

$$w_{salida\ motor} = \frac{7000rpm}{4,055} = 1726,26\ rpm$$
$$w_{salida\ motor} = \frac{1726,26\ rev}{min} * \frac{1\ min}{60\ s} * \frac{2\pi\ rad}{1\ rev} = 180,77\ \frac{rad}{s}$$

PRO-STREET X-RING® VX				VX Series Chains have Greater Rigidity and Wear resistance compared to our previous VM Series. A patented low friction X-Ring® is used for maximum performance.									
428VX	20.65	0.813	8.60	2.0	2.0	1.21	2.66	33.0	7.420	X	2,700	OPTION	FJ INCLUDED
520VX2	18.70	0.736	10.22	2.0	2.0	1.52	3.35	36.5	8.210	X	3,500	OPTION	FJ INCLUDED
525VX	21.80	0.858	10.32	2.2	2.2	1.84	4.05	41.0	9.220	X	3,600	INCLUDED	OPTION
530(50)VX	23.30	0.917	10.32	2.2	2.2	1.94	4.27	41.0	9.220	X	3,800	INCLUDED	N/A
532ZLV	24.80	0.976	11.10	2.4	2.4	2.20	4.85	43.4	9.750	X	3,300	INCLUDED	N/A

$$N_{\text{piñón}} = 14$$

$$N_{\text{catarina}} = 14 * 2,7 = 37,8 \approx 38 \text{ dientes}$$

$$D_{\text{piñón}} = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{N}\right)} = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{14}\right)} = 57 \text{ mm}$$

$$D_{\text{catarina}} = 57 * 2,7 = 153,9 \approx 154 \text{ mm}$$

$$HP_{\text{máx}} = 11,8 * 1,2 = 14,16 \text{ HP} = 10559,3 \text{ W} = HP_{\text{diseño}}$$



$$P_{\text{NOMINAL}} = \frac{4000 * 8800}{7000} = 5028,57 \text{ W}$$

$$P_{\text{DISEÑO}} = 5028,57 * 1,2 = 6034,284 \text{ W}$$

$F_{\text{ed}}$  = Fuerza de Empuje de Diseño

$Tr$  = Torque

$Wr$  = Velocidad angular de la rueda

Radio de la Rueda = 0.30 m

$$Velocidad\ de\ la\ moto = 20 \frac{Km}{h} = 5.5 \frac{m}{s}$$

$$Wm = 35(9.81)$$

$$Wp = 80(9.81)$$

$$Pd = Tp * Wp = Tr * Wr$$

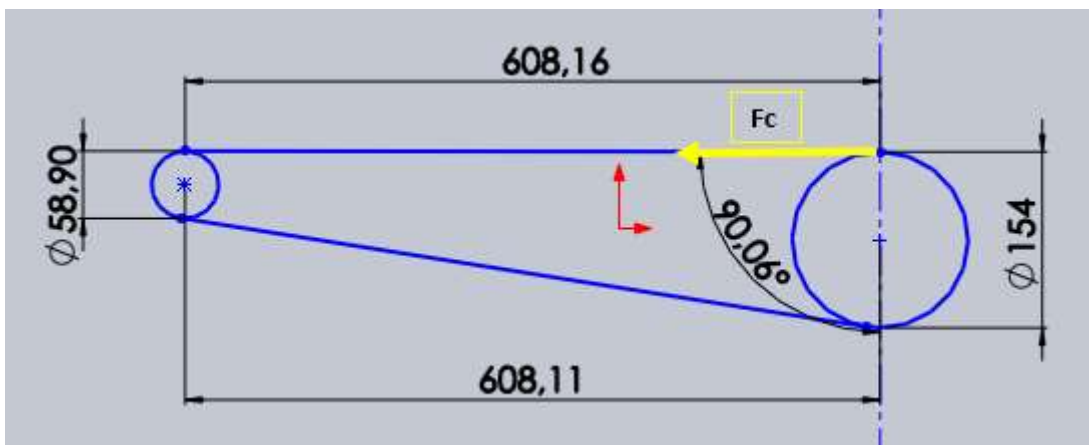
$$Pd = (Fed * 0.30) * Wr = 5028,57 * 1,2 = 6034,284\ W$$

$$Fed = \frac{6034,284}{5.5} = 1097.14\ N$$

### DISTANCIA ENTRE CENTROS

Con un intervalo permitido entre 30 pasos de cadena y 80 pasos de cadena.

$$[12.7 * (30)] - [12.7 * (80)] = (380 - 1016)\ mm$$



### LONGITUD DE LA CADENA

$$L = 1,57(D + d) + 2 * le + \frac{(D - d)^2}{4 * le}$$

$$L = 1,57(0,154 + 0,075) + 2 * (0,597) + \frac{(0,154 - 0,075)^2}{4 * 0,597} = 1,55\ m$$

### CANTIDAD DE ESLABONES

$$\varepsilon = \frac{1,55\ m}{0,5'' * 25,4 * 10^{-3}} = 122\ eslabones$$

## ARCO DE CONTACTO ENTRE PIÑÓN Y CADENA

$$\beta = 180^\circ - \frac{60 * (D - d)}{le}$$

$$\beta = 180^\circ - \frac{60 * (0,154 - 0,075)}{0,597} = 172^\circ$$

## ANÁLISIS ESTÁTICO

### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE GLOBAL

Con el diagrama de cuerpo libre global se buscó la variable aceleración, teniendo en cuenta que la  $F_{ed}$  (Fuerza Empuje de Diseño) se encontró de la siguiente forma y la fuerza de la cadena está con un ángulo  $0^\circ$ .

Se deben tomar en cuenta los siguientes pesos para el cálculo de la estática:

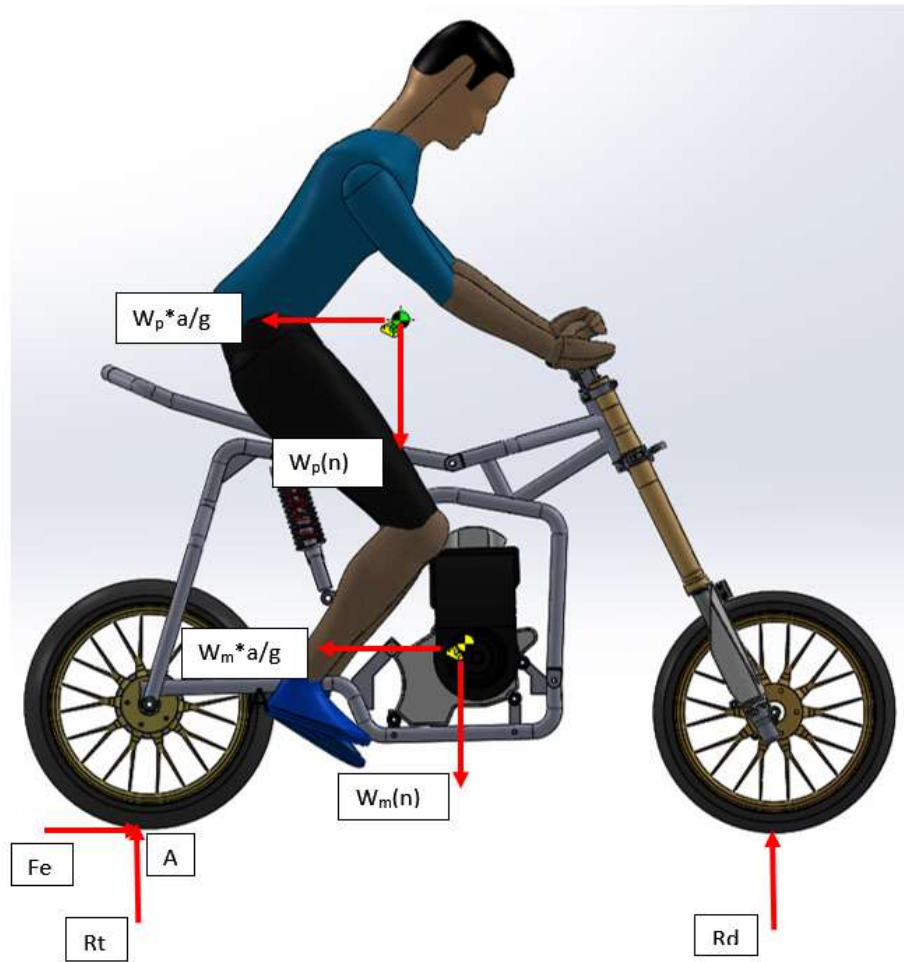
$$g = 9,81 \frac{m}{s^2} \text{ (gravedad)}$$

$$W_m = 343.35 \text{ N (peso del motor)}$$

$$W_p = 784.8 \text{ N (peso de la persona)}$$

$$n = 3 \text{ (factor de seguridad)}$$

$$F_{ed} = 1097.14 \text{ N}$$



$$\rightarrow \sum F_x = Fed - Wm \frac{a}{g} - Wp \frac{a}{g} = 0$$

$$a = \frac{Fed * g}{(Wm + Wp)} = \frac{1097.14 \text{ N}}{(35 + 80) \text{ kg}} = 9.44 \text{ m/s}^2$$

