



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE AUTOMATIZADO PARA LA REPARACIÓN DE MOTORES PARA LA EMPRESA TRACTO DIESEL”

AUTOR: NELSON DAVID BURBANO POZO

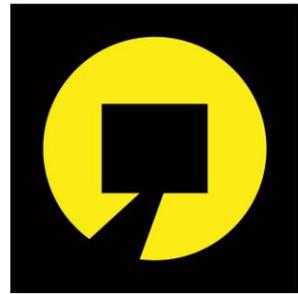
DIRECTOR: ING. FÉLIX MANJARRÉS

CODIRECTOR: ING. HÉCTOR TERÁN



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



TRACTO DIESEL



IMPORTADORA DE
REPUESTOS Y
SERVICIO TÉCNICO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FIABLE

SOPORTE
UNIVERSAL
AUTOMATIZADO

EFICIENTE

SEGURO

ECONÓMICO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESTUDIO DE CAPACIDAD Y DIMENSIONAMIENTO

MARCA	MODELO	FRECUENCIA DE REPARACIÓN
Cummins	NT 350	Mensual
Cummins	6BT	Bimestral
Cummins	4BT	Bimestral
International	DT360	Mensual
Detroit	Serie 60	Bimestral
Caterpillar	3106	Trimestral



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PESOS Y MEDIDAS DE MOTORES

	NTC 350	4BT	6BT	DT360	SERIE60	CAT3108
Peso (kg)	932	485	680	830	912	750
Ancho (mm)	960	654	654	870	953	812
Largo (mm)	1410	760	1110	1326	1406	1392
Altura (mm)	1310	850	850	1170	1259	863



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FICHA TÉCNICA

Empresa Cliente: TRACTO DIESEL S.A.		Producto: Soporte universal automatizado para reparar motores diésel		Fecha inicio: 2014-01-15
				Página 1
Especificaciones				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
Función	2014-15-01	c	R	Soportar un motor para reparación
		c	R	Incorporar un sistema de giro de 360° para poder acceder a las partes del motor



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Dimensiones	2014-15-01	C+I	R	Altura máxima del motor a reparar: 1400 mm
		C+I	R	Ancho máximo del motor a reparar: 1000 mm
		C+I	R	Largo máximo del motor a reparar: 1500 mm
Capacidad	2014-15-01	I	R	10000 N (1 Ton)
Energía	2014-15-01	C+I	D	220 V Trifásica
Control	2014-15-01	I	R	Selector tres posiciones



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Factor de seguridad	2014-15-01	I	R	Igual o mayor a 1.25
Rango de giro	2014-15-01	C	D	Máximo 5 rpm
Mecanismos de seguridad	2014-15-01	I	R	Autobloqueo
		C+I	D	Pin de avance
Movilidad	2014-15-01	C+I	D	Garruchas



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS FUNCIONAL



OPERACIÓN PRINCIPAL:

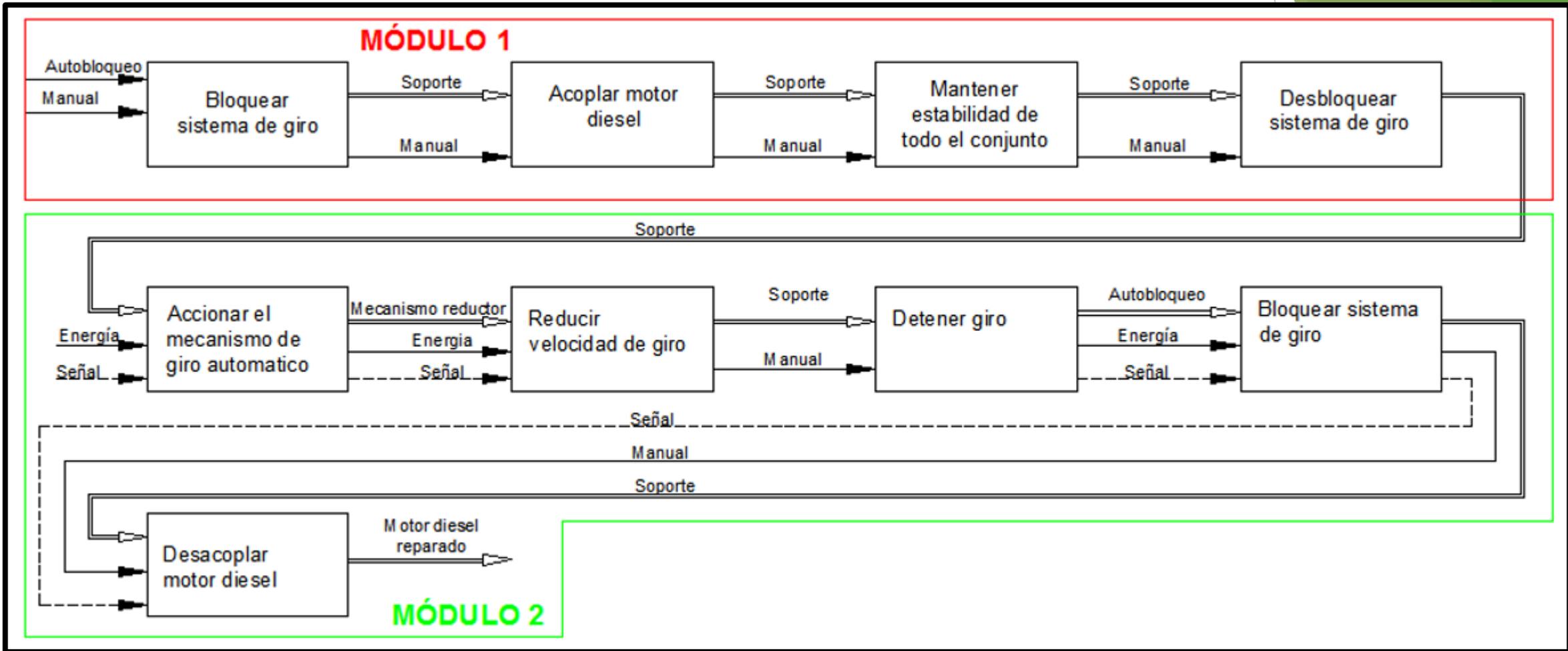
SOPORTAR UN MOTOR DIESEL
SIN SUFRIR DAÑOS
ESTRUCTURALES Y GIRAR
AUTOMÁTICAMENTE



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS MODULAR



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ALTERNATIVAS AL MODULO 1

BLOQUEAR SISTEMA DE GIRO



ACOPLAR MOTOR DIESEL



MANTENER ESTABILIDAD



DESBLOQUEAR SISTEMA DE GIRO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PONDERACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Factores de selección	FP	Anclaje simple	Anclaje doble	Bancada horizontal
Menor Esfuerzo	0.40		x	X
Bajo costo	0.25	x		
Peso mínimo	0.20	x		
Espacio	0.15	x		
	Σ	0.60	0.40	0.40

Factores de selección	FP	Orientación transversal	Orientación longitudinal
Menor Esfuerzo	0.40	x	x
Bajo costo	0.25	x	
Peso mínimo	0.20	x	
Espacio	0.15	x	x
	Σ	1	0.55



ESPE

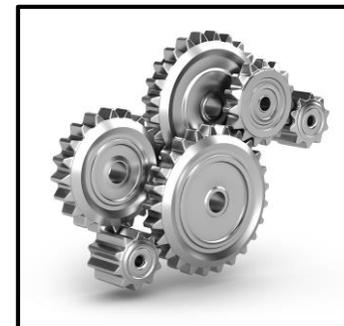
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ALTERNATIVAS AL MODULO 2

ACCIONAR EL MECANISMO DE GIRO AUTOMATICO



REDUCIR VELOCIDAD DE GIRO



DETENER GIRO



PONDERACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Factores de selección	FP	Motor eléctrico	Bomba hidráulica	Motor de combustión
Torque optimo	0.40	x	x	X
Espacio reducido	0.25	x		
Bajo costo	0.20	x		
Fácil mantenimiento	0.15	x	x	x
	Σ	1	0,55	0,55

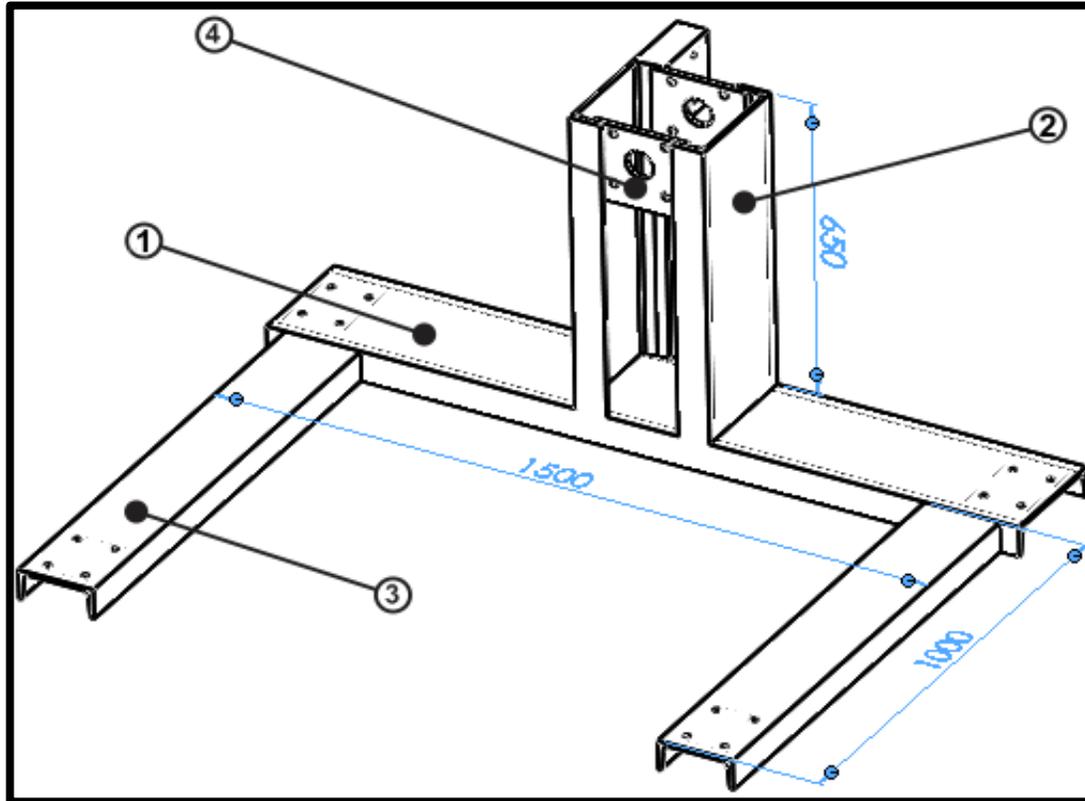
Factores de selección	FP	Corona sinfín	Engranajes rectos	Piñón cadena
Reducción de velocidad	0.40	x	x	X
Peso mínimo	0.25	x		X
Bajo costo	0.20	x		X
Larga vida útil	0.15	x	x	
	Σ	1	0,55	0,85



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FORMA



FACTOR DE SEGURIDAD

Materiales dúctiles:

