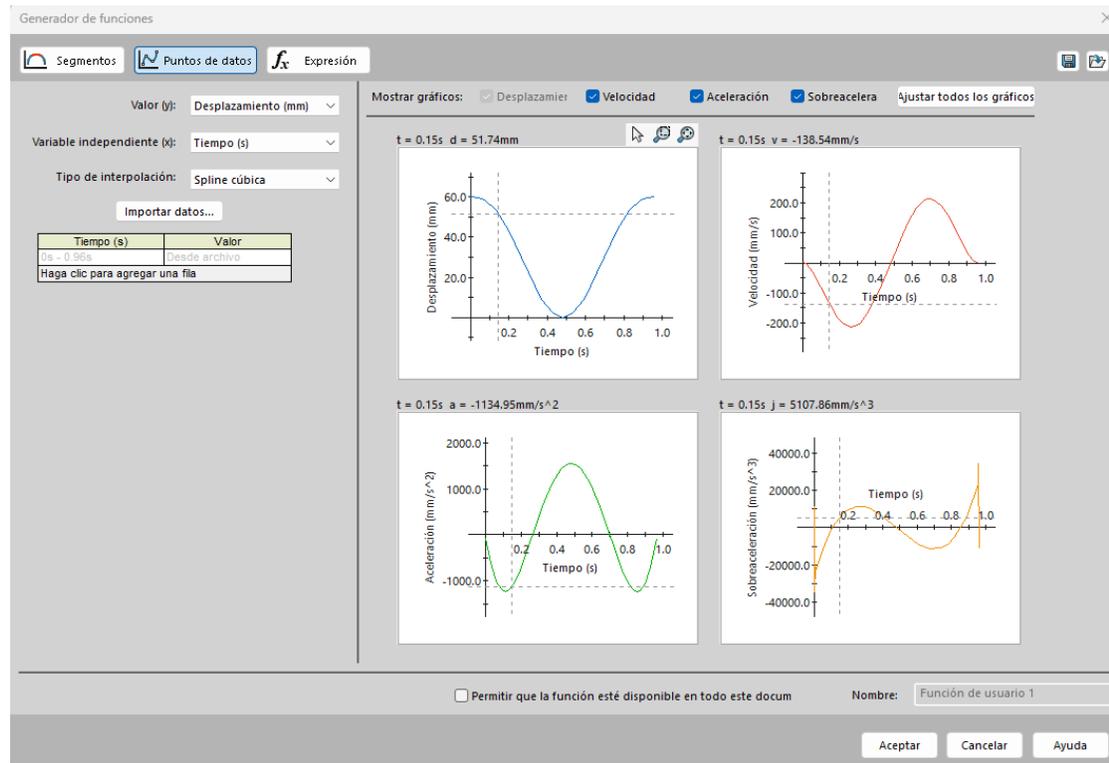
$$0 = C_3 + C_4 + C_5 + C_6$$

$$-0.06 \text{ m} = \frac{1}{8} * C_3 + \frac{1}{16} * C_4 + \frac{1}{32} * C_5 + \frac{1}{64} * C_6$$

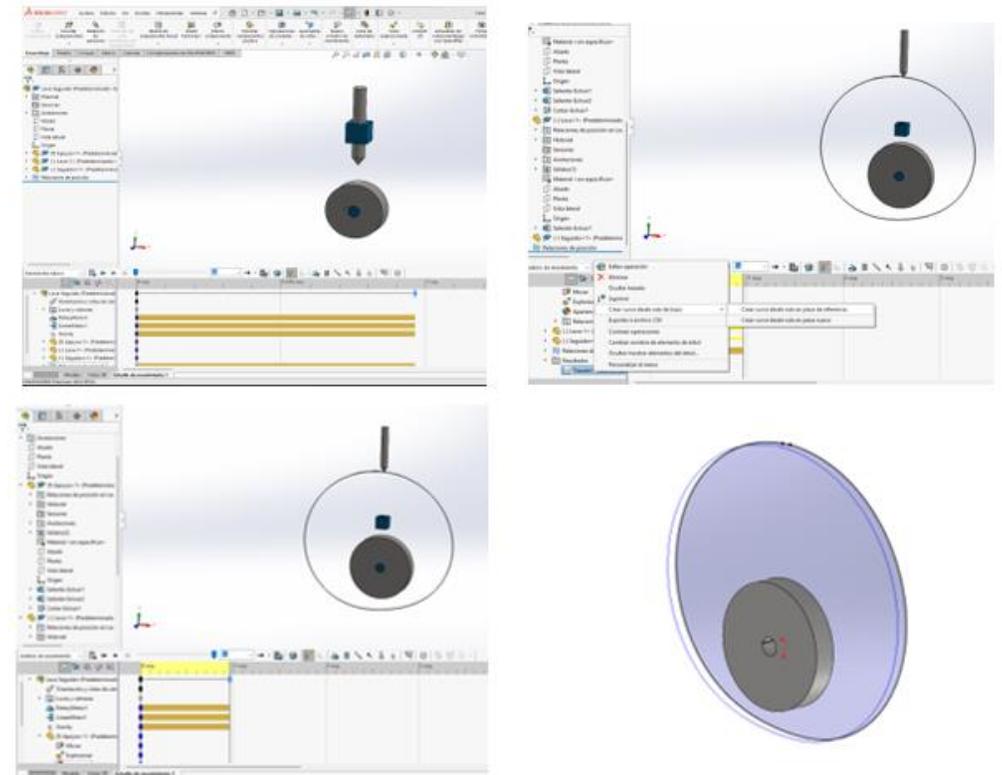
DISEÑO DEL MECANISMO LEVA SEGUIDOR

$$S = -3.84 * \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^3 + 11.52 * \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^4 - 11.52 * \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^5 + 3.84 * \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^6$$

GRÁFICAS SOLIDWORKS



LEVA GENERADA A PARTIR DE LA CURVA



AJUSTE DEL MECANISMO A RUEDA EXCÉNTRICA CON CIERRE DE FORMA

RUEDA EXCÉNTRICA CON CIERRE DE FORMA

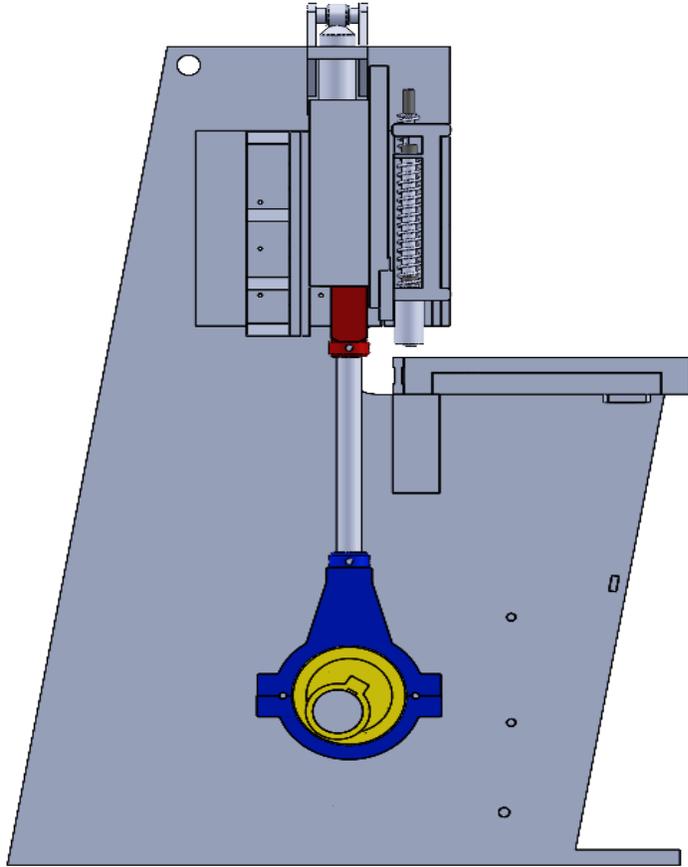
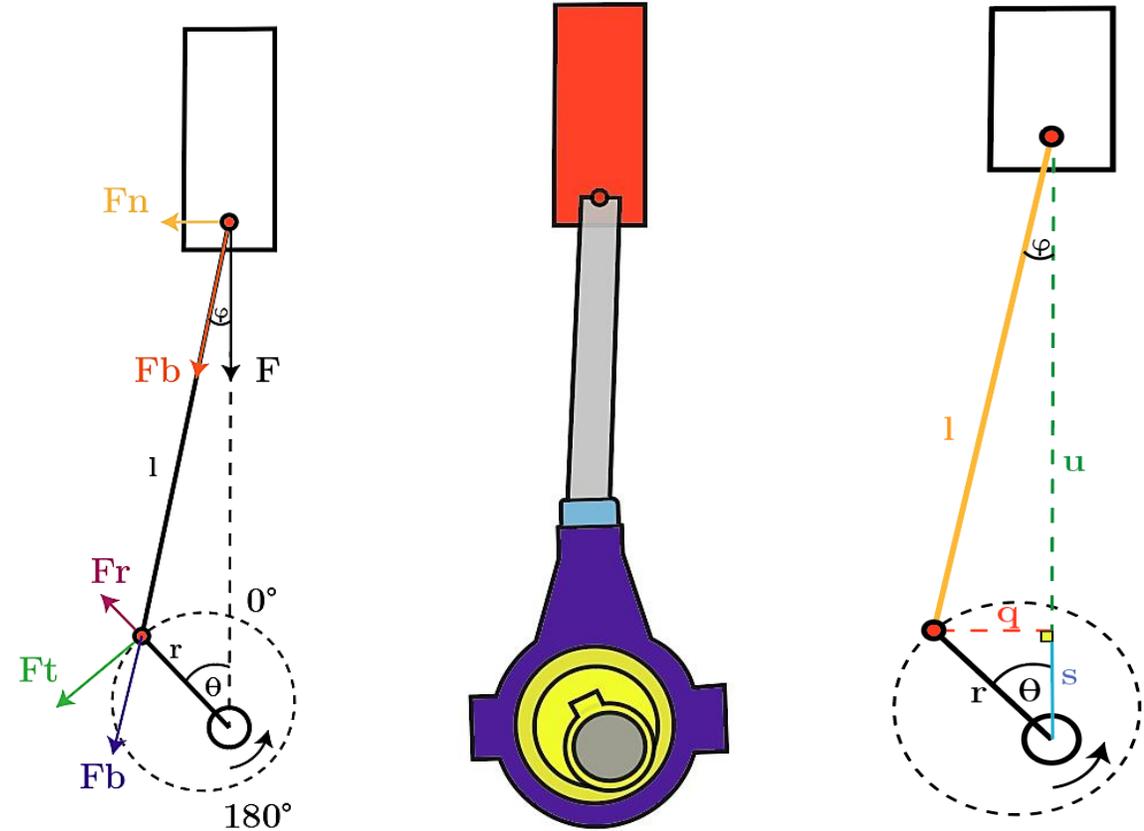
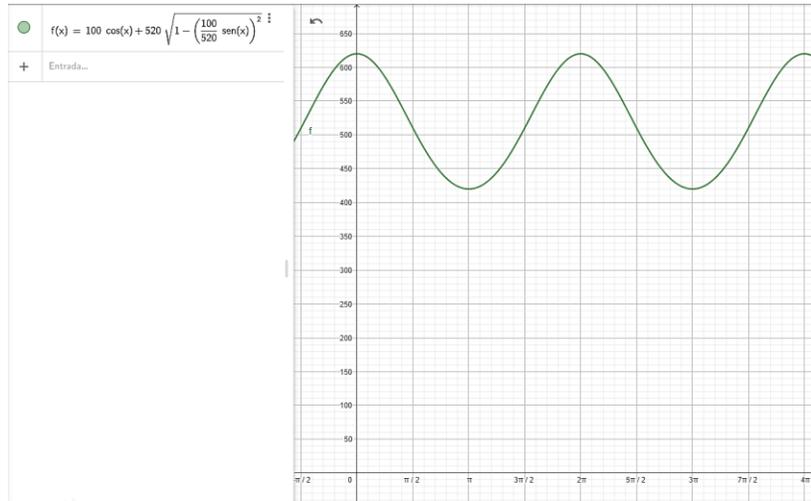


