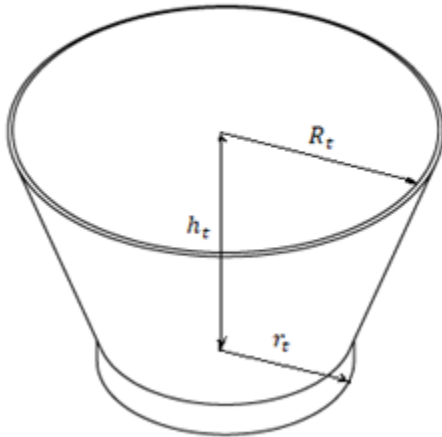


Diseño de los componentes

Tolva

Tabla L.1. Cálculos para la tolva del prototipo

Dimensionamiento de la tolva_50Kg/h	
$RC = \frac{L_m}{d_{pellet}}$ $V_{pellet} = \frac{\pi}{4} * d_{pellet}^2 * L_p$ $v_{especifico} = \frac{1}{\rho_{pellet}}$ $Q = \frac{capacidad * v_{especifico}}{3600}$ $\rho_{pellet} = RC * \rho_{alimento}$ $V_{tolva} = \frac{\pi}{3} * h_t * (R_t^2 + r_t^2 + (R_t * r_t))$	

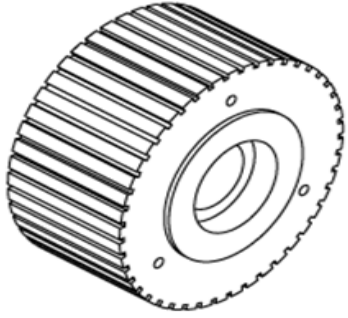
Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
L_m	0.025	m	Longitud de la matriz
L_p	0.01	m	Longitud del pellet
d_{pellet}	0.005	m	Diámetro del pellet
$capacidad$	50	Kg/h	Capacidad de producción de la peletizadora
$\rho_{alimento}$	730	Kg/m ³	Densidad del alimento utilizado para el pellet
h_t	0.2	m	Altura de la tolva
R_t	0.178	m	Radio superior de la tolva
r_t	0.105	m	radio inferior de la tolva

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
RC	5	-	Relación de compresión del alimento
V_{pellet}	1.9635E-07	m ³	Volumen del pellet
$v_{especifico}$	0.000273973	m ³ /Kg	Volumen específico del pellet
Q	3.80518E-06	m ³ /s	Flujo volumetrico del alimento
ρ_{pellet}	3650	Kg/m ³	Densidad del pellet
V_{tolva}	0.003987585	m ³	Volumen de la tolva

Sistema de rodillos

Rodillos

Tabla L.2. Cálculos para los rodillos del prototipo

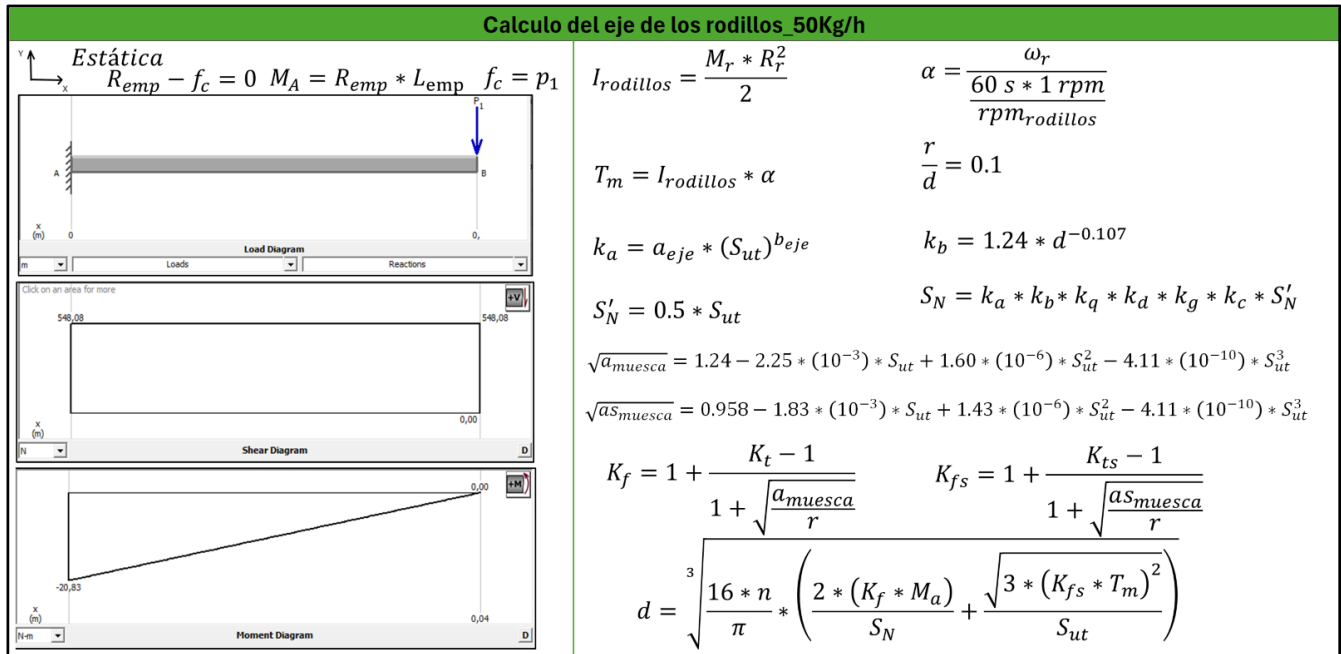
Dimensionamiento de los rodillos_50Kg/h			
$R_r = \frac{h_o - h_f}{\mu^2}$	$A_o = \pi * R_p^2$	$P_c = L * f_c * \omega_r * N_{rodillos}$	
$w_r \leq \frac{D_r}{2}$	$f_c = P_r * A_o$	$T_r = \frac{P_{rc}}{\omega_r}$	
$V_r = \pi * R_r^2 * w_r$	$P_a = Y_{alimento} * \frac{2 * h_f}{d_p}$		
$M_r = V_r * \rho_r$	$P_o = \frac{P_a * d_p}{4 * \mu * h_f}$		
$E_e = a + [b * \ln(RC)]$	$f_f = \mu * P_o * d_p * l_m$		
$P_r = Y_{alimento} * E_e$	$\omega_r = \frac{v_{tr}}{R_r}$		
	$L = (R_r * (h_o - h_f))^{0.5}$		