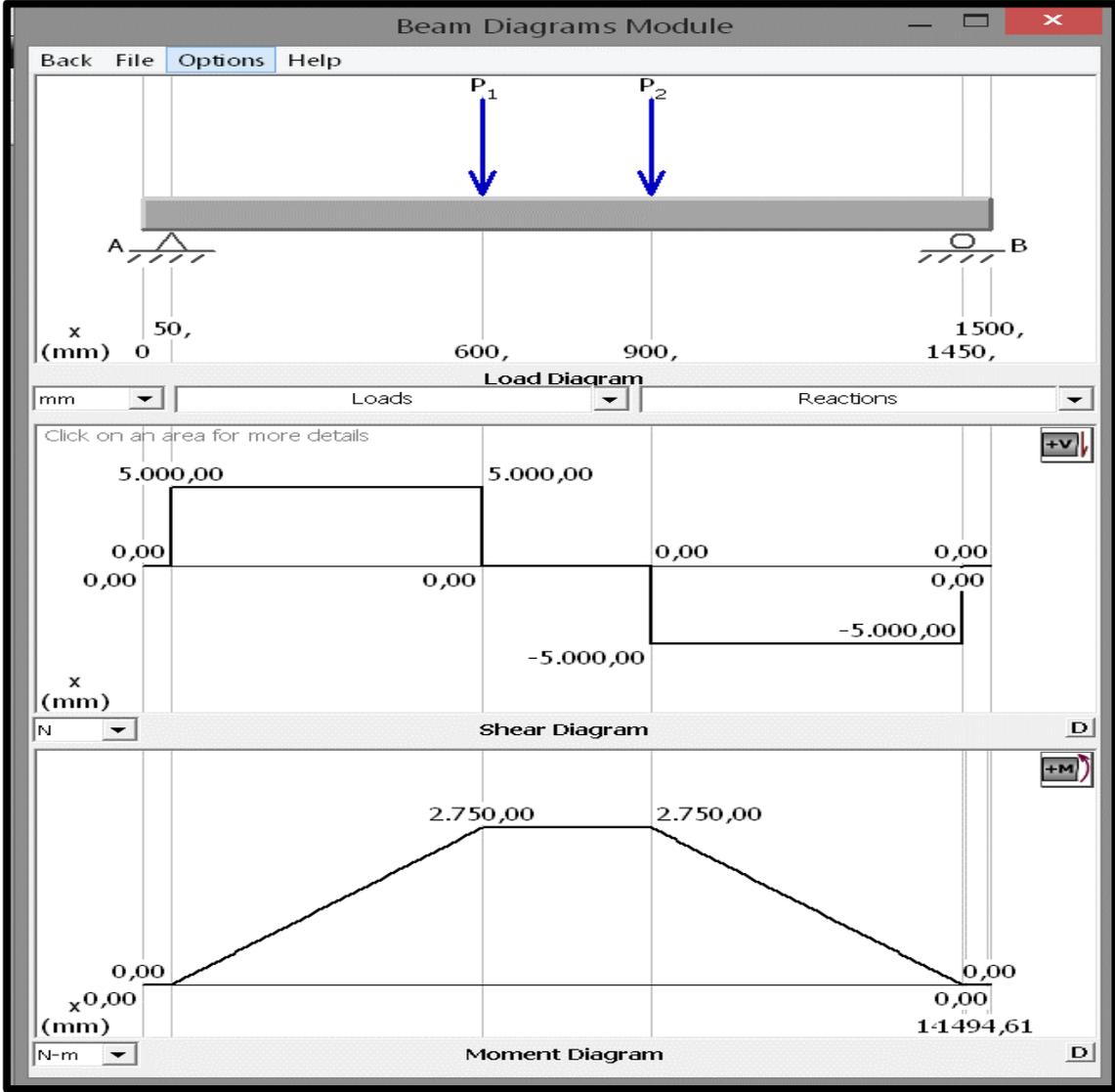
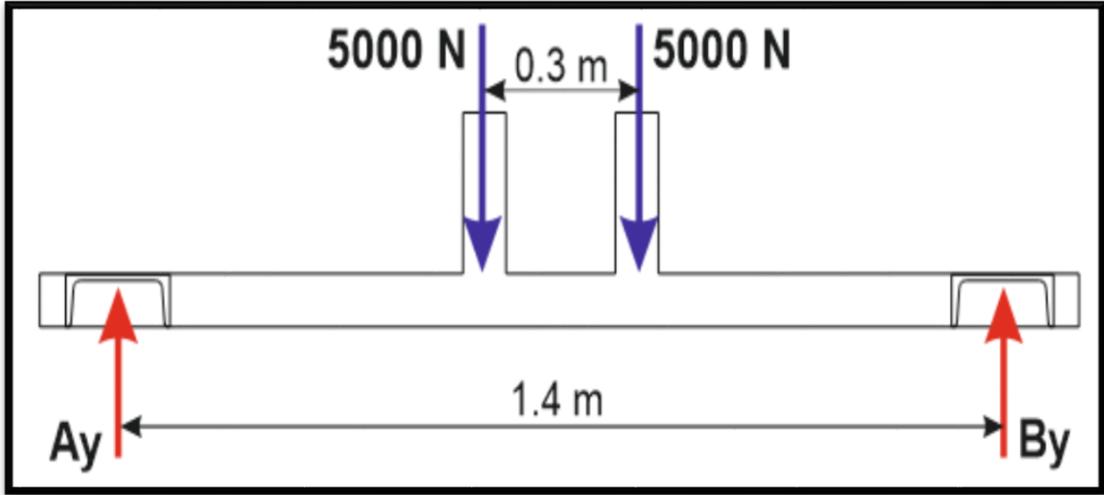
- 1) $N = 1.25$ a 2.0 . El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para los que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
- 2) $N = 2.0$ a 2.5 . Diseño de elementos de maquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos del diseño. Es la que se suele emplear en la solución de los problemas de este libro.
- 3) $N = 2.5$ a 4.0 . Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.
- 4) $N = 4.0$ o más. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VIGA PRINCIPAL



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS DE CARGAS

$$\sigma_{flex} \leq \frac{S_y}{FS}$$

$$\sigma_{flex} = \frac{M_{max}}{W_y}$$

Reemplazando y despejando se tiene:

$$W_y = \frac{M_{max} \cdot FS}{S_y} = \frac{2750 \text{ Nm} \cdot 2}{250 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$W_y = 22.0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 22.0 \text{ cm}^3$$

SELECCIÓN DE MATERIAL



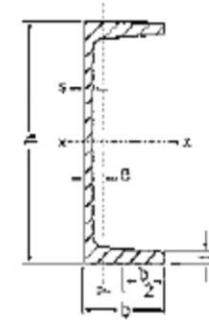
VIGAS UPAM

Perfil en "U" Serie Americana liviana

ASTM Designation A36

Tolerancias dimensionales E.N. 10024, 10034, 10056

Calidades del acero norma E.N. 10025 S 275JR



UPAM Pulgadas x Lb/Pie	Dimensiones (mm)				Area cm ²	Peso Kg/m	Momento Respecto a los Ejes						Distancia de los Ejes Y - Y e cm
	h	b	s	t			EJE X - X			EJE Y - Y			
							I _x cm ⁴	W _x cm ³	R _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	R _y cm	
5 X 6.70	12.7	44.5	4.8	7.9	12.7	10.0	312.0	49.0	4.90	20.0	6.20	1.23	1.25
6 x 8.20	152.4	47.6	4.8	7.9	15.5	12.2	545.0	72.0	5.90	29.0	8.10	1.30	1.36
7 x 9.80	177.8	54.0	4.8	9.5	18.5	14.6	887.0	100.0	6.90	40.0	10.20	1.37	1.48
8 x 11.50	203.4	57.2	6.4	9.5	21.8	17.1	1357.0	133.0	7.90	55.0	12.80	1.45	1.59
9 x 13.40	228.6	60.3	6.4	11.1	25.4	20.0	1994.0	174.0	8.80	73.0	15.80	1.53	1.78
10 x 15.30	254.0	66.7	6.4	11.1	28.9	22.8	2805.0	231.0	9.80	95.0	22.10	1.61	1.81
12 x 20.73	304.8	76.2	7.9	12.7	39.3	30.9	5369.0	352.0	11.70	161.0	28.40	1.77	2.03
15 x 33.90	381.0	8.57	9.5	15.9	64.2	50.5	13110.0	688.0	14.30	338.0	50.90	2.00	2.30

I = Momento de Inercia, W = Módulo Resistente, i = Radio de Giro, A = Área de la Sección.

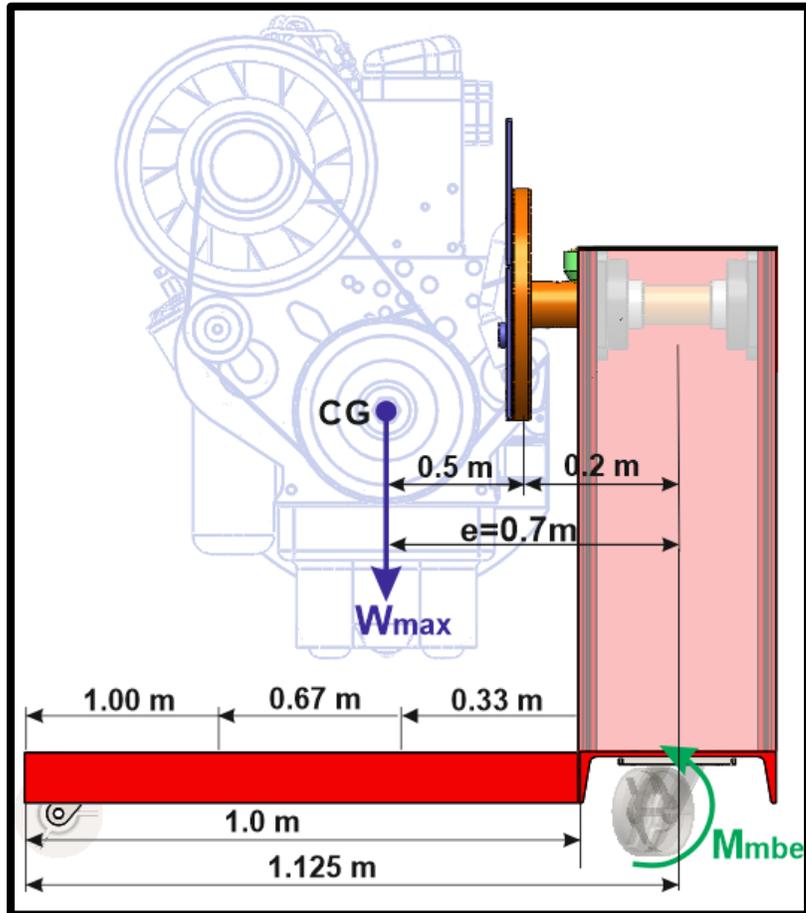


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COLUMNAS SOPORTE

ECUACIÓN DE LA SECANTE PARA COLUMNAS EXCÉNTRICAS



$$\frac{S_y}{FS} \geq \frac{P_a}{A_p} \cdot \left[1 + \frac{e \cdot c}{r^2} \cdot \sec \left(\frac{L_e}{2 \cdot r} \sqrt{\frac{FS \cdot P_a}{A \cdot E}} \right) \right]$$

EXCENTRICIDAD (e)

$$e = 0.2 \text{ m} + \frac{1.0 \text{ m}}{2}$$

$$e = 0.7 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

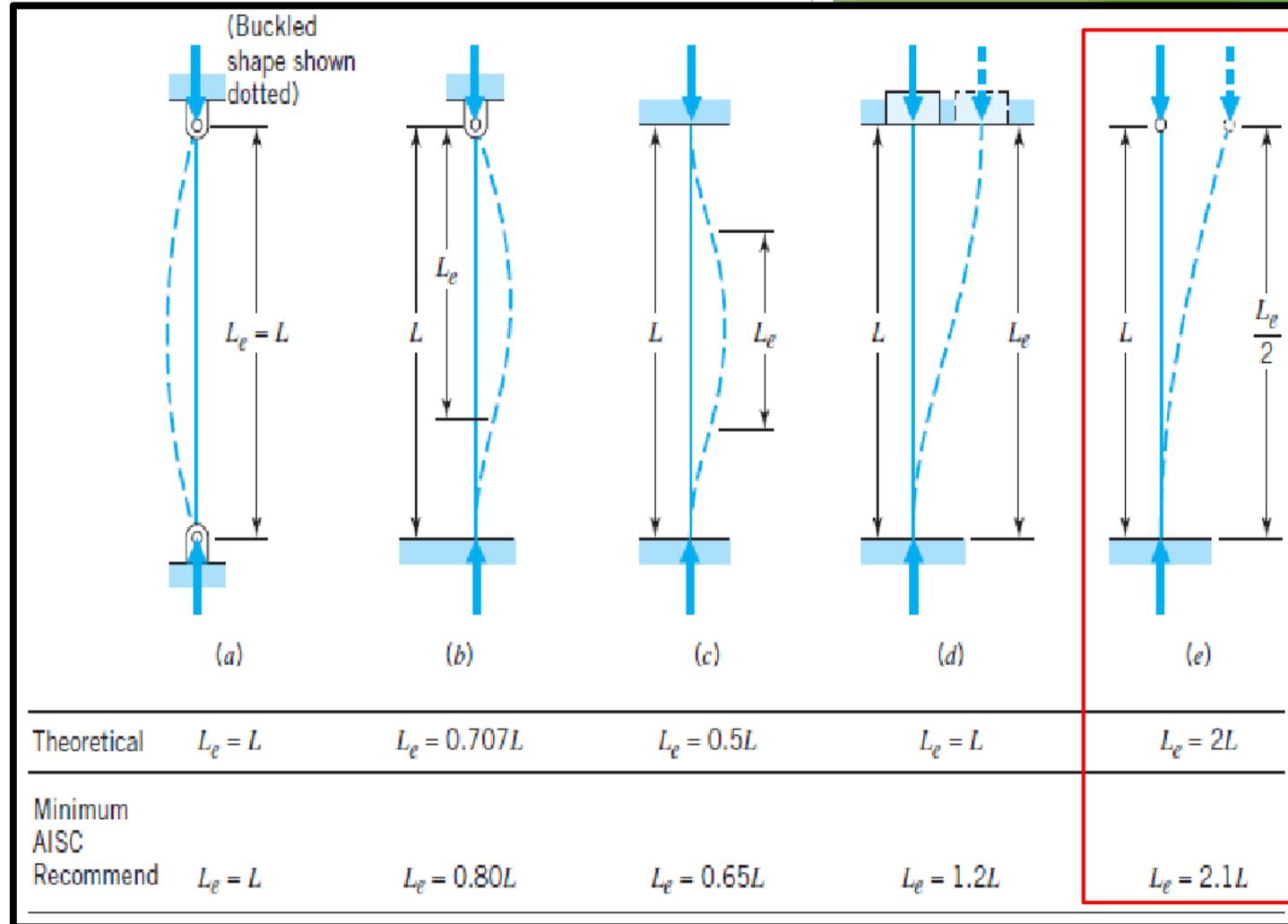
LONGITUD EFECTIVA DE LA COLUMNA (L_e)

$$L_e = K \cdot L = 2.1 \cdot 0.65 \text{ m}$$

$$L_e = 1.365 \text{ m} = 136.5 \text{ cm}$$

K = Constante de fijación de los extremos = 2.1

L = Longitud real de la columna = 0.65 m



RADIO MÍNIMO DE GIRO (r)

$$r = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{5986.54 \text{ cm}^4}{60.64 \text{ cm}^2}}$$

$$r = 9.93 \text{ cm}$$

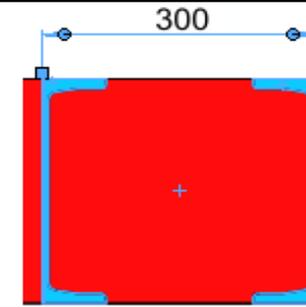
I_{min} = Momento de inercia mínimo
 A = Área de la sección transversal de la columna

DISTANCIA DESDE EL CENTRO DE LA COLUMNA A LAS FIBRAS EXTERIORES DE LA TRANSVERSAL

$$c = \frac{h}{2} = \frac{254 \text{ mm}}{2}$$

$$h = \text{Ancho de la columna} = 254 \text{ mm}$$

$$c = 127 \text{ mm} = 12.7 \text{ cm}$$



Propiedades de sección

Cara<1>
Cara<2>

Opciones...
Recalcular

Informar de valores de coordenadas relativos a: -- predeterminado --

Las propiedades de sección de la cara seleccionada de Estructura soporte UPAM

Área = 60.643 centímetros² ←

Centro de gravedad con relación al origen del sistema de coordenadas de salida: (centímetros)
X = 0.000
Y = 65.000
Z = 0.000