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE MECANISMO BIELA-MANIVELA

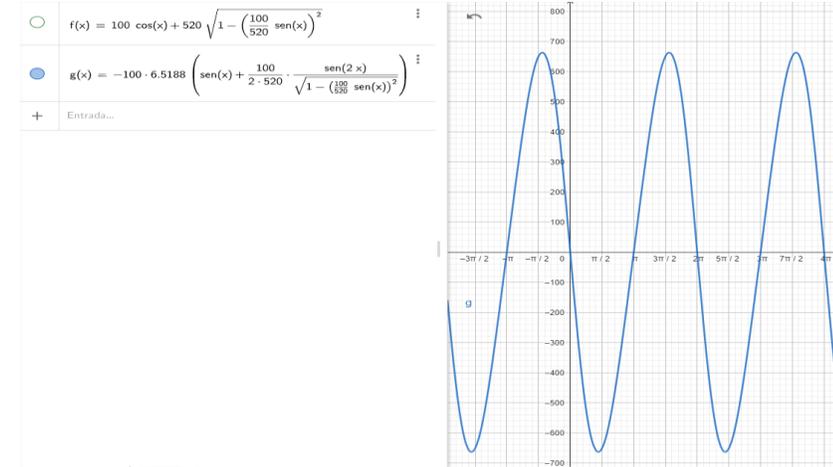


DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR

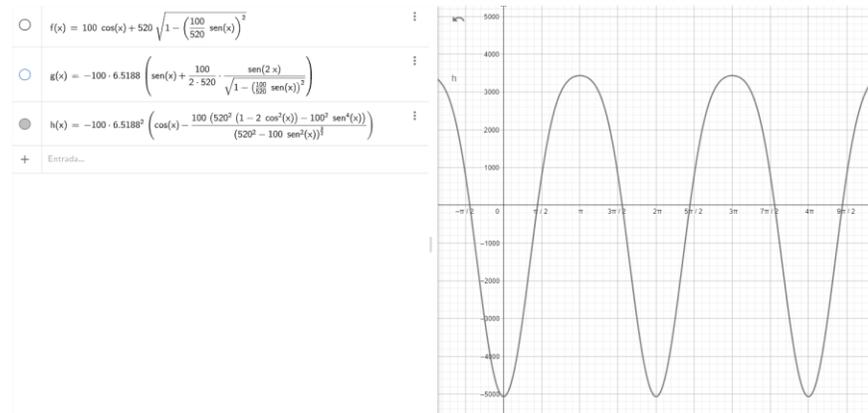
GRÁFICA POSICIÓN



GRÁFICA VELOCIDAD



GRÁFICA ACELERACIÓN



GRÁFICAS DE POTENCIA CON Y SIN DISCO DE INERCIA



TORQUE SIN DISCO DE INERCIA

$$h(x) = 103143 \cdot \frac{0.1 \operatorname{sen}(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \operatorname{sen}(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1\right)$$

$$p(x) = h(x) - g(x) - f(x)$$

$$= 103143 \cdot \frac{0.1 \operatorname{sen}(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \operatorname{sen}(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1\right)$$

TORQUE CON DISCO DE INERCIA

$$q(x) = p(x) \cdot 0.07$$

$$= \left(103143 \cdot \frac{0.1 \operatorname{sen}(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \operatorname{sen}(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1\right)\right) \cdot 0.07$$

$$r(x) = 150$$

$$a = \text{IntegralEntre}(p, r, 0.04, 3.08)$$

$$= 19845.453900880464$$

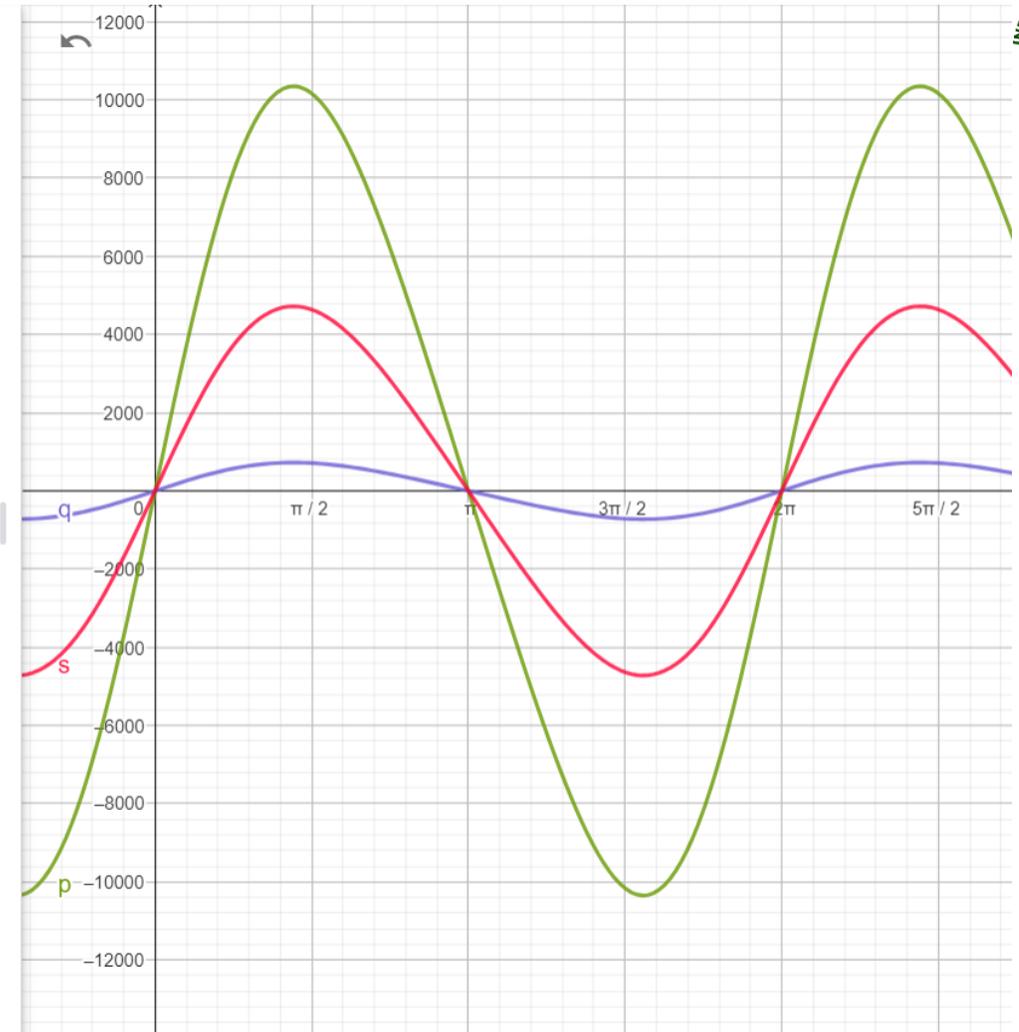
$$b = \text{IntegralEntre}(r, p, 3.08, 6.325)$$

$$= 20787.3058840746$$

POTENCIA CON DISCO DE INERCIA

$$s(x) = q(x) \cdot 6.518$$

$$= \left(103143 \cdot \frac{0.1 \operatorname{sen}(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \operatorname{sen}(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1\right)\right) \cdot 0.07 \cdot 6.518$$