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
h_o	0.00988	m	Altura inicial del espesor de la capa de alimento
h_f	0.0002	m	Altura final del espesor de la capa de alimento
μ	0.44	-	Coefficiente de fricción del rodillo
D_r	0.100	m	Diámetro del rodillo
ρ_r	7850	Kg/m^3	Densidad del rodillo
a	0.85	-	Constante de los ángulos de avellanado para los orificios de la matriz entre 50°-60°
b	1.45	-	Constante de los ángulos de avellanado para los orificios de la matriz entre 50°-60°.
RC	5	-	Relación de compresión
$Y_{alimento}$	8.75	Mpa	Esfuerzo de fluencia del alimento
R_p	0.0025	m	Radio del pellet
d_p	0.005	m	Diámetro del pellet
l_m	0.025	m	Longitud de la matriz
$N_{rodillos}$	2	-	Número de rodillos

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
R_r	0.0500	m	Radio de los rodillos
W_r	0.0500	m	Ancho de los rodillos
V_r	0.000392699	m^3	Volumen de los rodillos
M_r	3.082687791	Kg	Masa de los rodillos
E_e	3.190	-	Deformación de extrusión
P_r	27.91	Mpa	Presión de compresión ejercida por los rodillos
A_o	1.9635E-05	m^2	Área del orificio
f_c	548.0780509	N	Fuerza de compresión
P_a	0.7	Mpa	Presión adicional
P_o	9.943181818	Mpa	Presión en las paredes
f_f	546.875	N	Fuerza fricción
v_{tr}	3.037	m/s	Velocidad tangencial de los rodillos
ω_r	60.73745797	rad/s	Velocidad angular de los rodillos
L	0.022	m	Longitud de contacto
P_c	1.964208359	HP	Potencia necesaria para el proceso de compactación
T_r	24.11543424	Nm	Torque de los rodillos

Eje de los rodillos

Tabla L.3. Cálculos para el eje de los rodillos del prototipo



Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
f_c	548.08	N	Fuerza de compresión ejercida por los rodillos
L_{emp}	0.038	m	Longitud de empotramiento
M_r	3.08268779	Kg	Masa de los rodillos
R_r	0.05	m	Radio de los rodillos
ω_r	60.737458	rad/s	Velocidad angular de los rodillos
$rpm_{rodillos}$	580	rpm	Rpm de los rodillos
r	2	mm	Radio de redondeo en el hombro del eje
a_{eje}	57.7	Mpa	Parámetro del factor de superficie por laminado en caliente
b_{eje}	-0.718	Mpa	Parámetro del factor de superficie por laminado en caliente
S_{ut}	638	MPa	Resistencia ultima del acero 1045
K_t	1.7	-	Factor de concentración de esfuerzos por geometría
K_{ts}	1.5	-	Factor de concentración de esfuerzos por cortante debido a la geometría
n	2.475	-	Factor de seguridad del eje
k_a	0.55887485	-	Factor de superficie
k_b	0.89993569	-	Factor de tamaño
k_q	1	-	Factor de tipo de carga
k_d	1	-	Factor de temperatura
k_g	1	-	Factor de efectos diversos
k_c	0.659	-	Factor para confiabilidad de 99.999

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
R_{emp}	548.08	N	Reacción por el empotramiento
M_a	20.8269659	Nm	Momento producido en el eje de los rodillos
$I_{rodillos}$	0.00385	Kg-m ²	Momento de inercia generado en los rodillos
α	587.13	rad/s ²	Aceleración de giro
T_m	2.26	Nm	Par de torsión generado por la inercia de los rodillos
S'_N	319	Mpa	Esfuerzo de fatiga generado en el material al ser sometido a flexión
S_N	105.73	MPa	Esfuerzo de fatiga del eje
$\sqrt{a_{muesca}}$	0.35	-	Factor de muesca 340<Sut<1700 Mpa
K_f	1.56	-	Factor de concentración de esfuerzo de sensibilidad a la muesca
$\sqrt{a_{S_{muesca}}}$	0.27	-	Factor de muesca por cortante 340<Sut<1500 Mpa
K_{fs}	1.42	-	Factor de concentración de esfuerzo de sensibilidad a la muesca por cortante
d	20.00	mm	Diámetro del eje por criterio de Goodman

Selección de los rodamientos en los rodillos. Debido a que se trata de un prototipo, se espera que la vida del rodamiento no sea tanta alta. Por lo tanto, el rango de vida cambia, en la figura L1 se presenta la modificación.

Figura L.1. Rango de vida esperado para el prototipo

Valores orientativos de la vida especificada de los diferentes tipos de máquinas	
Tipo de máquina	Vida especificada Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos: herramientas eléctricas portátiles, dispositivos de elevación en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3000 ... 8 000
Máquinas utilizadas intermitentemente o durante breves períodos donde se requiere una alta confiabilidad de funcionamiento: ascensores (elevadores), grúas para productos embalados o eslingas para tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre utilizadas al máximo: transmisiones por engranajes de uso general, motores eléctricos para uso industrial, trituradoras giratorias	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario utilizando plenamente sus capacidades: herramientas mecánicas, máquinas para carpintería, máquinas para la industria de la ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de impresión, separadores y centrifugadoras	20 000 ... 30 000
Máquinas para 24 horas de trabajo continuo: unidades de engranajes para laminadoras, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Maquinaria para energía eólica, incluidos los rodamientos del eje principal, de orientación, de la caja de engranajes de cambio de paso, del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas de trenzado de cables, maquinaria de propulsión para buques de alta mar	60 000 ... 100 000
Máquinas eléctricas de gran tamaño, plantas de generación de energía, bombas para minas, ventiladores para minas, rodamientos para ejes en túnel para buques de alta mar	100 000 ... 200 000

Se prueba inicialmente el rodamiento 6204 con las especificaciones mostradas en la figura L.2 del catálogo SKF.

