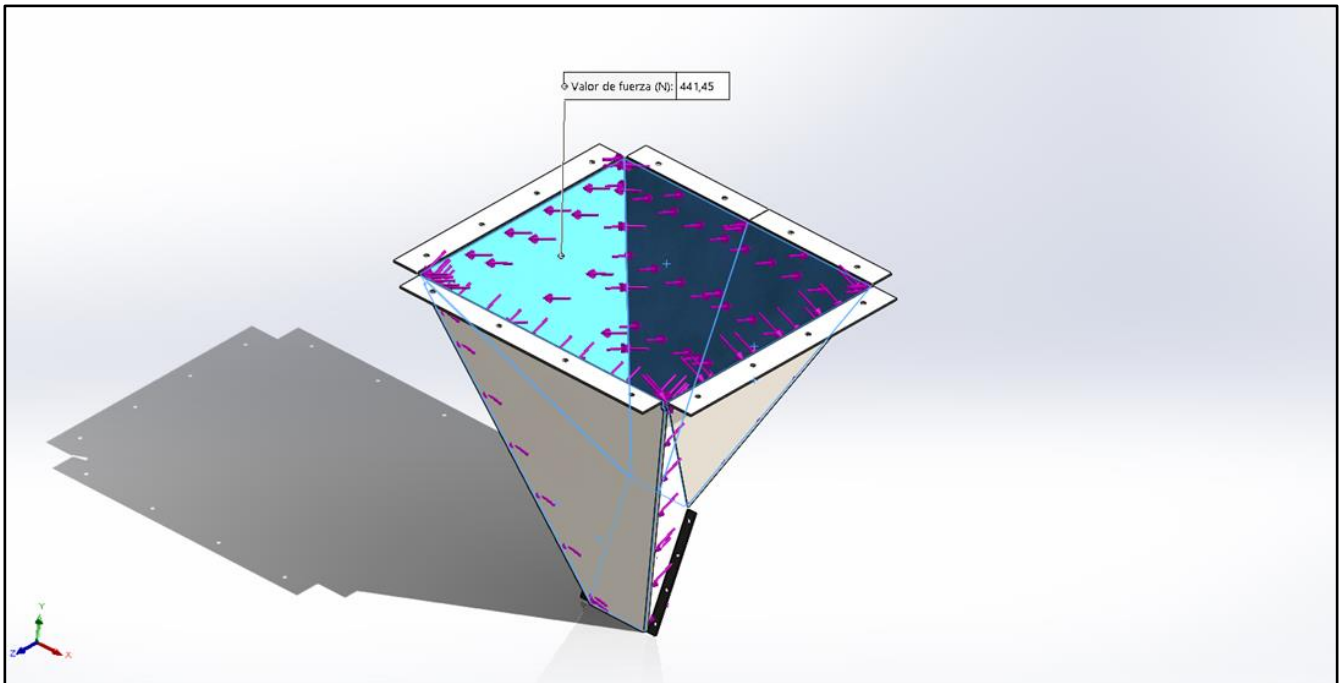


Anexo E. Cálculos del alimentador.

Tolva del alimentador. Una vez dimensionado los componentes relacionados con el tornillo alimentador se procede con el análisis de la tolva. Para su estudio se hace uso del módulo *Simulation* de SolidWorks y se pone a la tolva bajo una carga de 441.5 N, figura E.1.

Figura E.1. Análisis de la tolva en SolidWorks



En la figura E.2, se muestran las tensiones por Von Mises a las que se encuentra sometida la tolva por la carga y, para verificar que no falla se determina el factor de seguridad en ella, figura E.3.