Momentos de inercia, del área, en el centro de gravedad: (centímetros⁴)
Lxx = 5986.545 Lxy = 0.000 Lxz = 0.000
Lyx = 0.000 Lyy = 15635.146 Lyz = 0.000
Lzx = 0.000 Lzy = 0.000 Lzz = 9648.601

Momento polar de inercia en el centro de gravedad = 15635.146 centímetros⁴

Ángulo entre ejes principales y ejes de pieza = 90.000 °

Momentos principales de inercia en el centro de gravedad: (centímetros⁴)
Ix = 5986.545 ←
Iy = 9648.601

Momentos de inercia del área, en el sistema de coordenadas de salida: (centímetros⁴)
LXX = 262204.892 LXY = -0.000 LZX = -0.000
LYX = -0.000 LYY = 15635.146 LYZ = -0.000
LZX = -0.000 LZY = -0.000 LZZ = 265866.948



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

De acuerdo con la teoría de columnas cargadas de forma excéntrica, la carga además de generar pandeo ejerce flexión, por lo que para que no se genere falla, el esfuerzo producido por la carga excéntrica admisible P_a tiene que ser menor al límite de fluencia del material dividido para el factor de seguridad FS.

$$\frac{S_y}{FS} \geq \frac{P_a}{A_p} \cdot \left[1 + \frac{e \cdot c}{r^2} \cdot \sec \left(\frac{L_e}{2 \cdot r} \sqrt{\frac{FS \cdot P_a}{A \cdot E}} \right) \right]$$

$$\frac{25000 \text{ N/cm}^2}{2} \geq \frac{10000 \text{ N}}{60.64 \text{ cm}^2} \cdot \left[1 + \frac{70 \cdot 12.7}{9.93^2} \cdot \sec \left(\frac{136.5}{2 \cdot 9.93} \sqrt{\frac{2 \cdot 10000}{60.64 \cdot 20.7 \cdot 10^6}} \right) \right]$$

$$12500 \text{ N/cm}^2 \geq 1628.82 \text{ N/cm}^2$$

Como se cumple la condición anterior, no ocurrirá falla por columna en la estructura soporte.



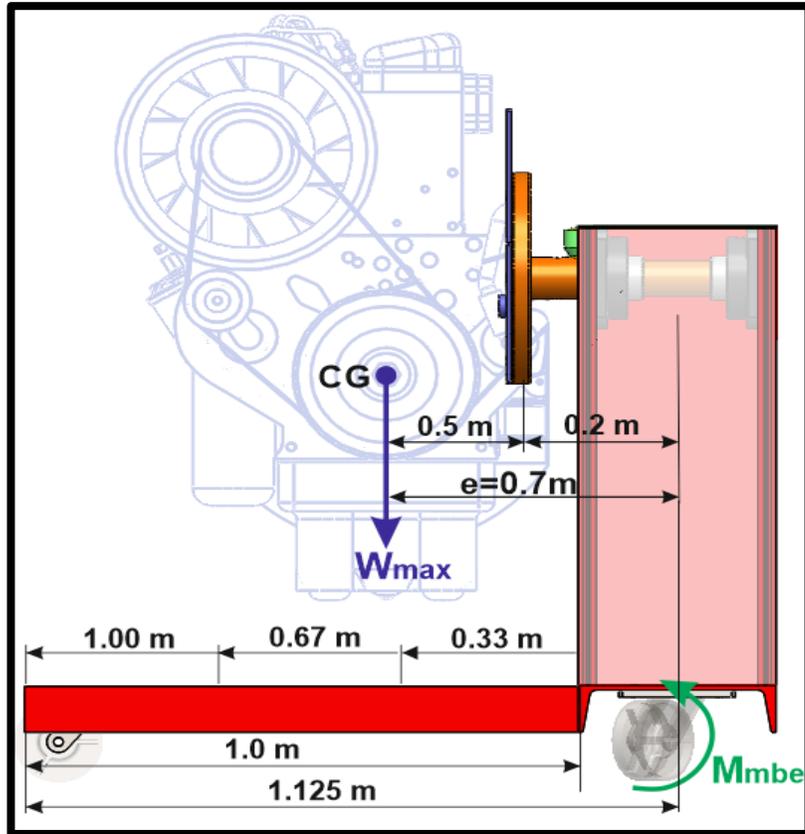
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

BRAZOS ESTABILIZADORES

Para garantizar la estabilidad de la estructura soporte bajo condiciones de carga máxima, la longitud de los brazos debe ser tal que la proyección del centro de gravedad del motor sobre los brazos caiga dentro del tercio medio de su longitud.

MOMENTO FLECTOR



$$M_{mbe} = \frac{W_{max} \cdot e}{2} = \frac{10000 \text{ N} \cdot 0.7 \text{ m}}{2}$$

$$M_{mbe} = 3500 \text{ Nm}$$

Ya que son dos brazos estabilizadores cada uno debe resistir la mitad del momento es decir:

$$M_{mbe1} = 1750 \text{ Nm}$$

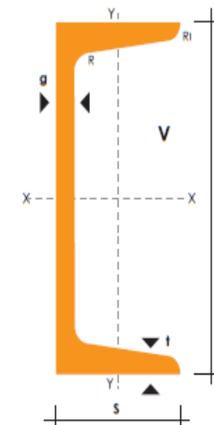
ANÁLISIS DE CARGAS

$$W_y = \frac{M_{mbe1} \cdot FS}{S_y} = \frac{1750 \text{ Nm} \cdot 2}{250 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$W_y = 14.0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 14.0 \text{ cm}^3$$

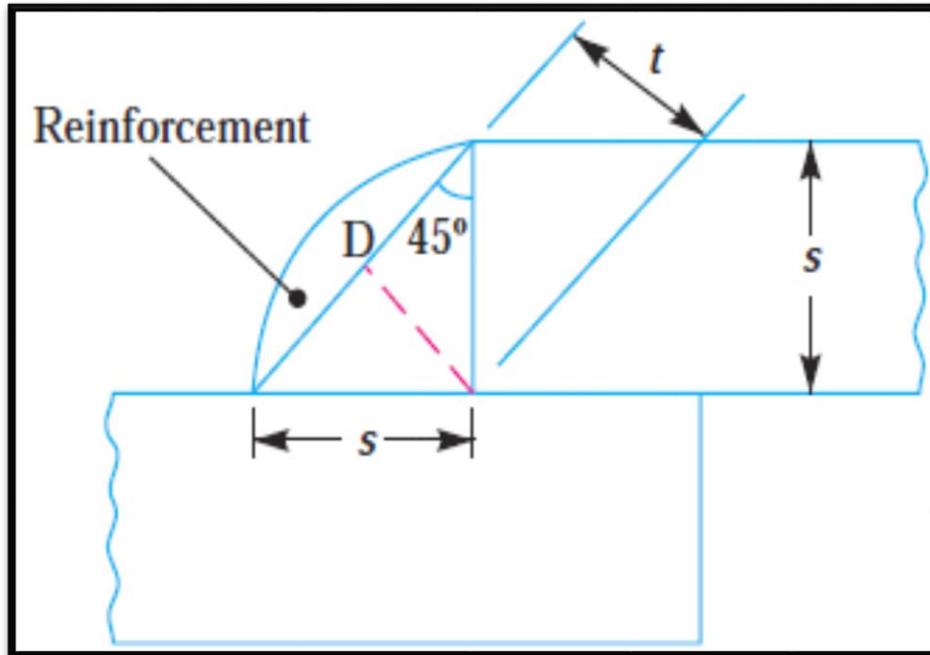
SELECCIÓN DE MATERIAL

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



CORDÓN DE SOLDADURA

Para la condición crítica de que un solo cordón de soldadura debe resistir la carga máxima de 10000 N, se determina mediante el siguiente procedimiento, la longitud (l) mínima requerida en el cordón para que no falle



$$A = l \cdot t = l \cdot s \cdot \sin 45^\circ$$

$$A = l \cdot 3.2 \cdot \sin 45^\circ = 2.26 \cdot l$$

El esfuerzo de tensión (σ_T) mínimo permisible en el cordón de soldadura para un factor de seguridad de 2 es:

$$\sigma_T = \frac{S_t}{FS} = \frac{510 \text{ N/mm}^2}{2} \leftarrow \text{E6011}$$

$$\sigma_T = 255 \text{ N/mm}^2$$

Reemplazando y despejando se tiene:

$$\sigma_t = \frac{W_{max}}{A} \leq 255 \text{ N/mm}^2$$

$$l \geq \frac{10000 \text{ N}}{2.26 \text{ mm} \cdot 255 \text{ N/mm}^2}$$

$$l \geq 17.35 \text{ mm}$$

NORMA

AWS/ ASME:

SFA- 5.1

COVENIN:

No. 1477-2001

POSICIONES:

Todas

CORRIENTE:

Alterna o Continua, Polo Positivo (+)

CLASIFICACIÓN

E6011

E41411

Descripción: Electrodo de revestimiento celulósico que presenta arco estable con moderada cantidad de salpicaduras. La alta energía generada en el arco asegura una excelente penetración en todas las posiciones de soldadura. Produce depósitos libres de porosidades e inclusiones de escoria con garantía de calidad radiográfica.

Aplicaciones: Indicado para la soldadura de tubos con o sin costura para uso en condensadores, recipientes a presión, estructuras de puentes, tanques y edificación de montajes en general. Soldadura de tuberías en campo, concebido especialmente para cordones de raíz, pases en caliente y pases de relleno. Indicado en las mismas aplicaciones que el GRICON 29, en caso de disponer sólo de máquinas transformadoras de corriente alterna.

Operación: La potencia del arco permite la soldadura en vertical descendente a mayor velocidad, mejorando así la productividad del proceso. Para soldadura en vertical descendente se emplea la técnica de arrastre, manteniendo el electrodo dentro de la unión, de forma que genere una perforación que avanza con el electrodo dentro del bisel. Para soldadura en vertical ascendente debe disminuirse la corriente. Límpiase bien la escoria entre pases.

Valores Típicos:

Composición química: C: 0,10% Mn: 0,60%

Si: 0,30%

Resistencia a la tracción: (510 - 580) N/mm²

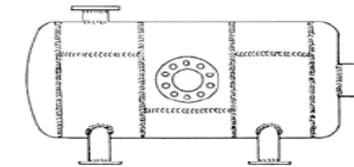
(72,86 - 84,36) ksi

Límite elástico: (430 - 490) N/mm²

(60 - 70) ksi

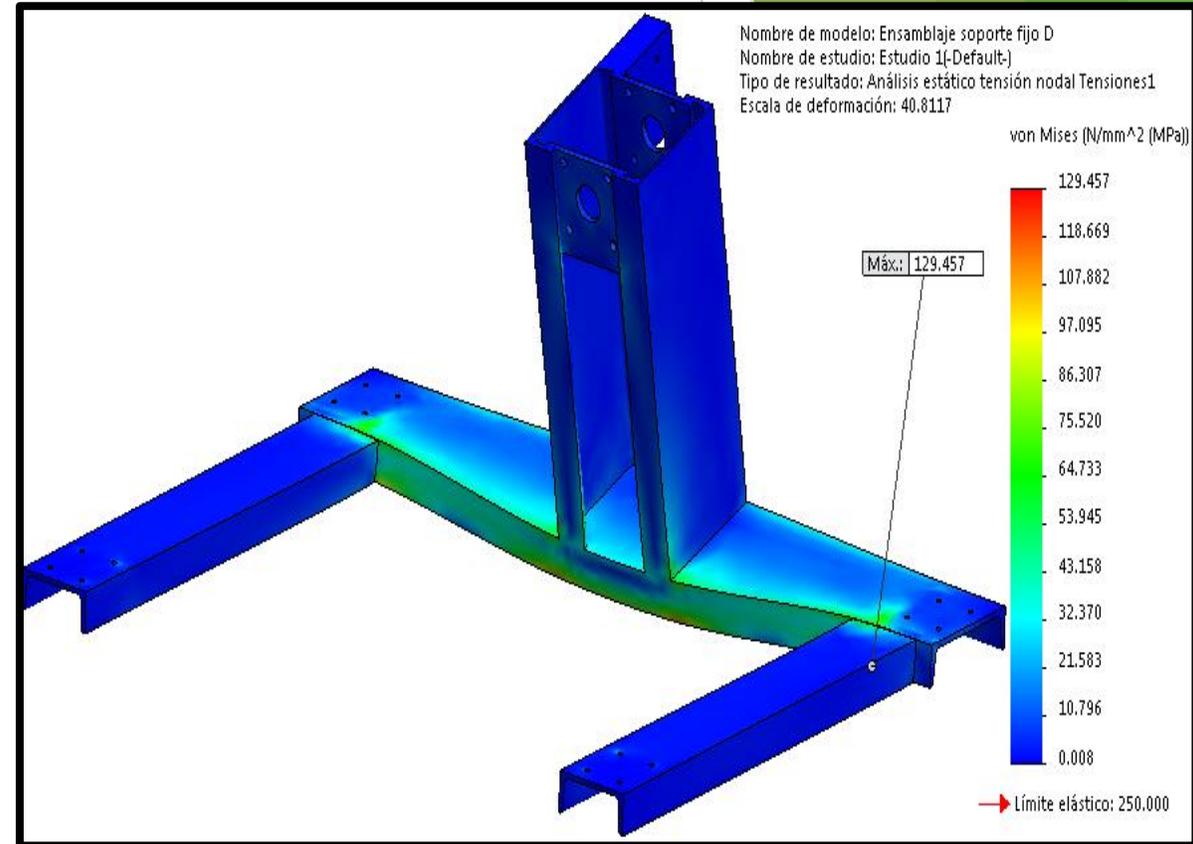
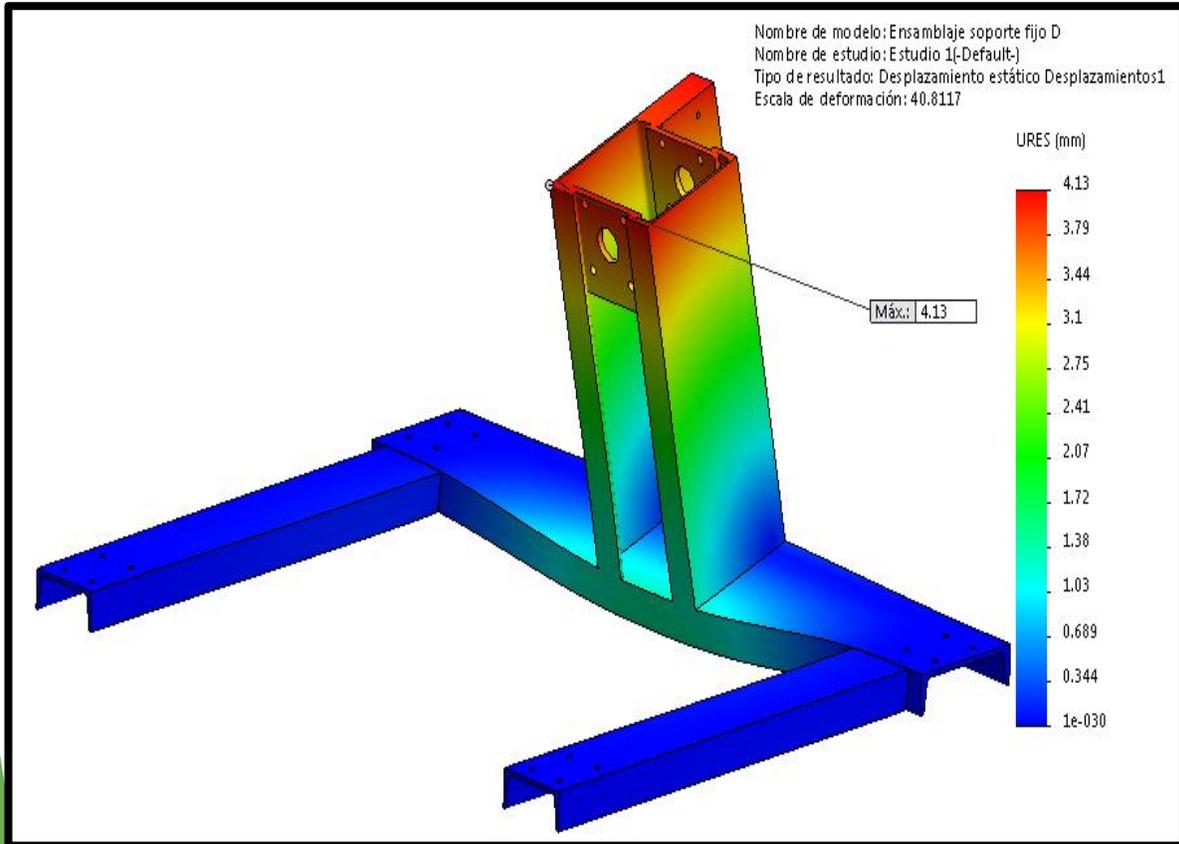
Alargamiento (L= 5 d) : (24 - 28) %