Figura L.2. Datos del rodamiento escogido

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite ¹⁾		Rodamiento abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado ¹⁾
20	32	7	4,03	2,32	0,104	–	13 000	0,018	► 61804-2RS1	–
	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	22 000	0,018	► 61804-2RZ	–
	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	28 000	0,018	► 61804	–
	37	9	6,37	3,65	0,156	–	12 000	0,038	► 61904-2RS1	–
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	20 000	0,038	► 61904-2RZ	–
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	26 000	0,037	► 61904	–
	42	8	7,28	4,05	0,173	38 000	24 000	0,051	► 16004	–
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	24 000	0,067	► 6004	–
	42	12	9,95	5	0,212	–	11 000	0,067	► 6004-2RSH	6004-RSH
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	19 000	0,069	► 6004-2RSL	6004-RSL
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	19 000	0,071	► 6004-2Z	6004-Z
	42	16	9,36	5	0,212	–	11 000	0,086	63004-2RS1	–
	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	20 000	0,11	► 6204	–
	47	14	13,5	6,55	0,28	–	10 000	0,11	► 6204-2RSH	6204-RSH
	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	17 000	0,11	► 6204-2RSL	6204-RSL

A continuación, se presentan los cálculos realizados en la tabla L.4 para comprobar si el rodamiento escogido es el adecuado.

Tabla L.4. Cálculos para los rodamientos en los rodillos del prototipo

Calculo de rodamientos rodillos_50Kg/h	
$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$	$Factor_{a_{SKF}} = n_c * \frac{P_u}{P}$
$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * n} * L_{10}$	$L_{nm} = a_1 * a_{SKF} * L_{10}$
$dm = 0.5 * (d + D)$	$L_{mh} = \left(\frac{10^6}{60 * n} \right) * L_{nm}$
$K = \frac{v}{v_1}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
C	13.50	kN	Capacidad de carga dinámica básica
P	0.55	kN	Carga dinámica equivalente del rodamiento
p	3	-	exponente de la ecuación de vida
n	580	rpm	Velocidad de giro
d	20	mm	Diámetro interior del rodamiento 6204
D	47	mm	Diámetro exterior del rodamiento 6204
v	46	mm ² /s	Viscosidad real de funcionamiento del aceite
v_1	37.018	mm ² /s	Viscosidad nominal
n_c	0.2	-	Grado de contaminación
P_u	0.28	kN	Carga límite de fatiga
a_1	1	-	Factor de ajuste de la vida útil para mayor confiabilidad

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
L_{10}	14944.25	millones.rev	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
L_{10h}	429432.423	h	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
dm	33.50	mm	Diámetro medio del rodamiento
K	1.2426	-	Condición de lubricación del rodamiento
$Factor_{a_{SKF}}$	0.10	-	Factor de rodamientos de diseño básico SKF
a_{SKF}	0.81	-	Factor de modificación de la vida útil
L_{nm}	12104.84	millones.rev	Vida nominal SKF
L_{nmh}	347840.26	h	Vida nominal SKF

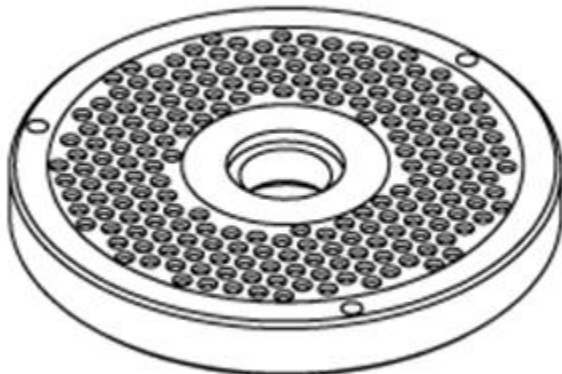
Según lo calculado,

$$L_{nmh} = 347,840.26 > 12,000 \text{ h}$$

El rodamiento 6204 está excesivamente sobredimensionado en cuanto a su duración. Sin embargo, debido a cuestiones de fabricación, sus dimensiones geométricas se ajustaban con lo que se requería, por lo que fue necesario escogerlo.

Matriz.

Tabla L.5. Cálculos para la matriz del prototipo

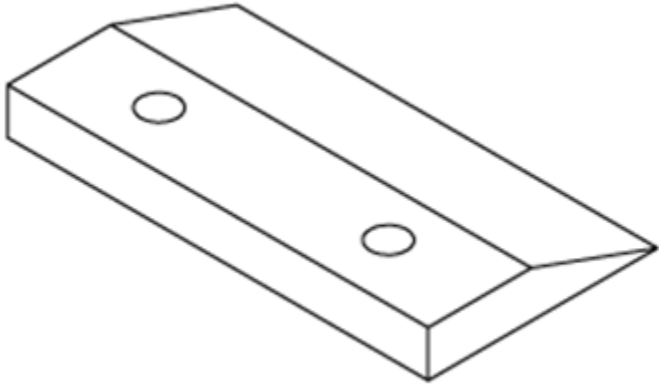
Dimensionamiento de la matriz_50Kg/h	
$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{L}{R_r}\right)$ $\omega_m = \frac{vt_r}{r_t}$ $t_e = \frac{\theta}{\omega_m}$ $a_e = \frac{f_c - f_f}{m_{pellet}}$ $v_e = a_e * t_e$ $N_{agujeros} = \frac{Q}{v_e * N_{rodillos} * A_o}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
L	0.033166248	m	Longitud de contacto
R_r	0.05	m	Radio de los rodillos
vt_r	3.036872898	m/s	Velocidad tangencial de los rodillos
r_t	0.105	m	radio inferior de la tolva
f_c	547.7264345	N	Fuerza de compresión de los rodillos
f_f	546.875	N	Fuerza de fricción generada por los rodillos
m_{pellet}	50	Kg	Masa a peletizar
Q	3.80518E-06	m ³ /s	Flujo del alimento
$N_{rodillos}$	2	-	Número de rodillos
A_o	1.9635E-05	m ²	Área del orificio del pellet