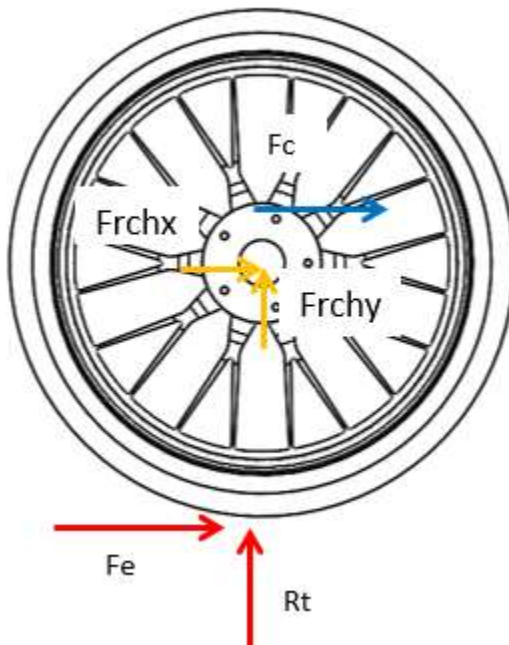
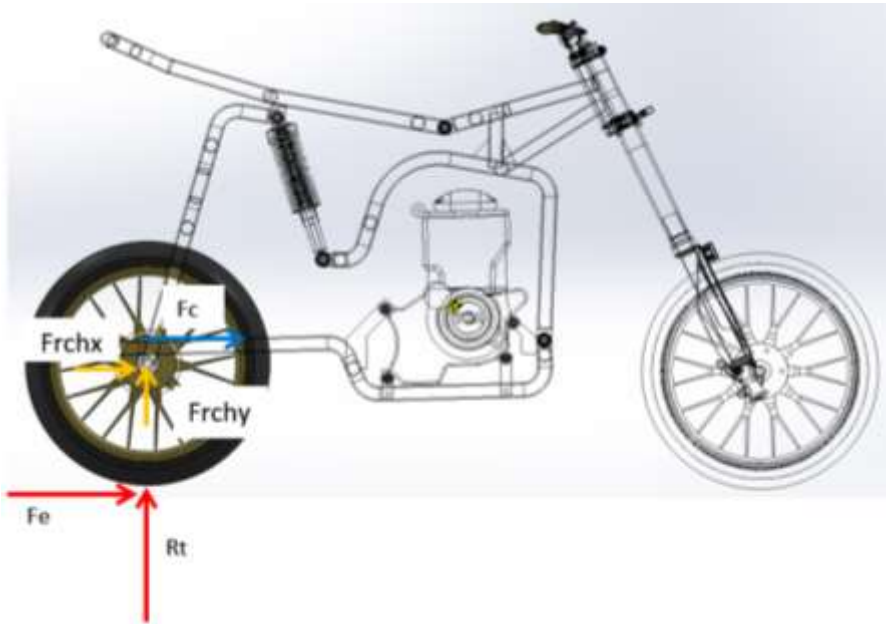
$$\uparrow \sum F_y = Rt + Rd - Wp(n) - Wm(n) = 0$$

$$\sum M_A = Wp \frac{a}{g} (1.157) - Wp(n)(0.628) + Rd(1.5) + Wm \frac{a}{g} (0.455) - Wm(0.6799) = 0$$

$$Rt = 2654.3 \text{ N}$$

$$Rd = 730.1703 \text{ N}$$

## RUEDA TRASERA



$$\rightarrow \sum F_x = Fed - Frchx + Fc = 0$$

$$\uparrow \sum F_y = Rt - Frchy = 0$$

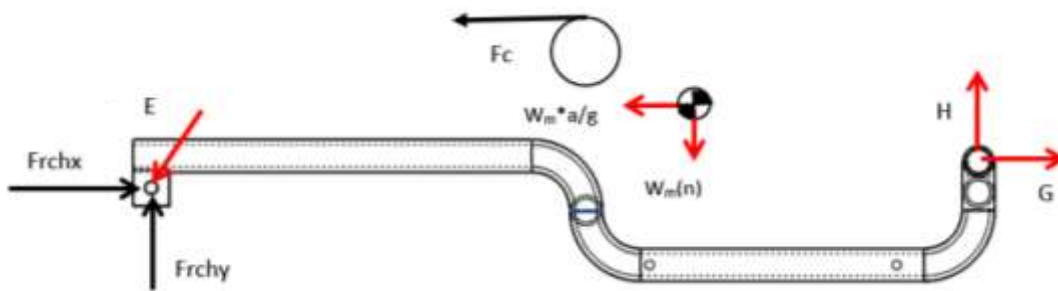
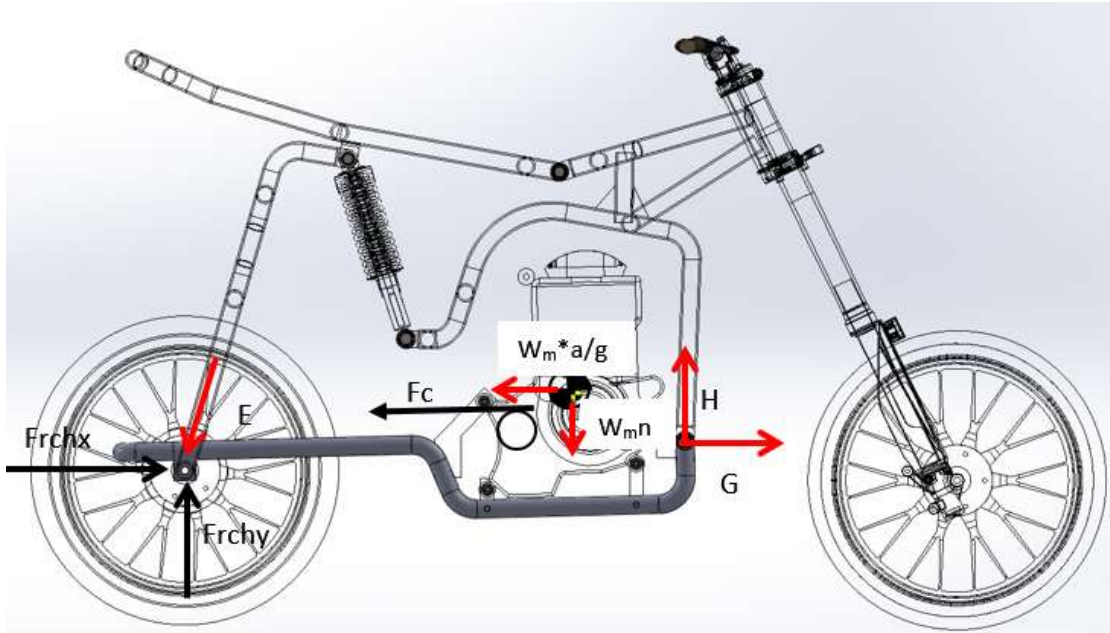
$$\sum M_A = Fed \left( \frac{Dr}{2} \right) - Fc \left( \frac{Dc}{2} \right)$$

$$Frchx = 5371.7 \text{ N}$$

$$Frchy = 2654.3 \text{ N}$$

$$Fc = 4274.6 \text{ N}$$

## BARRA MOTOR

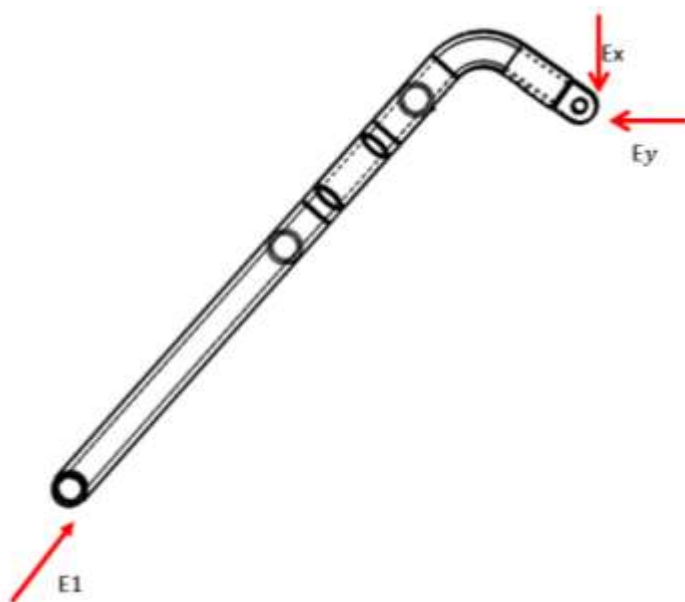
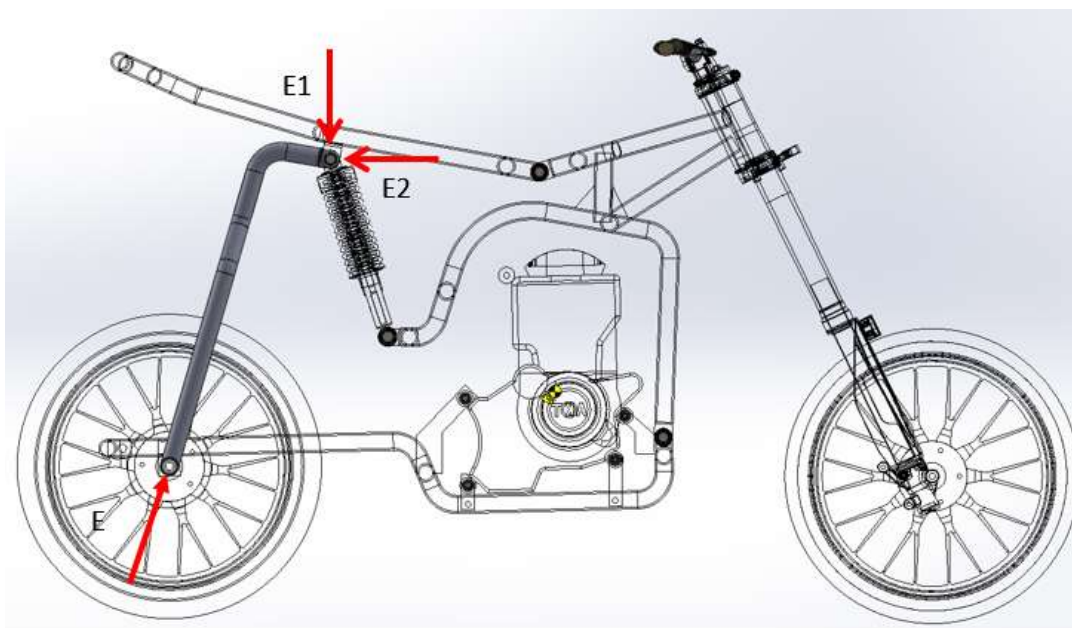


$$\rightarrow \sum F_x = Frchx + G - E \cos(60) - Wm \frac{a}{g} - Fc = 0$$

$$\uparrow \sum F_y = Frchy - E \sin(60) - Wm(n) + H = 0$$

$$\begin{aligned} \sum M_A = Wm \frac{a}{g} (0.12464) - Wp(n)(0.6799) - G(0.02871) + H(0.9138) \\ + Fc(0.06976) = 0 \end{aligned}$$