Resistencia al impacto: (40 - 60) N.m a -30°C



Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Longitud (mm)	Intensidad (amp)	Peso Paq. (kg)
2,50	3/32	350	50-80	10
3,25	1/8	350	75-120	10
4,00	5/32	350	110-160	10
5,00	3/16	350	140-200	10

ANALISIS MEDIANTE SOLID WORKS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SISTEMA DE GIRO

TORQUE REQUERIDO PARA EL GIRO DEL MOTOR

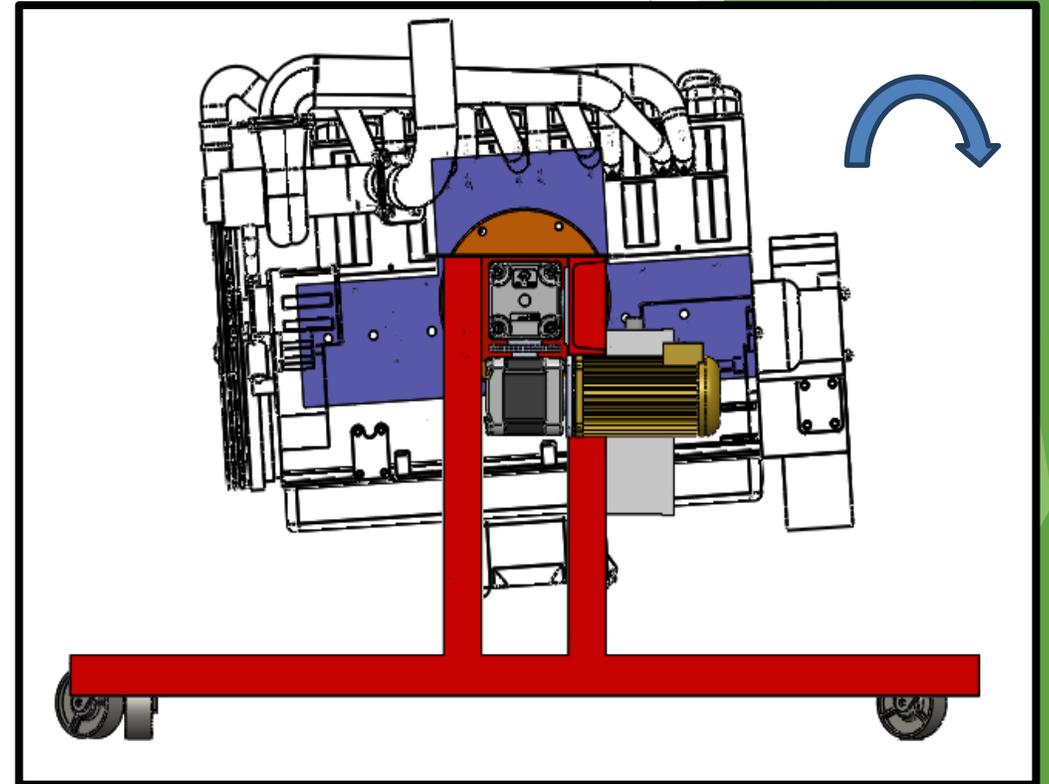
$$T_{giro} = W_{max} \cdot d_1$$

$$T_{giro} = 10000 \text{ N} \cdot 50 \text{ mm}$$

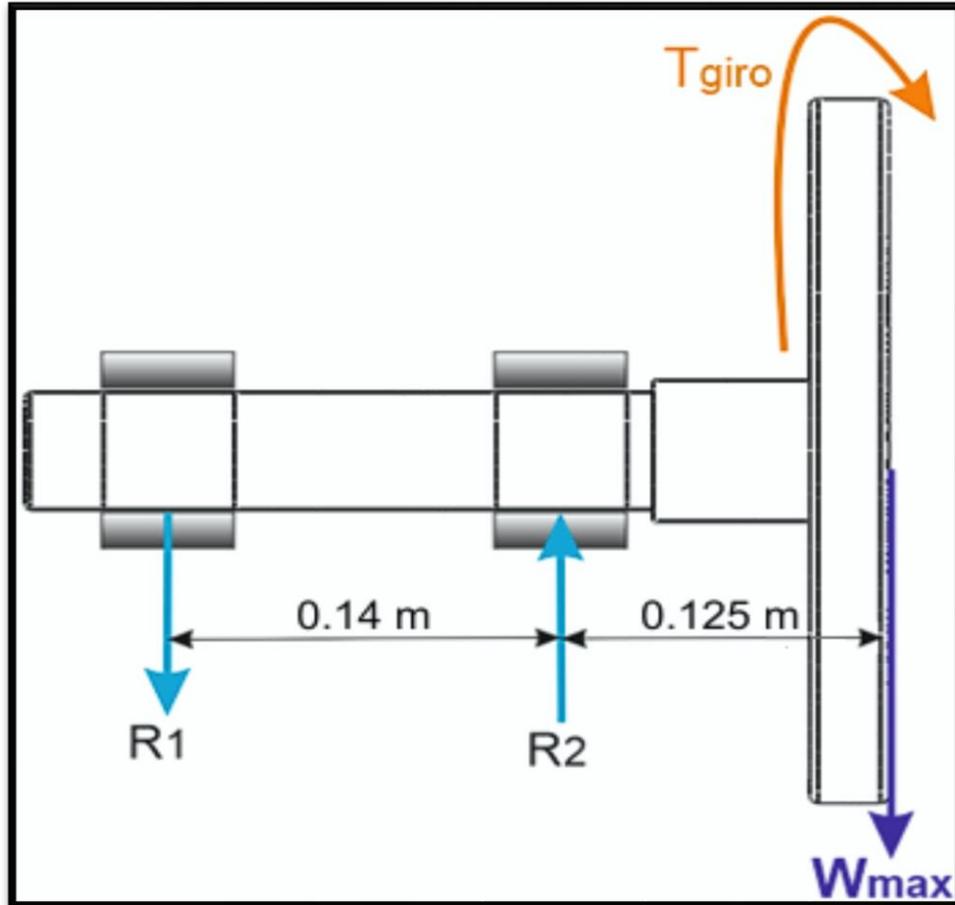
$$T_{giro} = 500000 \text{ Nmm} = 500 \text{ N.m}$$

Dónde:

d_1 = Distancia perpendicular desde el centro de giro hasta el centro de gravedad (CG) del motor más pesado.



DISCO EJE



SUMATORIA DE MOMENTOS

$$\sum M_1 = 0$$

$$0.14 \cdot R_2 - 0.265 \cdot 10000\text{ N} = 0$$

$$R_2 = 18928.6\text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_1 + R_2 - 10000 = 0$$

$$R_1 = 8928.6\text{ N}$$

SELECCIÓN DE DIÁMETRO

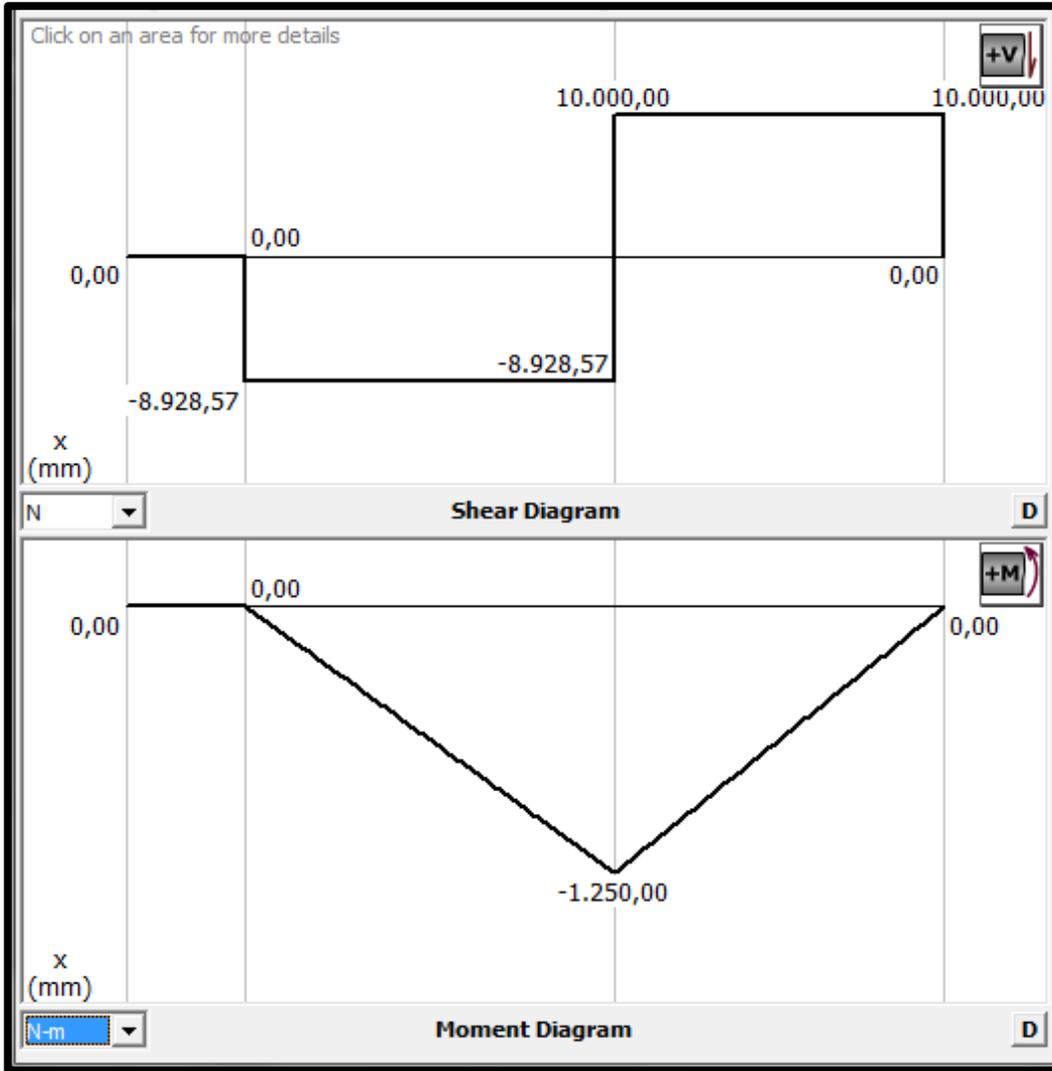
Con $M_{max} = 1250 \text{ Nm}$, $T_{giro} = 500 \text{ Nm}$ y factor de diseño $FS = 2$, se determina el diámetro del eje utilizando la ecuación para el diseño de flechas sujetas a cargas de flexión y torsión mediante la teoría de la energía de distorsión

$$\Phi_{eje} = \left[\frac{32 \cdot FS}{\pi \cdot S_y} \left(M_{max}^2 + \frac{3}{4} T_{giro}^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$\Phi_{eje} = \left[\frac{32 \cdot 2}{\pi \cdot 250 \cdot 10^6} \left(1250^2 + \frac{3}{4} 500^2 \right)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$\Phi_{eje} = 0.0476 \text{ m} = 47.6 \text{ mm}$$