Figura E.2. Tensiones por Von Mises a las que se encuentra sometida la tolva

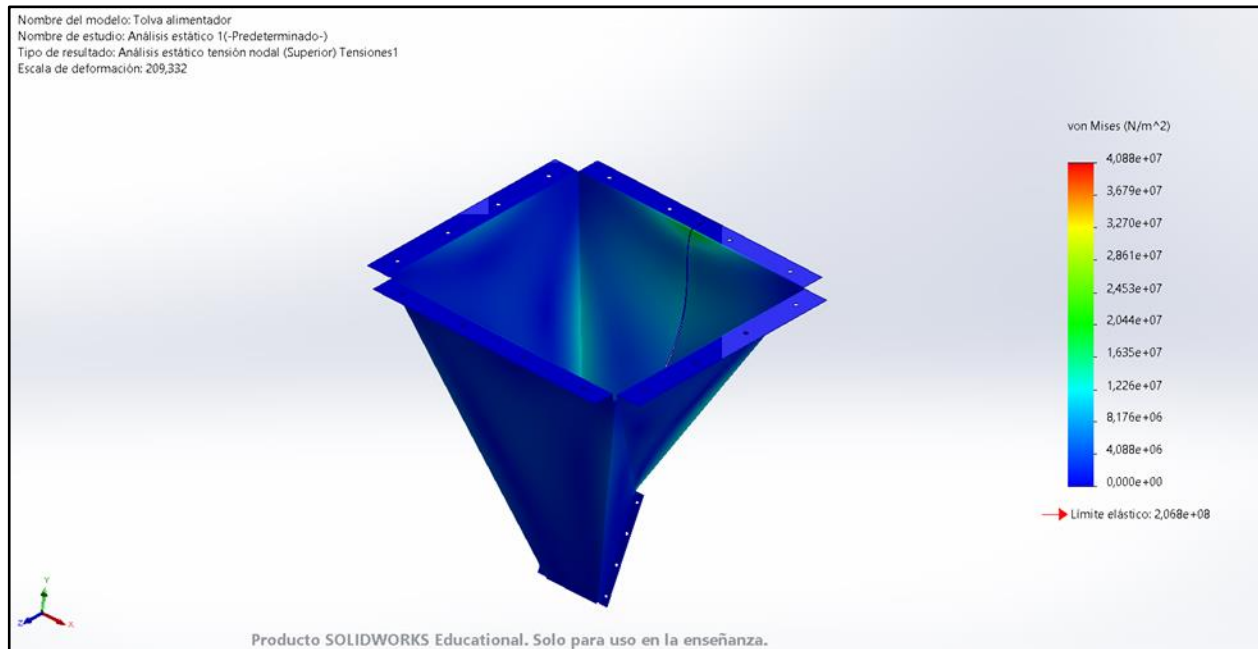
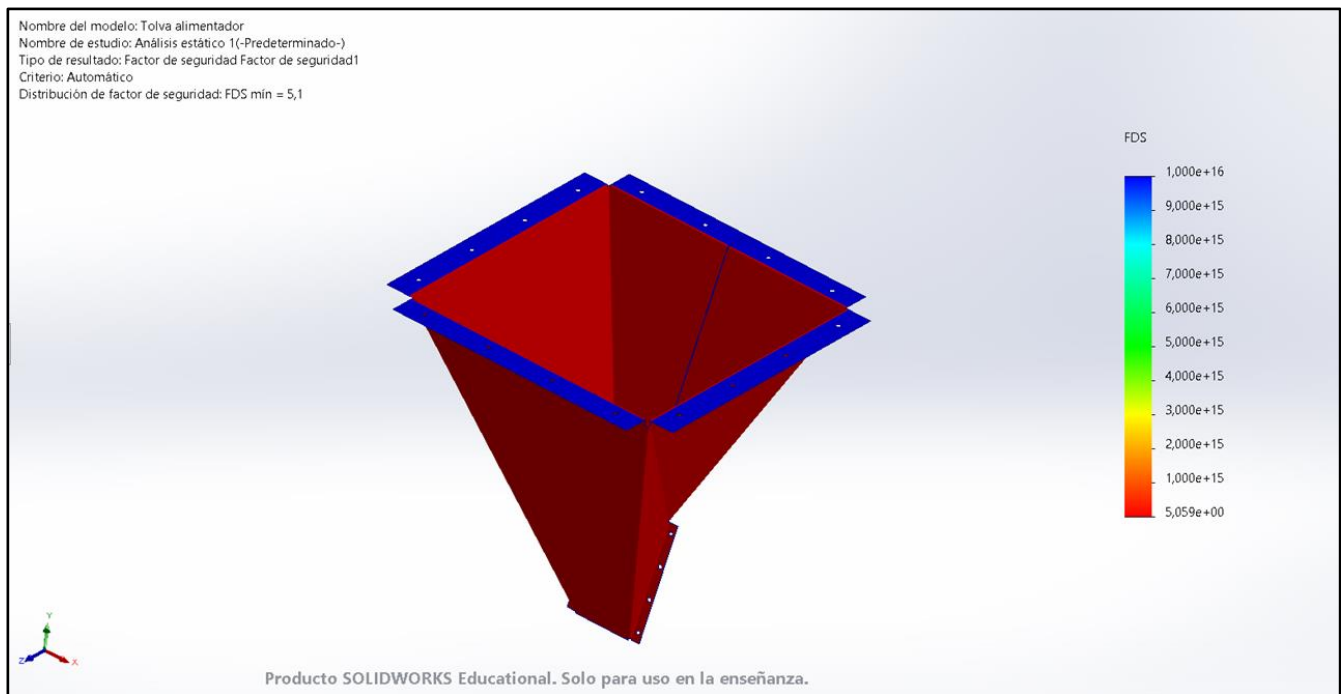


Figura E.3. Factor de seguridad en la tolva



Como se puede ver, el factor de seguridad mínimo es de 5.1. Para ver las dimensiones de la tolva revise los planos.

Selección de rodamientos. La selección de los rodamientos se hace para que tenga una vida de 10,000-20,0000, esto como un rango recomendado para la aplicación que recibe en este caso, según el catálogo SKF. En el anexo C se encuentran las tablas SKF involucradas en el cálculo de los rodamientos. Se escoge el rodamiento 6408 para hacer los cálculos, en la tabla E.1 se muestra la información del rodamiento y el procedimiento utilizado para su selección se puede ver en la tabla E.2.