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
θ	0.585685543	rad	Ángulo de inclinación
ω_m	28.92259903	rad/s	Velocidad angular de los rodillos sobre la matriz
t_e	0.020250101	s	Tiempo de extrusión
a_e	0.01702869	m/s ²	Aceleración de extrusión
v_e	0.000344833	m/s	Velocidad de extrusión
$N_{agujeros}$	281	-	Número de agujeros de la matriz

Cuchillas

Tabla L.6. Cálculo de las cuchillas del prototipo

Dimensionamiento de las cuchillas de corte_50Kg/h	
$S = \pi * R_p^2 * N_{\text{agujeros}}$ $P_{cc} = \frac{Y_{\text{alimento}}}{2 * (1 + \nu_p)} * S * \nu_e * N_c$ $T_{cc} = \frac{P_{cc}}{\omega_m}$	

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
S	0.005517422	m ²	Superficie de pellets cortados
P_{cc}	0.01785988	Hp	Potencia de las cuchillas de corte
T_{cc}	0.219273461	Nm	Torque de las cuchillas de corte

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
R_p	0.0025	m	Radio del pellet
N_{agujeros}	281	-	Número de agujeros de la matriz
Y_{alimento}	8.75	Mpa	Esfuerzo de fluencia del alimento
ν_p	0.25	-	Relación de poisson del alimento
ν_e	0.000344833	m/s	Velocidad de extrusión
N_c	2	-	Número de cuchillas
ω_m	60.73745797	rad/s	Velocidad de las cuchillas

Plato saca-pellets. Se dispone de la misma forma que en la sección 4.4.5, el análisis para el consumo de potencia es el mismo que para las cuchillas, se fija el mismo valor de consumo de potencia para el plato saca-pellets.

Sistema de transmisión. Para el sistema de transmisión de la máquina peletizadora se un sistema de correas debido a su bajo precio y su facilidad de montaje. A continuación, se muestran los cálculos realizados.

Transmisión. Parámetros principales

Tabla L.7. Cálculo de los parámetros principales de la transmisión del prototipo

Cálculo de los parámetros principales en la transmisión_50Kg/h	
$P_{motorl} = P_c + P_{cc} + P_{pc}$	$P_{diseño} = P_{motorl} * fs$
$T_{motor} = \frac{P_{motor} * 745.7}{\omega_{motor}}$	$i_{transm} = \frac{n_{conductor}}{n_{conducido}}$

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
P_c	1.96	hp	Potencia requerida para la compactación
P_{cc}	0.0179	hp	Potencia de las cuchillas de corte
P_{pc}	0.0179	hp	Potencia del disco saca-pellets
fs	1.1	-	Factor de servicio
P_{motor}	2	hp	Potencia del motor comercial
ω_{motor}	181.17	rad/s	Velocidad angular del motor escogido
n_{motor}	1730	rpm	Velocidad del motor
$n_{conducida}$	580	rpm	Velocidad de las poleas

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
P_{motorl}	2.000	hp	Potencia del motor
$P_{diseño}$	2.2	hp	Potencia de diseño
T_{motor}	8.23	Nm	Torque del motor
i_{transm}	2.98	-	Relación de velocidades