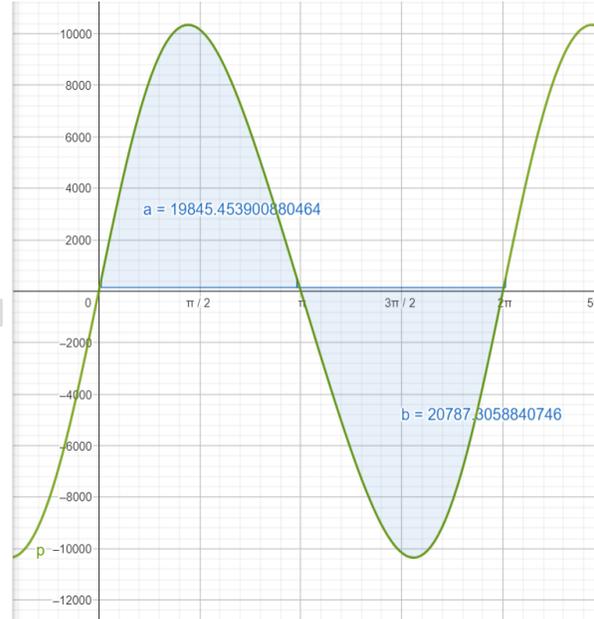


DIMENSIONAMIENTO DISCO DE INERCIA

CÁLCULO DE ENERGÍA

TORQUE SIN DISCO DE INERCIA

- $g(x) = 25 \cdot 0.1^2 \cdot 6.5188^2 \cdot \sin(x) \left(\frac{0.1}{2 \cdot 0.52} + \cos(x) + \frac{3 \cdot 0.1}{2 \cdot 0.52} \right)$
- $h(x) = 103143 \cdot \frac{0.1 \cdot \sin(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \sin(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1 \right)$
- $p(x) = h(x) - g(x) - f(x)$
- $= 103143 \cdot \frac{0.1 \cdot \sin(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \sin(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1 \right) - \left(25 \cdot 0.1^2 \cdot 6.5188^2 \cdot \sin(x) \left(\frac{0.1}{2 \cdot 0.52} + \cos(x) + \frac{3 \cdot 0.1}{2 \cdot 0.52} \right) \right)$
- $q(x) = p(x) \cdot 0.07$
- $= \left(103143 \cdot \frac{0.1 \cdot \sin(x)}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.1}{0.52} \sin(x)\right)^2}} \left(0.52 - \frac{0.1^2}{4 \cdot 0.52} + 0.1 \right) - \left(25 \cdot 0.1^2 \cdot 6.5188^2 \cdot \sin(x) \left(\frac{0.1}{2 \cdot 0.52} + \cos(x) + \frac{3 \cdot 0.1}{2 \cdot 0.52} \right) \right) \right) \cdot 0.07$
- $r(x) = 150$
- $a = \text{IntegralEntre}(p, r, 0.04, 3.08)$
- $= 19845.453900880464$
- $b = \text{IntegralEntre}(r, p, 3.08, 6.325)$
- $= 20787.3058840746$



CÁLCULO DE INERCIA

$$I = \frac{|E_2 - E_1|}{C_s * \omega^2}$$

$$I = 20.45 \text{ kg} * \text{m}^2$$

VALIDACIÓN

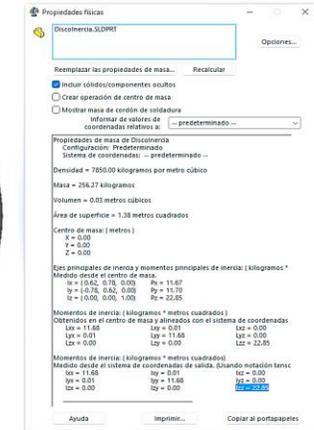
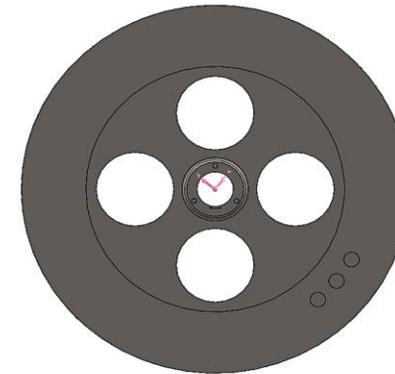
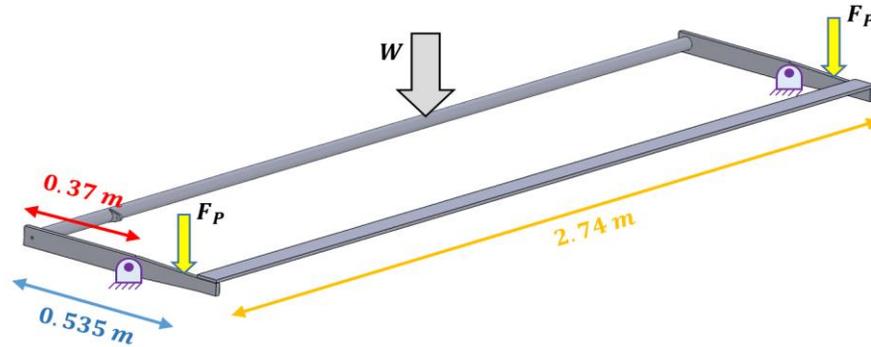
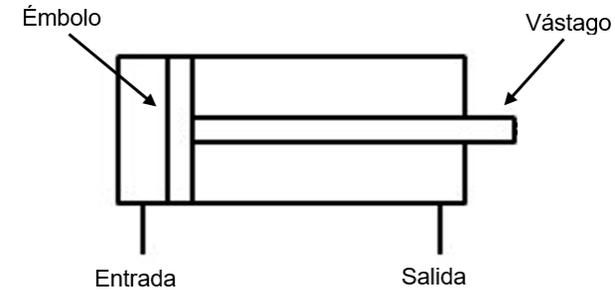


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL PEDAL

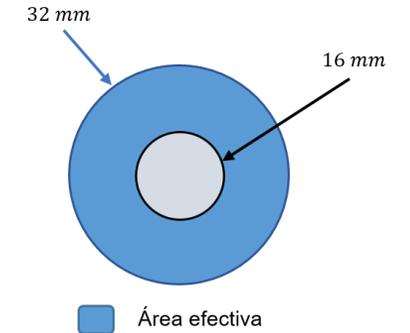


Resumen Cálculos	
Masa del eje del pedal	$m = 25 \text{ Kg}$
Peso del eje del pedal	$W = 245 \text{ N}$
Reacción punto de giro	$R_p = 397.1969 \text{ N}$
Fuerza necesaria para accionar el pedal	$F_p = 274.6969 \text{ N}$

CILINDRO DOBLE EFECTO



ÁREA EFECTIVA VÁSTAGO



Resumen Cálculos	
Presión	90 psi
Diámetro émbolo	$d = 32 \text{ mm}$
Diámetro vástago	$d_2 = 10 \text{ mm}$

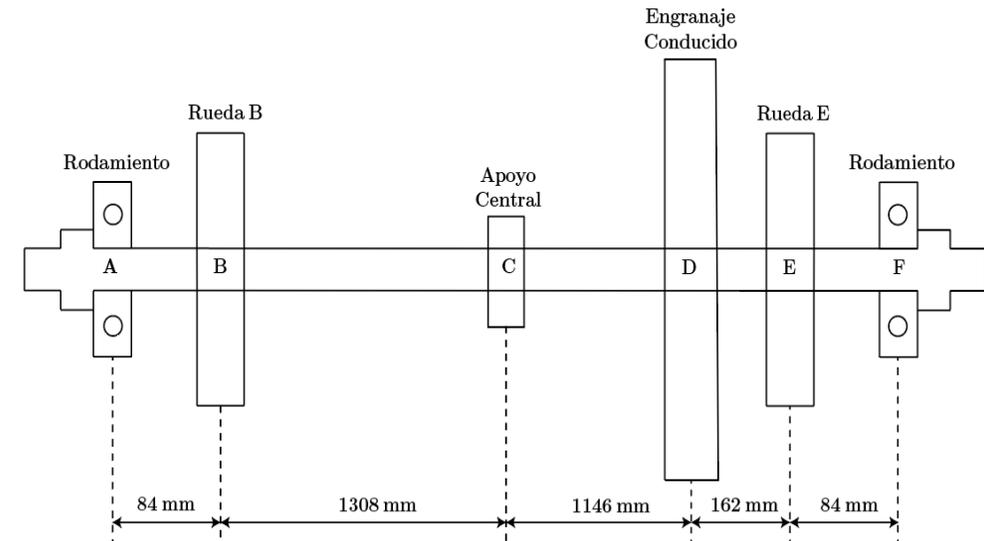
CILINDRO SELECCIONADO: ISO 6431 DNC 32X50-S

DISEÑO EJE PRINCIPAL

DISPOSICIÓN DEL EJE PRINCIPAL



UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS



DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR

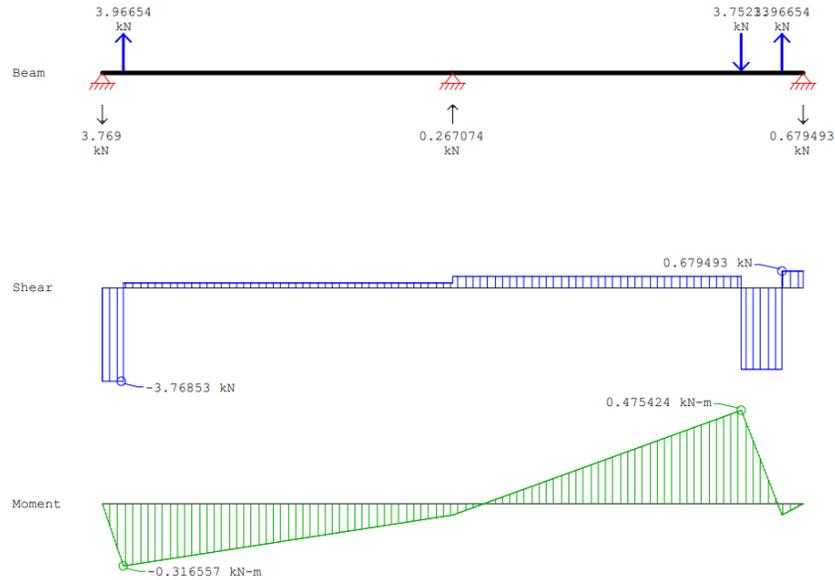
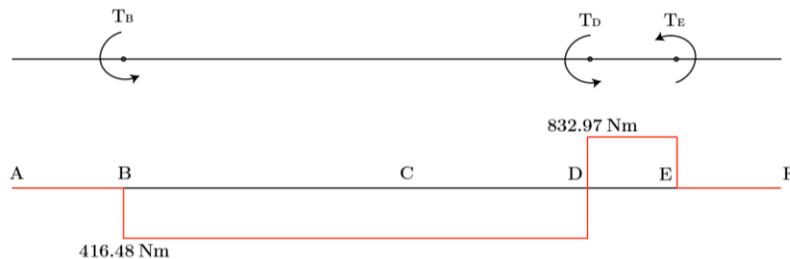