Tabla E.1. Información 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⁾
40	52	7	4,49	3,75	0,16	26 000	13 000	0,034	► 61808-2RZ	-
	52	7	4,49	3,75	0,16	26 000	16 000	0,032	► 61808	-
	62	12	13,8	10	0,425	-	6 700	0,12	► 61908-2RS1	-
	62	12	13,8	10	0,425	24 000	12 000	0,12	► 61908-2RZ	-
	62	12	13,8	10	0,425	24 000	14 000	0,12	► 61908	-
	68	9	13,8	10,2	0,44	22 000	14 000	0,13	► 16008	-
	68	15	17,8	11	0,49	22 000	14 000	0,19	► 6008	-
	68	15	17,8	11	0,49	-	6 300	0,2	► 6008-2RS1	6008-RS1
	68	15	17,8	11	0,49	22 000	11 000	0,2	6008-2RZ	6008-RZ
	68	15	17,8	11	0,49	22 000	11 000	0,2	► 6008-2Z	6008-Z
	68	21	16,8	11	0,49	-	6 300	0,27	63008-2RS1	-
	80	18	32,5	19	0,8	18 000	11 000	0,37	► 6208	-
	80	18	32,5	19	0,8	-	5 600	0,37	► 6208-2RSH	► 6208-RSH
	80	18	32,5	19	0,8	18 000	9 000	0,38	6208-2RZ	6208-RZ
	80	18	32,5	19	0,8	18 000	9 000	0,38	► 6208-2Z	6208-Z
	80	18	35,8	20,8	0,88	18 000	11 000	0,34	6208 ETN9	-
	80	23	30,7	19	0,8	-	5 600	0,47	62208-2RS1	-
	90	23	42,3	24	1,02	17 000	11 000	0,63	► 6308	-
	90	23	42,3	24	1,02	-	5 000	0,64	► 6308-2RSH	► 6308-RSH
	90	23	42,3	24	1,02	17 000	8 500	0,65	► 6308-2RZ	6308-RZ
	90	23	42,3	24	1,02	17 000	8 500	0,65	► 6308-2Z	6308-Z
	90	33	41	24	1,02	-	5 000	0,92	62308-2RS1	-
	110	27	63,7	36,5	1,53	14 000	9 000	1,25	6408	-

Fuente: https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d19680416953/pdf_preview_medium/0901d19680416953_pdf_preview_medium.pdf

Tabla E.2. Cálculos para la selección de rodamientos

Calculo de rodamientos en los rodillos		
$F_r = \sqrt{R_{Ay}^2 + R_{Az}^2}$	$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * n} * L_{10}$	$Factor_{a_{SKF}} = n_c * \frac{P_u}{P}$
$P = X_0 * F_r + Y_0 * F_a$	$dm = 0.5 * (d + D)$	$L_{nm} = a_1 * a_{SKF} * L_{10}$
$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$	$K = \frac{v}{v_1}$	$L_{mh} = \left(\frac{10^6}{60 * n}\right) * L_{nm}$

Variables de entrada			
Parámetro	Magnitud	Unidades	Descripción
R_{Ay}	3.42	kN	Reacción en el soporte del punto "A" en la dirección y
R_{Az}	4.19	kN	Reacción en el soporte del punto "A" en la dirección z
F_r	5.41	kN	Fuerza radial sobre el rodamiento
X_0	1.00	-	Factor de fuerza radial
F_a	8.19	kN	Fuerza axial sobre el rodamiento
Y_0	1.00	-	Factor de fuerza axial
C	63.70	kN	Capacidad de carga dinámica básica
P	13.60	kN	Carga dinámica equivalente del rodamiento
p	3	-	exponente de la ecuación de vida
n	45.12	rpm	Velocidad de giro
d	40	mm	Diámetro interior del rodamiento 6408
D	110	mm	Diámetro exterior del rodamiento 6408
v	100	mm ² /s	Viscosidad real de funcionamiento del aceite
v_1	88.38	mm ² /s	Viscosidad nominal
n_c	0.2	-	Grado de contaminación
P_u	1.53	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}	102.82	millones.rev	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
L_{10h}	37981.13447	h	Vida nominal básica con una confiabilidad del 90%
dm	75.00	mm	Diámetro medio del rodamiento
K	1.1315	-	Condición de lubricación del rodamiento
$Factor_{a_{SKF}}$	0.02	-	Factor de rodamientos de diseño básico SKF
a_{SKF}	0.32	-	Factor de modificación de la vida útil
L_{nm}	32.39	millones.rev	Vida nominal SKF
L_{nmh}	11964.06	h	Vida nominal SKF