Cálculo de correas y poleas

Tabla L.8. Cálculo de correas y poleas del prototipo

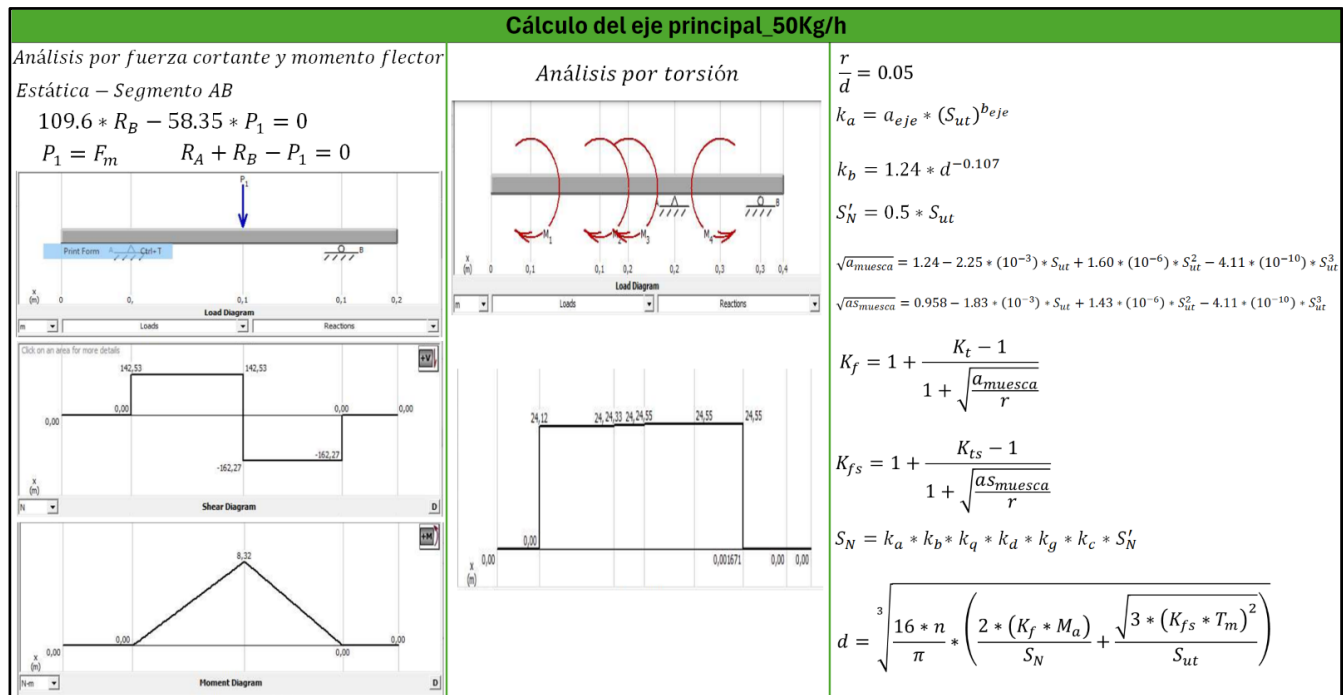
Cálculo de correas y poleas_50Kg/h		
$d_{ext} = d_p + (2 * k)$	$Pbk = Pb + Ad.i_{transm}$	$T_1 = \frac{F_T}{2} + T_o$
$D_p = d_p * i_{transm}$	$P_e = Pbk * F_{cl} * F_c * \alpha$	$V_{pdconducida} = \omega_{rodillos} * \frac{D_p}{1000 * 2}$
$D_{ext} = D_p + (2 * k)$	$cant.correas = \frac{P_c}{P_e}$	$T_2 = T_o - \frac{F_T}{2}$
$C_{min} = \frac{(i_{transm} + 1) * d_p}{2} + d_p$	$V_{pd} = \frac{2 * \pi}{60} * n_{conductor} * \frac{d_p}{1000 * 2}$	$F_m = T_1 + T_2$
$L_{correa} = 2 * C + 1.57 * (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 * C}$	$F_T = \frac{P_{motor}}{V_{pdconducida}} * 745.7$	$T_{polea} = \frac{(T_1 - T_2) * \frac{D_p}{2}}{1000}$
$\alpha = 180 - \frac{57 * (D_p - d_p)}{L_{correa}'}$	$T_o = \frac{F_T}{2 * \delta}$	
$V_t = \frac{\pi * d_p * n_{conductor}}{60 * 1000}$		

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
d_p	68	mm	Diámetro primitivo de la polea conductora
k	3.3	mm	Altura mínima de la garganta de la polea sobre la línea primitiva
i_{transm}	2.98	-	Relación de velocidades
$n_{conductor}$	1730	rpm	Velocidad del motor
P_b	0.76	hp	Prestación base
$Ad.i_{transm}$	0.286949	hp	Prestación adicional por relación de transmisión
F_{cl}	0.8475	-	Factor de corrección de largo
F_c	0.8965	-	Factor de corrección en función del arco de contacto
P_c	2.20	hp	Potencia corregida
$\omega_{rodillos}$	60.737458	rad/s	Velocidad de los rodillos
δ	0.8	-	Coeficiente de fricción de la correa y la polea

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
d_{ext}	70.82	mm	Diámetro exterior de la polea conductora
D_p	201.4	mm	Diámetro primitivo de la polea conducida
D_{ext}	208.00	mm	Diámetro exterior de la polea conducida
C_{min}	202	mm	Distancia entre centros mínima entre poleas
L_{correa}	848.36	mm	Longitud de la correa
L_{correa}'	853	mm	Longitud de la correa normalizada A32
C	204.10	mm	Distancia entre centros normalizada
α	142.61	°	Arco de contacto de la correa sobre la polea menor
V_t	6.12	m/s	Velocidad de la correa
P_{bk}	1.05	hp	Prestación base adicional
P_s	0.80	hp	Potencia efectiva por correa
cant. correas	2.76	-	Cantidad de correas
V_{pd}	6.12	m/s	Velocidad lineal en la polea conductora
$V_{pdconducida}$	6.12	m/s	Velocidad lineal en la polea conducida
F_T	243.84	N	Fuerza de tensado
T_o	152.40	N	Tensado inicial
T_1	274.32	N	Fuerza de tensión en el ramal tirante
T_2	30.48	N	Fuerza de tensión en el ramal flojo
F_m	304.80	N	Tensión total T1 y T2
T_{polea}	24.55	Nm	Torque en la polea conducida

Eje principal

Tabla L.9. Cálculo del eje principal del prototipo



Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
F_m	304.80	N	Fuerza media de las tensiones en la polea
T_m	24.55	Nm	Torque medio
M_a	8.32	Nm	Momento alternante
r	1	mm	Radio de redondeo en el hombro del eje
a_{eje}	57.7	Mpa	Parámetro del factor de superficie por laminado en caliente
b_{eje}	-0.718	Mpa	Parámetro del factor de superficie por laminado en caliente
S_{ut}	638	MPa	Resistencia ultima del acero 1045
K_t	1.96	-	Factor de concentración de esfuerzos por geometría
K_{ts}	1.567	-	Factor de concentración de esfuerzos por cortante debido a la geometría
n	2.588	-	Factor de seguridad del eje
k_a	0.559	-	Factor de superficie
k_b	0.92	-	Factor de tamaño
k_q	1	-	Factor de tipo de carga
k_d	1	-	Factor de temperatura
k_g	1	-	Factor de efectos diversos
k_c	0.659	-	Factor para confiabilidad de 99.999