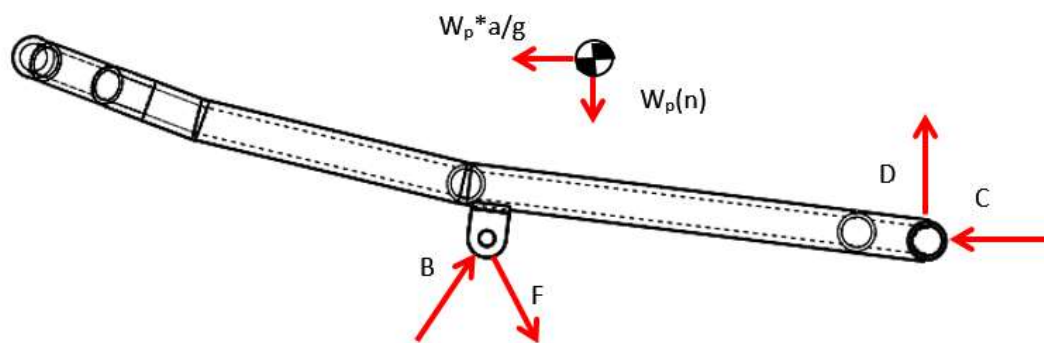
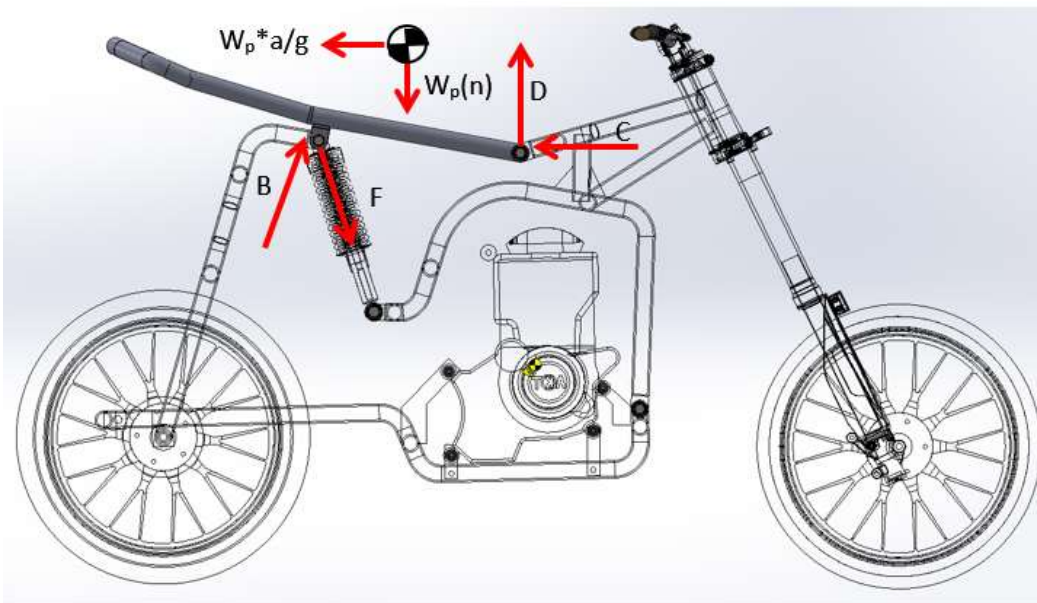
## BARRA LIBRE



$$\nearrow \sum F = E - \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 0$$



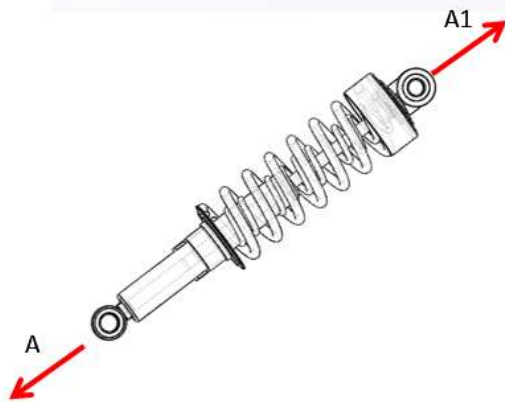
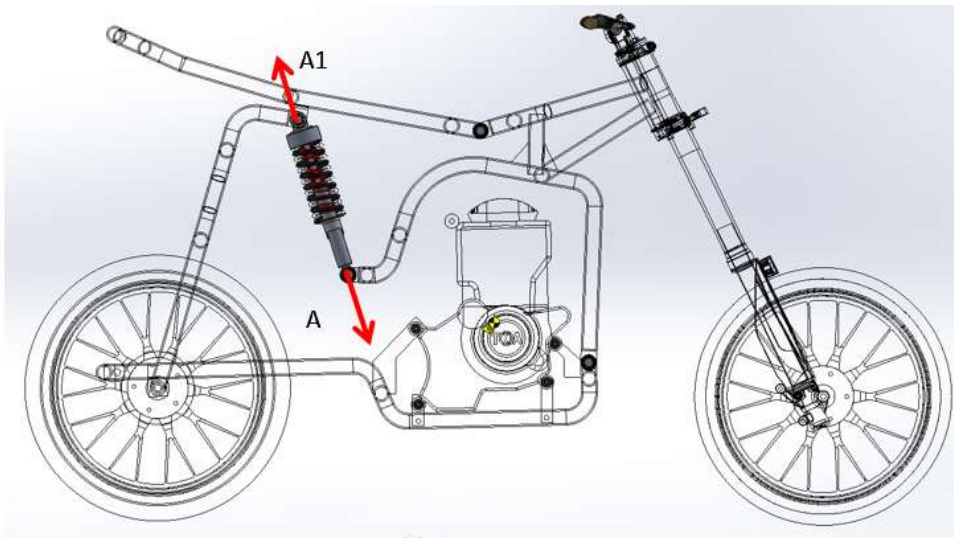
## BARRA ASIENTO



$$\rightarrow \sum F_x = B \cos(60) + F \cos(76.79) - C - \frac{W_p a}{g} = 0$$

$$\uparrow \sum F_y = D + B \sin(60) - F \sin(76.79) - W_p(n) = 0$$

## BARRA AMORTIGUADOR

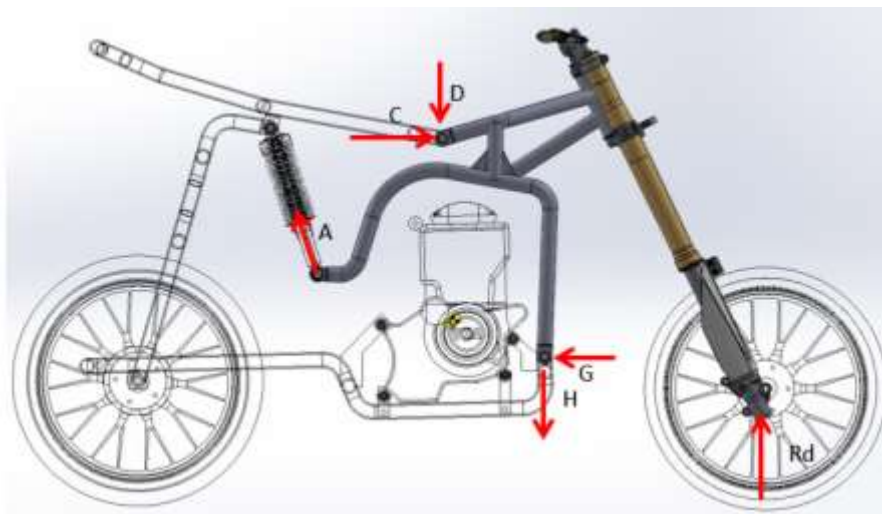


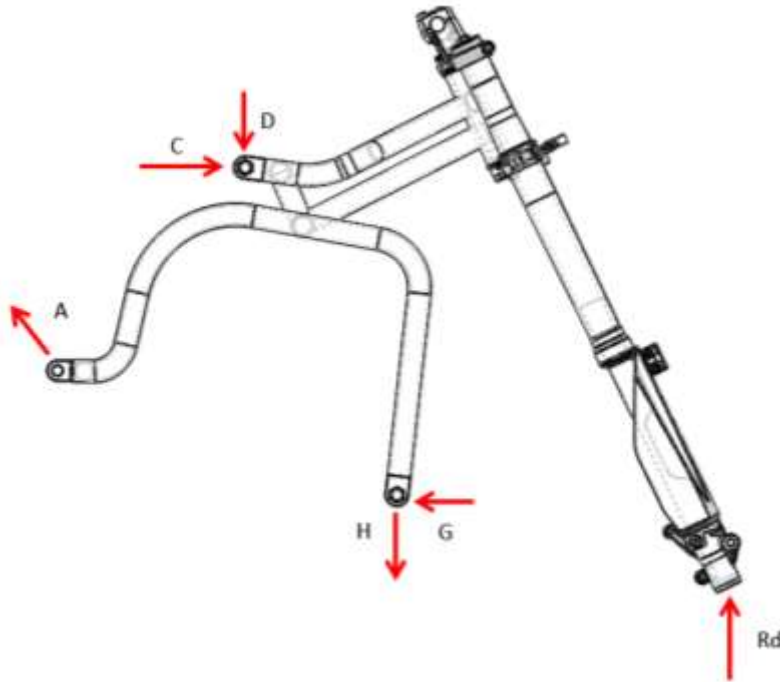
$$\sum F_x = A - A1 = 0$$

$$A = A1$$

Seleccionaremos un amortiguador estándar utilizado en las motos más comerciales y económicas de nuestro país teniendo en cuenta la fuerza que este soporta.