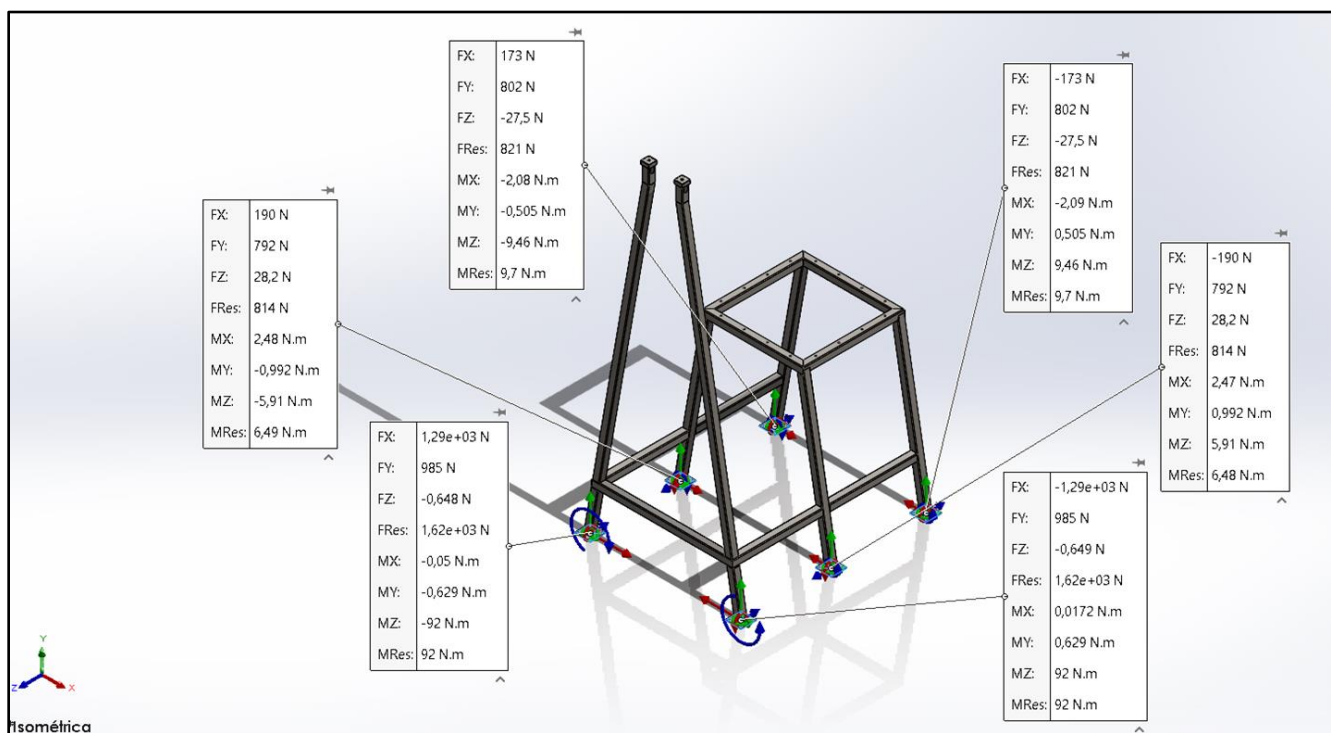
Según lo calculado,

$$L_{nmh} = 11,964 > 10,000 \text{ h}$$

Por lo tanto, el rodamiento 6408 es el adecuado para este caso.

Estructura del alimentador. La estructura del alimentador se encarga de soportar la tolva y la artesa junto con los componentes que contiene. En la figura E.4, se muestra el estudio estático realizado para la estructura con las reacciones generadas por una carga de 981 N en la zona sobre la que se reclina la artesa que involucra el peso de los componentes contenidos en ella y la cantidad de alimentado dosificado a transportar, y, se agrega otra carga en la zona de soporte de la tolva de 798.53 N que es el peso combinado de la tolva y el alimento.

Figura E.4. Reacciones generadas en la estructura del alimentador por las cargas



Para saber si la estructura puede soportar los componentes sin ningún problema, se determinó el factor de seguridad con la ayuda del módulo *Simulation* de SolidWorks y arrojó un factor mínimo de 4.7, en la figura E.5 se evidencia el resultado. En las figuras E.6 y E.7 se muestran los desplazamientos y deformaciones unitarias generadas en la estructura.