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
R_A	162.27	N	Reacción por el empotramiento
R_B	142.53	N	Momento producido en el eje de los rodillos
S'_N	319	Mpa	Esfuerzo de fatiga generado en el material al ser sometido a flexión
S_N	107.59	MPa	Esfuerzo de fatiga del eje
$\sqrt{a_{muesca}}$	0.35	-	Factor de muesca $340 < S_{ut} < 1700$ Mpa
K_f	1.71	-	Factor de concentración de esfuerzo de sensibilidad a la muesca
$\sqrt{a_{smuesca}}$	0.27	-	Factor de muesca por cortante $340 < S_{ut} < 1500$ Mpa
K_{fs}	1.45	-	Factor de concentración de esfuerzo de sensibilidad a la muesca por cortante
d	17.00	mm	Diámetro del eje por criterio de Goodman

Cálculo del chavetero en el sistema de los rodillos

Tabla L.10. Cálculo del chavetero en el sistema de los rodillos del prototipo

Dimensionamiento de la chaveta en el sistema de los rodillos_50Kg/h		
$l_b = \frac{4 * T * n}{D * b * S_y}$	$\tau = \frac{V}{A_s}$	$F = \frac{2 * T}{D}$
$l_h = \frac{4 * T * n}{D * h * S_y}$	$\sigma_{apl} = \frac{F}{A_b}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
T	24.12	Nm	Torque en los rodillos
n	2	-	Factor de seguridad
D	21.00	mm	Diámetro del eje
b	6	mm	Largo de la cuña
h	6	mm	Ancho de la cuña
S_y	414	Mpa	Esfuerzo de fluencia del acero 1045
A_s	22.19041568	mm ²	Área de cizallamiento
A_b	22.19041568	mm ²	Área de aplastamiento

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
l_b	3.698402614	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al cizallamiento
l_h	3.698402614	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al aplastamiento
F	2.296708023	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
V	2.296708023	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
τ	103.5	Mpa	Esfuerzo de cizallamiento
σ_{apl}	103.5	Mpa	Esfuerzo de aplastamiento

Cálculo del chavetero en el sistema de corte

Tabla L.11. Cálculo del chavetero en el sistema de corte del prototipo

Dimensionamiento de la chaveta del portacuchillas_50Kg/h		
$l_b = \frac{4 * T * n}{D * b * S_y}$	$\tau = \frac{V}{A_s}$	$F = \frac{2 * T}{D}$
$l_h = \frac{4 * T * n}{D * h * S_y}$	$\sigma_{apl} = \frac{F}{A_b}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
T	0.22	Nm	Torque en los rodillos
n	2	-	Factor de seguridad
D	24.00	mm	Diámetro del eje
b	7	mm	Largo de la cuña
h	7	mm	Ancho de la cuña
S_y	414	Mpa	Esfuerzo de fluencia del acero 1045
A_s	0.17654868	mm ²	Área de cizallamiento
A_b	0.17654868	mm ²	Área de aplastamiento

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
l_b	0.02522124	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al cizallamiento
l_h	0.02522124	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al aplastamiento
F	0.01827279	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
V	0.01827279	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
τ	103.5	Mpa	Esfuerzo de cizallamiento
σ_{apl}	103.5	Mpa	Esfuerzo de aplastamiento

Cálculo del chavetero en el plato saca-pellets

Tabla L.12. Cálculo del chavetero en el plato saca-pellets del prototipo

Dimensionamiento de la chaveta en el plato saca-pellets_50Kg/h		
$l_b = \frac{4 * T * n}{D * b * S_y}$	$\tau = \frac{V}{A_s}$	$F = \frac{2 * T}{D}$
$l_h = \frac{4 * T * n}{D * h * S_y}$	$\sigma_{apl} = \frac{F}{A_b}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
T	0.22	Nm	Torque en los rodillos
n	2	-	Factor de seguridad
D	24.00	mm	Diámetro del eje
b	7	mm	Largo de la cuña
h	7	mm	Ancho de la cuña
S_y	414	Mpa	Esfuerzo de fluencia del acero 1045
A_s	0.17654868	mm ²	Área de cizallamiento
A_b	0.17654868	mm ²	Área de aplastamiento

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
l_b	0.02522124	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al cizallamiento
l_h	0.02522124	mm	Longitud mínima de la chaveta debido al aplastamiento
F	0.01827279	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
V	0.01827279	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
τ	103.5	Mpa	Esfuerzo de cizallamiento
σ_{apl}	103.5	Mpa	Esfuerzo de aplastamiento

Cálculo del chavetero en la transmisión

Tabla L.13. Cálculo del chavetero en la transmisión del prototipo

Dimensionamiento de la chaveta en la transmisión_50Kg/h	
$l_b = \frac{4 * T * n}{D * b * S_y}$	$\tau = \frac{V}{A_s}$
$l_h = \frac{4 * T * n}{D * h * S_y}$	$\sigma_{apl} = \frac{F}{A_b}$
$F = \frac{2 * T}{D}$	

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
T	24.55	Nm	Torque de la polea
n	2.588	-	Factor de seguridad
D	25.40	mm	Diámetro del eje
b	7	mm	Largo de la cuña
h	7	mm	Ancho de la cuña
S_y	414	Mpa	Esfuerzo de fluencia del acero inoxidable
A_s	24.1728431	mm ²	Área de cizallamiento
A_b	24.1728431	mm ²	Área de aplastamiento

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
l_b	3.4532633	mm	Longitud de la chaveta debido al cizallamiento
l_h	3.4532633	mm	Longitud de la chaveta debido al aplastamiento
F	1.93345383	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
V	1.93345383	kN	Fuerza cortante en la chaveta debido al momento torsor
τ	79.984544	Mpa	Esfuerzo de cizallamiento
σ_{apl}	79.984544	Mpa	Esfuerzo de aplastamiento

Selección de rodamientos en el eje principal. Se prueba inicialmente el rodamiento 61805 con las especificaciones mostradas en la figura L.3 del catálogo SKF. El rango de vida esperada se muestra en la figura L.1 (rodamientos rodillos)