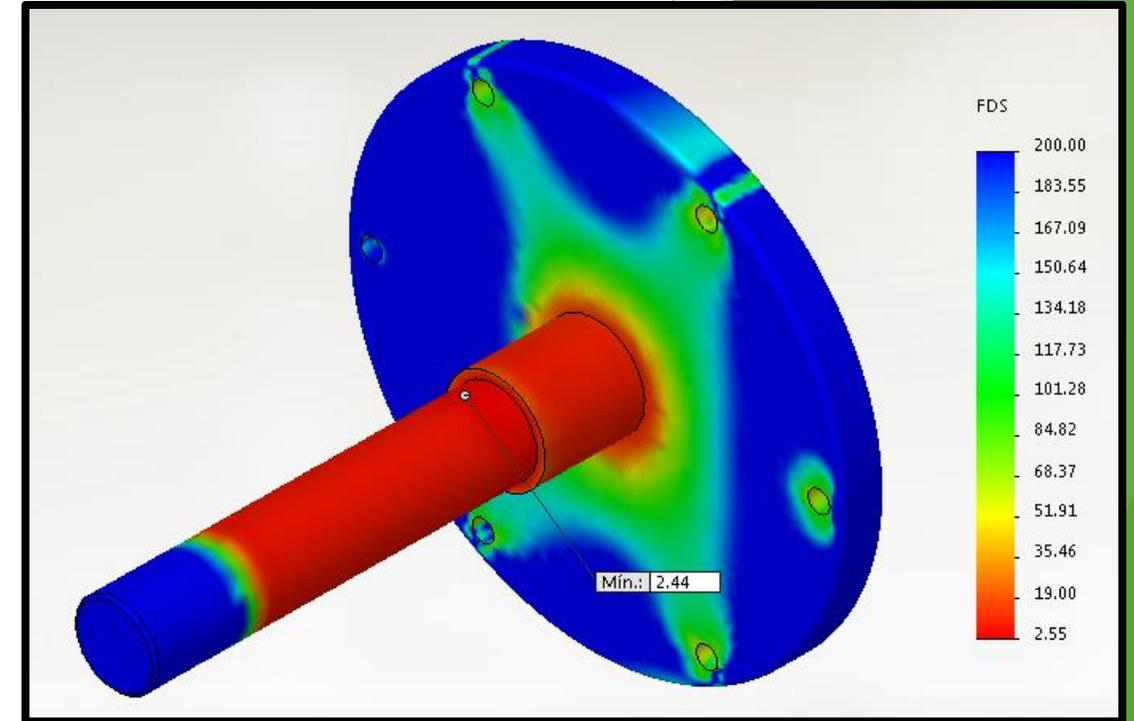
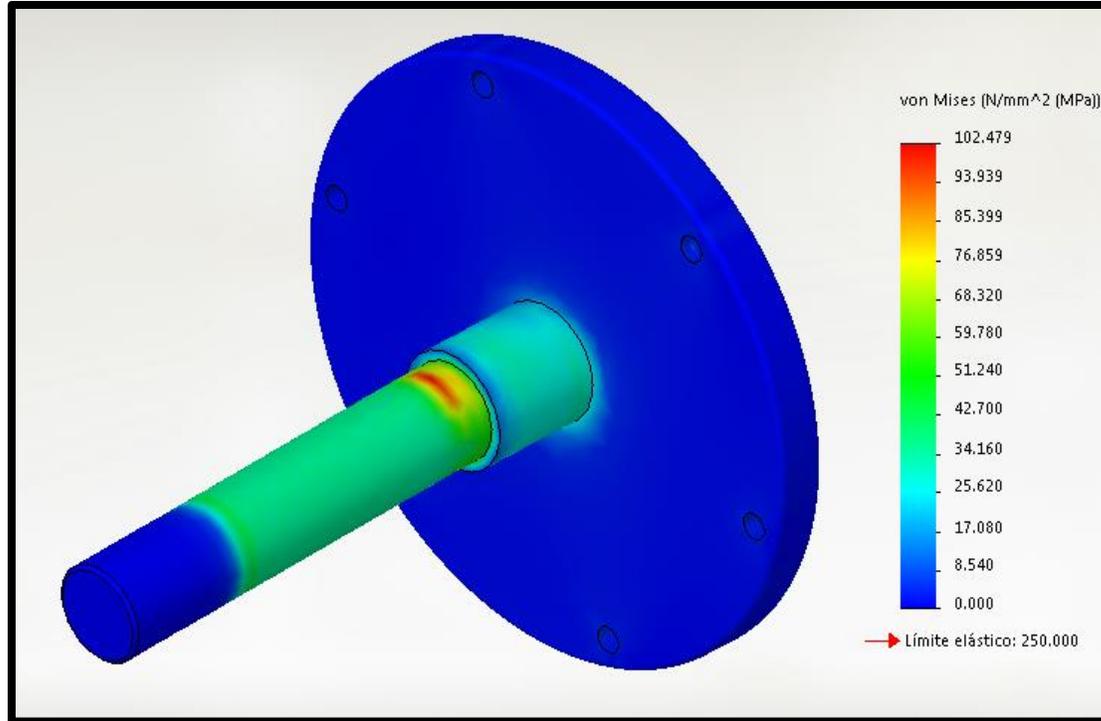
Por lo tanto, se selecciona un eje con un diámetro estándar de 50 mm



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANALISIS MEDIANTE SOLID WORKS

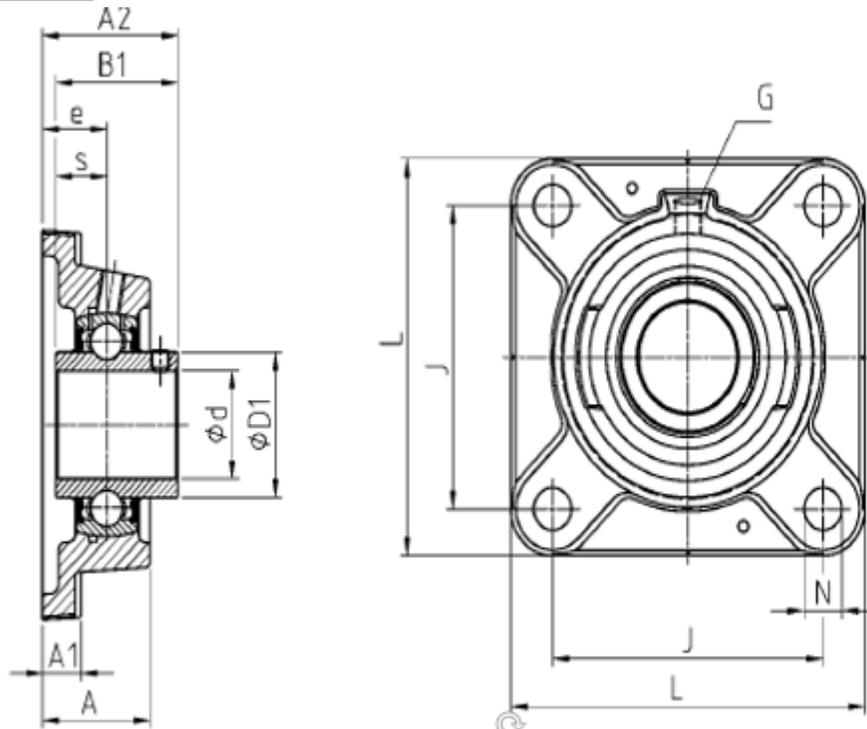


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS

SNR Soportes Aplique
INDUSTRY



UCFE200

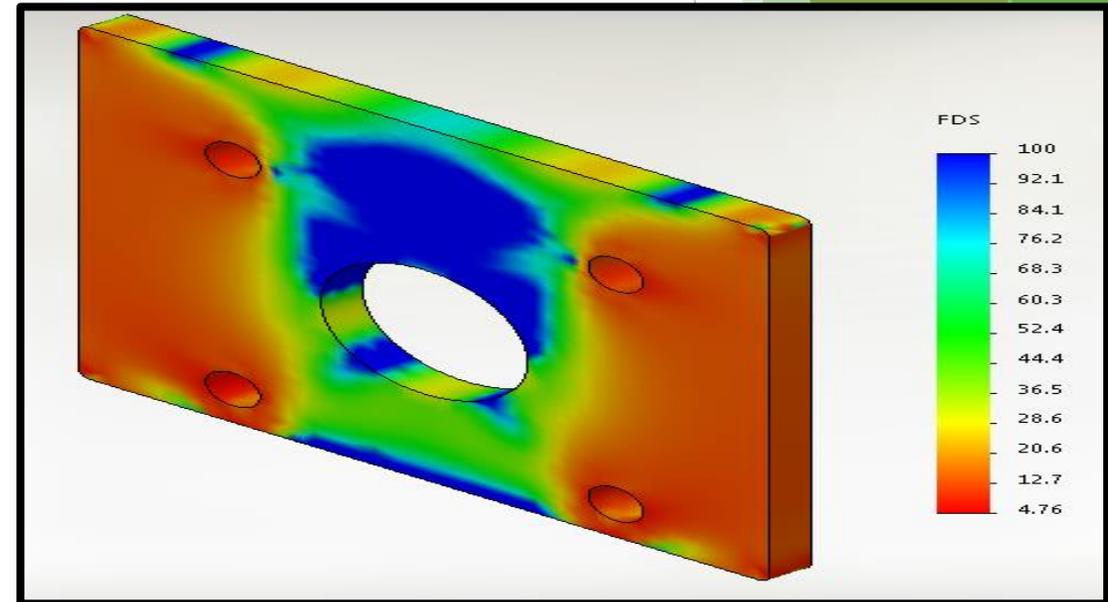
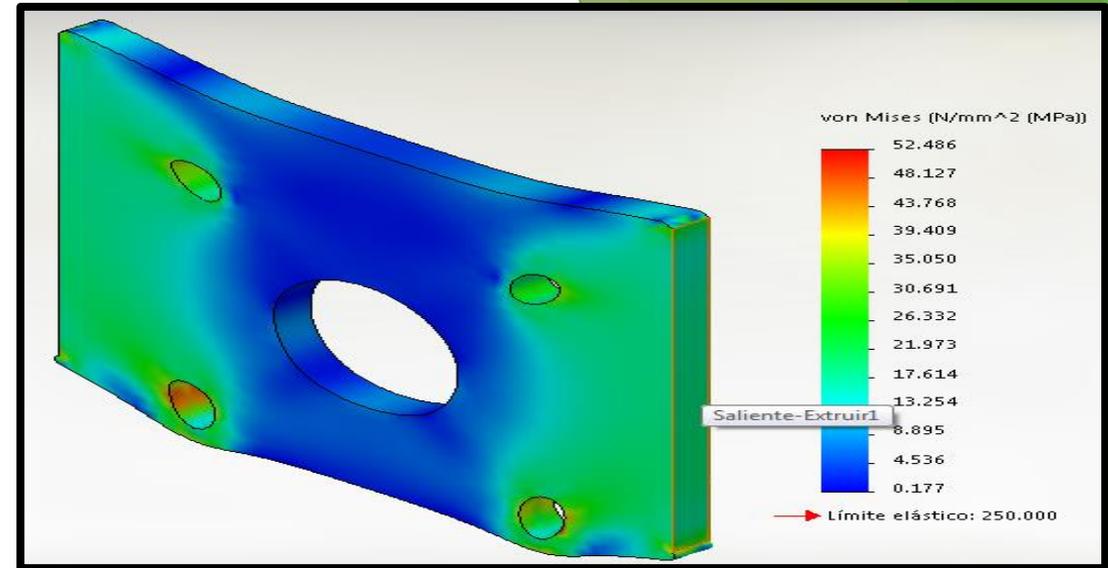
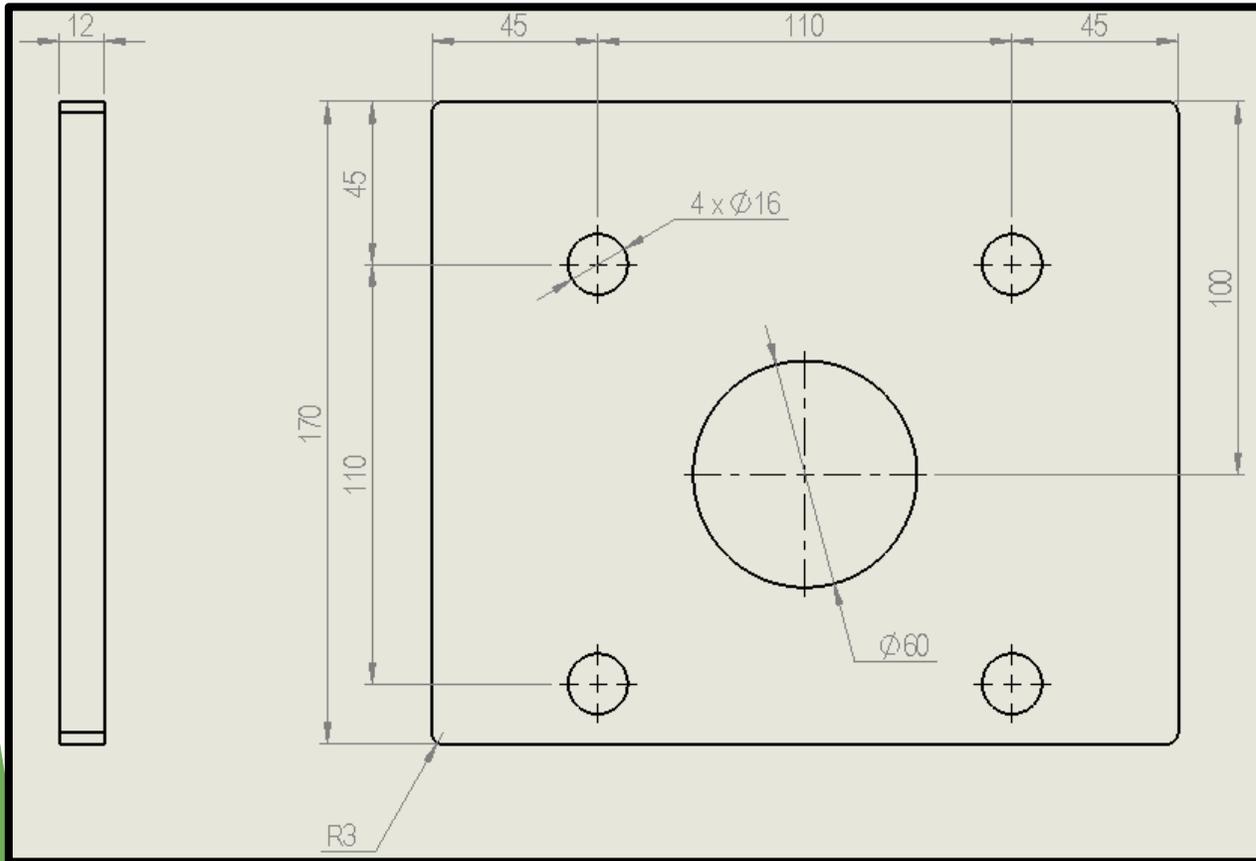
Diámetro del eje	Denominación	Dimensiones principales [mm]											
		d	L	J	A	A1	A2	e	N	s1	B	B1	s
45	UCFE209	137	105,0	40,0	13,0	54,2	24,0	14,0	-	-	49,2	19,0	57,2
	USFE209	137	105,0	40,0	13,0	55,0	24,0	14,0	-	-	41,2	10,2	57,2
	ESFE209	137	105,0	40,0	13,0	56,7	24,0	14,0	-	-	43,7	11,0	-
	EXFE209	137	105,0	40,0	13,0	58,9	24,0	14,0	-	-	56,3	21,4	-
	UKFE210H	143	111,0	44,0	13,0	55,5	28,0	18,0	27,5	55,0	-	-	-
50	UCFE210	143	111,0	44,0	13,0	60,6	28,0	18,0	-	-	51,6	19,0	61,8
	USFE210	143	111,0	44,0	13,0	60,6	28,0	18,0	-	-	43,5	10,9	61,8
	ESFE210	143	111,0	44,0	13,0	60,7	28,0	18,0	-	-	43,7	11,0	-
	EXFE210	143	111,0	44,0	13,0	66,1	28,0	18,0	-	-	62,7	24,6	-
	UKFE211H	162	130,0	48,5	15,0	60,0	31,0	18,0	29,0	59,0	-	-	-
55	UCFE211	162	130,0	48,5	15,0	64,4	31,0	18,0	-	-	55,6	22,2	69,0
	USFE211	162	130,0	48,5	15,0	64,5	31,0	18,0	-	-	45,3	11,8	69,0
	ESFE211	162	130,0	48,5	15,0	67,4	31,0	18,0	-	-	48,4	12,0	-
	EXFE211	162	130,0	48,5	15,0	74,6	31,0	18,0	-	-	71,3	27,7	-
	UKFE212H	175	143,0	53,5	16,0	65,0	34,0	18,0	31,0	62,0	-	-	-