## BARRA TENEDOR





$$\rightarrow \sum F_x = C - A \cos(76.79) - G = 0$$

$$\uparrow \sum F_y = A \sin(76.79) - H - D + R_d = 0$$

$$\sum M_A = R_d(0.67374) + D(0.22652) - C(0.489061) + A \cos(76.79)(0.18556) - A \sin(76.79)(0.50658) = 0$$

## RESULTADOS

$$A = 492.253 \text{ N}$$

$$B = 5921.6 \text{ N}$$

$$C = 598.5043 \text{ N}$$

$$D = 670.2255 \text{ N}$$

$$E = 2498.4 \text{ N}$$

$$F = 493.47 \text{ N}$$

$$G = 485.9525 \text{ N}$$

$$H = 539.4352 \text{ N}$$

## COMPROBACIÓN

$$\rightarrow \sum F_x = Fr_{chx} + G - E \cos(60) - Wm \frac{a}{g} - Fc = 0$$

$$5371.7 + 485.9525 - (2498.4) \cos(60) - (35)(9.54) - 4274.6 = 0$$

$$-0.0475 \approx 0$$

$$\uparrow \sum F_y = Fr_{chy} - E \sin(60) - Wm(n) + H = 0$$

$$2654.3 - (2498.4) \sin(60) - (35)(9.81)(3) + 539.4352 = 0$$

$$0.007331184 \approx 0$$

$$\rightarrow \sum F_x = C - A \cos(76.79) - G = 0$$

$$598.5043 - (492.5230) \cos(76.79) - (485.9525) = 0$$

$$0.00005583 \approx 0$$

$$\uparrow \sum F_y = A \sin(76.79) - H - D + Rd = 0$$

$$(492.5230) \sin(76.69) - 539.4352 - 670.2255 + 730.1703 = 0$$

$$-0.000034702 \approx 0$$

## RESISTENCIA DE MATERIALES

Basados en los resultados entregados por el análisis estático se procedió a hacer el análisis de resistencia de materiales de cada barra de la estructura de la moto.

Para hacer los cálculos se tomó como base un material para las barras: acero 1020 de una pulgada con calibre 16; por esta razón la sección transversal, la inercia, el radio mínimo de giro, el límite de fluencia y el módulo de elasticidad son constantes por lo que se hallaron y se representaron de la siguiente forma:

$$I = \frac{\pi * ((33 * 10^{-3})^3 - (30 * 10^{-3})^3)}{4} = 21.47 * 10^{-6} m^3$$

$$A = \pi * [(16.5 * 10^{-3})^2 - (15 * 10^{-3})^2] = 148.44 * 10^{-6} m^2$$

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}} = 0.38 \text{ m}$$

$$S_{yp} = 294,8 \text{ GPa}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

Para el cálculo de las barras que están en compresión, se utilizó una constante con los datos ya conocidos para simplificar la expresión que da la fuerza crítica de pandeo sacada de la ecuación de Euler ya que todas las barras que tenemos en compresión entran a regirse por dicha ecuación.

$$F_{cr} = \frac{c\pi^2 EA}{(L/k)^2}$$

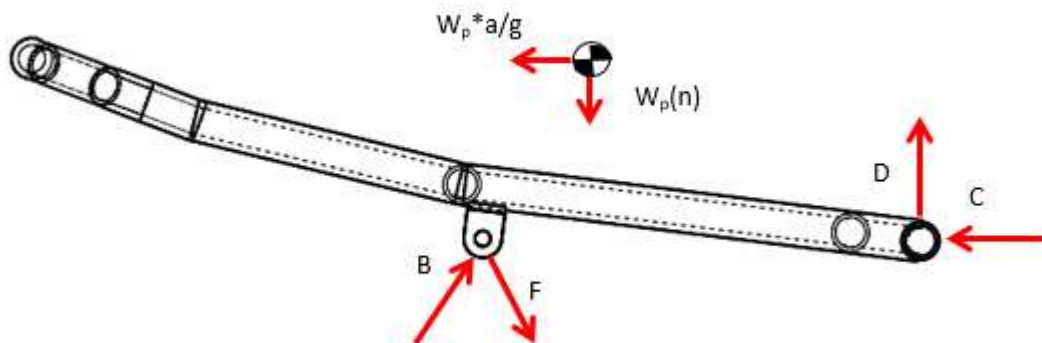
$$F_{cr} = \frac{c\pi^2 * (200 * 10^9) * (148.44 * 10^{-6}) * (0.38)^2 * (0.75 * 10^{-3})^2}{L^2}$$

$$F_{cr} = 162.81 * \frac{c}{L^2}$$

$$F_{cr} = Co * \frac{c}{L^2}$$

Para todos los cálculos de Resistencia de Materiales se utilizó un factor de seguridad  $F_s = 1.8$ ; este factor es aplicado comúnmente para máquinas sometidas a horas de carga variables y que no están sometidas a cargas altas.

## BARRA ASIENTO



$$D = 670.2255 \text{ N}$$

$$C = 598.5043 \text{ N}$$

$$F = 493,47 \text{ N}$$

$$B = 5921.6 \text{ N}$$

$$V1 = B * \cos(60) - F * \cos(76,79) = 2848,03 \text{ N}$$

$$V2 = Wp$$

$$V3 = D$$

$$F1 = B * \sin(60) - F * \sin(76,79) = 4647,84 \text{ N}$$

$$F2 = C$$

$$\sigma_1 = \frac{F * F_s}{A} = \frac{4647,84 * 1.8}{3,3545 \times 10^{-4}} = 24,93 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{F * F_s}{A} = \frac{598,5043 * 1.8}{3,3545 \times 10^{-4}} = 3,21 \text{ MPa}$$

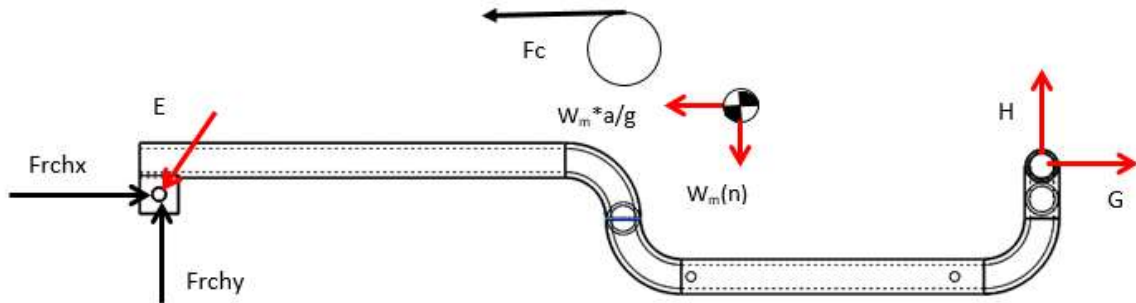
$$\tau_1 = \frac{2848.03 * 1,8 * 2}{A} = 30,56 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = \frac{(80 * 3) * 1,8 * 2}{A} = 2,57 \text{ MPa}$$

$$\tau_3 = \frac{670,2255 * 1,8 * 2}{A} = 7,1927 \text{ MPa}$$

Nota: ningún esfuerzo supera el esfuerzo de fluencia del material acero 1020 el cual es de 300 MPa.

## BARRA MOTOR



$$Frchy = 2654,3 \text{ N}$$

$$Frchx = 5371,7$$

$$E = 2498,4 \text{ N}$$

$$H = 539,4372 \text{ N}$$

$$Ex = 1249,2 \text{ N}$$

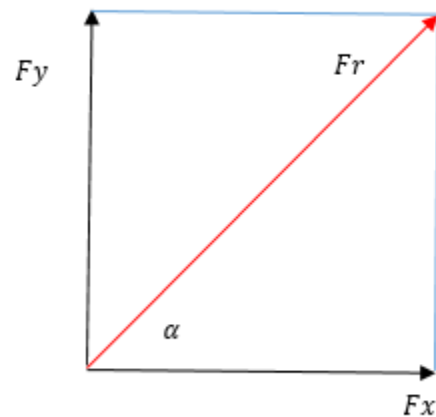
$$Ey = 2163,67 \text{ N}$$

Resultante de fuerzas en x:

$$Fx = 4122,5 \text{ N}$$

Resultante de fuerzas en Y:

$$Fy = 490,63 \text{ N}$$



$$Fr = \sqrt{Fx^2 + Fy^2} = 4151,6 \text{ N}$$

$$\alpha = 6,78^\circ$$

## PRIMER CORTE

$$M = FC * (0,3386)$$

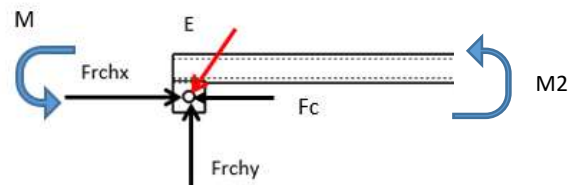
$$M = 114,74 \text{ N.m}$$

$$V = 490,63 \text{ N}$$

$$M_{\text{máx}} = 144,74 \text{ N.m}$$

$$F_{\text{axial}} = Frchx - Ex - Fc$$

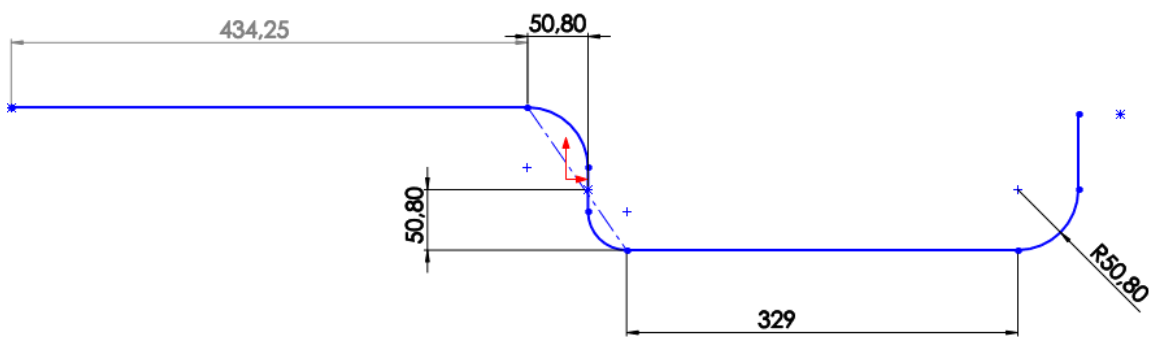
$$F_{\text{axial}} = 152,1 \text{ N}$$



$$\sigma_A = \frac{1,8 F}{A} = \frac{1,8 (152,1)}{3.3545 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma_A = 816,157 \text{ KPa}$$

$$\tau_A = \frac{1,8 * 2 * F}{A} = \frac{2 * 1,8 * (490,63)}{3.3545 \times 10^{-4}} = 4,71 \text{ MPa}$$