DIAGRAMA DE TORQUE



Resumen Cálculos

Potencia engrane conducido

$$P_D = 5.43 \text{ kW}$$

Torque engrane conducido

$$T_D = 832.974 \text{ Nm}$$

Fuerza engrane conducido

$$M = 6$$

Velocidad engrane conducido

$$W_2 = 62.25 \text{ RPMs}$$

Fuerza

$$F_D = 3752.13 \text{ N}$$

Momento Resultante

$$M_R = 959.09 \text{ Nm}$$

Torque engrane conducido

$$T = 832.974 \text{ Nm}$$

Material

SAE 1045

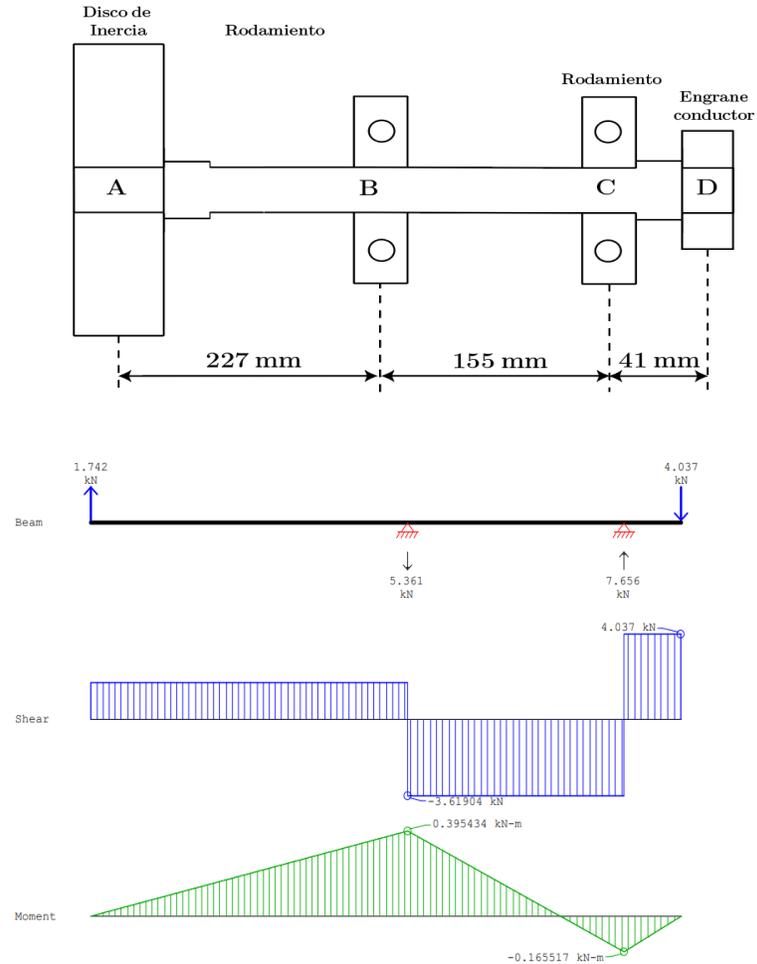
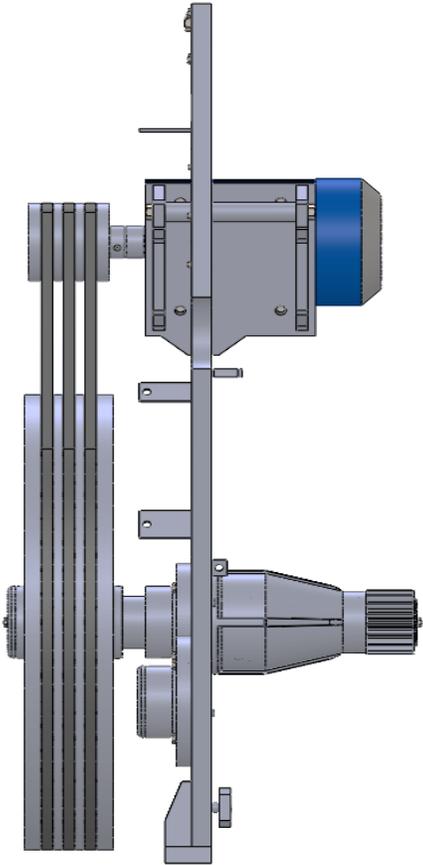
Diámetro Mínimo

$$d > 50.69 \text{ mm}$$

DISEÑO EJE DISCO DE INERCIA

DISPOSICIÓN

DIAGRAMA FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR



Resumen Cálculos

Fuerza

$$F_D = 4037.03 \text{ N}$$

Momento Resultante

$$M_R = 451.54 \text{ Nm}$$

Esfuerzo cortante de diseño

$$\tau_d = 56.25 \text{ MPa}$$

Material

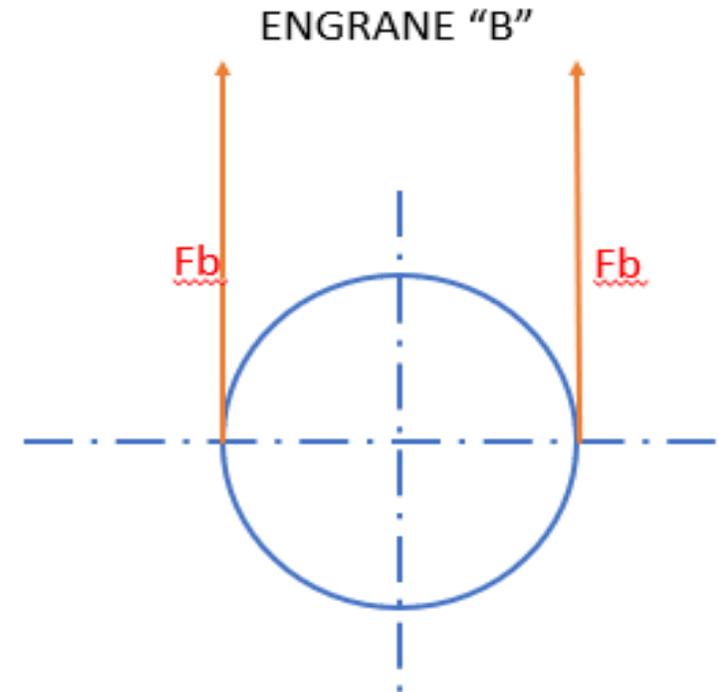
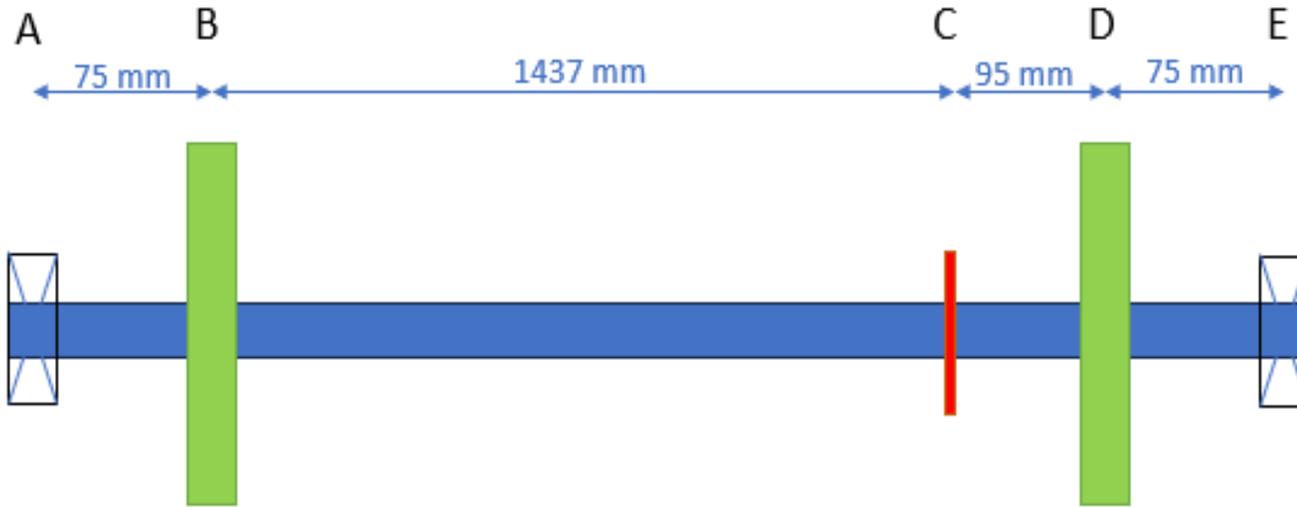
SAE 1045