Figura L.3. Datos del rodamiento escogido

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designaciones	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite ¹⁾		Rodamiento abierto o tapado en ambos lados	tapado en un lado ¹⁾
25	37	7	4,36	2,6	0,125	–	11 000	0,022	► 61805-2RS1	–
	37	7	4,36	2,6	0,125	38 000	19 000	0,022	► 61805-2RZ	–
	37	7	4,36	2,6	0,125	38 000	24 000	0,022	► 61805	–
	42	9	7,02	4,3	0,193	–	10 000	0,045	► 61905-2RS1	–
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	18 000	0,045	► 61905-2RZ	–
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	22 000	0,045	► 61905	–

Tabla L.14. Cálculos para los rodamientos en el eje principal del prototipo

Calculo de rodamientos rodillos_50Kg/h

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

$$Factor_{a_{SKF}} = n_c * \frac{P_u}{P}$$

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

$$L_{nm} = a_1 * a_{SKF} * L_{10}$$

$$dm = 0.5 * (d + D)$$

$$L_{mh} = \left(\frac{10^6}{60 * n} \right) * L_{nm}$$

$$K = \frac{v}{v_1}$$

Variables de entrada

Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
C	4.36	kN	Capacidad de carga dinámica básica
P	0.16	kN	Carga dinámica equivalente del rodamiento
p	3	-	exponente de la ecuación de vida
n	580	rpm	Velocidad de giro
d	25	mm	Diámetro interior del rodamiento 61805
D	37	mm	Diámetro exterior del rodamiento 61805
v	46	mm ² /s	Viscosidad real de funcionamiento del aceite
v_1	41.48	mm ² /s	Viscosidad nominal
n_c	0.2	-	Grado de contaminación
P_u	0.125	kN	Carga limite de fatiga
a_1	1	-	Factor de ajuste de la vida útil para mayor confiabilidad

Variables de salida

Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
L_{10}	19396.10	millones.rev	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
L_{10h}	557359.1	h	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
dm	31.00	mm	Diámetro medio del rodamiento
K	1.1090	-	Condición de lubricación del rodamiento
$Factor_{a_{SKF}}$	0.15	-	Factor de rodamientos de diseño básico SKF
a_{SKF}	0.99	-	Factor de modificación de la vida útil
L_{nm}	19202.14	millones.rev	Vida nominal SKF
L_{nmh}	551785.51	h	Vida nominal SKF

Según lo calculado,

$$L_{nmh} = 551,785.51 > 30,000 \text{ h}$$

Por lo tanto, el rodamiento 61805 es más que adecuado para los dos soportes en el eje principal del prototipo.

Tornillería. Debido a que los tornillos presentes en los rodillos son los que presentan una carga distinta a la estática, generada por la rotación del sistema respecto al eje principal, se realiza el respectivo análisis en la tabla L.15, con el fin de determinar que el tipo de tornillo escogido sea el adecuado.

Tabla L.15. Cálculos de tornillería en el prototipo.

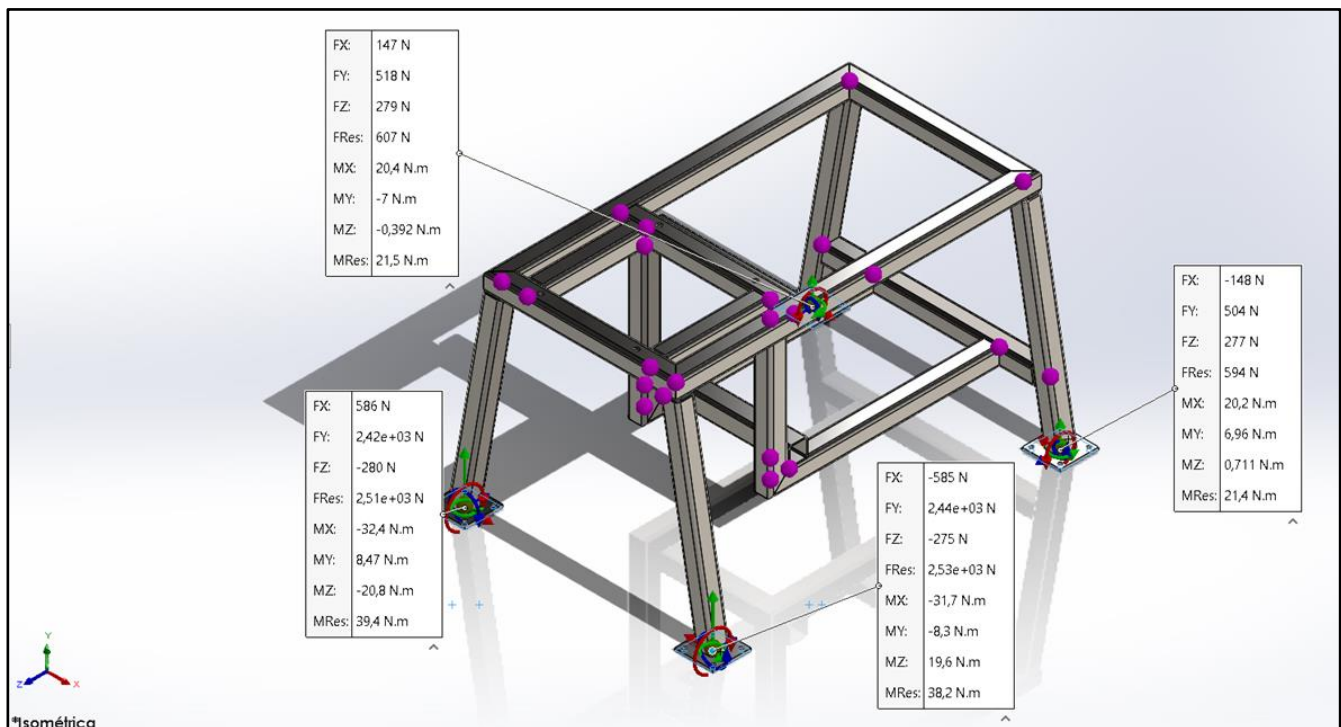
Calculo de tornilleria rodillos_50Kg/h			
$P = P_m + P_b$	$P_b = C * P$	$F_m = F_i - P_m$	$F_b = F_i + P_b$
$j = \frac{d}{l}$			
$r = \frac{E_{material}}{E_{perno}}$	$P_m = (1 - C) * P$	$P_0 = \frac{F_i}{1 - C}$	$\sigma_b = \frac{F_b}{A_t}$
$C = p_3 * r^3 + p_2 * r^2 + p_1 * r + p_0$	$F_i = f_p * S_p * A_t$	$N_{separación} = \frac{P_0}{P}$	$N_y = \frac{S_y}{\sigma_b}$