Figura E.5. Factor de seguridad en la estructura del alimentador

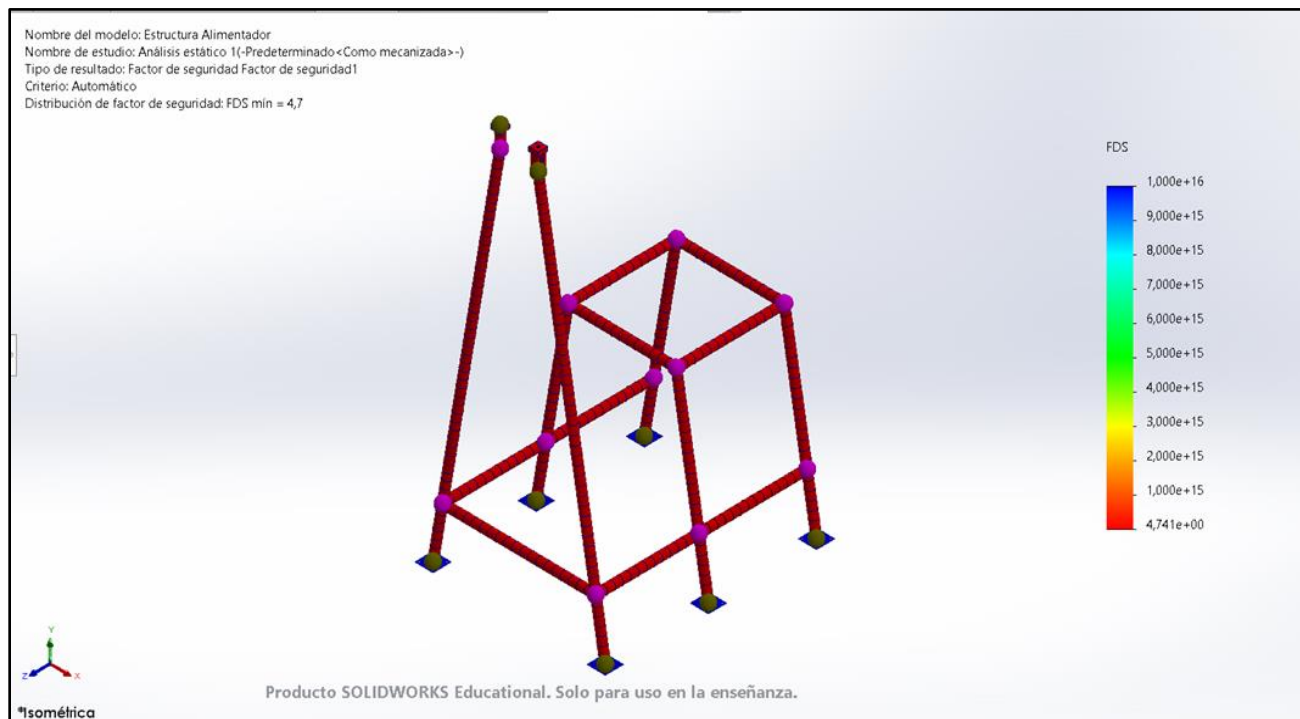


Figura E.6. Desplazamientos ocasionados en la