Diámetro Mínimo

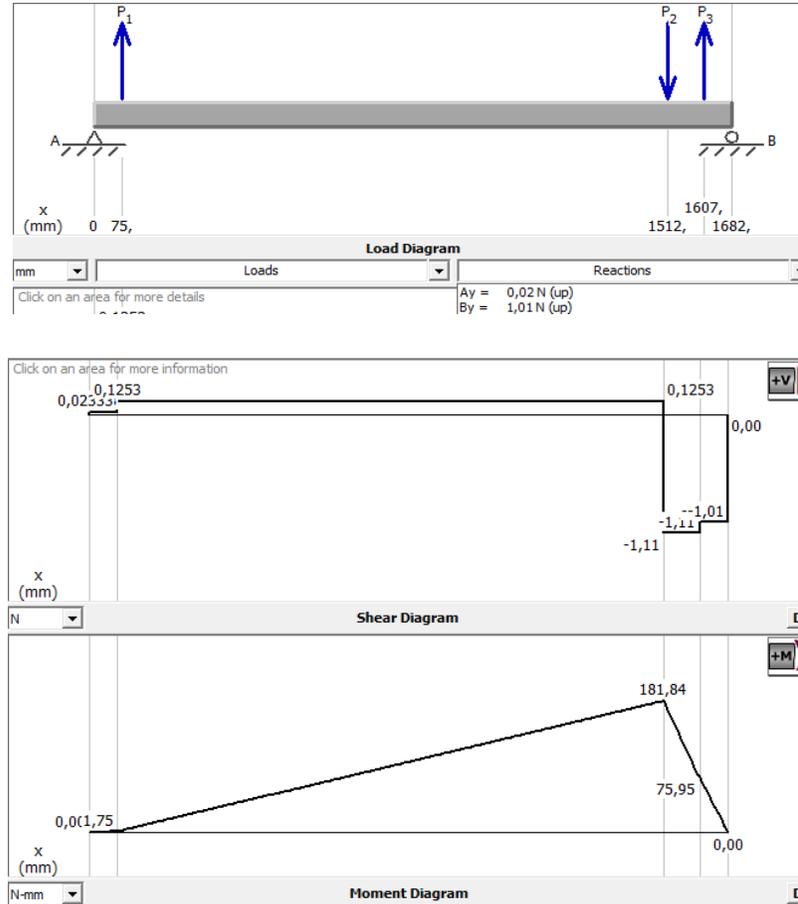
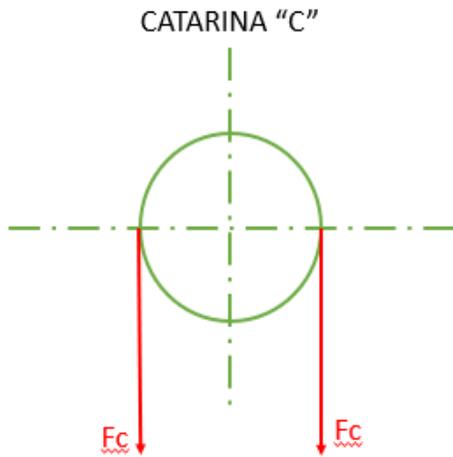
$$d > 34.45 \text{ mm}$$