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PLACA SOPORTE PARA LAS CHUMACERAS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SELECCIÓN DEL REDUCTOR DE VELOCIDAD DE GIRO

Por razones de factibilidad en costo y mercado, para generar el movimiento de giro del motor diésel se utilizará un motor eléctrico de 1800 rpm; a continuación se determina la relación de transmisión (i_T) requerida en el sistema de transmisión para obtener una velocidad de giro del motor máximo de 5 rpm.

$$i_T = \frac{\omega_{motor}}{\omega_{max}} = \frac{1800 \text{ rpm}}{5 \text{ rpm}}$$

$$i_T = 360$$

Debido a que no existen reductores de velocidad comerciales con una relación de transmisión igual a la calculada, se considera utilizar dos reductores de iguales característica. La relación de velocidad requerida en cada uno viene dado por:

$$i = \sqrt{360} = 18.98$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TORQUE REQUERIDO

$$T_{red} = \frac{T_{giro}}{i_{red}} = \frac{500 \text{ Nm}}{20}$$

$$T_{red} = 25 \text{ Nm}$$

VELOCIDAD DE GIRO REAL

$$\omega_{giro} = \frac{\omega_{motor}}{i_T} = \frac{1800 \text{ rpm}}{20 \cdot 20}$$

$$\omega_{giro} = 4.5 \text{ rpm} = 0.471 \text{ rad/s}$$



Rossi e-Catalogue REV.04-07/2

Motorreductor de sinfin catálogo A04 - Motor catálogo TX06 (motor a 60 Hz)

Designación : MR V 40 UO3A - 71A 4 277.480 - 60 B5/90 B3 i=20

Forma constructiva B3 , n1 = 1800 min-1

Accesorios y ejecuciones especiales :

Relación de transmisión i	20
Velocidad entrada n1 [min-1]	1800
Velocidad salida n2 [min-1]	90,0
Potencia entrada P1 [kW]	0,3
Par de salida M2 [Nm]	25,4
Factor de servicio fs	2,65
Rendimiento	0,797
Cantidad indicativa de lubricante [l]	0,26
Viscosidad ISO VG	320
Pintura	RAL 5010
Masa total del grupo [kg]	10,2
Características nominales	
Potencia nominal entrada PN1 [kW]	0,780
Potencia nominal salida PN2 [kW]	0,62
Par de salida MN2 [Nm]	65,9
Verificación térmica	
Temperatura máxima ambiente	40
Relación de intermitencia	Continuo (S1)
Potencia térmica Pt [kW]	0,690
Resultado de la verificación térmica :	satisfecha



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

De acuerdo con los datos del reductor Rossi, el rendimiento del reductor de velocidad (η_{red}) es de 0.797, por lo que el torque mínimo (T_{motor}) requerido en el motor eléctrico es:

$$T_{motor} = \frac{T_{giro}}{i_T \cdot \eta_{red}} = \frac{500 \text{ Nm}}{20 \cdot 20 \cdot 0.797}$$

$$T_{motor} = 1.568 \text{ Nm}$$

La potencia requerida en el motor eléctrico viene dado por:

$$P_{mot} = T_{motor} \cdot \omega_{motor} = 1.568 \text{ Nm} \cdot 1800 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$P_{mot} = 295.56 \text{ W}$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Características reductor/motorreductor

Relación de transmisión i	20
Velocidad entrada n1 [min-1]	1800
Velocidad salida n2 [min-1]	90,0
Potencia entrada P1 [kW]	0,3
Par de salida M2 [Nm]	25,4
Factor de servicio fs	2,65
Rendimiento	0,797
Cantidad indicativa de lubricante [l]	0,26
Viscosidad ISO VG	320
Pintura	RAL 5010
Masa total del grupo [kg]	10,2
Características nominales	
Potencia nominal entrada PN1 [kW]	0,780
Potencia nominal salida PN2 [kW]	0,62
Par de salida MN2 [Nm]	65,9
Verificación térmica	Si
Temperatura máxima ambiente	40
Relación de intermitencia	Continuo (S1)
Potencia térmica Pt [kW]	0,690
Resultado de la verificación térmica :	satisfecha

Características del motor

Tipo motor	HF-Trifásico
Tamaño	71A 4
Accoppiamento DxE-P	B5 14x30-160
Alimentación [V - Hz]	277.480 - 60
Grado de protección	IP 55
Aislamiento clase	F
Refrigeración	IC 411
Potencia nominal motor PN [kW]	0,3
Velocidad angular nominal n [min-1]	1668
Corriente nominal (400V) IN [A]	0,82
Intensidad de arranque (400V) IN[A]	2,9
Par nominal MN [Nm]	1,72
Par de arranque MS [Nm]	4,5
Par max Mmax [Nm]	4,5
Rendimiento [%]	70
cos (phi)	0,63
Momento de inercia Jo [kgm2]	0,0005
Arranque en vacío interm. 50% Zo [sth]	10000
Masa del motor [kg]	5,2



Habsit Group



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

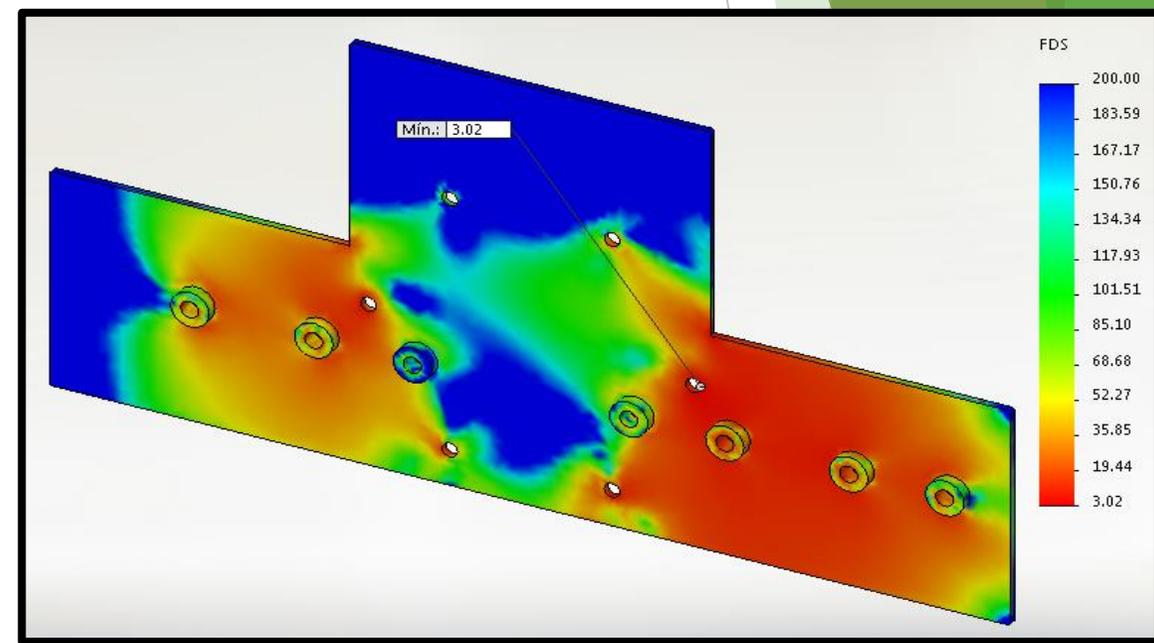
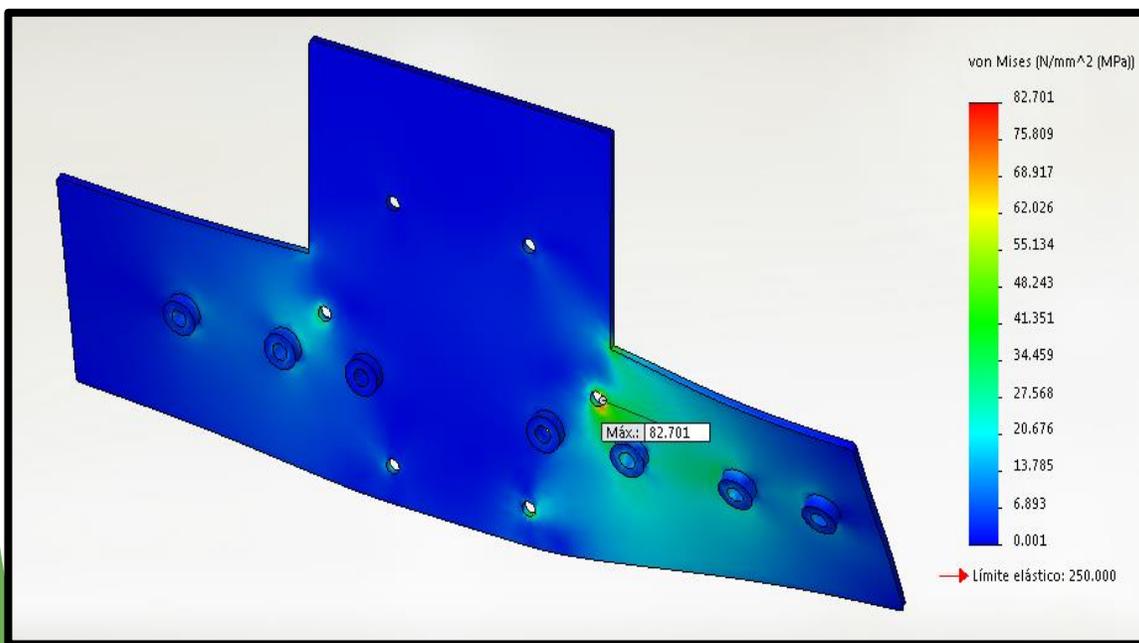
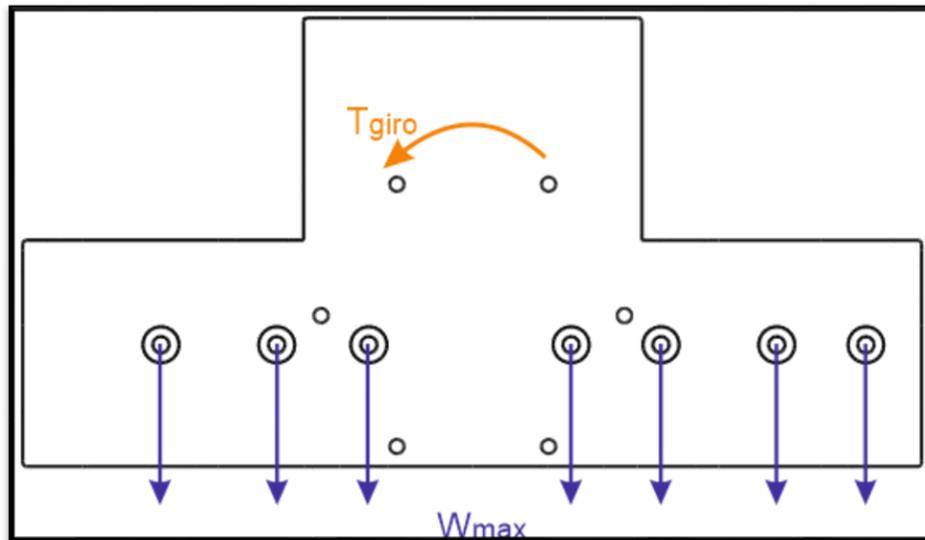
PLACA INTERCAMBIABLE