estructura del alimentador

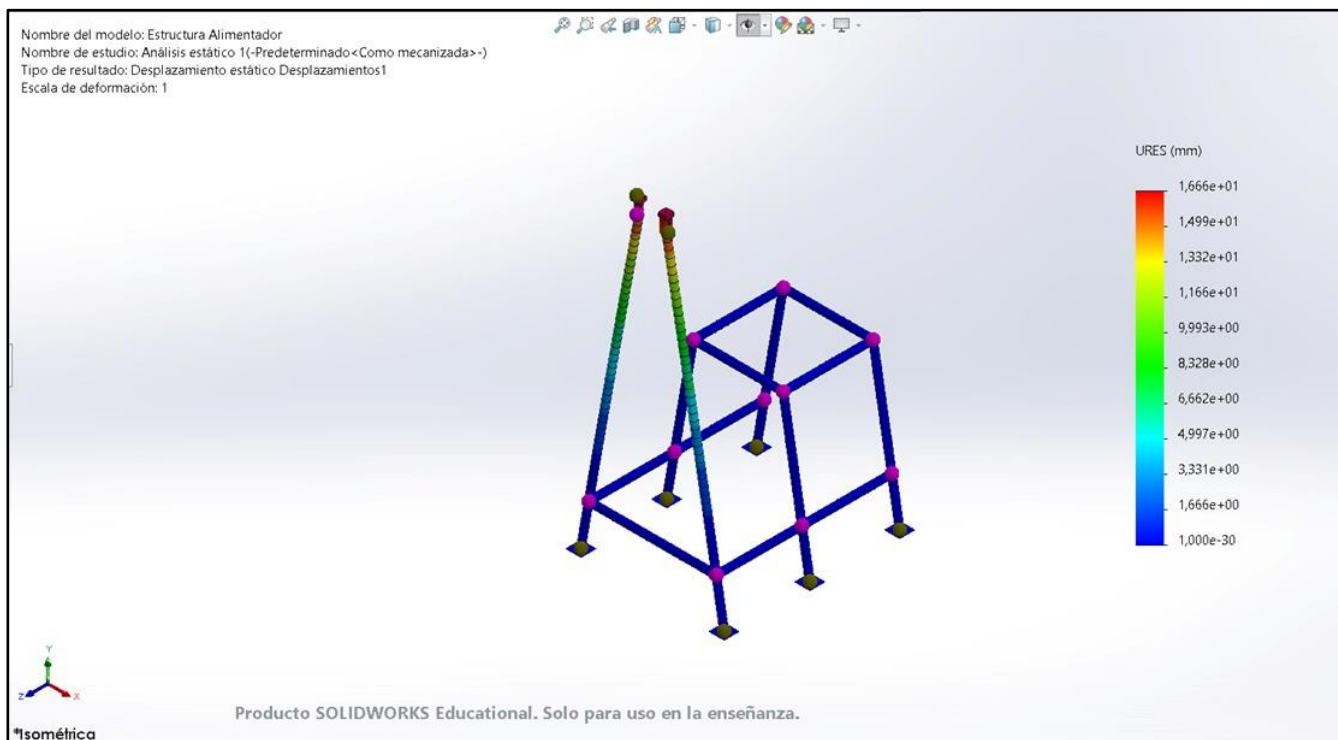
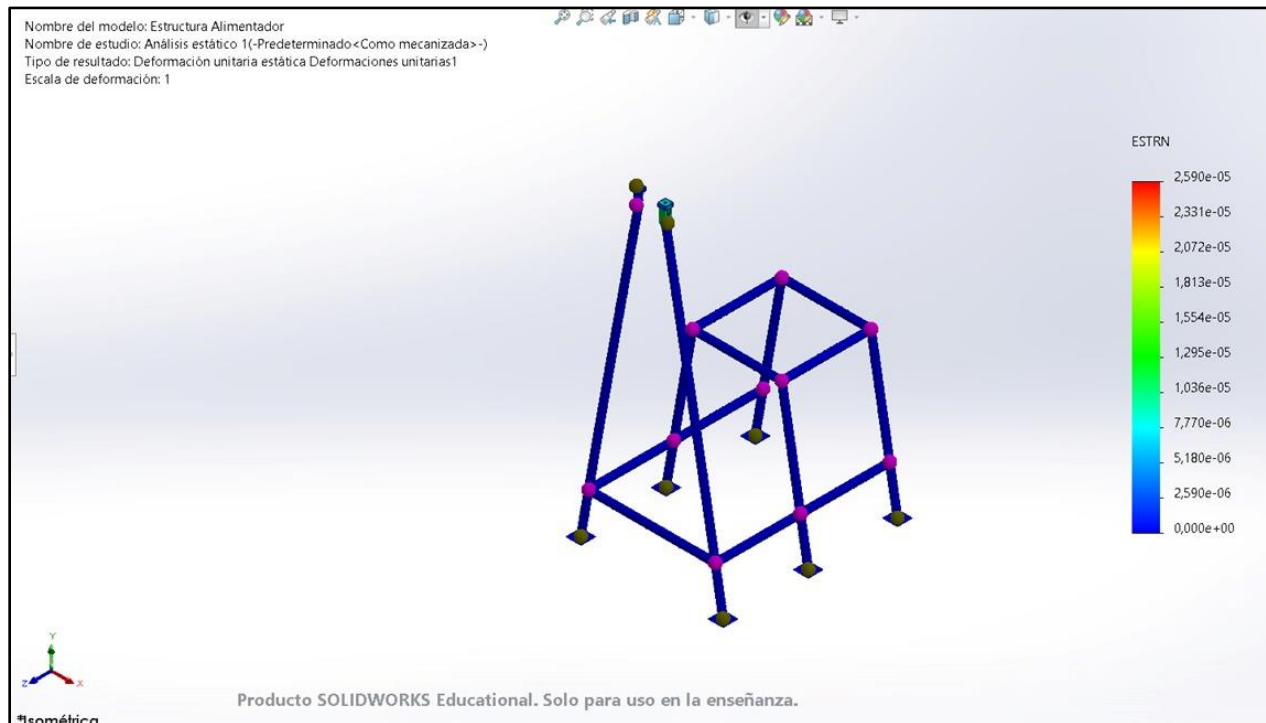
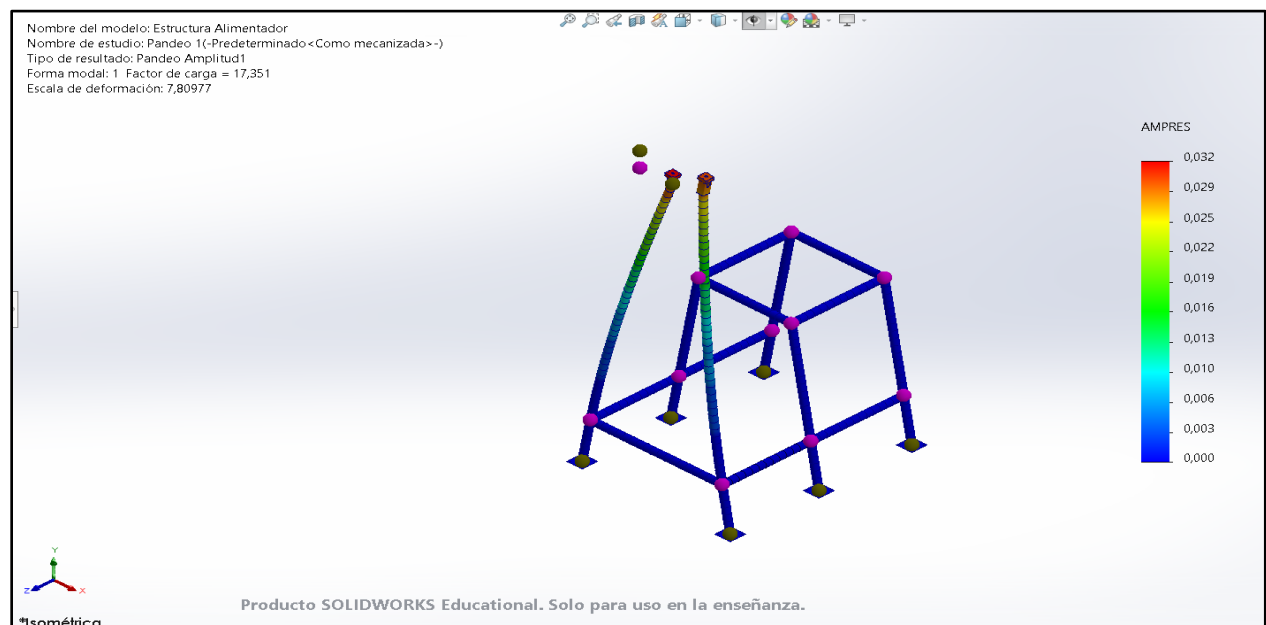