DISEÑO DEL CALIBRE POSTERIOR

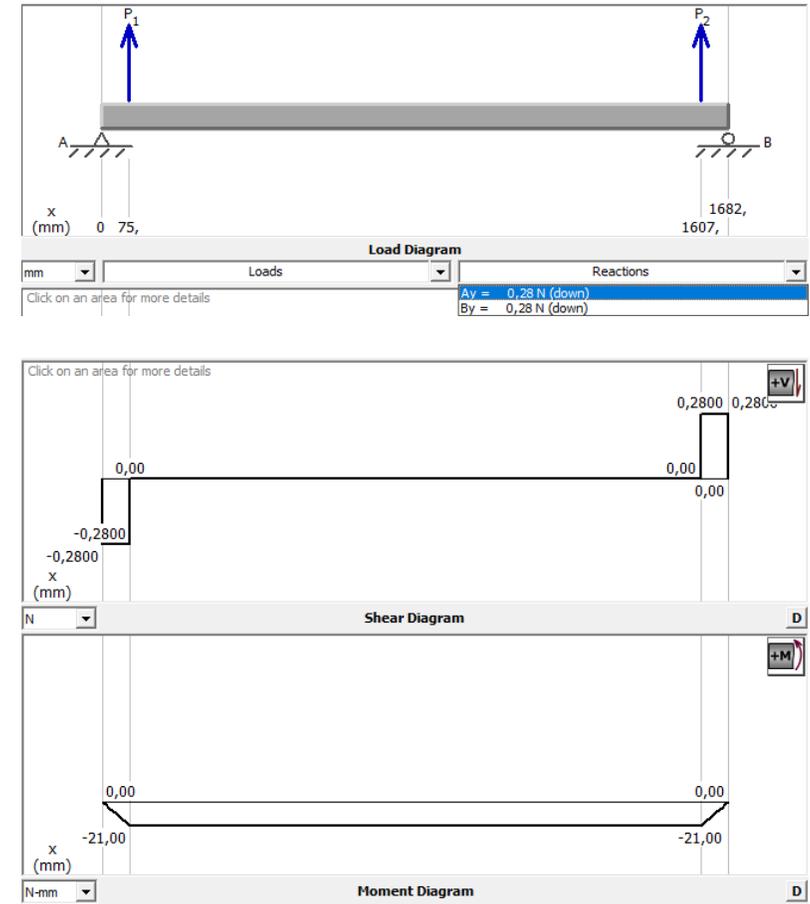
EJE CALIBRE POSTERIOR



FUERZAS Y MOMENTOS PLANO XY



FUERZAS Y MOMENTOS PLANO XZ

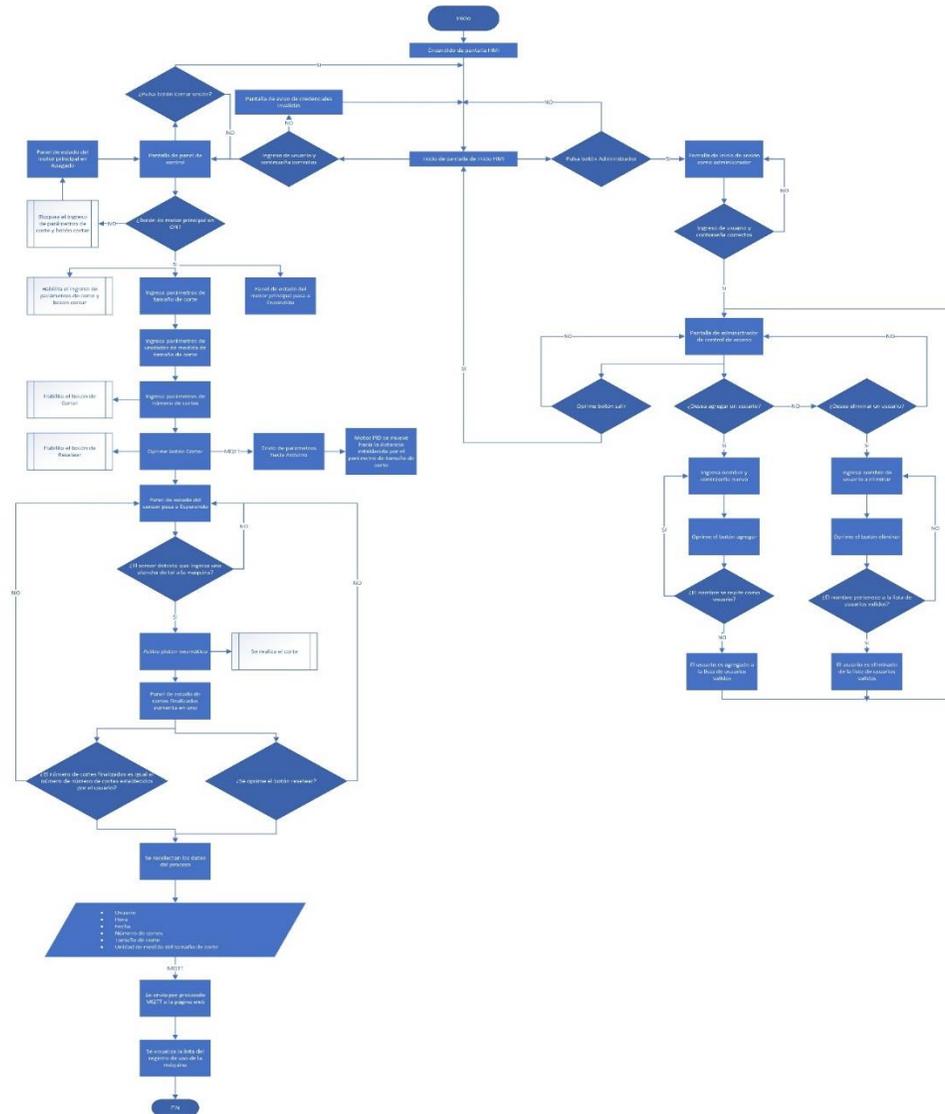


DISEÑO DEL CALIBRE POSTERIOR

CALCULADORA DE ENGRANES RECTOS EN EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P																																																																																																																				
11		2000-4000 fpm	10-12								(m_t) es el módulo transversal métrico																																																																																																																									
12		Over 4000 fpm	12-14								Factor geométrico J para flexión AGMA, con $\alpha=20^\circ$																																																																																																																									
14	B=	$B = \frac{(12 - Qv)^{2.3}}{4}$	para $6 \leq Qv \leq 11$	0,3968503							<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">No de dientes de la rueda Z_r</th> <th colspan="10">Nº de dientes del piñón Z_p</th> </tr> <tr> <th colspan="2">21</th> <th colspan="2">26</th> <th colspan="2">35</th> <th colspan="2">55</th> <th colspan="2">135</th> </tr> <tr> <th>J_p</th> <th>J_r</th> <th>J_p</th> <th>J_r</th> <th>J_p</th> <th>J_r</th> <th>J_p</th> <th>J_r</th> <th>J_p</th> <th>J_r</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21</td> <td>0.33</td> <td>0.33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>0.33</td> <td>0.35</td> <td>0.35</td> <td>0.35</td> <td></td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>0.34</td> <td>0.37</td> <td>0.36</td> <td>0.38</td> <td>0.39</td> <td>0.39</td> <td></td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>0.34</td> <td>0.40</td> <td>0.37</td> <td>0.41</td> <td>0.40</td> <td>0.42</td> <td>0.43</td> <td>0.43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>135</td> <td>0.35</td> <td>0.43</td> <td>0.38</td> <td>0.44</td> <td>0.41</td> <td>0.45</td> <td>0.45</td> <td>0.47</td> <td>0.49</td> <td>0.49</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						No de dientes de la rueda Z _r	Nº de dientes del piñón Z _p										21		26		35		55		135		J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r	21	0.33	0.33															26	0.33	0.35	0.35	0.35													35	0.34	0.37	0.36	0.38	0.39	0.39											55	0.34	0.40	0.37	0.41	0.40	0.42	0.43	0.43									135	0.35	0.43	0.38	0.44	0.41	0.45	0.45	0.47	0.49	0.49						
No de dientes de la rueda Z _r	Nº de dientes del piñón Z _p																																																																																																																																			
	21		26		35		55		135																																																																																																																											
	J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r	J _p	J _r																																																																																																																										
21	0.33	0.33																																																																																																																																		
26	0.33	0.35	0.35	0.35																																																																																																																																
35	0.34	0.37	0.36	0.38	0.39	0.39																																																																																																																														
55	0.34	0.40	0.37	0.41	0.40	0.42	0.43	0.43																																																																																																																												
135	0.35	0.43	0.38	0.44	0.41	0.45	0.45	0.47	0.49	0.49																																																																																																																										
15	A=	$A = 50 + 56(1 - B)$		83,776385							<table border="1"> <thead> <tr> <th>F en pulg (mm)</th> <th>Factor Km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><2 (50)</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>Hasta 6 (150)</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>Hasta 9 (230)</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>>20 (500)</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table>						F en pulg (mm)	Factor Km	<2 (50)	1.6	Hasta 6 (150)	1.7	Hasta 9 (230)	1.8	>20 (500)	2.0																																																																																																										
F en pulg (mm)	Factor Km																																																																																																																																			
<2 (50)	1.6																																																																																																																																			
Hasta 6 (150)	1.7																																																																																																																																			
Hasta 9 (230)	1.8																																																																																																																																			
>20 (500)	2.0																																																																																																																																			
16	Cv=Kv=	$K_v = C_v = \left[\frac{A}{A + V^{1/2}} \right]^B$		0,8085805							<p>Valores del factor de distribución de carga K_m en función de la achura de la cara</p> <p>$1.25 \leq K_s \leq 1.5$</p> <p>m_b: relación detrás del pie del diente t_R: espesor del "rim" desde el diametro de dendeo a diametro interior del "rim" h_i: altura total del diente (suma de adendo mas el dedendo)</p>																																																																																																																									
17		Sistema Internacional															<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Máquina impulsora</th> <th colspan="3">Máquina impulsada</th> </tr> <tr> <th>Uniforme</th> <th>Impacto moderado</th> <th>Impacto fuerte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Uniforme (motor eléctrico, turbina)</td> <td>1.00</td> <td>1.25</td> <td>1.75 o mayor</td> </tr> <tr> <td>Impacto suave (motor de varios cilindros)</td> <td>1.25</td> <td>1.50</td> <td>2.00 o mayor</td> </tr> <tr> <td>Impacto medio (motor de un solo cilindro)</td> <td>1.50</td> <td>1.75</td> <td>2.25 o mayor</td> </tr> </tbody> </table>						Máquina impulsora	Máquina impulsada			Uniforme	Impacto moderado	Impacto fuerte	Uniforme (motor eléctrico, turbina)	1.00	1.25	1.75 o mayor	Impacto suave (motor de varios cilindros)	1.25	1.50	2.00 o mayor	Impacto medio (motor de un solo cilindro)	1.50	1.75	2.25 o mayor																																																																																											
Máquina impulsora	Máquina impulsada																																																																																																																																			
	Uniforme	Impacto moderado	Impacto fuerte																																																																																																																																	
Uniforme (motor eléctrico, turbina)	1.00	1.25	1.75 o mayor																																																																																																																																	
Impacto suave (motor de varios cilindros)	1.25	1.50	2.00 o mayor																																																																																																																																	
Impacto medio (motor de un solo cilindro)	1.50	1.75	2.25 o mayor																																																																																																																																	
18											<p>Esfuerzos a flexión</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>N/mm²</th> <th>PSI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piñón Gf()</td> <td>37,36382645</td> <td>5419,1747</td> </tr> <tr> <td>Engrane Gf()</td> <td>28,81066136</td> <td>4178,6407</td> </tr> </tbody> </table>							N/mm ²	PSI	Piñón Gf()	37,36382645	5419,1747	Engrane Gf()	28,81066136	4178,6407																																																																																																											
	N/mm ²	PSI																																																																																																																																		
Piñón Gf()	37,36382645	5419,1747																																																																																																																																		
Engrane Gf()	28,81066136	4178,6407																																																																																																																																		
19																	<p>mb= $\frac{t_R}{h_i}$</p> <p>a. Kb=Cb= $K_b = -2m_b + 3.4$ para $0.5 \leq m_b \leq 1.2$</p> <p>b. Kb=Cb= $K_b = 1.0$ para $m_b > 1.2$</p>																																																																																																																			
20											<p>Carátula</p> <p>Datos</p> <p>Análisis a Flexión</p> <p>Análisis a Contacto</p> <p>Esfuerzos Admisibles</p>																																																																																																																									
21																							<p>Factor geométrico J</p>																																																																																																													
22	Km=Cm=			1,247																									<p>Tabla 8-17 Aplicación de factores K_a</p>																																																																																																							
23	Ks=Cs=			1,192																															<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																	
24	Ka=Ca=			1													<p>ESPE - LATACUNGA</p>																																																																																																																			
25											<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																									
26																							<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																													
27																													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																							
28	mb=			16,161616																															<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																	
29	a. Kb=Cb=			-28,92323													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																			
30	b. Kb=Cb=			1							<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																									
31																							<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																													
32																													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																							
33																																			<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																	
34	t _R (mm)=			200													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																			
35											<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																									
36	Kb=Cb(sel)=			1																			<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																													
37																													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																							
38																																			<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																	
39																	<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																			
40											<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																																									
41																							<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																													
42																													<p>ESPE</p> <p>UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> <p>INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA</p>																																																																																																							

DIAGRAMA DE FLUJO CORTADORA AUTOMATIZADA



CONSTRUCCIÓN DE LA CIZALLA MODO MANUAL

PROFORMA PARA MANUFACTURA DE COMPONENTES



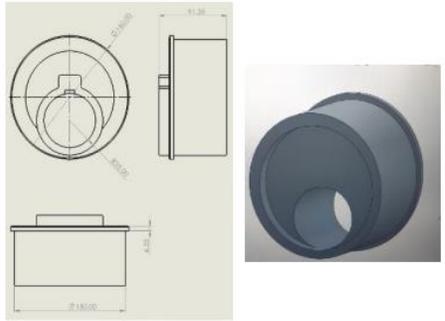
Dirección: Gualaquiza Oe4-12B y Av. de la Prensa Telf. : 2293081 - 0996519119

DIA - MES - AÑO
12 - diciembre - 2022
PROFORMA # 2653

CLIENTE: ERIKA CENTENO

TELEFONO :

ATENCION :

CANT	DESCRIPCION	V. UNIT	V.TOTAL
1	Construcción de pieza en acero negro según especificaciones de plano 	250.00	250.00
Condiciones comerciales: - 50 % del valor total al inicio, 50 % del valor total contra entrega - Valor total puede variar si existe pedido por parte del cliente de cambios significativos en cuanto a medidas de la pieza cotizada.		SUBTOTAL	250.00
		IVA 12%	30.00
		TOTAL	280.00

ENTREGA DE COMPONENTES EN EL TALLER



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONSTRUCCIÓN DE LA CIZALLA MODO MANUAL

INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN



CAMBIO DE DISCO DE INERCIA



SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

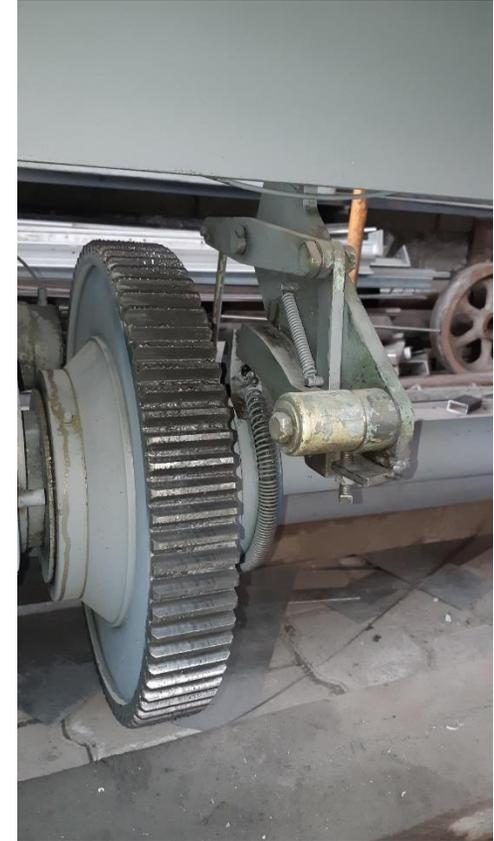
ENGRANAJE



RUEDA EXCÉNTRICA



PEDAL

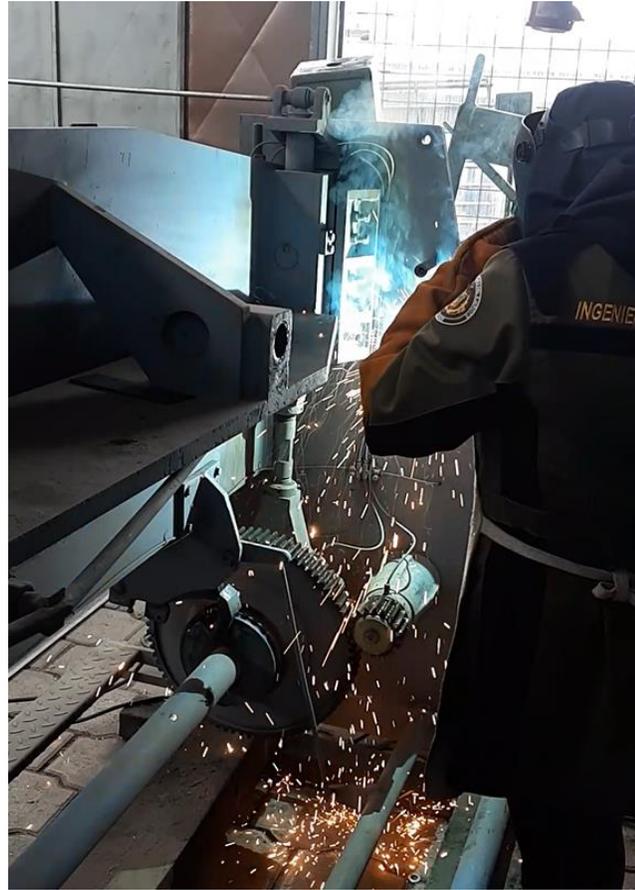


CONSTRUCCIÓN DE LA CIZALLA MODO MANUAL

ENTREGA DEL
MOTOR DE 7.5 HP



SOLDADURA DE
MANTENIMIENTO



MONTAJE MOTOR
Y BANDAS



DISEÑO SOPORTE CUCHILLA INFERIOR



CONEXIÓN ELÉCTRICA MOTOR 7.5 HP



ADECUACIONES PREVIO A INSTALAR EL CALIBRE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MONTAJE DE LOS RESGUARDOS PARA LA CIZALLA

SOPORTE RESGUARDO FRONTAL



RESGUARDO PARA EL MOTOR



MONTAJE DEL CALIBRE

CALIBRE



MECANISMO ENGRANE
CREMALLERA



PRUEBAS DE
FUNCIONAMIENTO CALIBRE



OPCIONES DE PANTALLA

N°	Dispositivo	Resolución		Memoria RAM		Memoria de almacenamiento		Precio	
		Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección
1	NX4832T035	480 x 320 píxeles	-	1 Kbyte	-	16 MB	+	65 USD	+
2	NX8048T070	480 x 800 píxeles	+	2 Kbyte	+	16 MB	+	113.90 USD	-
3	NX3224K024	3200 x 240	-	3584bytes	0	16 MB	+	55 USD	+

OPCIONES DE TARJETA DE PROCESAMIENTO

N°	Dispositivo	Salida de video		Memoria RAM		Velocidad del procesador		Precio	
		Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección
1	Raspberry Pi 3	HDMI/RCA/SPIDF	+	512 MB	-	700 MHz	+	68.99 USD	-
2	ASUS Tinker Board	HDMI	-	4 GB	+	800 MHz	+	159 USD	-
3	ESP8266	WiFi	+	64 KB (instrucciones) 96 KB (datos)	+	160MHz	+	20 USD	+

OPCIONES DE TARJETA DE MÓDULO RELÉ

N°	Dispositivo	Voltaje de operación		Corriente máxima		Tipo de acción		Precio	
		Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección	Valor	Criterio de selección
1	Módulo Relay 8 canales	5VDC	0	10 A (NO), 5A (NC)	+	10ms/5ms	+	11 USD	+
2	Relé sólido 8 canales	5VDC	0	2A	+	10ms/5ms	+	25 USD	-
3	MÓDULO RELAY 1CH	5VDC	0	10 A (NO), 5A (NC)	0	10 ms	-	15 USD	0

EJEMPLO MATRIZ DE SELECCIÓN

Criterio de selección	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Suma +	3	2	0
Suma 0	1	1	3
Suma -	0	1	1
Evaluación neta	3	1	-1
¿Continuar?	Si	No	No

PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN

MONTAJE
MOTOR CALIBRE



MONTAJE CILINDROS
NEUMÁTICOS



CABLEADO MOTOR
CALIBRE



PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN

MONTAJE
CAJA ELÉCTRICA



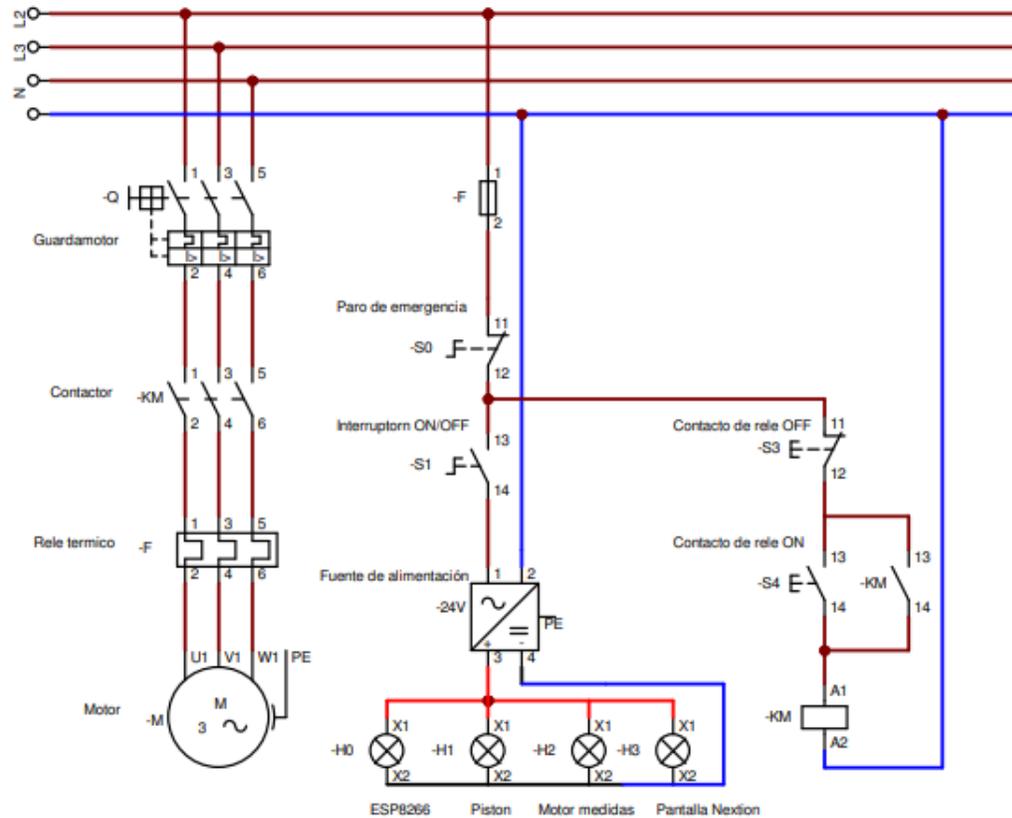
MONTAJE
HMI Y MICROCONTROLADOR



CIZALLA
AUTOMATIZADA



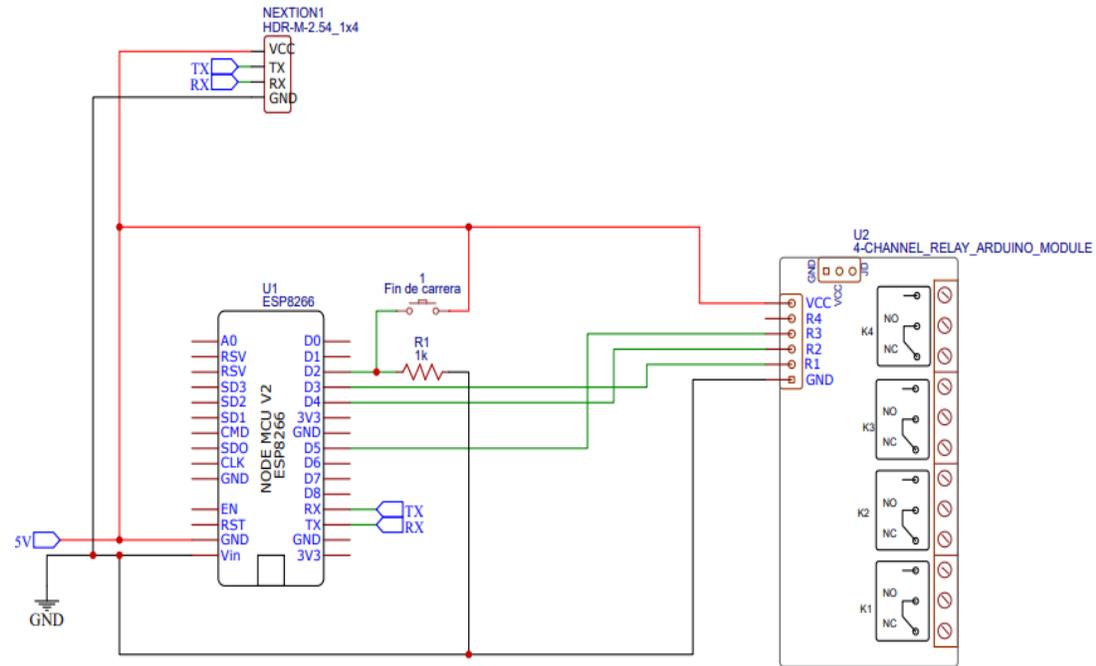
ESQUEMA ELÉCTRICO



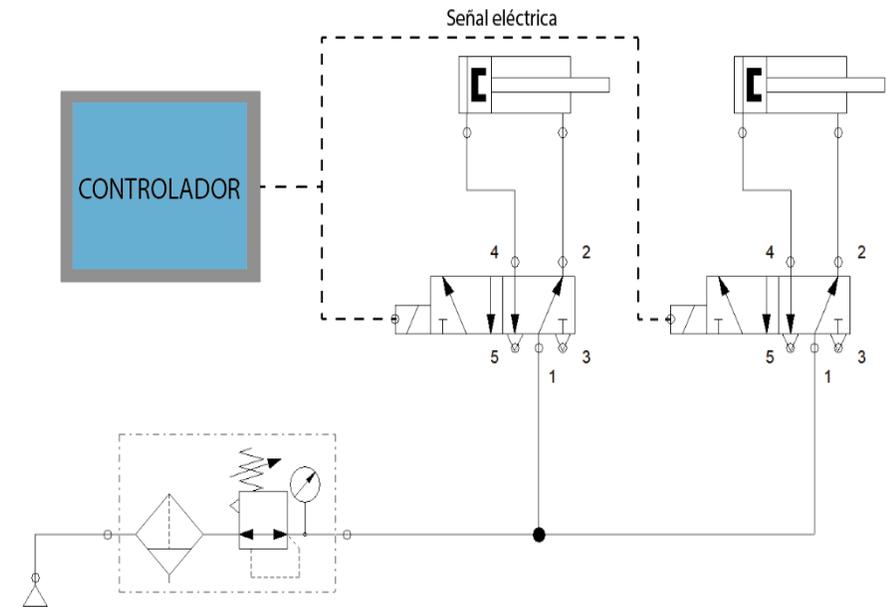
CAJA ELÉCTRICA



CIRCUITO MICROCONTROLADOR



CIRCUITO NEUMÁTICO



PANTALLA DE INICIO



Administrador

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

LOGIN

Usuario

Contraseña

ENTER

Recuerdame

PANTALLA EMERGENTE



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

CREDENCIALES INVÁLIDAS

El usuario y/o contraseña son incorrectas o no existen.

PANEL DE CONTROL



MONITOREO DE MAQUINA DE CORTE

Usuario:

MOTOR PRINCIPAL



CERRAR SESIÓN

PARAMETROS DE CORTE

Tamaño de corte:

Unidades:

Número de cortes:

CORTAR

PANEL DE ESTADOS

Motor principal:



ENCENDIDO



APAGADO

Estado del sensor:



OK



ESPERANDO

Cortes finalizados:

RESETEAR



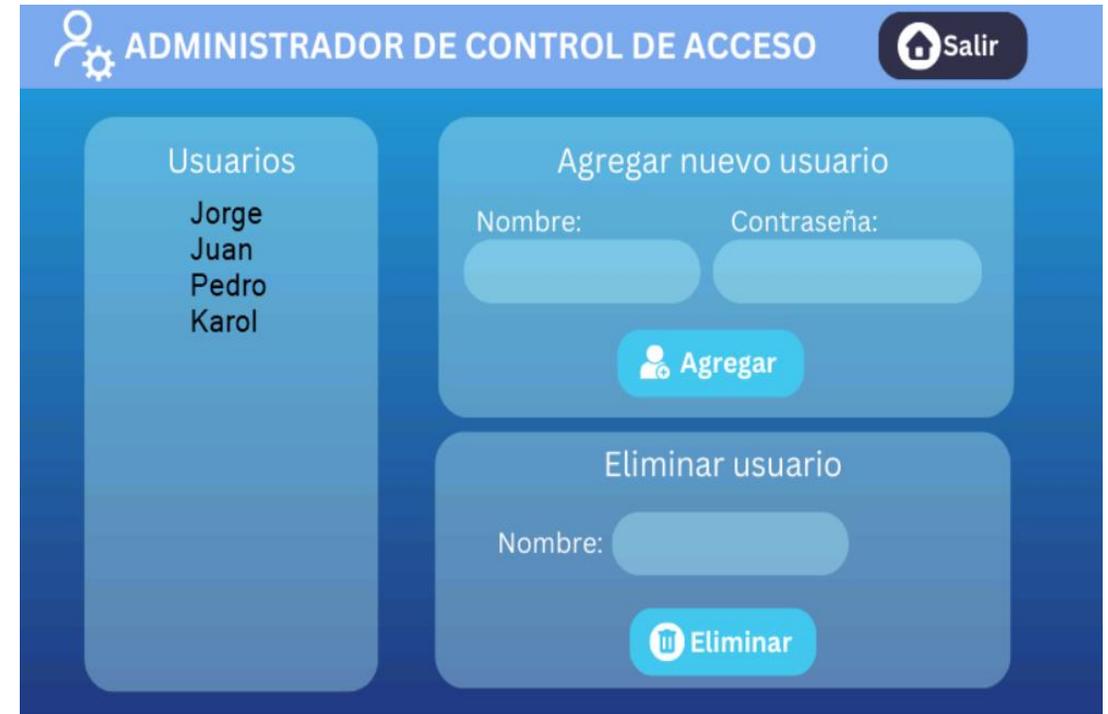
PARÁMETROS DE CORTE



The interface consists of four panels:

- MOTOR PRINCIPAL OFF:** A red circle with 'OFF' text. To its right, 'Motor principal:' with a green circle labeled 'ENCENDIDO' and a grey circle labeled 'APAGADO'.
- MOTOR PRINCIPAL ON:** A black circle with 'ON' text and a green dot. To its right, 'Motor principal:' with a grey circle labeled 'ENCENDIDO' and a red circle labeled 'APAGADO'.
- PANEL DE ESTADOS:** 'Motor principal:' with green (ENCENDIDO) and grey (APAGADO) circles. 'Estado del sensor:' with grey (OK) and orange (ESPERANDO) circles. 'Cortes finalizados:' with a value of '0' and a 'RESETEAR' button with a refresh icon.
- PARAMETROS DE CORTE:** 'Tamaño de corte:' with a value of '10' and 'cm' unit. 'Unidades:' with a dropdown menu showing 'centímetros'. 'Número de cortes:' with a value of '5' and a 'CORTAR' button with a play icon.

ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS



The interface is titled 'ADMINISTRADOR DE CONTROL DE ACCESO' and includes a 'Salir' button. It features two main sections:

- Usuarios:** A list of users: Jorge, Juan, Pedro, Karol.
- Agregar nuevo usuario:** Fields for 'Nombre:' and 'Contraseña:', followed by an 'Agregar' button.
- Eliminar usuario:** A 'Nombre:' field followed by an 'Eliminar' button.

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS



CÓDIGO DE COLOR LONGITUD DE LA PLANCHA

- Longitud entre 30 y 50 cm
- Longitud entre 50 y 80 cm
- Longitud entre 80 y 120 cm

RESULTADOS CORTES MODO MANUAL Y AUTOMÁTICO

Tamaño de corte (cm)	Corte manual			Corte automático		
	Espesor 0,9 mm	Espesor 2 mm	Espesor 3 mm	Espesor 0,9 mm	Espesor 2 mm	Espesor 3 mm
8	8,1	7,7	7,8	8,0	7,9	7,8
16	15,9	15,7	15,4	15,9	16,0	15,8
32	32,2	31,7	32,5	32,0	31,8	31,7
40	39,4	40,5	38,9	40,0	40,0	40,1
50	50,3	48,8	48,7	50,0	50,1	49,7

ERRORES CORTES EN MODO MANUAL Y AUTOMÁTICO

Ancho de corte (cm)	Error Absoluto		Error Porcentual	
	E1 (cm)	E2 (cm)	E1 (%)	E2 (%)
8	0.155	0.066	1.977	0.843
16	0.177	0.066	1.134	0.419
32	0.288	0.111	0.899	0.349
40	0.600	0.044	1.515	0.111
50	0.688	0.155	1.398	0.311

OPTIMIZACIÓN

% de optimización de tiempo		
	Hi	Ho
	75,05 %	6.57 %
Hi>Ho	Si	No

PRECISIÓN Y EXACTITUD

Error absoluto promedio		
	Hi	Ho
	0.36 cm	0.08 cm
Hi<Ho	Si	No
Error porcentual promedio		
	Hi	Ho
	1.45 %	0.45 %
Hi<Ho	Si	No

SEGURIDAD

% personal capacitado con acceso a la máquina		
	Hi	Ho
	100%	0%
Hi>Ho	Si	No



COSTOS ASUMIDOS POR LAS ESTUDIANTES

COSTOS ASUMIDOS POR LA EMPRESA

Proporcionado por la empresa INDUCTESA				
Insumo	Detalle	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Cuchilla	AISI D3 marca Bohler modelo k100 2.40 m	1	500	500
Motor	Marca Siemens de 7.5 Hp y de 1740 rpm	1	180	180
Rueda Excéntrica	Hierro Negro	2	280	560
Cierre de Forma	Hierro Negro	2	250	500
Eje Principal	SAE 1045	1	724	724
Bancada	Hierro Negro	1	450	450
Total				2914

Proporcionado por las estudiantes				
Insumo	Detalle	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
Eje de transmisión	24,85 mm de diámetro	1	28	28
Planchas	Acero negro	2	50	100
Disco de inercia	Hierro negro de 71 cm de diámetro	1	60	60
Polea motriz	100 mm de diámetro	1	26	26
Correas	Sección tipo A de 2680 mm	3	10	30
Engranajes rectos	99,75 mm de diámetro en acero	2	35	70
Pantalla Táctil	NX8048T070 de 800x480	1	100	100
Microcontrolador	ESP8266 WIFI de 64 Kb	2	20	40
Módulo Relé	Relay de 8 canales 5 V-10 A	1	11	11
Relé térmico	LS 2232	1	35	35
Motor DC	24 VDC 100 W 3450 RPMs	1	60	60
Fuente de regulación	Controla el voltaje	1	20	20
Electroválvula	5 vías 2 posiciones	2	34	68
Cilindro doble efecto	Cilindro DNC 50X100-S	1	95	95
Total				743

- SE DISEÑÓ Y SE CONSTRUYÓ UNA CORTADORA AUTOMÁTICA PARA LÁMINAS DE TOL GALVANIZADO, ACERO INOXIDABLE Y HIERRO NEGRO CON ESPESOR DE HASTA 3 MM CON LO QUE SE MEJORÓ LA PRODUCTIVIDAD Y LA SEGURIDAD DEL MANEJO DEL MATERIAL EN LA EMPRESA INDUCTESA
- SE DISEÑÓ UNA MÁQUINA CAPAZ DE SOPORTAR LAS CARGAS QUE SE PRODUCEN DEBIDO A LAS FUERZAS DE CORTE
- LA AUTOMATIZACIÓN PERMITE OBTENER CORTES CON BUENA PRECISIÓN Y REDUCE EN UN 75% EL TIEMPO NECESARIO PARA CUADRAR Y MEDIR LA PLANCHA PREVIO AL CORTE
- EL PANEL DE CONTROL DESARROLLADO GARANTIZA LA SEGURIDAD DURANTE LA OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

CONSTRUCCIÓN DE UNA CIZALLA AUTOMÁTICA

GRACIAS
POR
SU
ATENCIÓN