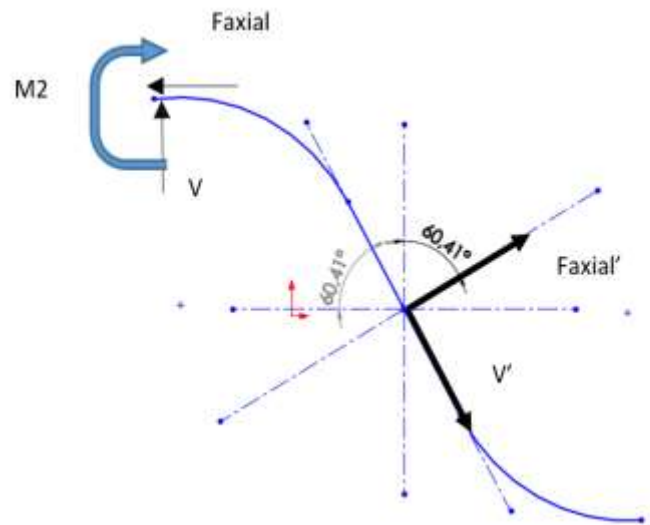
## SEGUNDO CORTE

$$\phi_x = 490,63 * \sin(60,41) \\ = -426,64 \text{ N}$$

$$\phi_y = 490,63 * \cos(60,41) = 242,26 \text{ N}$$

$$\beta_x = 152,1 * \cos(60,41) = -65,11 \text{ N}$$

$$\beta_y = 152,1 * \sin(60,41) = -132,26 \text{ N}$$



$$Mp = 0$$

$$Mp = M - 68,32 - (490,63 * 50,8 \times 10^{-3}) + (152,1 * 50,8 \times 10^{-3})$$

$$M = 68,32 + (490,63 * 50,8 \times 10^{-3}) - (152,1 * 50,8 \times 10^{-3})$$

$$M = 85,51 \text{ N.m}$$



$$F_{axial} = -491 \text{ N}$$

$$V = 110 \text{ N}$$

$$\sigma_2 = \frac{My}{F * e * (rn - y)} + \frac{N}{F}$$

$$\sigma_2 = \frac{85,51 * 27,6734 * 10^{-4}}{3,3545 * 10^{-4} * 2,2734 * 10^{-4} * (48,5266 * 10^{-4} - 27,6734 * 10^{-4})} + \frac{-491}{3,3545 * 10^{-4}}$$

$$\sigma_2 = 134 \text{ MPa}$$

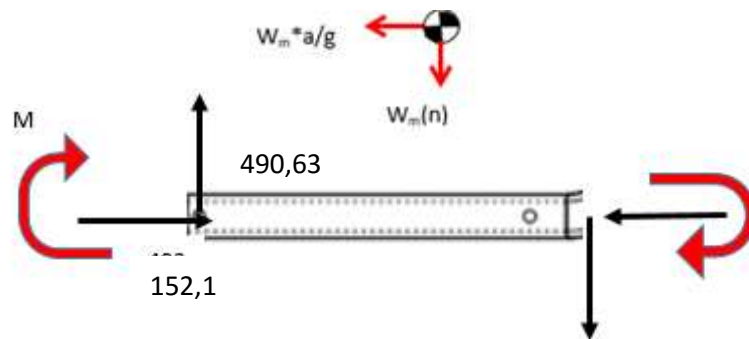
### TERCER CORTE

$$Mq = 0$$

$$Mq = 68,32 + (490,63 * 101,6 * 10^{-3}) - (152,1 * 101,6 * 10^{-3})$$

$$M = 68,32 + (490,63 * 50,8 * 10^{-3}) - (152,1 * 50,8 * 10^{-3})$$

$$M = 102,71 \text{ N.m}$$



$$F_{axial} = 746,72 \text{ N}$$

$$V = 539,42 \text{ N}$$

$$M = 102,71 - 64,85 + (490,63 * 0,32907) - (1030,05 * 0,14947) = 45,36 \text{ N.m}$$

$$\sigma_3 = 1,8 \left( \frac{F}{A} + \frac{Mc}{I} \right)$$

$$\sigma_3 = 1,8 \left( \frac{746,72}{A} + \frac{45,36c}{I} \right)$$

$$\sigma_3 = 4,07 \text{ MPa}$$

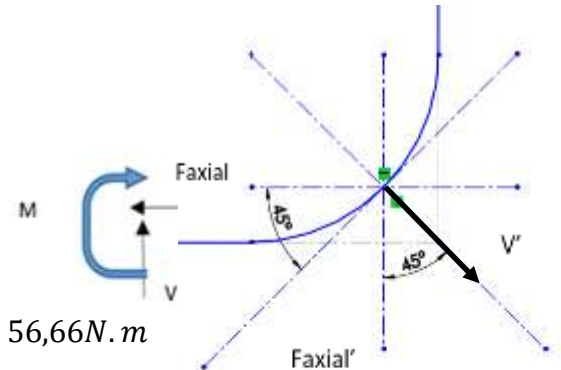
$$\tau_3 = \frac{1,8 * 2 * F}{A} = \frac{2 * 1,8 * (539,42)}{A} = 5,78 \text{ MPa}$$

#### CUARTO CORTE

$$x' = 746,72 \cos 45 + 539,42 \cos 45 = 909,43 \text{ N}$$

$$y' = -746,72 \cos 45 + 539,42 \cos 45 = -146,58 \text{ N}$$

$$M = 45,36 + (539,4 * 0,03592) - (539,42 * 0,01498) = 56,66 \text{ N.m}$$



$$Faxial = 909,43 \text{ N}$$

$$V = -146,58 \text{ N}$$

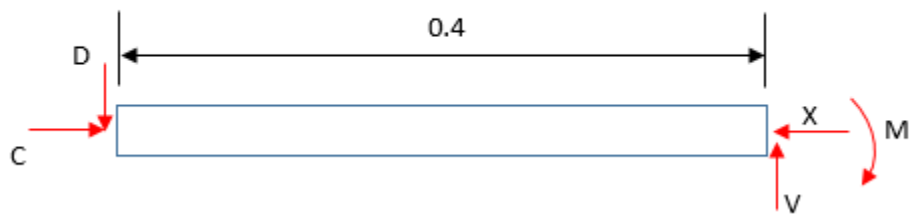
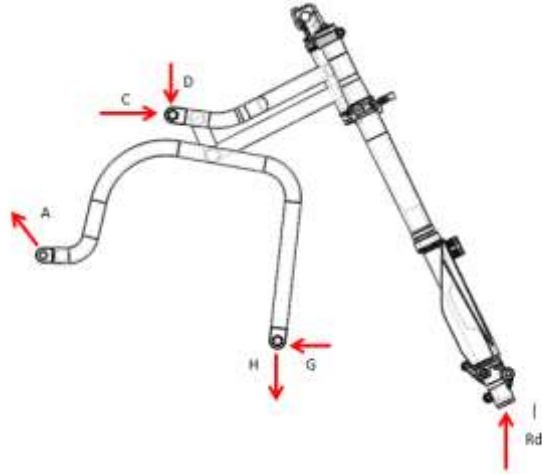
$$\sigma_4 = \frac{My}{F * e * (rn - y)} + \frac{N}{F}$$

$$\sigma_4 = \frac{56,66 * 27,6734 * 10^{-4}}{3,3545 * 10^{-4} * 2,2734 * 10^{-4} * (48,5266 * 10^{-4} - 27,6734 * 10^{-4})} + \frac{909,43}{3,3545 * 10^{-4}}$$

$$\sigma_4 = 125,7 \text{ MPa}$$

## BARRA TENEDOR

Primera parte: para esta parte era necesario conocer la longitud verdadera de la parte superior de la barra tenedor.



$$\sigma = 1.8 \left( \frac{F}{A} + \frac{Mc}{I} \right)$$

$$\sigma = 1.8 \left( \frac{598.5043}{A} + \frac{670.2255 * 0.4 * c}{I} \right)$$

$$\sigma = 3.58 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{2 * 1.8 * V}{A}$$

$$\tau = \frac{2 * 1.8 * 670.2255}{A}$$

$$\tau = 7.19 \text{ MPa}$$

## SEGUNDA PARTE

Fórmulas a utilizar para el cálculo de vigas curvas, con un  $n = 1.8$

$$r_n = \frac{D^2 - d^2}{4(\sqrt[2]{4R^2 - d^2} - \sqrt[2]{4R^2 - D^2})}$$

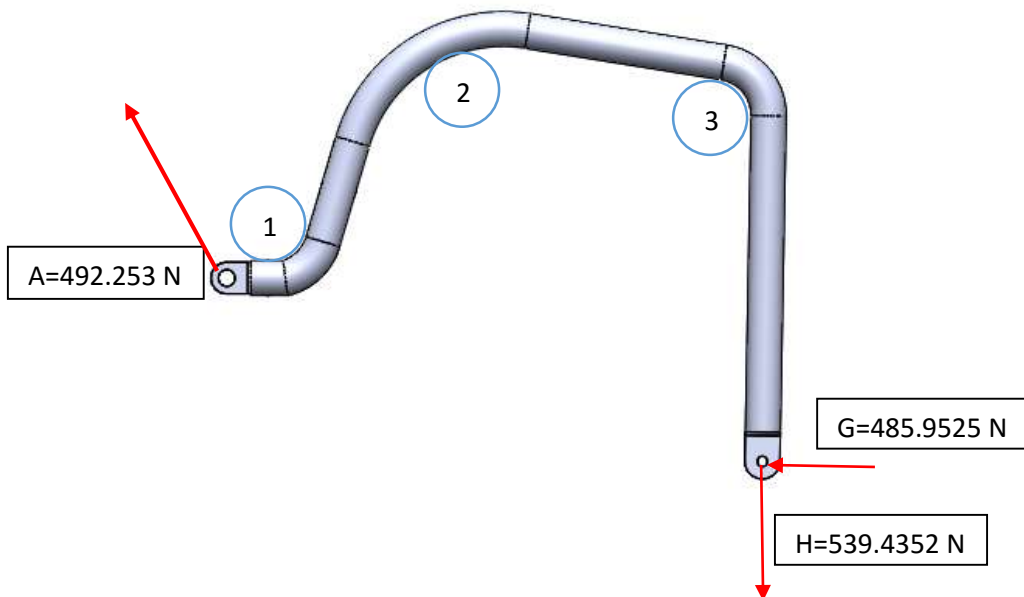
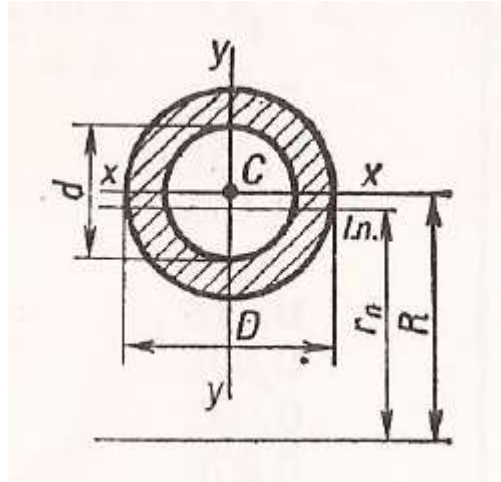
$$e = R - r_n$$

$$h_1 = \frac{h}{2} - e$$

$$h_2 = \frac{h}{2} + e$$

$$F = \frac{\pi}{4}(DE^2 - DI^2)$$

$$\frac{My}{Fe(r_n - y)} + \frac{N}{F} = \frac{S_{yp}}{n}$$



La resultante de las 3 fuerzas  $R=656.147$  N, con una orientación  $\alpha$  de aproximadamente  $0^\circ$

$$r_n = \frac{(33.4)^2 - (26.238)^2}{4(\sqrt[2]{4(50.8)^2 - (26.2)^2} - \sqrt[2]{4(50.8)^2 - (33.4)^2})}$$

$$r_n = \frac{(33.4)^2 - (26.238)^2}{4(\sqrt[2]{4(50.8)^2 - (26.2)^2} - \sqrt[2]{4(50.8)^2 - (33.4)^2})}$$

$$h_2 = \frac{50.8}{2} + 2.22734 = 27.6734 \text{ mm}$$

$$\sum M = 128.3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\frac{My}{Fe(r_n - y)} + \frac{N}{F} = \frac{S_{yp}}{n}$$

$$\frac{128.3 * 0.02767}{3.3545 \times 10^{-4} * 2.2734 \times 10^{-3} * (48.5266 \times 10^{-3} - 0.02767)} + \frac{461.611}{3.3545 \times 10^{-4}} = \frac{S_{yp}}{1.8}$$

$$224.6370 * 1.8 = 404.3467 \text{ MPa} = S_{yp}$$

## Punto Crítico 2

R=150 mm

$$F_T = R \sin(\alpha) = (492.253) \sin(57.11) = 413.352 \text{ N}$$

$$F_N = R \cos(\alpha) = (492.253) \cos(57.11) = 267.307 \text{ N}$$

$$\sum M = -(A_x * D_{2Ay}) - (A_y * D_{2Ax}) + (H * D_{2Hx}) - (G * D_{2Gy})$$

$$\sum M = -(492.253 \cos(76.79) * 0.215) - (492.253 \sin(76.76) * 0.16117) + (539.43 * 0.32857) - (485.9525 * 0.36261) = -100.3931 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$r_n = \frac{D^2 - d^2}{4(\sqrt{4R^2 - d^2} - \sqrt{4R^2 - D^2})}$$

$$e = R - r_n$$

$$h_1 = \frac{h}{2} - e$$

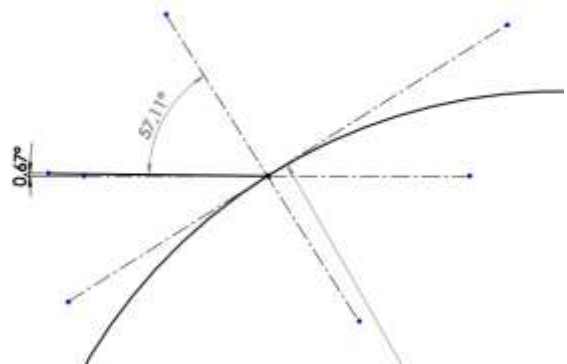
$$h_2 = \frac{h}{2} + e$$

$$F = \frac{\pi}{4} (DE^2 - DI^2)$$

$$\frac{My}{Fe(r_n - y)} + \frac{N}{F} = \frac{S_{yp}}{n}$$

$$\frac{-100.3931 * 0.02767}{3.3545 \times 10^{-4} * 2.2734 \times 10^{-3} * (48.5266 \times 10^{-3} - 0.02767)} + \frac{413.352}{3.3545 \times 10^{-4}} = \frac{S_{yp}}{1.5}$$

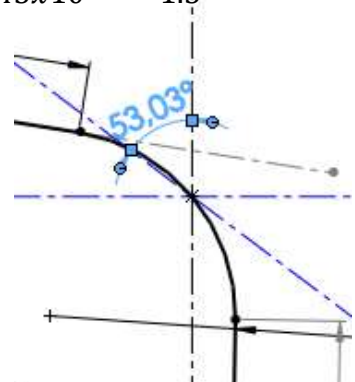
$$173.416 * 1.8 = 312.15 \text{ MPa} = S_{yp}$$



## Punto Crítico 3

R=50.8 mm

$$F_T = R \sin(\alpha) = (492.253) \sin(53.03) = 393.285 \text{ N}$$



$$F_N = R \cos(\alpha) = (492.253) \cos(53.03) = 296.03 \text{ N}$$

$$\sum M = -(A_x * D_{2Ay}) - (A_y * D_{2Ax}) + (H * D_{2Hx}) - (G * D_{2Gy})$$

$$\begin{aligned} \sum M = & -(492.253 \cos(76.79) * 0.147) + (492.253 \sin(76.79) * 0.489) \\ & - (539.43 * 0.00637) - (485.9525 * 0.33628) = 54.65 \text{ N} * m \end{aligned}$$

$$r_n = \frac{D^2 - d^2}{4(\sqrt[2]{4R^2 - d^2} - \sqrt[2]{4R^2 - D^2})}$$

$$e = R - r_n$$

$$h_1 = \frac{h}{2} - e$$

$$h_2 = \frac{h}{2} + e$$

$$F = \frac{\pi}{4}(DE^2 - DI^2)$$

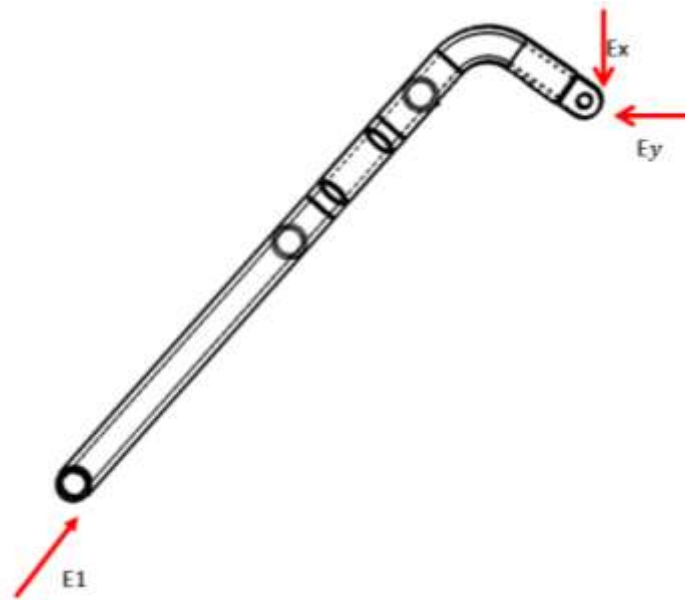
$$\frac{My}{Fe(r_n - y)} + \frac{N}{F} = \frac{S_{yp}}{n}$$

$$\frac{54.65 * 0.02767}{3.3545 \times 10^{-4} * 2.2734 \times 10^{-3} * (48.5266 \times 10^{-3} - 0.02767)} + \frac{393.285}{3.3545 \times 10^{-4}} = \frac{S_{yp}}{1.5}$$

$$96.24 * 1.8 = 173.239 \text{ MPa} = S_{yp}$$

Nota: Todas los tramos de la barra tenedor soportan con acero 1045.

## BARRA LIBRE



$$\sigma_{max} = \frac{My}{Fe(rn - y)} + \frac{N}{F}$$

Con  $y = h1$ ;  $y = h2$ ;  $(rn - y) = R1$ ;  $(rn - y) = R2$ ;  $F = \text{área con sección transversal}$

$$R2 = R + \frac{h}{2} = 50.8 + \frac{33.4}{2} = 67.5$$

$$F = \frac{\pi DE^2}{4} - \frac{\pi DI^2}{4} = \frac{\pi(33.4 \times 10^{-3})^2}{4} - \frac{\pi(26.2382 \times 10^{-3})^2}{4}$$

$$F = 3.3545 \times 10^{-4} m$$

$$\sigma_{max} = \frac{My}{Fe(rn - y)} + \frac{N}{F}$$

$$\sigma_{max} = \frac{(149.58)(27.6734 \times 10^{-3})}{(3.3545 \times 10^{-4})(2.2734 \times 10^{-3})(48.5266 \times 10^{-3} - 27.6734 \times 10^{-3})} + \frac{2493}{3.3545 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma_{max} = 267.723 MPa$$



- Verificación de pandeo

$$I = \frac{\pi((16.7 \times 10^{-3})^4 - (13.1191)^4)}{4} = 3.7822 \times 10^{-8}$$

$$K = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{3.7822 \times 10^{-8} m}{3.3545 \times 10^{-4} m}} = 0.0106 \text{ m}$$

$$\frac{L}{K} = \frac{554.03 \times 10^{-3}}{0.0106} = 52.1765$$

$$C=2$$

$$\sqrt{\frac{(2)(2)(\pi^2)(200 \times 10^9)}{294.8 \times 10^9}} = 5.17$$

$$\frac{L}{K} > \sqrt{\frac{2C\pi^2 E}{S_y}}$$

$$F_{crit} = \frac{C\pi^2 EA}{\left(\frac{L}{K}\right)^2} = \frac{2\pi^2(200 \times 10^9)(3.3545 \times 10^{-4})}{(52.1765)^2} = 486449 \text{ N}$$

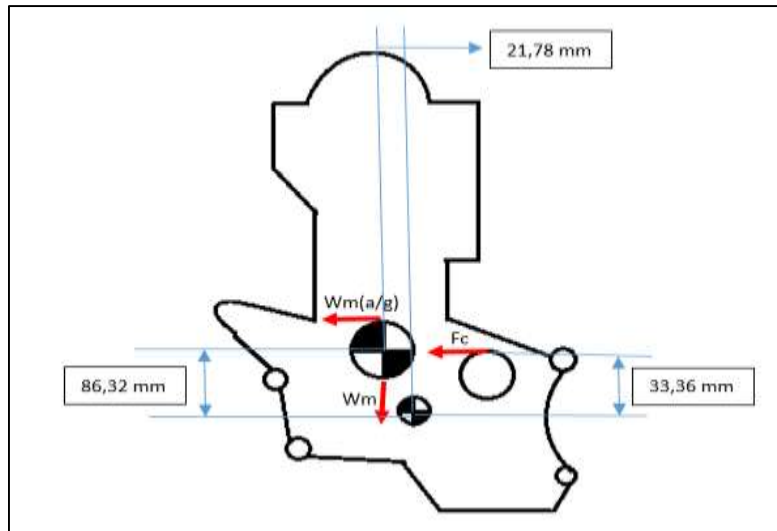
$$F_{crit} > F_{aplicada}$$

## FUERZAS SOPORTE MOTOR

### Fuerzas soporte motor

### Cálculos de las uniones con las placas del motor

#### Unión entre placa y motor



$$\sum F_x = Wm \frac{a}{g} - Fc = -5276.26 \text{ N}$$

$$\sum F_y = Wm = 1030.1$$

$$FR = \sqrt{(5276.26)^2 + (1030.1)^2}$$

$$FR = 5375.87 \text{ n}$$

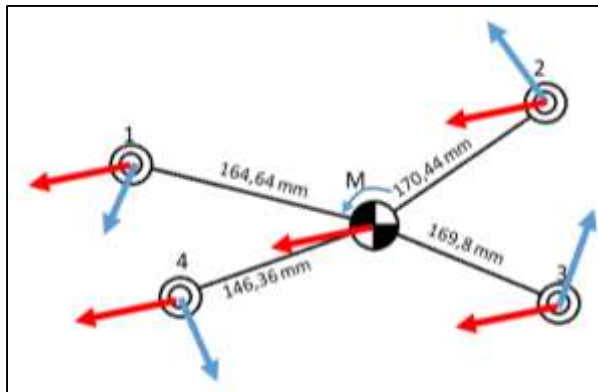
$$\text{DIRECCIÓN DE LA FUERZA RESULTANTE: } \tan^{-1} \left( \frac{1030.1}{5276.26} \right) = 11.04^\circ$$

$$\sum M = Wm \left( \frac{a}{g} \right) (86,32\text{mm}) + Wm(21,78\text{mm}) + Fc(33,36\text{mm})$$

$$\sum M = (1001.67)(86,32\text{mm}) + (1030,1)(21,78\text{mm}) + (4274.6)(33,36\text{mm})$$

$$M = 221.50 \text{ N} * m$$

### Diagrama de fuerzas tangenciales y resultantes



	Fuerza tangencial
	$\frac{FR}{4}$

$$Ft = \frac{Mdi}{\sum di^2}$$

$$Ft_1 = \frac{251.5 (166,64mm)}{164,64^2 + 170,44^2 + 146,36^2 + 169,8^2}$$

$$Ft_1 = 388.38 \text{ N}$$

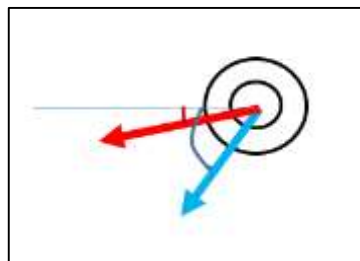
$$Ft_2 = 346.6 \text{ N}$$

$$Ft_3 = 402.11 \text{ N}$$

$$Ft_4 = 403.63 \text{ N}$$

Solo es necesario calcular la placa y el perno que posean la carga más crítica, es decir, en los cuales su resultante ( $FR/4 - Ft$ ) sea mayor. Para este cálculo se tomarán los pasadores 1 y 2, ya que son en los que se presenta la fuerza resultante mayor.

#### Nodo 1



Ángulo de FR con respecto a la horizontal	11.04°
Ángulo de Ft con respecto a la horizontal	74.27°

$$Fx = Ft_1 \cos(74,27^\circ) + \frac{FR}{4} \cos(11,04^\circ)$$

$$F_x = 388.38 \cos(74,27) + \frac{5375.87}{4} \cos(11.04)$$

$$F_y = F_t \sin(74,27^\circ) + \frac{FR}{4} \sin(11.04^\circ)$$

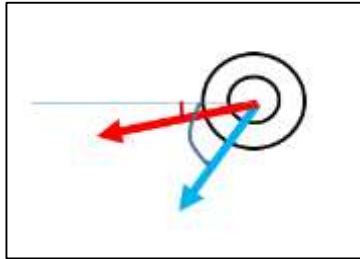
$$F_y = 388.38 \sin(74,27) + \frac{5375.87}{4} \sin(11.04)$$

$$F_x = 1424.38 \text{ N}$$

$$F_y = 631.19 \text{ N}$$

$$Fr_1 = 1557.96 \text{ N}$$

### Nodo 2



Ángulo de FR con respecto a la horizontal	11.04°
Ángulo de Ft con respecto a la horizontal	62,36°

$$F_x = F_t \cos(62,36^\circ) + \frac{FR}{4} \cos(11.04^\circ) = 1479.88 \text{ N}$$

$$F_y = -F_t \sin(62,36^\circ) + \frac{FR}{4} \sin(11.04^\circ)$$

$$F_y = 564.40$$

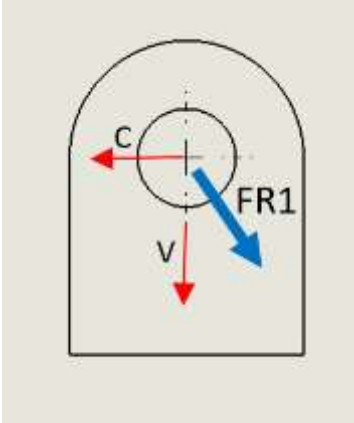
$$F_x = 1479.88 \text{ N}$$

$$F_y = 564.4 \text{ N}$$

$$Fr_1 = 1583.85 \text{ N}$$

$$\tan^{-1} = \frac{564.4}{1479.88} = 20.87^\circ$$

Como la fuerza resultante en el nodo dos dio mayor que la del nodo uno, y por lo tanto mayor que cualquiera de los otros nodos, los cálculos se hacen teniendo en cuenta esta fuerza, ya que si la placa y el perno soportan esta carga, soportarán las demás.

Unión platina motor

<p> <i>Fuerza máxima en los pasadores = 1587.85</i>  <i>Diametro tomado de la modelación del motor = 10,6 mm</i>  <i>n = 3</i>  <i><math>\sigma_y = 205 \text{ Mpa}</math></i> </p> $F = \frac{158.85}{2} \text{ (se divide por dos por ser una placa a cada lado)}$ $F = 791.92 \text{ N}$ $\frac{F}{d * t} = \frac{\sigma_y}{n}$ $\frac{791.92(3)}{(10,6\text{mm})(\sigma_y)} = t$ $t = 1,0933 \text{ mm}$

Se tomó la decisión de utilizar una placa de espesor 3mm, la cual se consigue comercialmente en el mercado y es fácil de cortar y mecanizar.

Unión perno platina.

$$C = 2558,15 \sin(16,85)$$

$$C = 741,52 \text{ N}$$

$$\frac{C}{A} = \frac{\sigma_y}{2n} \text{ (ecuación de cortante para pernos)}$$

$$\frac{4(C)}{\pi(d^2)} = \frac{\sigma_y}{2n}$$

$$\frac{4(741,52)(2n)}{\pi(205 \text{ MPa})} = d^2$$

$$d = 0,12 \text{ mm}$$

Se tomó la decisión de utilizar un perno de mínimo 1/8 de pulgada, por requerimientos dados desde el principio del proyecto.

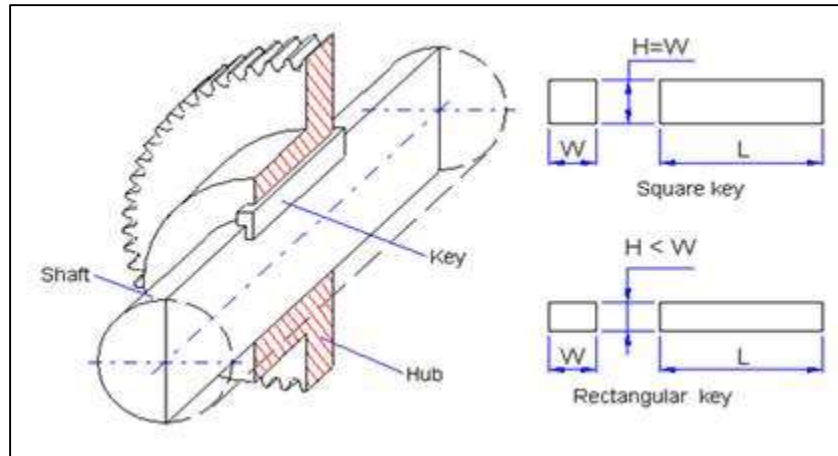
Tomando en cuenta las dimensiones según el eje del motor, se pudo determinar las dimensiones l y w

TABLA DE LOS CUÑEROS Y CUÑAS  
ESTANDAR EN PULGADAS DE  
SECCIÓN CUADRADA

SECCIÓN CUADRADA

Diámetro del eje [pulg]	Anchura y profundidad del cuñero [pulg]	Cuña de sección cuadrada [pulg]	Diámetro del prisionero [pulg]
1/2 ± 5/8	1/8 x 1/16	1/8 x 1/8	3/16
5/8 ± 7/8	3/16 x 3/32	3/16 x 3/16	3/16
7/8 ± 1-1/4	1/4 x 1/8	1/4 x 1/4	1/4
1-1/4 ± 1-3/8	5/16 x 5/32	5/16 x 5/16	5/16
1-3/8 ± 1-3/4	3/8 x 3/16	3/8 x 3/8	3/8
1-3/4 ± 2-1/4	1/2 x 1/4	1/2 x 1/2	1/2
2-1/4 ± 2-3/4	5/8 x 5/16	5/8 x 5/8	5/8
2-3/4 ± 3-1/4	3/4 x 3/8	3/4 x 3/4	5/8
3-1/4 ± 3-3/4	7/8 x 7/16	7/8 x 7/8	3/4
3-3/4 ± 4-1/2	1 x 1/2	1 x 1	3/4
4-1/2 ± 5-1/2	1-1/4 x 5/8	1-1/4 x 1-1/4	7/8
5-1/2 ± 6-1/2	1-1/2 x 3/4	1-1/2 x 1-1/2	1
6-1/2 ± 7-1/2	1-3/4 x 7/8	1-3/4 x 1-3/4	1-1/4
7-1/2 ± 9	2 x 1	2 x 2	1-1/4
9 ± 11	2-1/2 x 1-1/4	2-1/2 x 2-1/2	1-1/4

### Cálculo chaveta (unión entre eje de salida de motor y piñón)



$$d = 12,7 \text{ mm}$$

$$w = \frac{1}{4} d$$

$$l = 1,2 * d$$

$$HP \text{ dis} = 10559,3 \text{ W}$$

$$W_{salida \text{ motor}} = 180,771 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$Fs = 1,2 \text{ (Factor de Servicio)}$$

$$HP \text{ dis} = Tsc * Fs * Wsm$$

$$F = \frac{2Tsc}{d}$$

$$\frac{2Tsc}{d * w * l} = \frac{Syp}{2n}$$

$$\frac{2 * 4 * (48,67 \text{ N.m})}{(12,7 \text{ mm})(12,7 \text{ mm})(1,2 * 12,7 \text{ mm})} = Syp$$

$$Syp = 158,4246 \text{ Mpa}$$

Se tomó la decisión de utilizar un acero 1020, que tiene un  $S_{YP} = 205 \text{ MPa}$ , y cumple perfectamente con el evaluado anteriormente.

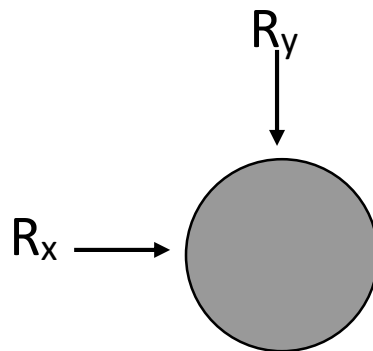
## CÁLCULOS PASADORES

Según lo encontrado en distintas referencias, un acero usado para este tipo de pasadores es el acero 1045 que tiene un  $\sigma_y = 310$  MPa. Además, para pasadores se recomienda un factor de seguridad mínimo de 3.

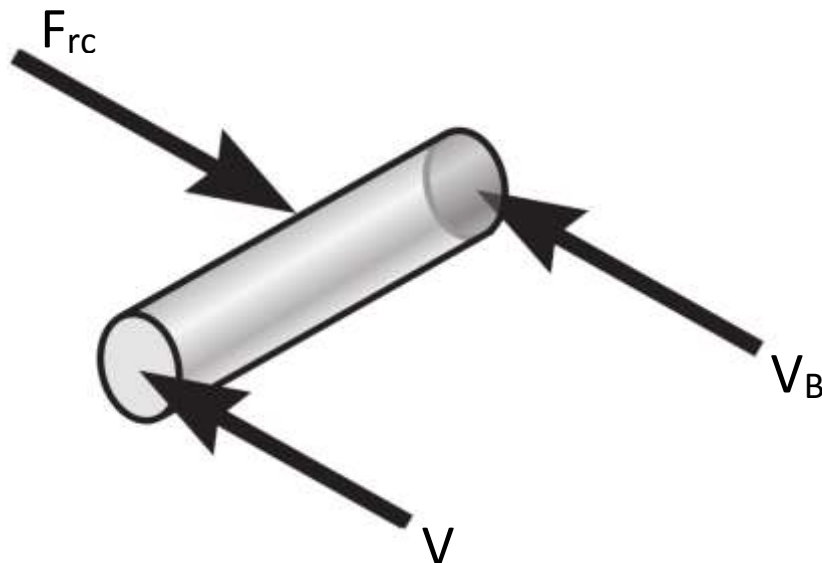
Al estar sometidos a cortante puro se asume que  $\tau_{maz} = 0.5 * \frac{S_{yp}}{n}$

A continuación se calculan los nodos críticos, es decir los que soportan mayor esfuerzo cortante. Dado que todos los pasadores de unión tienen iguales dimensiones se asume que los que no son calculados soportaran las cargas correspondientes.

### Nodo Crítico



$$Fr_c = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{5921.6^2 + 6997.6^2} = 9166.883\text{N}$$





$$V_B = \frac{Fr_c}{2} = \frac{9166.883\text{N}}{2} = 4583.44\text{N}$$

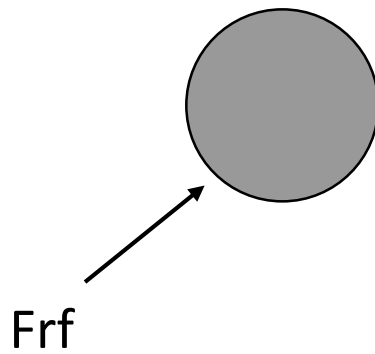
$$\frac{V_B}{\pi * r^2} = 0.5 * \frac{S_{yp}}{n}$$

$$\frac{4583.44\text{N}}{\pi * (7 * 10^{-3}\text{m})^2} = 0.5 * \frac{S_{yp}}{3}$$

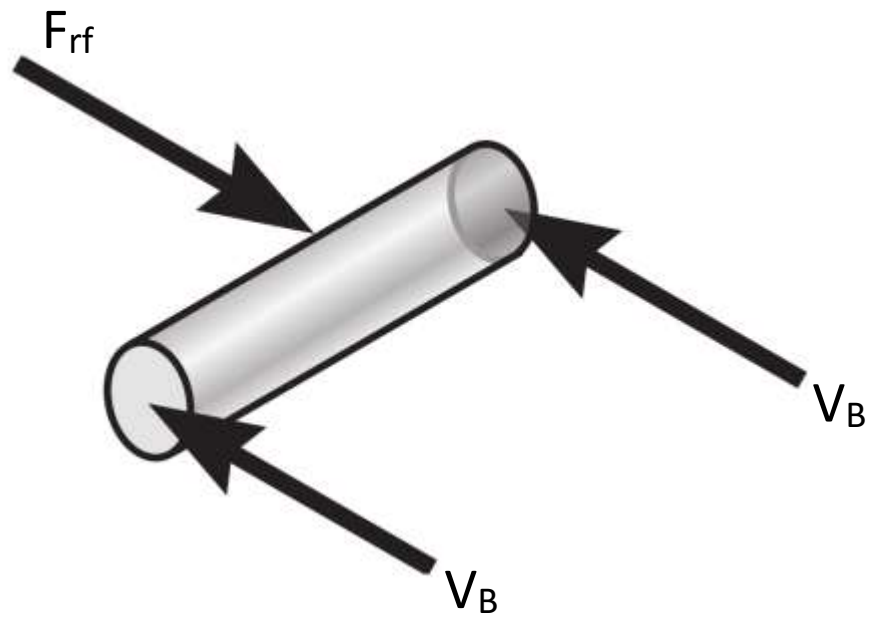
$$S_{yp} = 178.647\text{MPa}$$

$$S_{yp} \leq \sigma_y$$

**Nodo amortiguador con diámetro igual a 16mm**



$$Fr_f = 492,253\text{N}$$



$$V_B = \frac{Fr_f}{2} = \frac{492,253N}{2} = 246.1265N$$

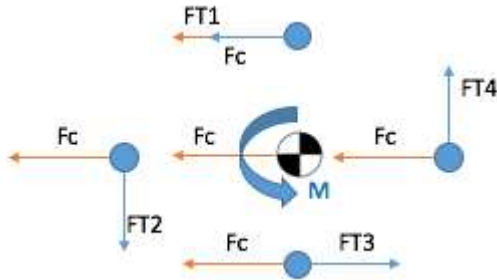
$$\frac{V_B}{\pi * r^2} = 0.5 * \frac{S_{yp}}{n}$$

$$\frac{246.1265N}{\pi * (8 * 10^{-3}m)^2} = 0.5 * \frac{S_{yp}}{3}$$

$$S_{yp} = 7.34 MPa$$

$$S_{yp} \leq \sigma_Y$$

## CÁLCULOS PERNOS CATARINA



$$D_{catarina} = 154 \text{ mm}$$

$$M = 8156.64 \text{ N} * 77 * 10^{-3} \text{ m} = 628.06 \text{ N} * \text{m}$$

$$F_p = \frac{M d_i}{\sum d_i^2} = \frac{M d_i}{6 * d_i^2}$$

$d_i$  = suponiéndose de 35mm

$$F_p = \frac{628.06 \text{ N} * \text{m}}{4 * (d_i)} = 3140.3064 \text{ N}$$

$$F_{Total} = \sqrt{\left(\frac{8156.64}{4}\right)^2 + 3140.3064^2} = 3973.45 \text{ N}$$

Se supone que el perno está expuesto a cortante puro por lo que  $\tau = 0,5 * \frac{S_{yp}}{n}$  y el material acero 1045

$$\frac{8 * F_{Rmáx}}{\pi * d^2} = 0.5 * \frac{S_{YP}}{n}$$

$$\frac{8 * \frac{3973.46}{2}}{\pi * d^2} = \frac{310 \text{ MPa}}{3}$$

$$d \approx 7 \text{ mm}$$

## BIBLIOGRAFIA

- <http://www.ternium.com.mx/files/Informacion-Tecnica-Tuberia-Y-Perfiles.pdf>  
(perfil para las tuberías. TABLAS)
- AKT. (s.f.). *AKT motos*. Obtenido de AKT motos:  
<http://www.aktmotos.com/motos/enduro/tt150>
- Crouse, W. H., & Anglin, D. L. (1992). *Mecánica de la Motocicleta*. Barcelona: MARCOMBO.
- Franxesco. (27 de enero de 2010). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:  
<http://es.slideshare.net/franxesco/historia-de-las-motos>
- Matías. (6 de septiembre de 2007). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:  
<http://es.slideshare.net/franxesco/historia-de-las-motos>  
<http://es.slideshare.net/matias2005ar/historia-de-la-motocicleta?related=1>
- Quintero, M. V. (14 de junio de 2014). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:  
<http://es.slideshare.net/tarzan23/linea-de-tiempo-de-la-evolucion-de-las-motos?related=2>