Figura E.7. Deformación unitaria en la estructura del alimentador



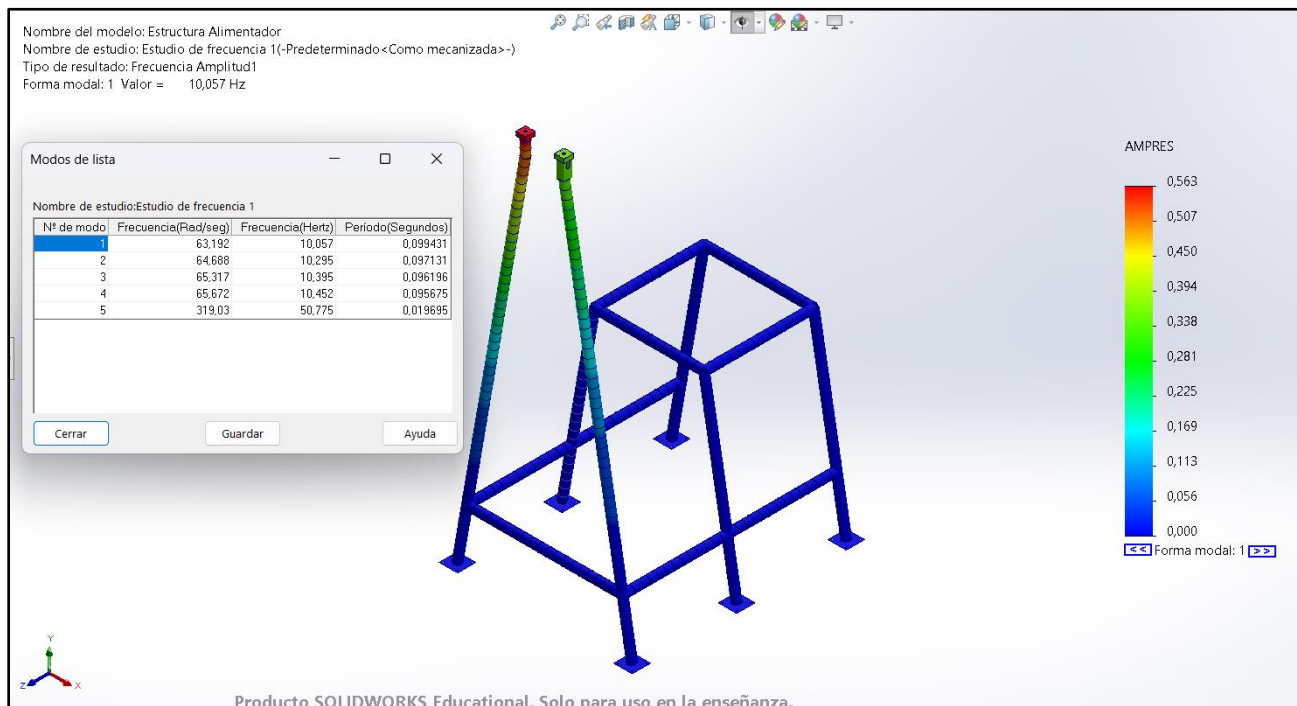
También se realiza un análisis de pandeo en la estructura para determinar si hay peligro de que haya inestabilidad en la estructura. El estudio arroja un factor de carga de 17.35, por lo cual, se prevé que no haya pandeo, figura E.8.

Figura E.8. Análisis de pandeo de la estructura del alimentador en SolidWorks



Finalmente, se hace un estudio de análisis de frecuencia para verificar que la estructura no esté en sintonía con la frecuencia natural, con ayuda de SolidWorks se calculan los modos de frecuencia, figura E.9, como se puede ver el nivel de frecuencia más bajo es de 10.057 Hz y el alimentador opera a 45 rpm es decir 0.75 Hz, por lo cual, se concluye que la estructura está lejos de que falle por resonancia.

Figura E.9. Estudio de frecuencia para la estructura del alimentador



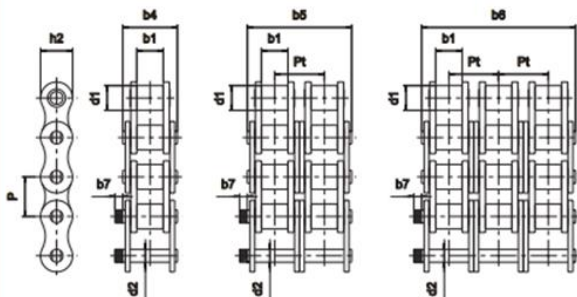
Para observar con más detalle las características y dimensiones de la estructura revise los planos ubicados en los otros anexos.

Tabla E.3. Cadena seleccionada del catálogo sedis



CHAINES VERTES® TIPO B SERIE EUROPEA

Cadenas derivadas de la Norma ISO 606



GENERALIDADES :

Estas cadenas de rodillos, para las transmisiones mecánicas de potencia, son intercambiables pero no se puede unir con cadenas en conformidad con la norma ISO 606.

Una cadena Verte puede ser puesta en lugar de una cadena normal (ver abacos catálogo general) pero no puede ser reunida con otra cadena o cerrada por eslabones de unión diferentes que los previstos para esta dicha cadena. Las "Chaines Vertes" son utilizadas sobre los mismos piñones que las cadenas normales.