	NTC350	4BT	6BT	DT360	SERIE 60	3108
LADO ADMISIÓN						
Distancia vertical entre pernos árbol de levas	17cm	14cm	14cm	15cm	n/a	12.5cm
Distancia horizontal entre pernos árbol de levas	18cm	16cm	16cm	15cm	n/a	13.8cm
LADO ESCAPE						
Distancia horizontal entre pernos enfriador aceite	8cm	7cm	7cm	n/a	8 cm	n/a
Distancia horizontal entre pernos línea principal de aceite	20cm	10cm	1 cm	16.5cm	2 cm	18cm



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PIN DE BLOQUEO DE GIRO

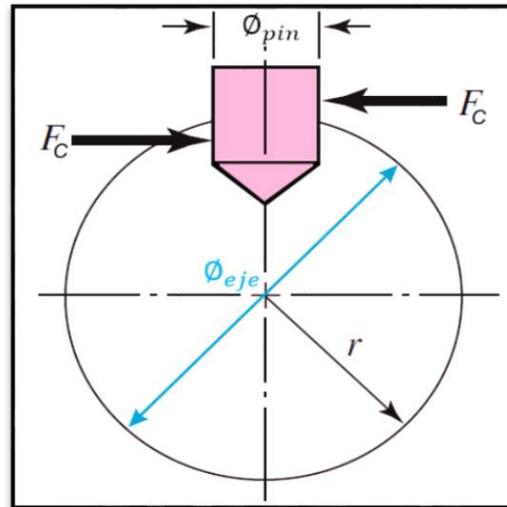
Marcado de pernos de acero grado SAE

Número de grado SAE	Rango del diámetro [inch]	Carga de prueba [kpsi]	Esfuerzo de ruptura [kpsi]	Material	Marcado de la cabeza
1 2	¼ - 1½ ¼ - ¾ 7/8 - 1½	55 33	74 60	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5	¼ - 1 1¼ - 1½	85 74	120 105	Acero al carbono, Templado y Revenido	
5.2	¼ - 1	85	120	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
7	¼ - 1½	105	133	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8	¼ - 1½	120	150	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8.2	¼ - 1	120	150	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	

$$S_y = 92 \text{ Mpa} = 634.3 \text{ MPa}$$

$$S_{ut} = 120 \text{ Mpa} = 827.3 \text{ MPa}$$

CARGAS



$$F_C = \frac{T_{giro}}{r} = \frac{2 \cdot T_{giro}}{\phi_{eje2}}$$

$$F_C = \frac{2 \cdot 500 \text{ Nm}}{0.06 \text{ m}}$$

$$F_C = 16666,7 \text{ N}$$

ϕ_{eje2} = Diámetro del eje de transmisión en la sección de pin = 60 mm

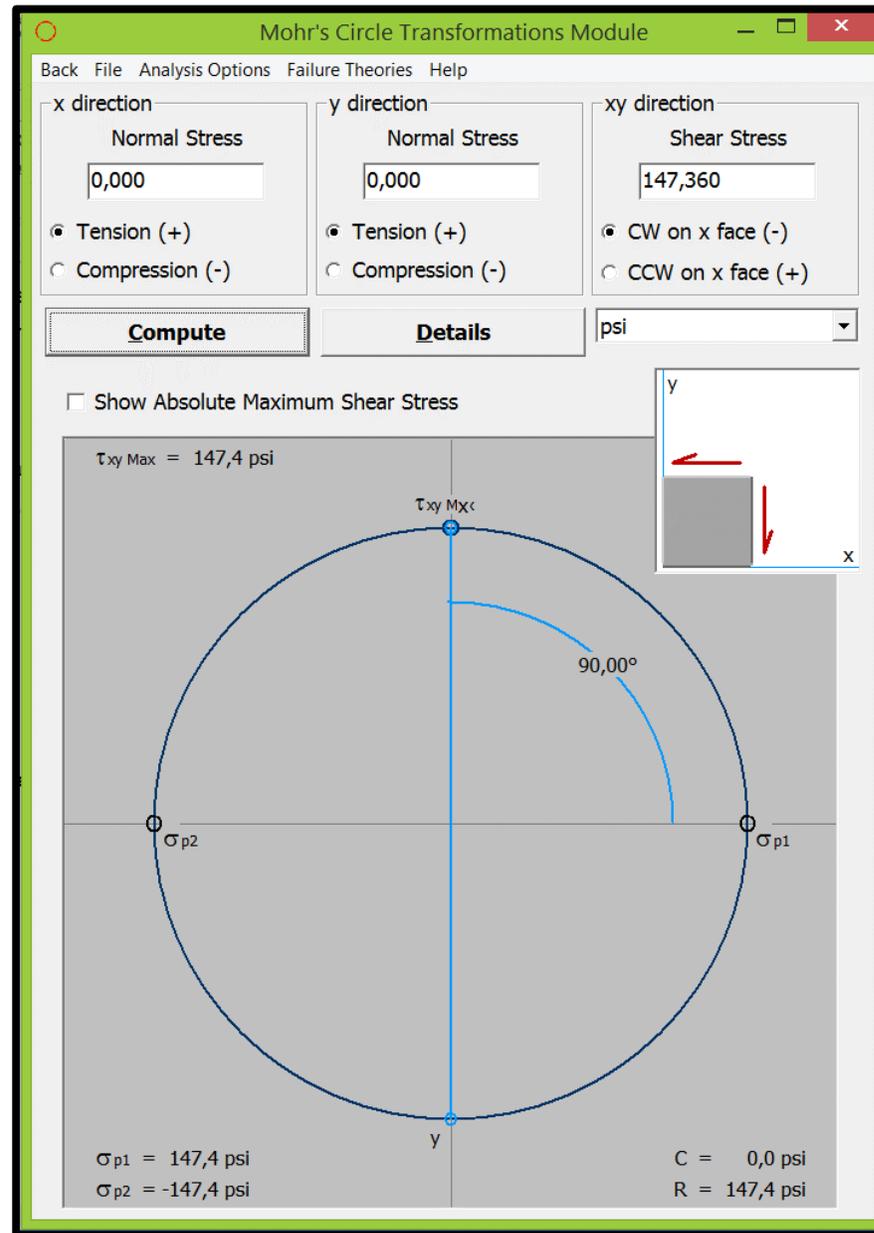
ANÁLISIS DE ESFUERZOS

Para un pin de 12 mm de diámetro, el esfuerzo cortante en el pin viene dado por:

$$\tau_c = \frac{F_c}{A_c} = \frac{4 \cdot F_c}{\pi \cdot \phi_{pin}^2}$$

$$\tau_c = \frac{4 \cdot 16666.7}{\pi \cdot 0.012^2}$$

$$\tau_c = 147.36 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 147.36 \text{ Mpa}$$



$$\sigma_1 = 147.36 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_2 = -147.36 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = 147.36 \text{ Mpa}$$



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESFUERZO DE VON MISES

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_1 + \sigma_2^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{3 \cdot \tau_c^2} = 1.732 \cdot \tau_c = 1.732 \cdot 147.36$$

$$\sigma' = 255.25 \text{ MPa}$$

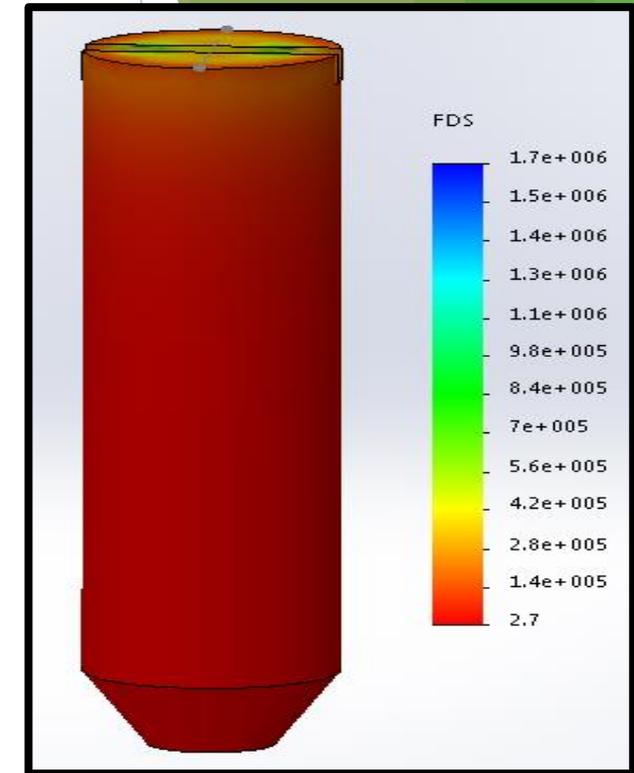
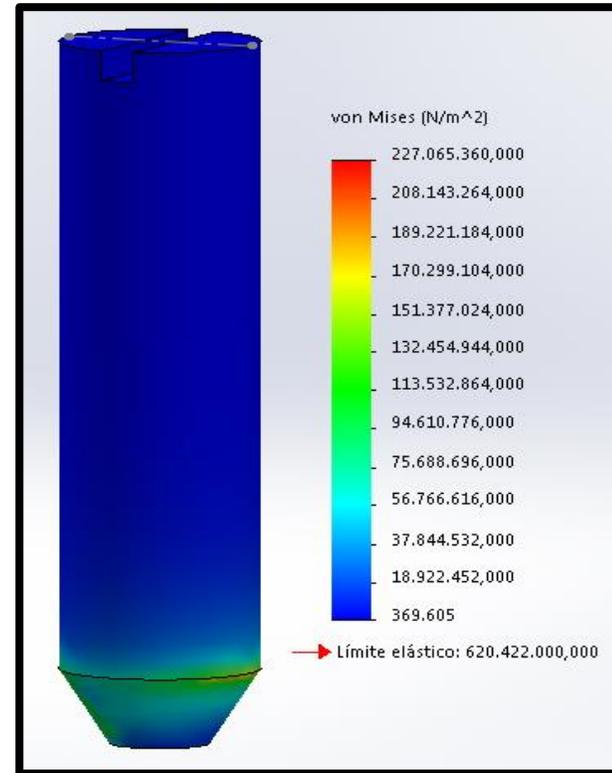
TEORÍA DE LA ENERGÍA DE LA DEFORMACIÓN

$$FS = \frac{S_y}{\sigma'}$$

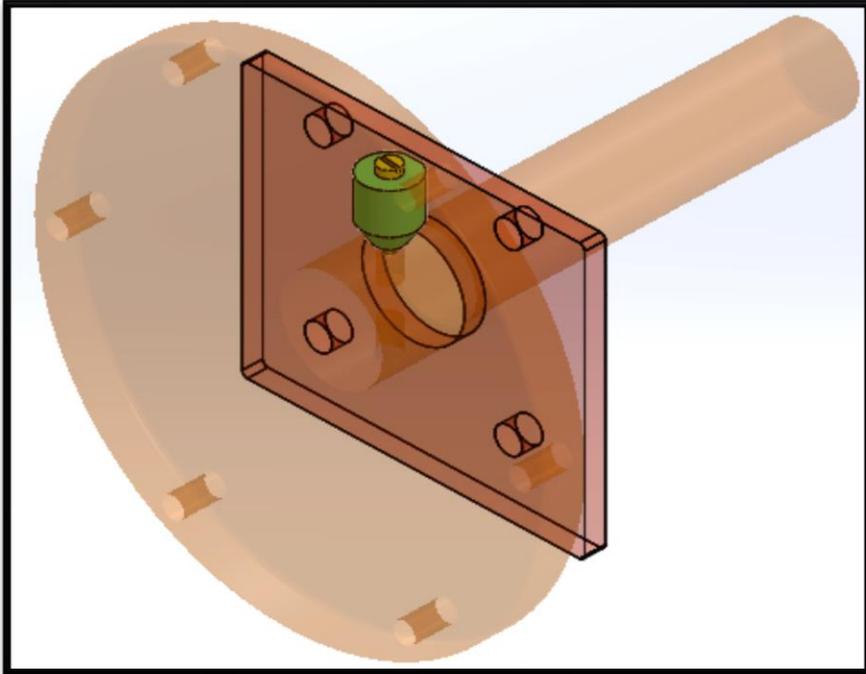
$$FS = \frac{634.3 \text{ MPa}}{255.25 \text{ MPa}}$$

$$FS = 2.48$$

Por lo tanto, el diámetro del pin de 12 mm, es el adecuado.