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
d	3.00	mm	Diámetro del perno
l	8.00	mm	Longitud de sujeción
$E_{material}$	200	Mpa	Módulo de elasticidad del material
E_{perno}	200	Mpa	Módulo de elasticidad del perno
p_0	0.7267	-	Parámetro de la ecuación de Cornwell
p_1	-1.2574	-	Parámetro de la ecuación de Cornwell
p_2	1.1124	-	Parámetro de la ecuación de Cornwell
p_3	-0.37922	-	Parámetro de la ecuación de Cornwell
P	0.43214189	kN	Carga total
f_p	0.75	-	Factor de precarga
S_p	310	Mpa	Resistencia de prueba mínima
A_t	5.03	mm ²	Área de esfuerzo por tensión
S_y	340	Mpa	Resistencia a la fluencia mínima

Variables de salida			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
j	0.38	-	Razón de aspecto
r	1	-	Razón de módulo
C	0.20	-	Constante de rigidez de la junta
P_b	0.0875	kN	Carga externa aplicada en el perno
P_m	0.34	kN	Carga externa aplicada en el material
F_i	1.17	kN	Fuerza de precarga
P_0	1.47	kN	Carga requerida para separar la junta
$N_{separación}$	3.39	-	Factor de seguridad contra la separación de la junta
F_m	0.82	kN	Carga de compresión sobre el material
F_b	1.25697509	kN	Carga de tensión sobre el perno
σ_b	249.90	Mpa	Esfuerzo de tensión máxima en el perno
N_y	1.36	-	Factor de seguridad contra la fluencia

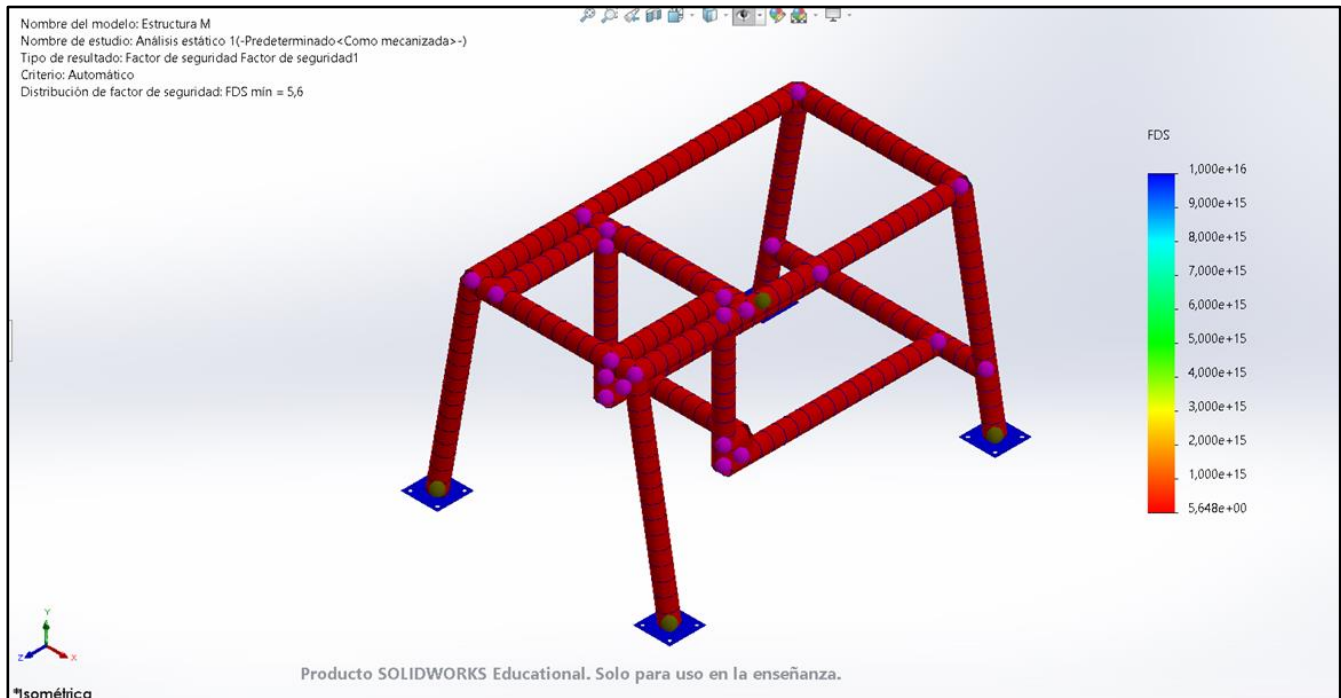
Estructura de soporte de la peletizadora. Para el análisis de la estructura se hizo uso de SolidWorks y se simuló bajo una carga de 150 Kg, en la figura L.4 se muestran las reacciones generadas por esta carga en la estructura.

Figura L.4. Reacciones generadas en la estructura de soporte del prototipo de peletizadora.



El factor de seguridad mínimo para la estructura resulto ser de 5.6, figura L.5.

Figura L.5. Factor de seguridad en la estructura del prototipo de peletizadora.



Se concluye entonces que la estructura es confiable para soportar el conjunto que compone el prototipo de la peletizadora.