N° cadena			Paso	Diám. del rodillo máx. d1	Anchura de la cadena			Diám. del eje máx. d2	Altura de la placa máx. h2	Paso trans- versal Pt	Superficie nominal de trabajo mm2	Resistencia a la tracción		Peso por metro kg
ISO	sedis	Entre placas interiores mini b1			Sobre ejes máx. b4-b5 b6	Rebasa- miento ejes de unión máx b7	Normas mini kN					sedis mini kN		
			P											
SIMPLE	08 B-1	7NV	12,70	8,51	7,75	16,60	1,50	4,45	11,80		50	17,8	16,6	0,69
	10 B-1	11NV	15,875	10,16	9,65	19,00	1,50	5,08	13,70		67	22,2	18,6	0,85
	12 B-1	13NV	19,05	12,07	11,68	22,30	1,50	5,72	16,20		88	28,9	30,5	1,17
	16 B-1	15TV	25,40	15,88	17,02	35,10	3,00	7,94	20,80		185	60,0	66,0	2,66
	20 B-1	17TV	31,75	19,05	19,56	40,80	8,50	9,53	25,40		247	95,0	99,0	3,72
	24 B-1	18TV	38,10	25,40	25,40	53,40	8,50	12,60	32,30		445	160,0	160,0	7,05
	32 B-1	22TV	50,80	29,21	30,99	63,60	10,40	14,29	42,29		640	250,0	228,0	10,00
	40 B-1	23TV	63,50	39,37	38,10	79,00	12,00	19,90	52,80		992	355,0	365,0	16,20
DOBLE	08 B-2	207NV	12,70	8,51	7,75	30,60	1,50	4,45	11,80	13,92	100	31,1	33,2	1,35
	10 B-2	211NV	15,875	10,16	9,65	35,75	1,50	5,08	13,70	16,59	134	44,5	37,4	1,66
	12 B-2	213NV	19,05	12,07	11,68	41,80	1,50	5,72	16,20	19,46	176	57,8	61,0	2,32
	16 B-2	215TV	25,40	15,88	17,02	68,00	3,00	7,94	20,80	31,88	371	106,0	132,0	5,28
	20 B-2	217TV	31,75	19,05	19,56	77,00	8,50	9,53	25,40	36,45	495	170,0	198,0	7,38
	24 B-2	218TV	38,10	25,40	25,40	101,80	8,50	12,60	33,40	48,36	891	280,0	320,0	13,85
	32 B-2	222TV	50,80	29,21	30,99	126,00	10,40	14,29	42,29	58,55	1281	450,0	456,0	19,80
	40 B-2	223TV	63,50	39,37	38,10	154,90	12,00	19,90	52,80	72,29	1985	630,0	730,0	32,08
TRIPLE	08 B-3	307NV	12,70	8,51	7,75	44,60	1,50	4,45	11,80	13,92	150	44,5	49,8	2,02
	10 B-3	311NV	15,875	10,16	9,65	52,30	1,50	5,08	13,70	16,59	201	66,7	56,1	2,61
	12 B-3	313NV	19,05	12,07	11,68	61,40	1,50	5,72	16,20	19,46	264	86,7	91,5	3,48
	16 B-3	315TV	25,40	15,88	17,02	99,90	3,00	7,94	20,80	31,88	556	160,0	198,0	7,86
	20 B-3	317TV	31,75	19,05	19,56	113,50	8,50	9,53	25,40	36,45	742	250,0	297,0	11,00
	24 B-3	318TV	38,10	25,40	25,40	150,20	8,50	12,60	33,40	48,36	1336	425,0	480,0	20,31
	32 B-3	322TV	50,80	29,21	30,99	184,50	10,40	14,29	42,29	58,55	1921	670,0	684,0	29,60
	40 B-3	323TV	63,50	39,37	38,10	227,20	12,00	19,90	52,80	72,29	2978	950,0	1095,0	47,96

Fuente: <https://pdf.directindustry.es/pdf/sedis/principal-fabricacion/7490-783659.html>

Tabla E.4. Ficha del motorreductor del alimentador

Información técnica del producto		
		
	Tipo de reductor :	Moto-reductor de engranajes helicoidales
	Tipo :	HU 70A 3C 132S-02F-HT-TH-TF
	<u>Datos operación :</u>	
	Temperatura ambiente :	+20 °C
	Régimen de servicio :	S1
	<u>Características reductor :</u>	
	Potencia térmica máx. permanente a +20 °C y servicio S1 :	8.8 [kW]
	Velocidad de salida :	96 [r.p.m.]
	Par de salida :	750 [Nm]
	Factor de servicio :	1.10
	Gear stages :	2
	Relación de reducción :	37.01
	Juego circunferencial (min-máx) :	6' - 13'
	Juego circunferencial reducido (min-máx) (OPCION) :	6' - 9'
	Par de entrada admisible fB1 :	21.6 [Nm]
	Velocidad entrada máx.perm. :	6000 [r.p.m.]
	Forma montaje :	B3
	Eje de salida :	Ø 40 k6 x 80 [mm]
	Chavetero :	DIN6885.1
	Material del eje de salida :	C45E (1.1191)
	Tapón ventilación :	0,2 bar (estándar)
	Pintura :	LC1 - Instalación interior, atmósfera neutra NDFT 60 µm (C1 - DIN EN ISO 12944-5)
	Color :	RAL 7011 (Gris hierro)
	<u>Lado entrada :</u>	
	Tipo :	montaje directo
	Eje entrada :	Ø 42 k6 x 35 mm
	Brida entrada :	Cuadrado según IEC Ø250
	<u>Otras ejecuciones del reductor :</u>	
	Lubrificante :	Aceite mineral - CLP ISO VG220
	<u>Características motor :</u>	
	Serie :	Motor Modular WEG (EUSAS)
	Housing material :	Aluminio
	Rendimiento η :	IE3-90.2%
	Serie motores :	3CWA
	Potencia motor :	7.5 [kW]
	Velocidad nominal :	3535 [r.p.m.]
	Par nominal :	20 [Nm]
	Tensión :	460 [V]

Frecuencia :	60	[Hz]
Conexionado :	D	
Intensidad nominal :	12.3	[A]
Arranque a intensidad nominal :	9.1	
'cos φ ' :	0.85	
Grado de protección :	IP 55	
Posición caja bornes :	Lado A entrada cable lado I	
Clase aislamiento :	F	
Momento de inercia :	25×10^{-3}	[kgm ²]
Rango de tensión - 50 Hz :	380-420 V (D), 660-690 V (Y), 190-210 V (DD), 330-365 V (YY)	
Rango de tensión - 60 Hz :	440-480 V (D), 220-240 V (DD), 380-415 V (YY)	
Caja de conexiones :	9 terminales, 12 cables (hilos)	

Certificaciones de motor :



Otras ejecuciones de motor:

Ventilador :	Autoventilado
Controlador temperatura :	Termostato bimetalico NCC (TH) y Termistor PTC (TF) para desconexión
Rodamiento :	Estándar
Dimensiones especiales :	Retén vitón, eje templado, aceite sintético

Peso total : 97.5 [kg]

Fuente: <https://www.weg.net/institucional/CO/es/>