ALOJAMIENTO DEL PIN



ANÁLISIS DE ESFUERZOS:

$$\tau_c = \frac{F_c}{A_c} = \frac{4 \cdot F_c}{\pi \cdot (\phi_E^2 - \phi_I^2)}$$

$$\tau_c = \frac{4 \cdot 16666.7}{\pi \cdot (\phi_E^2 - \phi_I^2)}$$

$$\tau_c = \frac{21220.7}{(\phi_E^2 - \phi_I^2)}$$

ϕ_E = Diámetro exterior del cilindro

ϕ_I = Diámetro interior del cilindro = diámetro del pin = 12 mm

ESFUERZO DE VON MISES :

$$\sigma' = \sqrt{3 \cdot \tau_c^2} = 1.732 \cdot \frac{21220.7}{(\phi_E^2 - \phi_I^2)}$$

$$\sigma' = \frac{36755.3}{(\phi_E^2 - \phi_I^2)}$$

Reemplazando en la ecuación del factor de seguridad se tiene:

$$FS = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$FS = \frac{250 \text{ MPa}}{\frac{36755.3}{(\phi_E^2 - \phi_i^2)}}$$

$$(\phi_E^2 - \phi_i^2) = \frac{2 \cdot 36755.3}{250}$$

$$\phi_E = \sqrt{294.04 + 12^2}$$

$$\phi_E = 20.93 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se toma un diámetro exterior del cilindro de alojamiento del pin de 30 mm.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GUIA PARA SELECCIONAR RUEDAS

✓ RECOMENDABLE X NO RECOMENDABLE

🔔 CONSULTAR CON NUESTRO DEPARTAMENTO TECNICO

TIPO DE RUEDA	CAPACIDAD DE CARGA KG.	SUPERFICIE DE TRABAJO												CONDICIONES AMBIENTALES				DUREZA (SHORE) A-SHORE R-ROCKWELL BHN - BRINELL			
		ACERO CORRUGADO	ALFOMBRA	ASFALTO	BALDOSA - LOSETA	CERAMICAS - MAYOLICAS	CONCRETO	LADRILLO VITRIFICADO	MADERA	TAPETE PLASTICO	ACEITE INDUSTRIAL	AMORTIGUACION DE CARGA	CONTACTO CON VAPOR	GRASAS ANIMALES	PROTECCION DE PISO	QUIMICOS	SUPERFICIE HUMEDA		TEMPERATURA ALTA	TRABAJO SILENCIOSO	VIRUTA METALICA
AF	150-250	✓	🔔	🔔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	🔔	X	X	✓	X	75-80 A
BA	50-500	✓	X	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	X	✓	X	🔔	🔔	🔔	X	✓		214-230 BHN
BF	65-450	X	🔔	X	✓	✓	✓	🔔	✓	✓	X	✓	X	X	✓	X	🔔	X	✓	X	75-80 A
NEUMÁTICA	90-150	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓	X		65-70 A
NYLON	100-150	X	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	🔔	✓	🔔	X	✓		60-70 D
PB	55-230	🔔	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	🔔	✓	X	✓	✓		70-80 A
PR	75-500	X	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	X	🔔	✓	🔔	X	✓		50-60 D
PU	75-680	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	🔔	🔔	✓	🔔	X	X		90 A
SC	400-1.200	🔔	✓	✓	✓	✓	✓	🔔	🔔	X	✓	X	🔔	✓	🔔	🔔	🔔	X	X	✓	90 A
ALTA TEMPERATURA	180-680	X	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	X	🔔	✓	✓	X	✓		50 D
MÉDICA	80-160	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	🔔	✓	🔔	✓	X		70 A

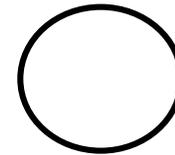
SELECCIÓN DE LAS GARRUCHAS

PROCESO DE MANUFACTURA

CURSOGRAMA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Medición y trazado
2	Corte del material: Oxicorte
3	Corte del material: Sierra de ciclo
4	Limpieza de rebabas: Lima, amoladora
5	Fresado
6	Nivelado
7	Soldadura: SMAW
8	Torneado
9	Taladrado

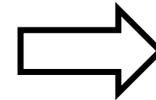
SIMBOLOGÍA



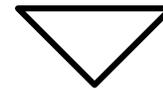
OPERACIÓN



INSPECCIÓN



TRANSPORTE



ALMACENAMIENTO



RETRASO

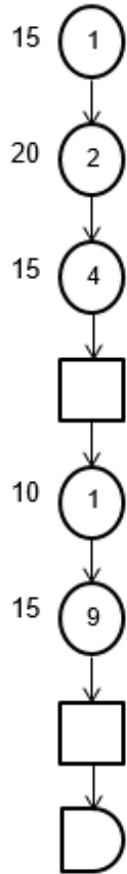


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

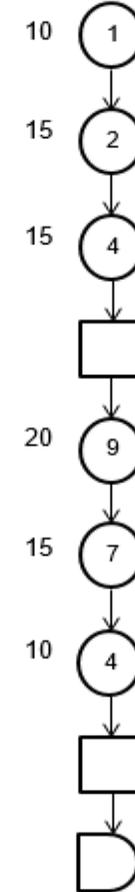
DESARROLLO DEL CONJUNTO DISCO EJE

Placa: Acero ASTM A36 900x900x8mm

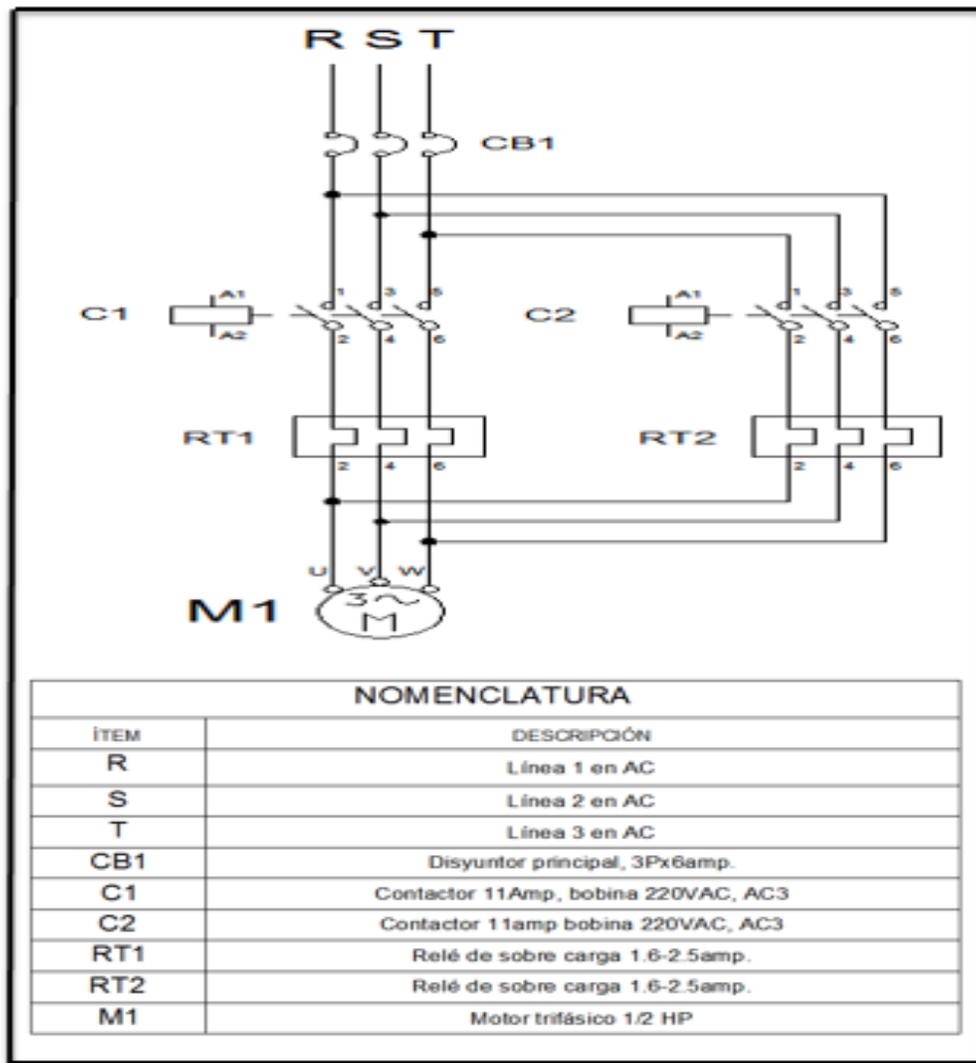


DESARROLLO DE LA PLACA INTERCAMBIABLE

Placa: Acero ASTM A36 antideslizante 600x600x3mm



ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CONTROL ELÉCTRICO



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
 INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONSTRUCCIÓN DE LA BANCADA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PROTOCOLO DE PRUEBAS

PARÁMETRO	COMPORTAMIENTO		DATOS DE REFERENCIA
	CUMPLE	NO CUMPLE	
Capacidad máxima de carga	•		Lugar de prueba: Taller Tracto Diésel
Pin de avance evita el giro	•		Hora de prueba: 09:00 am
Autobloqueo evita el giro	•		Motor utilizado: Cummins NT350
Funcionamiento de botoneras	•		Duración: 60 minutos
Giro estable	•		Cantidad de pruebas: 10 giros en cada sentido
Detener en cualquier posición	•		Responsable máquina: David Burbano
Movilidad	•		Recibe: Nelson Burbano, Gerente Tracto Diésel



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS DE COSTOS

RUBROS	COSTO USD
Diseño	340.00
Materiales	1678.00
Elementos mecánicos	51.20
Manufactura	474
Materiales eléctricos	473.40
Imprevistos	400.00
Utilidad	300.00
Total	3716.60



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES

- Mediante la función de la calidad se identifica los parámetros de diseño con los que tiene que contar la máquina de acuerdo a la necesidad del cliente.
- El proceso de analizar las funciones que desempeña la maquina permite esquematizar un orden de forma y diseño para seleccionar elementos y mecanismos.
- La selección de soluciones para cada paso del funcionamiento del soporte, representa la mejor forma de establecer un proceso de selección adecuado y analítico.
- A través de las pruebas de campo es posible validar el diseño y construcción de la máquina.
- Una de las necesidades del cliente fue el bajo costo del proyecto, mediante el análisis correspondiente se demuestra su factibilidad y resultado positivo en relación costo beneficio.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RECOMENDACIONES

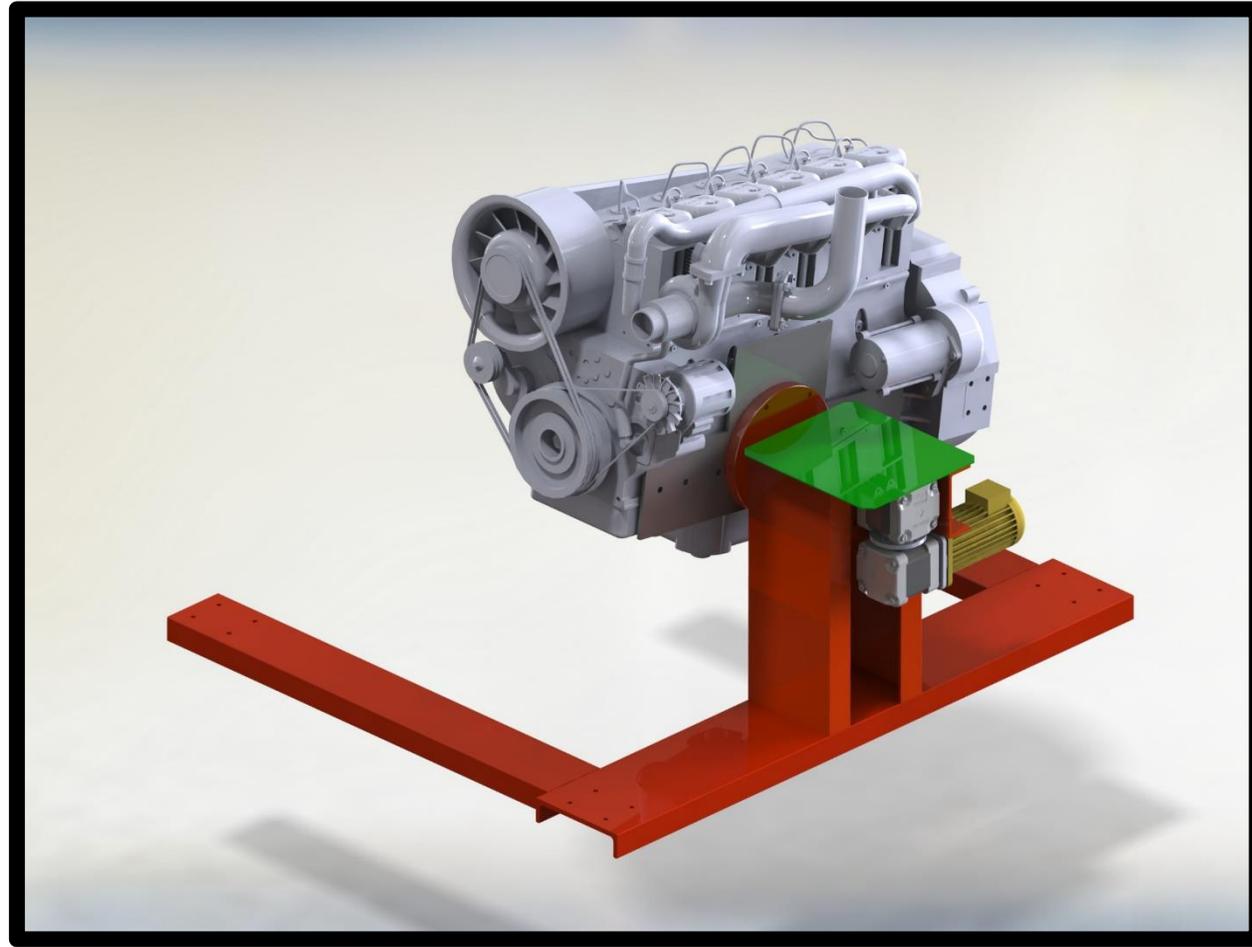
- Utilizar un software de diseño para obtener dimensiones y resultados de análisis con precisión elevada, pudiendo modificar con facilidad.
- El soporte es universal para los motores que la empresa repara, si se desea incluir otra gama de motores que sean más pesados se deberá cambiar los parámetros de dimensionamiento y diseño.
- El material no siempre tiene que ser ASTM A36, en cuanto cumpla el factor de diseño se puede utilizar cualquier material que este a favor en costo y disponibilidad.
- Revisar periódicamente el lubricante de los conjuntos reductores y el manual de mantenimiento del soporte.
- Al operar con motores pesados es obligatorio prestar atención a las normas de seguridad descritas en este proyecto.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA