



Procesado del descarte de la hoja metálica y optimizado de su traslado

Federico Jorge Juan

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2022

Procesado del descarte de la hoja metálica y optimizado de su traslado

Federico Jorge Juan

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Ingeniero Mecánico

Directores:

Ing. Guillermo Rodriguez

Ing. Pedro Sismondi

Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
2022

Agradecimientos

Este logro es dedicado primero a Dios, a mis padres que me orientaron por el sendero correcto de la vida, a mi familia y mis seres queridos por estar conmigo en todo momento. A los profesores y directivos que contribuyeron en mi formación académica y profesional, y a los compañeros con los que compartí experiencias y conocimientos.

Resumen

La problemática principal es la remoción de la chatarra que se genera en una industria. Este proyecto de basa en el tratamiento del desperdicio de la chapa de acero a la salida de la máquina que le da corte por medio de una trituradora de chatarra (diseñada para tal fin) reduciéndolo a fragmentos más pequeños para facilitar su transporte con un dispositivo, también diseñado para ese fin, hasta su deposición en un volquete de mayor tamaño ($5m^3$) al que tiene acceso el camión volquetero que traslada la chatarra al lugar de reciclaje.

La trituradora de chatarra procesa el material descartado (proveniente de chapas de acero de 1220 x 2440 y un espesor que va de 0,5mm a un máximo de 2mm) depositándose este con un tamaño optimo dentro de un volquete de descarga rápida.

Estos estarán ubicados en la cercanía de las máquinas de cortes laser y una vez lleno el volquete, este se transporta hacia el contenedor mayor con un autoelevador que cuenta con una capacidad de carga de 2T.

La descarga rápida consistirá en un mecanismo en el volquete diseñado que, al hacer contacto con el volquete mayor, activa un movimiento basculante para depositar la chatarra dentro de este.

Palabras clave: (chatarra de acero, trituradora, volquete, reciclado, mecanismo, autobasculante, máquina de corte laser).

Abstract

The main problem is the removal of scrap generated in an industry. This project is based on the treatment of steel sheet waste at the exit of the machine that cuts it by the use of a scrap shredder (designed for this purpose) reducing it to smaller fragments to facilitate its transport with a device, also designed for this purpose, until it is deposited in a larger container ($5m^3$) to which the dump truck that transports the scrap to the recycling site has access.

The scrap shredder processes the discarded material (from steel sheets of 1220 x 2440 and a thickness ranging from 0.5mm to a maximum of 2mm) depositing it with an optimal size inside a fast-unloading mini hopper.

These will be located near the laser cutting machines and once the mini hopper is full, it is transported to the largest container with a forklift that has a 2T load capacity.

The rapid discharge will consist of a mechanism in the designed hopper that, when making contact with the larger tipper container, activates a rocking movement to deposit the scrap inside.

Keywords: Steel scrap, shredder, Hopper, recycling, mechanism, self-tilting, laser cutting machine.

Contenido

Agradecimientos	III
Resumen	IV
Abstract	V
Contenido	VI
1 Introduccion	8
2 Variables y condiciones limites	12
2.1 Variables	12
2.1.1 Tamaño final de la chatarra procesada	12
2.1.2 Aprovechamiento de la chapa	12
2.1.3 Tensión de corte del material	13
2.1.4 Cantidad y tamaño de las cuchillas	13
2.1.5 Tiempo de llenado del volquete	13
2.1.6 Tiempo de preparación para el inicio de un nuevo programa	14
2.1.7 Cantidad de chatarra generada por hora	14
2.2 Condiciones limites	14
3 Objetivos	14
3.1 Propuestas	16
3.1.1 De alimentación horizontal y corte longitudinal	16
3.1.2 De alimentación horizontal y corte transversal	17
3.1.3 Volquete basculante sobre dos ejes laterales fijos	18
4 Diseño	19
4.1 Determinación de elementos generadores de potencia mecánica de trituradora	20
4.2 Determinación de elementos transmisores de potencia mecánica de trituradora	24

4.2.1 Dimensionamiento del eje motriz	24
4.2.2 Chavetas	28
5. Conclusiones y recomendaciones	38
5.1 Conclusiones	38
5.2 Recomendaciones	39
6. Bibliografía	40
7. Anexo	41
7.1 Catalogos	41
7.2 Planos	46

1 introducción

Tomando como enfoque principal una firma ubicada en el cordón industrial de Rosario, la cual sirvió como inspiración para la idea principal de este proyecto, se notó que había un mal manejo de los recursos en cuanto a lo que el desecho de la chatarra se refiere. Empezando por como los operarios debían por sus propios medios doblar la chapa metálica de descarte una vez hecho el corte (acciones inseguras), y depositarlo en un volquete rudimentario que luego se descargaba en el contenedor mayor de $5m^3$, también con varios riesgos en cuanto a seguridad.

Por esto, es necesario desarrollar un sistema de picado de la chapa metálica desplegada para así disminuir su manipulación por los operarios, junto con el diseño del volquete de forma tal que pueda ser fácilmente transportado por el autoelevador y pueda ser llenado una vez por día. También brindaría seguridad al proceso por medio de un mecanismo que funciona como traba para impedir que el volquete bascule por error y que a su vez disminuya el exceso de ruido en la descarga de la chatarra.

El hecho de que la chatarra se procese en esta etapa del ciclo de vida del acero es también beneficioso para el reciclaje. Uno de los problemas cada vez más crecientes en la sociedad es la contaminación del medio ambiente. Las superproducciones de bienes de cualquier tipo para la población forman un problema para el planeta, ya que esto puede devenir en la escasez de recursos y abundancia de basura inservible (generada por la obsolescencia de dichos bienes) y por los procesos de producción que pueden generar residuos contaminantes. Entonces, como una solución a estos inconvenientes surge dicho reciclaje, que consiste en la reutilización de los residuos como recursos para la fabricación de nuevos bienes.

Procediendo con una investigación de las máquinas trituradoras se observa que la mayoría sirve para materiales cuya dureza es relativamente alta, y por consiguiente poseen cierta fragilidad, no sirviendo para el caso de los metales que presentan diversa ductilidad y capacidad de deformación plástica, estas máquinas estacionarias son:

- Trituradora de mandíbula: La fuerza predominante que utilizan es la de compresión, aplicada de forma discontinua. Están constituidas por dos placas, una fija y otra móvil entre las que se quedan atrapados los materiales sobre los que se aplica la fuerza. Se destina a la molienda gruesa y media, teniendo una estructura sencilla y firme, con un coste reducido de operación, producción y construcción y, además, mantenimiento, reparación y uso sencillo.



Figura 1. Trituradora de mandíbula

- Trituradora de cono: La trituración se produce por compresión que es realizada por las paredes de un tronco de cono fijo situado en el exterior y un tronco de cono móvil giratorio excéntrico, situado en el interior.



Figura 2. Trituradora de cono

- Triturador martillos: Consiste en un rotor equipado con una serie de martillos o mazas articuladas en la base. Estas mazas machacan el material contra las placas

de la carcasa que los rodea, haciendo que se reduzca su tamaño hasta que las partículas puedan pasar por la criba inferior de salida

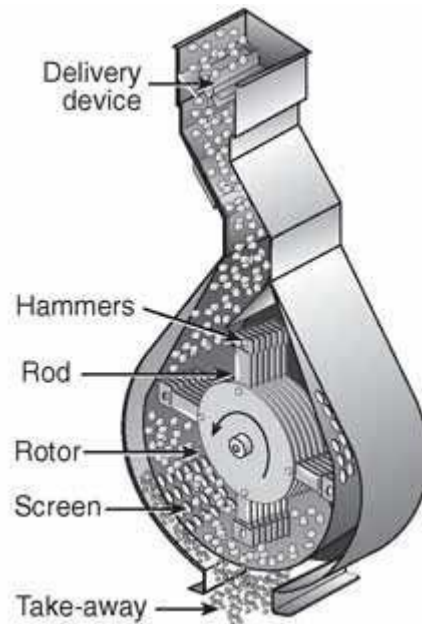


Figura 3. Trituradora de martillos

- Trituradora de impacto De forma parecida a la trituradora de martillos, consta de un rotor que tiene acoplado una serie de barras de impacto. Con el giro del rotor, las barras proporcionan una energía cinética al material que es lanzado contra una serie de placas de choque situadas en la carcasa.

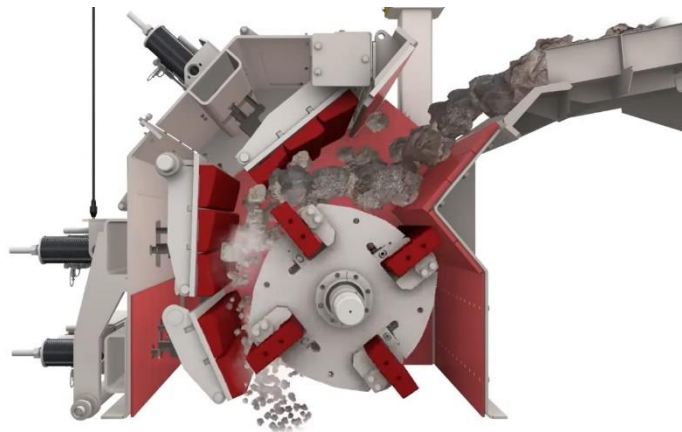


Figura 4. Trituradora de impacto

- Trituradora de cuchillas de corte oblicuo: realiza un corte suave y limpio, las cuchillas tienen una curvatura, no son totalmente rectas, para completar la configuración de la cámara de corte de este tipo de sistema, se tienen los porta cuchillas, se sujetan las cuchillas oblicuas, a su vez los porta cuchillas van fijos en un eje rotatorio. Es útil para materiales con una resistencia a la rotura relativamente baja.



Figura 5. Cuchillas corte oblicuo

- Trituradora de cuchillas rotativas de doble eje: Contiene 2 ejes compuesto por discos de márgenes filosos, equipados de sobresaltos de punta aguda que cumplen la función de atrapar el producto para luego arrastrarlo y cortarlo debido a la acción de los dos ejes contra giratorios.



Figura 6. Trituradora de doble eje

2 Variables y condiciones limites

2.1 Variables

2.1.1 Tamaño final de la chatarra procesada

Es importante determinar este tamaño debido a que repercute en el diseño del volquete y determinara si es necesario colocar o no un contrapeso para que cumpla el fin de autobascular, ya que, al aumentar el tamaño de los fragmentos, aumenta el porcentaje de vacío en el volquete y por lo tanto disminuye su peso total, cambiando de lugar su centro de gravedad y consecuentemente el momento que se genera tendrá un sentido u otro.

Porcentajes de vacío o índice de huecos en residuos de diferentes tamaños con organización aleatoria			
Prisma rectangular			
Tamaño	Vacio [%]		
100x50x2	20		
100x50x7	25		
100x50x8	30		
100x50x10	35		
100x50x15	40		
100x50x20	45		
100x50x25	50		
100x50x30	55		
100x50x35	60		
100x50x40	65		
100x50x45	70		
100x50x50	75		
100x50x55	80		
100x50x60	85		
100x50x65	90		
100x50x70	95		
100x50x75	100		

Figura 6. Estadísticas de la ingeniería. George C. Runger.

2.1.2 Aprovechamiento de la chapa

Esto dependerá del programa de corte que se use, ya que no son todos iguales. En general el aprovechamiento de la chapa es de un 60 a un 90%

2.1.3 Tensión de corte del material

Se cortan diferentes tipos de acero, estos son: SAE 1010, acero galvanizado, inoxidable ferrítico AISI 430 y finalmente inoxidable austenítico AISI 304, todos ellos con valores de tensión de rotura distintos.

CERTIFICADO DE CALIDAD	Number (R1): 2347724 APERAM Order: 84627505 Date: 03/23/2021 Invoice: 98E21
-------------------------------	---

Customer:
 APERAM S.S.S. ARGENTINA S.A
 CUIT: (30-54179576-2) AV DESCARTES
 TORTUGUITAS, BUENOS AIRES
 Argentina
 P.O.NR.: 6786

Steel grade: AISI 304	Finish: 2B	Product: PLATE
Dimensions: 2,00 mm x 1220 mm x 2440 mm		
Marks:		

Chemical composition

Heat nr.	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	N PPM	Ti %	Cu %	Co %				
660797B	0,043	1,15	0,420	0,04	0,0007	18,32	8,00	0,091	338	0,022	0,014	0,159				

Results

Test/Variable	Unit	660797B9102C		660797B9104C		660797BJ9103C							
		H	T	H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
Tensile Strength	MPa		540,00		540,00		539,00						
Yield Strength 0.2%	MPa		303,00		303,00		315,00						
Elongation 2"	%		57,00		57,00		57,00						
Hardness RB	HRB	81,85	81,85	81,85	81,85	81,85	81,85						
Net Weight	Kg	2295,0		2505,0		2295,0							
Gross Weight	Kg	2345,0		2555,0		2345,0							

Heat & Lot identification (U.M.):	Ok
Surface quality / dimensions:	Ok
Standards:	ASTM A262 15

Figura 7. Certificado de calidad Acero AISI 304

2.1.4 Cantidad y tamaño de las cuchillas

Esto determina el tamaño de los fragmentos de la chatarra

2.1.5 Tiempo de llenado del volquete

Depende de los programas de corte que se estén usando en la máquina de corte laser en el transcurso de ese periodo, influirá en la determinación del tamaño de este.

2.1.6 Tiempo de preparación para el inicio de un nuevo programa

Depende del tamaño, espesor y material de la chapa que ingrese en la máquina de corte. Generalmente en los procesos de producción en serie, estos tiempos están tomados.

2.1.7 Cantidad de chatarra generada por hora

Dado que la cantidad de chatarra generada en la maquina laser varia en el tiempo, esta depende que programa se esté usando.

La cantidad de chatarra generada por hora es función del aprovechamiento de la chapa, el programa de corte y el tiempo de preparación para el inicio del nuevo programa.

2.2 Condiciones limites

2.2.1 Tamaño del volquete

Estará limitado por la carga máxima que el autoelevador pueda transportar (2 toneladas), y las dimensiones máximas no deberá sobrepasar el ancho de la máquina para no impedir su visibilidad.

3 Objetivos

El objetivo principal, de manera general, es mejorar el proceso en la etapa final de la chapa de acero sin uso posible en una industria, y como complemento se pueden encontrar las siguientes ventajas:

- Disminuir espacio desaprovechado en el contenedor mayor al triturar la chatarra.

- Reducir costos del traslado al disminuir espacio desaprovechado.
- Proporcionar un sistema de descarga rápida para el volquete con el objetivo de reducir tiempos de manejo del autoelevador.
- Brindar mayor seguridad al proceso.
- Reducir exceso de ruido en la descarga.

Ubicación de las maquinas en la industria

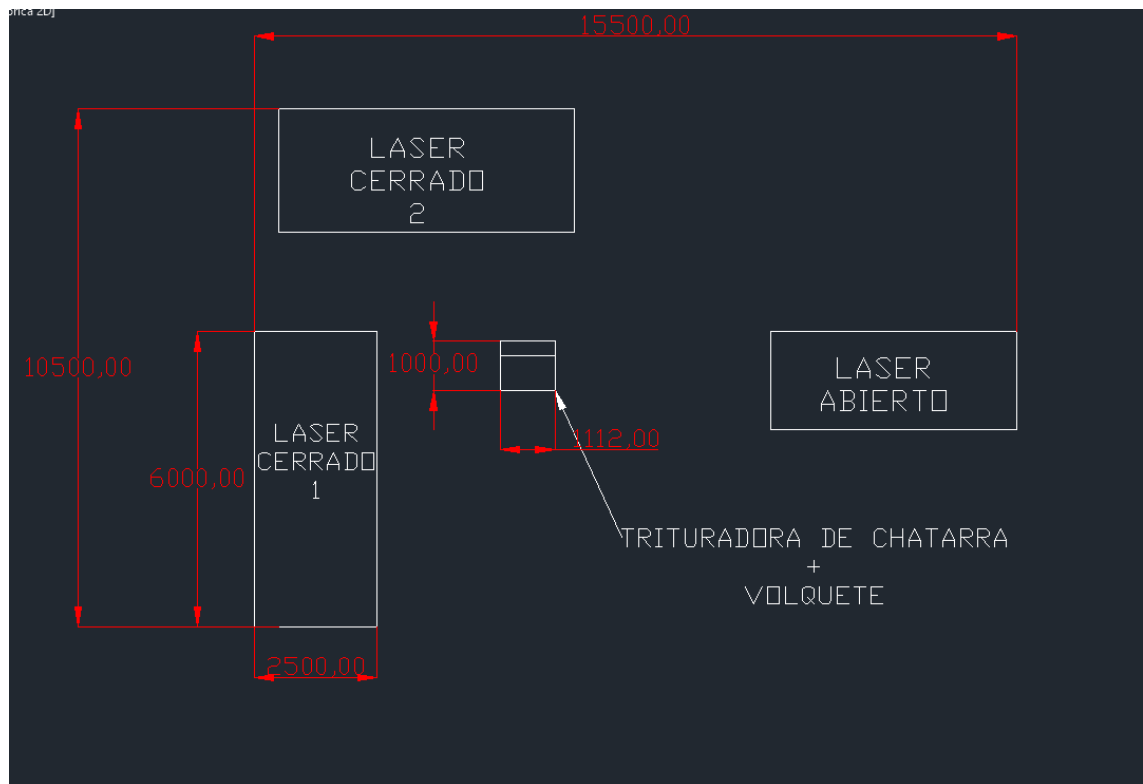


Figura 8. Disposición de la trituradora y volquete

3.1 Propuestas

Se idearon tres propuestas diferentes a las seleccionadas para este proyecto, se detallarán a continuación

3.1.1 De alimentación horizontal y corte longitudinal

Dos ejes de cuchillas distribuidas, las cuales actúan en sentido contrario para ir atrapando el material y fragmentarlo. Tiene como ventaja la posibilidad de colocarse a continuación de la maquina laser para así, a través de una cama de rodillos poder ser alimentada con la chapa desplegada sin la necesidad de que el operario tenga que doblar manualmente la chapa antes de introducirse en esta.

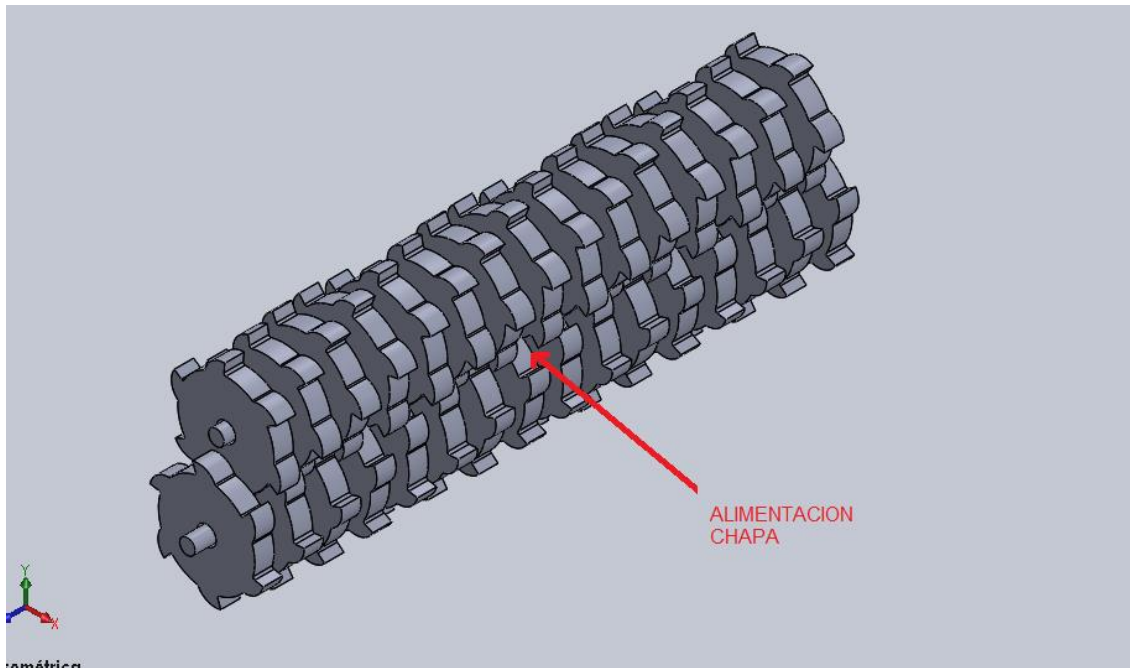


Figura 9. Propuesta 1

3.1.2 De alimentación horizontal y corte transversal

Con un sistema de corte compuesto por cuchillas helicoidales y contracuchilla, donde las cuchillas son discos individuales los cuales pueden ser macizos o con algún inserto en las puntas, el corte se realiza en ángulo de forma de reducir las tensiones en el eje.

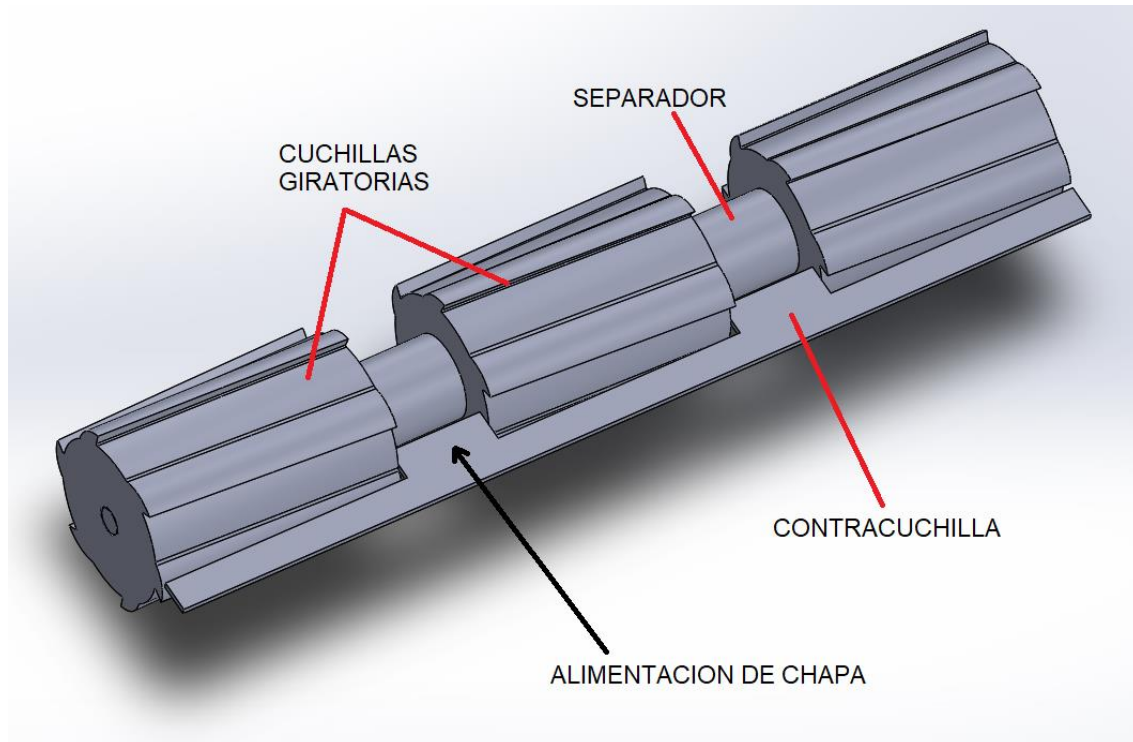


Figura 10. Propuesta 2

Tiene como desventaja la baja productividad ya que no puede tener una elevada velocidad de rotación, ya que produciría la rotura de las cuchillas a causa del impacto.

Se descartaron ambas propuestas en favor de la trituradora de carga superior por el hecho de que puede procesar también la chatarra proveniente de las otras 2 máquinas de corte laser.

3.1.3 Volquete basculante sobre dos ejes laterales fijos

Cuando es liberada la traba, este realiza el movimiento de descarga por la acción de la gravedad y vuelve solo nuevamente por dicha acción al estar vacío.

Se descarto esta propuesta dado que realiza un menor recorrido en la descarga y por lo tanto deposición de la chatarra en el contenedor es realizada más bruscamente provocando mayores decibelios.

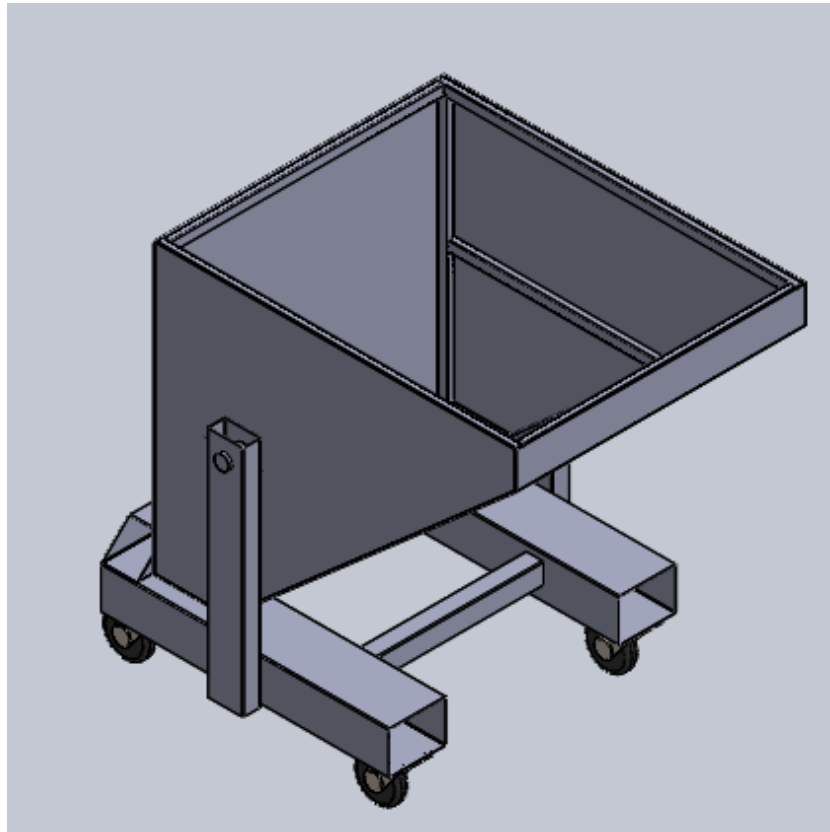


Figura 11. Propuesta 3

4 Diseño

A continuación, se detallarán los pasos seguidos para el diseño, cálculo y selección de los componentes tanto de la máquina trituradora como del volquete de chatarra. Se analizan particularmente el mecanismo de potencia de dicha máquina, estando compuesta principalmente por un motor eléctrico y su reductor, eje y engranajes que transmiten potencia hacia otro eje paralelo con movimiento en sentido opuesto. Además de ellos, dicho mecanismo posee componentes tales como rodamientos y chavetas, teniendo que ser estos debidamente seleccionados para la máquina. El diseño tanto del volquete como el del triturador de chatarra se realizó íntegramente mediante software CAD y simulado por medio de elementos finitos, en SolidWorks.

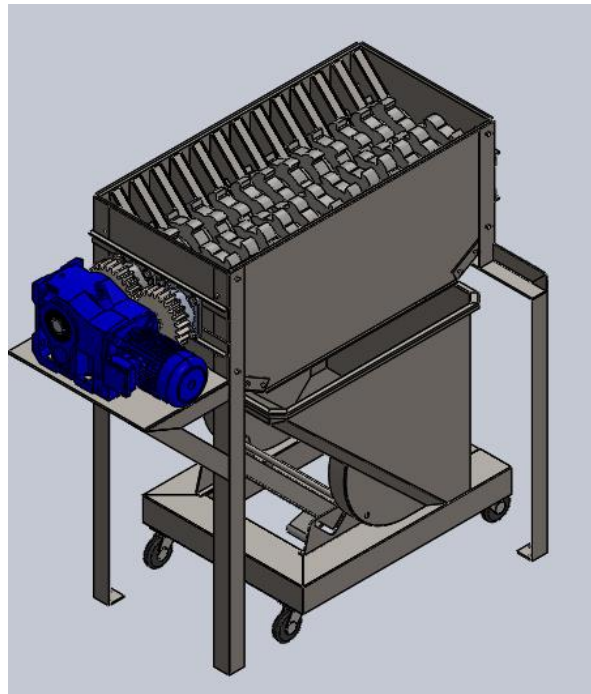


Figura 12. Ensamble completo

4.1 Determinación de elementos generadores de potencia mecánica de trituradora

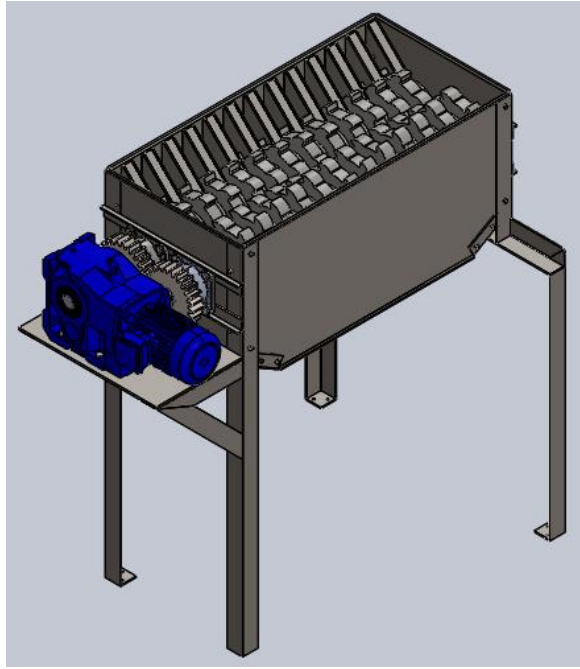


Figura 13. Trituradora de chatarra.

Para el cálculo de la potencia necesaria para el triturado de la hoja metálica se parte calculando la fuerza de corte en dos caras opuestas de las cuchillas y luego se extrapola el valor a la totalidad de las caras que generan los cortes.

En la figura 14 vemos el ángulo de cizalladura φ promedio de 40° , que generan las cuchillas en el momento del corte.

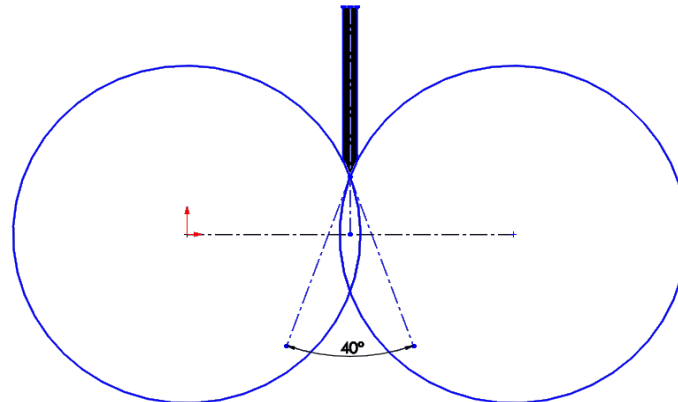


Figura 14. Esquematzación superposición cuchillas

Por lo tanto, la sección de chapa se puede descomponer en dos mitades, para centrarnos en una cuchilla a la vez, como vemos en la figura 15

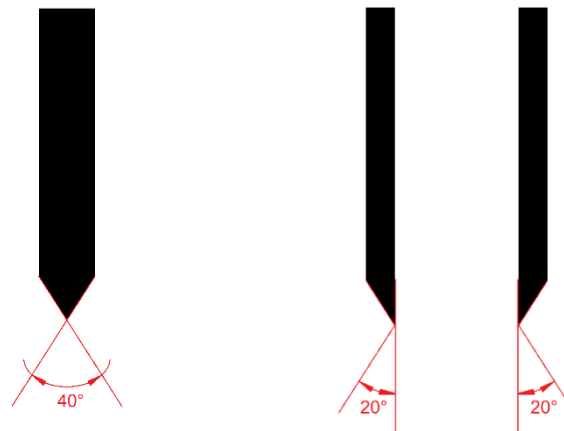


Figura 15. Simplificación corte chapa

Se simplifica la chapa metálica en una sección a través de su plano medio para llegar al cálculo de corte similar al de una guillotina como lo muestra la figura 16

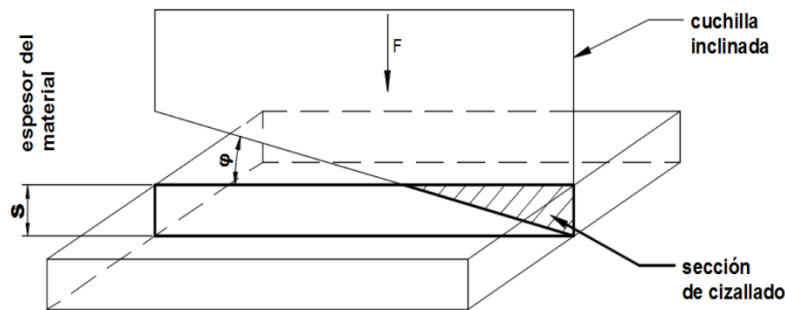


Figura 16. Máquinas y mecanismos 4ta edición, Myszca.

Luego, por medio de la fórmula para el cálculo de la fuerza de corte necesaria:

$$F_c = \frac{\tau s^2}{2 \operatorname{tg} \varphi}$$

Donde:

F_c: Fuerza de Corte.

τ : Resistencia a la cizalladura.

s: Espesor de la plancha a cortar.

φ : Ángulo de inclinación de la cuchilla.

Con una resistencia a la tracción σ para un acero AISI 304 de 540 MPa y la resistencia a la cizalladura τ para aceros igual a $\tau = 0,8 * \sigma$.

Por lo tanto $\tau = 432 \text{ MPa}$.

El espesor máximo de la chapa utilizada específicamente en este proceso de producción es de 2mm, lo que corresponde con $s=1\text{mm}$, dado que estamos trabajando con una mitad

$$F_c = \frac{432 * 10^6 \text{ Pa} * (0,001\text{m})^2}{2 * \operatorname{tg} 20} = 593 \text{ N}$$

La fuerza total en las 25 caras de las cuchillas y teniendo en cuenta un aprovechamiento de la chapa cuando termina el proceso de corte por medio de la maquina laser de un 70% es:

$$F_{total} = 593 \text{ N} * 25 * 0,7 = 10378 \text{ N}$$

Esta fuerza tiene tanto componente normal como tangencial

$$F_n = 10378N * \cos 50 = 6670N$$

$$F_t = 10378N * \sin 50 = 7950N$$

El torque necesario será de:

$$Torque = F_t * r = 7950N * 125mm = 994Nm$$

Si ahora tenemos en cuenta para el cálculo total el segundo eje:

$$T = Torque * 2 = 994Nm * 2 = 1987Nm$$

Los ejes deben girar a una velocidad de 10 RPM por lo tanto la potencia necesaria será de:

$$N_t = T * \omega = 1987 Nm * 1,05 \text{ rad/seg} = 2086,35 W$$

Motorreductor eléctrico

El motor seleccionado es de la marca NORD, con las siguientes características principales:

- Modelo: SK 9072.1 - 132SP/4 TF
- Carcasa: 12 L
- Potencia: 3 kW
- RPM: 11
- Polos: 4
- Voltaje/Frecuencia: 400 V/ 50 Hz
- Torque nominal: 2625 Nm
- Eje hueco diámetro interno 65 H7

4.2 Determinación de elementos transmisores de potencia mecánica de trituradora

4.2.1 Dimensionamiento del eje motriz

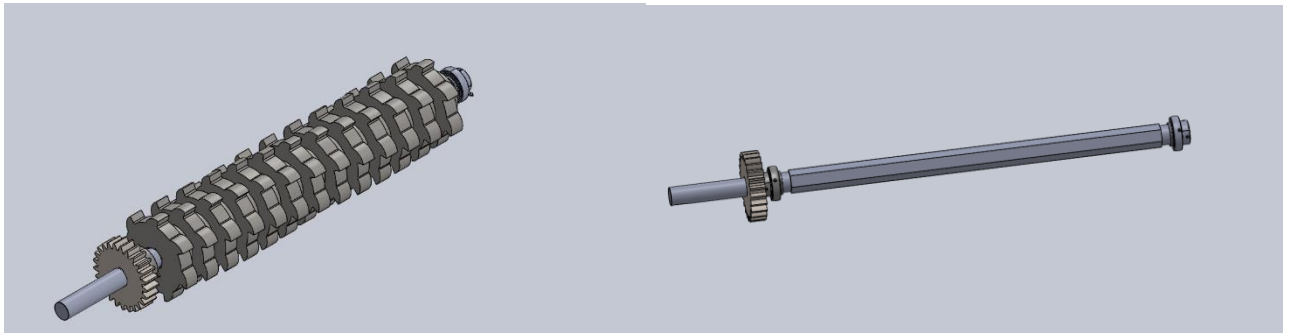


Figura 17. Modelización de las cargas en el eje motriz

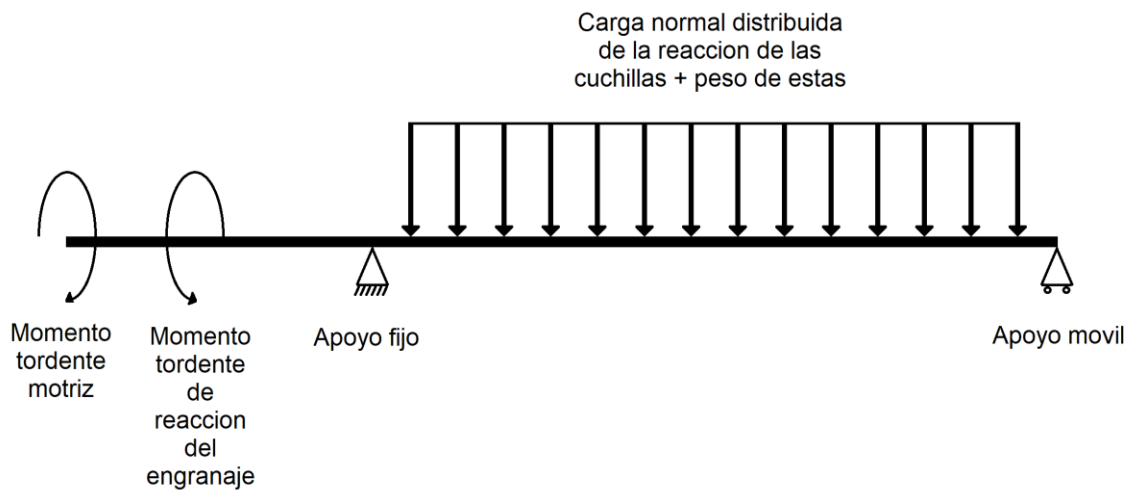


Figura 18. Esquematisación

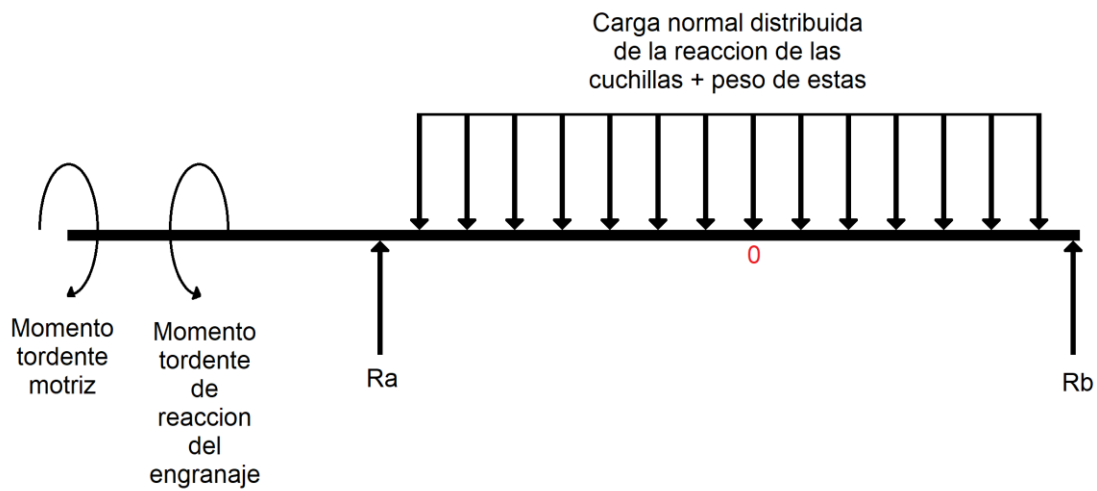


Figura 19. Aplicación de reacciones

$$\sum F = R_a - \text{Fuerza total de carga distribuida} - \text{Peso de cuchillas y separadores} + R_b = 0$$

$$R_a = 20376\text{N} + 3548\text{N} * \text{sen}60 - R_b$$

$$\begin{aligned} \sum M_o &= R_a * \frac{x}{2} - R_b * \frac{x}{2} = 0 \\ R_a &= R_b = 4874\text{N} \end{aligned}$$

Distancia entre rodamientos: 1344mm

El valor del momento flector máximo es en: $\frac{1344\text{mm}}{2} = 672\text{mm}$

$$M_{fmax} = 4874\text{N} * 0,672\text{m} - 18403 \frac{\text{N}}{\text{m}} * \frac{(0,672\text{m})^2}{2} = 2154\text{Nm}$$

Diagramas en el eje

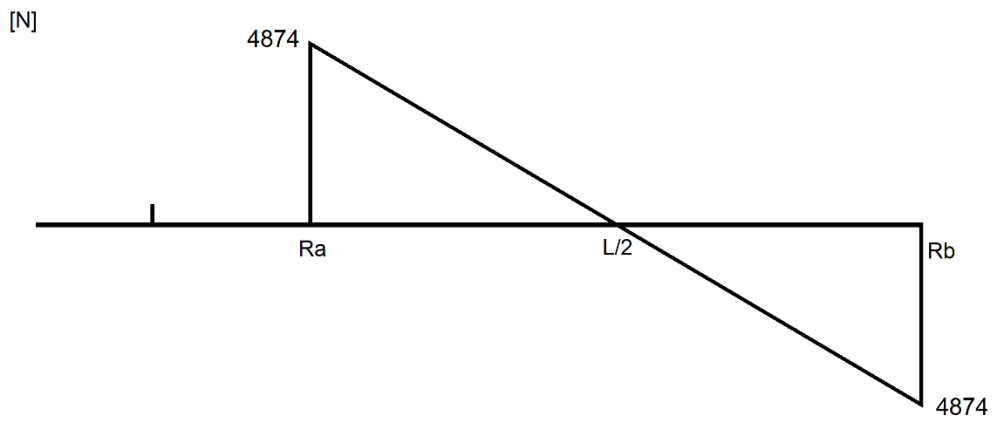


Figura 20. Esfuerzo de corte

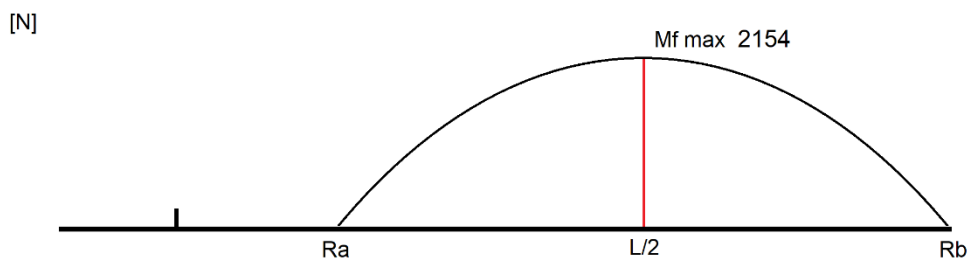


Figura 21. Momento Flector

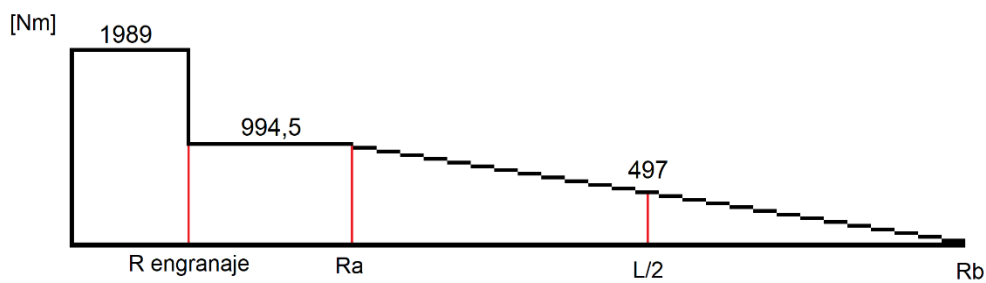


Figura 22. Momento tordente

Mt en o es 497Nm

El eje fue primeramente dimensionado por medio de la formula:

$$D = \frac{32 N}{\pi} \left(\left(\frac{Kt Mf_{max}}{Sn'} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{Mt_{max}}{Sy} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}^{\frac{1}{3}}$$

Se selecciono un diámetro mínimo de 65, teniendo que ser debidamente torneado dado que el eje proviene de un trefilado hexagonal de distancia entre caras paralelas de 70.

Esta ecuación es compatible con la norma ANSI B106.1M – 1985.

A los fines de asegurar que los resultados obtenidos en los cálculos tienen validez, fueron verificados métodos: deformación, simulación por elementos finitos.

El eje conducido es idéntico al eje conductor hasta el tramo que le corresponde.

Los engranajes deberán ser de acero SAE 8620 cementados y luego templados y revenidos.

Para las cuchillas es necesario un material con alta resistencia al desgaste, por lo que puede ser usado un acero templado y revenido, de línea HARDOX o RAEX 500, o similares, pudiendo ser provenientes de lámina y cortados a medida en wáter-jet, evitando así modificar su microestructura, aplicando métodos de corte como plasma y más aun oxicorte, que necesariamente al aumentar la temperatura de la pieza disminuirán su dureza y por lo tanto su capacidad antidesgaste, provocando su recambio prematuro.

Durante su funcionamiento normal, está contemplado sucesivos refilados mediante rectificado de ambas caras de la cuchilla, generando una disminución del espesor hasta 30 mm. Debiendo también disminuir proporcionalmente el espesor de los separadores.

4.2.2 Chavetas

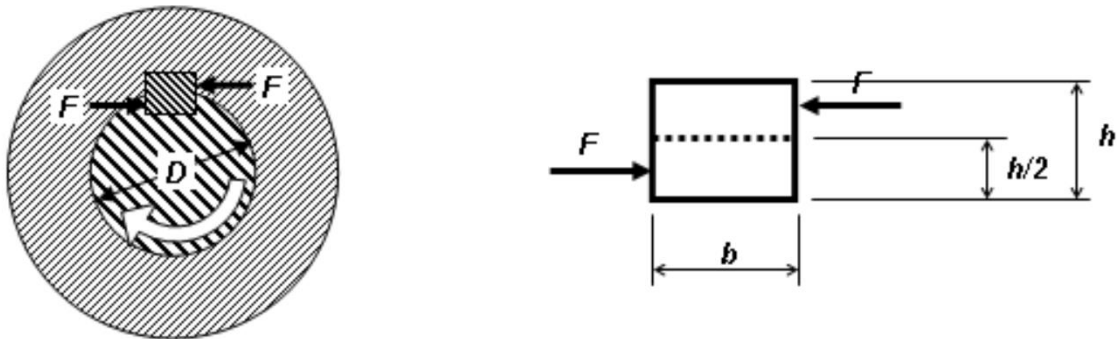


Figura 23. Diagramas de fuerzas para el calculo de chavetas.

Fallo por cizallamiento:

$$l \geq \frac{4 M}{D b S_y}$$

$$0,05 \geq \frac{4 \, 1989 \, N}{0,065m \, 0,018m \, 351630000Pa}$$

$$50 \geq 18,4 \, \checkmark$$

Fallo por aplastamiento:

$$l \geq \frac{4 M}{D h S_y}$$

$$0,05 \geq \frac{4 \, 1989 \, N}{0,065m \, 0,011m \, 351630000Pa}$$

$$50 \geq 31,64 \, \checkmark$$

4.3 Simulaciones de trituradora

Comprobación del dimensionamiento del eje por medio de simulación por elementos finitos de SolidWorks:

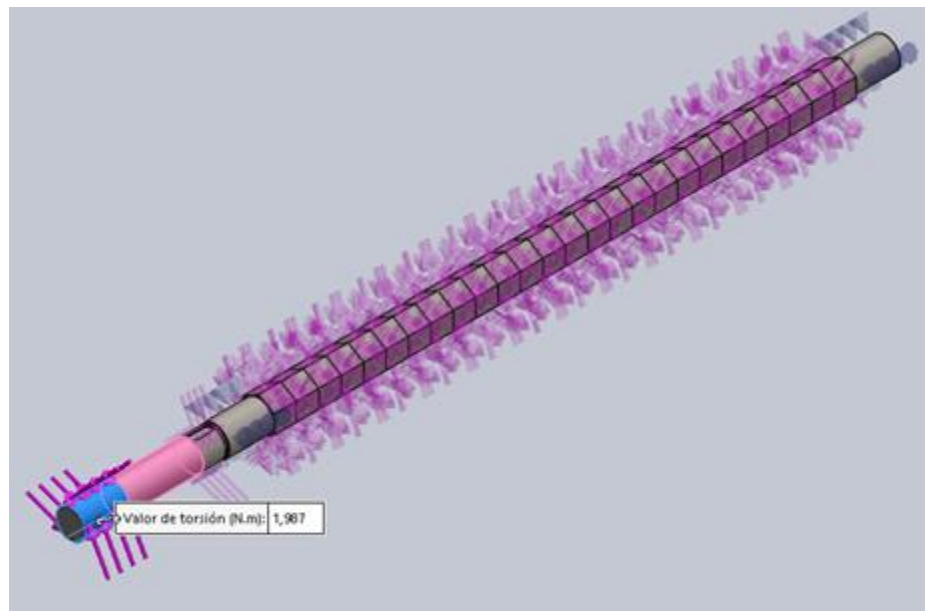


Figura24. Aplicación del torque motriz

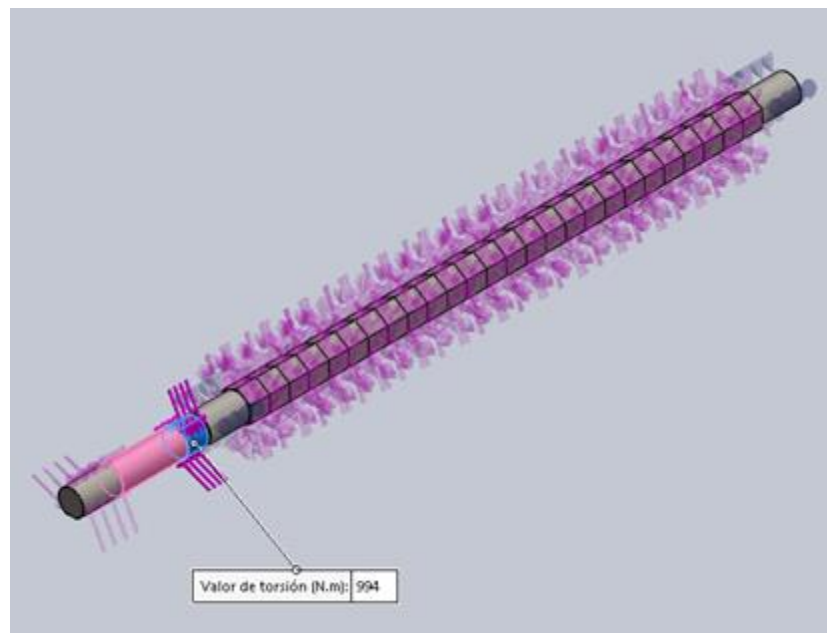


Figura 25. Aplicación de reacción del engranaje

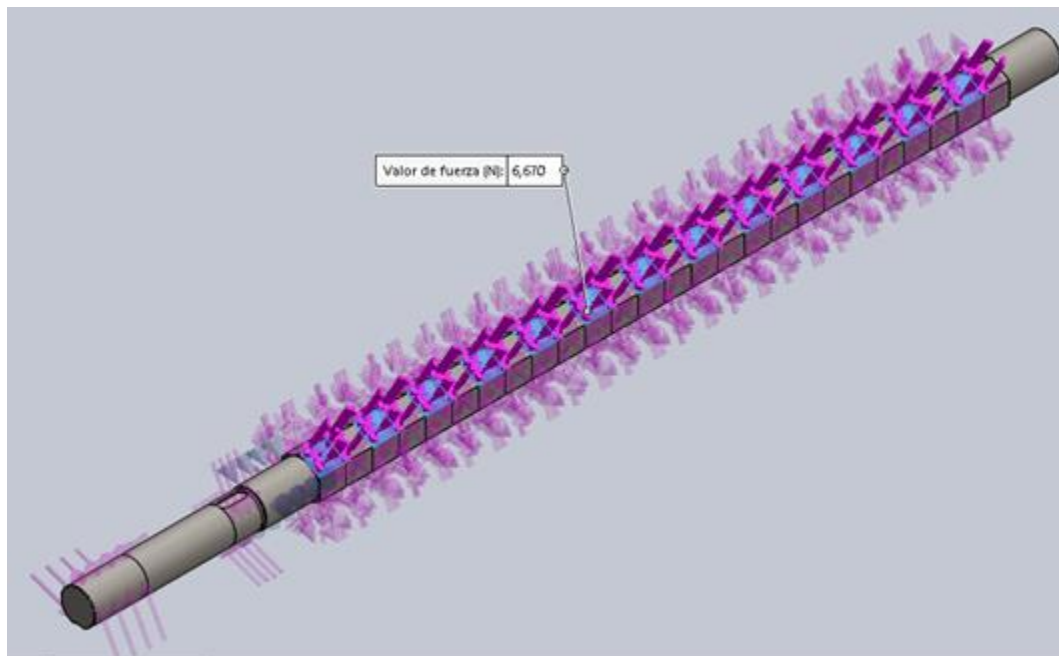


Figura 26. Aplicación Fuerza normal de las cuchillas

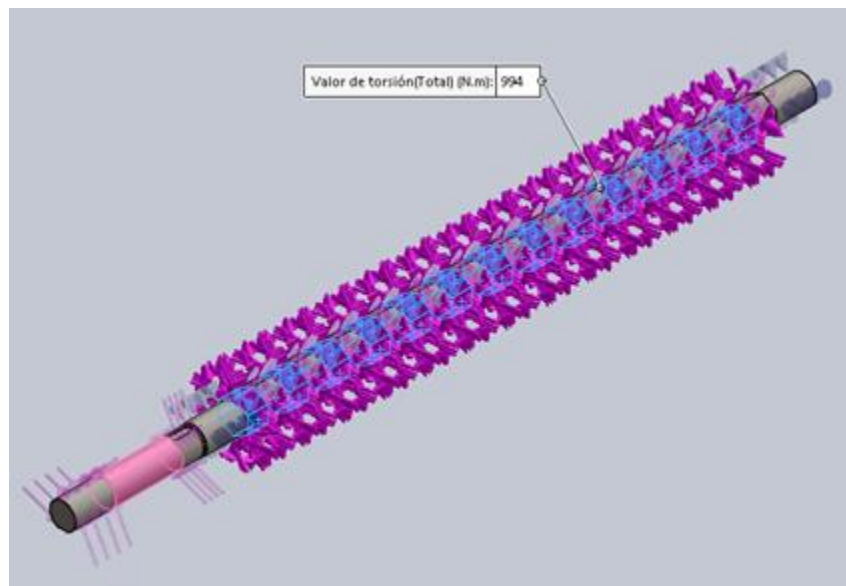


Figura 27. Aplicación del momento tordente de reacción de las cuchillas:

Resultados del estudio

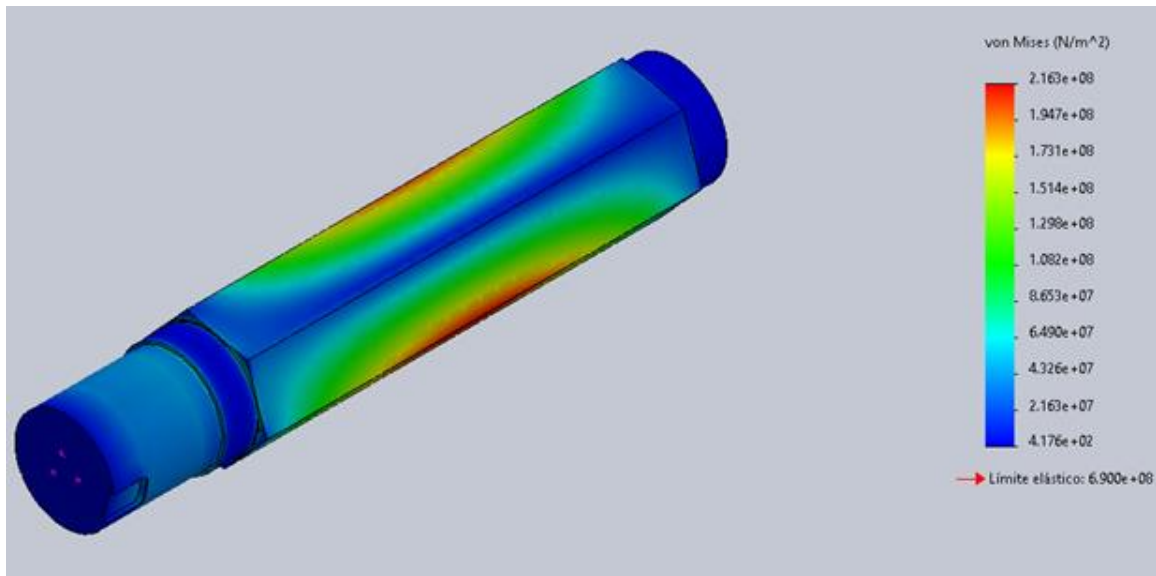


Figura 28. Tensiones de Von Mises

Se puede comprobar que soportaría más de 3 veces esta carga antes de sufrir deformación plástica.

Se realizó además un estudio de frecuencias y se comprobó que las frecuencias de resonancia naturales del diseño del eje no están en el mismo orden de magnitud que la frecuencia de trabajo de dicho eje.

4.4 Diseño de volquete de chatarra

La máquina laser termina un programa cada 15 minutos con una chapa de 1220 x 2440mm, por lo que, si vamos al caso extremo de un aprovechamiento de chapa del 70% y considerando la densidad del acero inoxidable AISI 304 de 7900kg/m³, para un láser tenemos una producción de chatarra de 14kg cada 15 min, o sea 56kg/hs para un espesor de chapa promediado en 2mm.

Tenemos 56 kg/hs de chatarra generada son $56/7900 = 0,007162\text{m}^3$ por hora de chatarra ocupando 100% el volumen. Si considero un índice de huecos del 20% para la chatarra triturada con un tamaño promedio de 50x50mm, obtengo 0,0085 m³/hs por lo que el volquete que tiene 0,4m³ se llenaría en 47 hs.

Pero si tenemos en cuenta que hay otros 2 equipos laser de producción similar trabajando en la fábrica se tiene que el volquete se llenaría cada 16 hs, teniendo un peso máximo de 2500kg.

Análisis de movimiento: El objetivo de dicho volquete seria bascular para descargar la chatarra cuando se libera la traba, y volver por sí mismo a posición de carga una vez completada la descarga.

Para esto se analizó en estado de vacío, el centro de gravedad del ensamblaje basculante y se lo comparo con el punto de pivote tanto para la posición de carga como de descarga como lo muestran siguientes dos figuras y se determinó que se necesitaría de un contrapeso, ya que no se generaría momento en el sentido requerido.

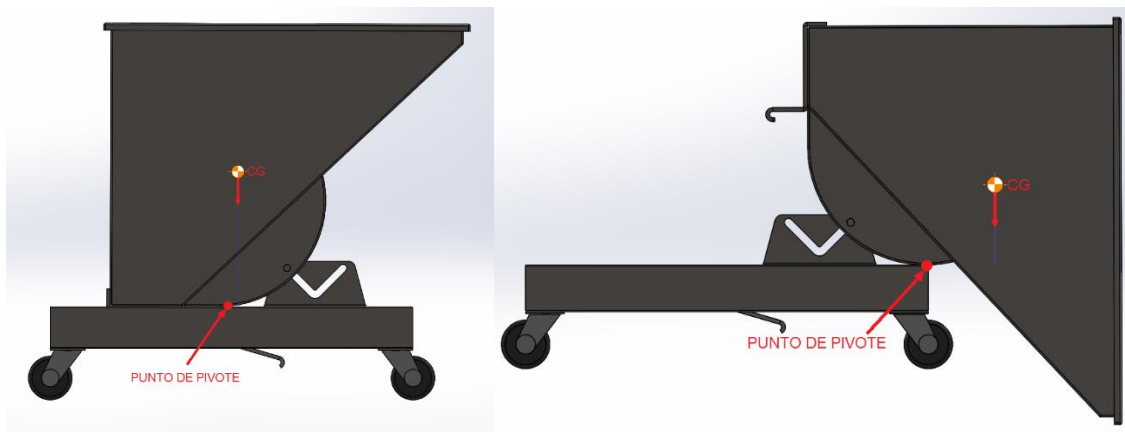


Figura 29 Volquete vacío en posición de carga y descarga

Esto se solucionaría aumentando el espesor de la pared trasera y colocando un contrapeso de 50kg. En este caso se generará un momento que tiende a girar hacia la posición de carga como se ve en las siguientes figuras

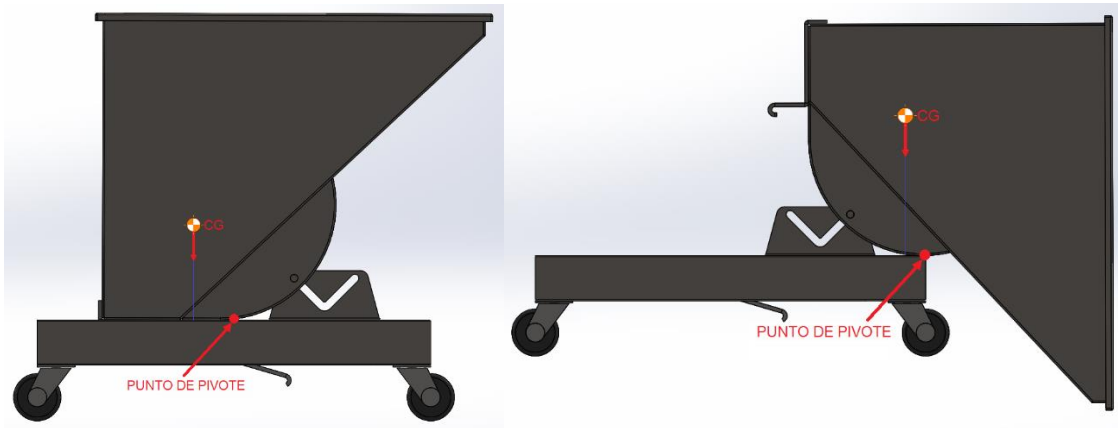


Figura 30 Volquete vacío con contrapeso en posición de carga y descarga

Por último, para el caso del volquete lleno se consigue un momento que tiende a girar al volquete a la posición de descarga y mantenerse en esa posición hasta desechar toda la carga.

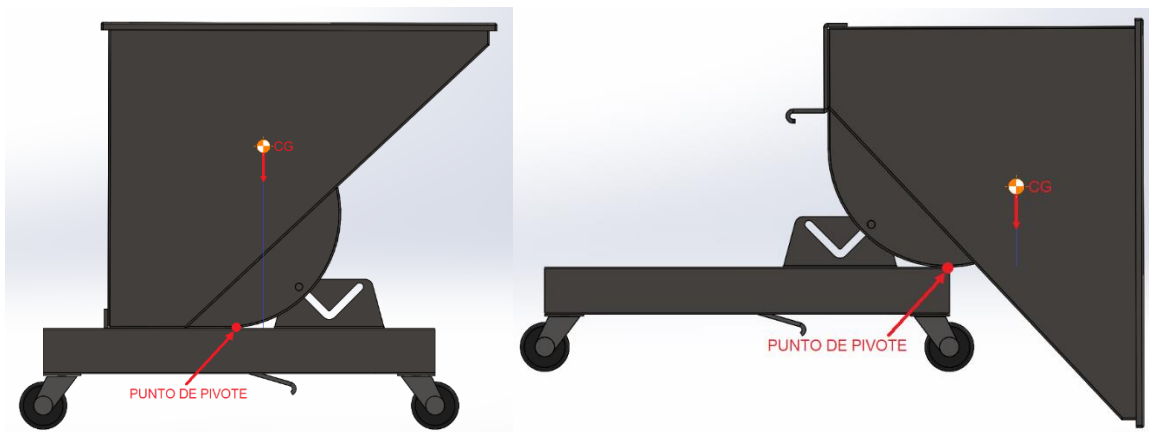


Figura 31 Volquete contrapesado lleno en posición de carga y descarga

4.4 Simulaciones de volquete

Para analizar la resistencia del ensamblaje basculante se realizó una simulación por medio del programa solidworks.

Dicho estudio se hizo con una carga de 2500Kg, el material seleccionado es un acero estructural ASTM A36.

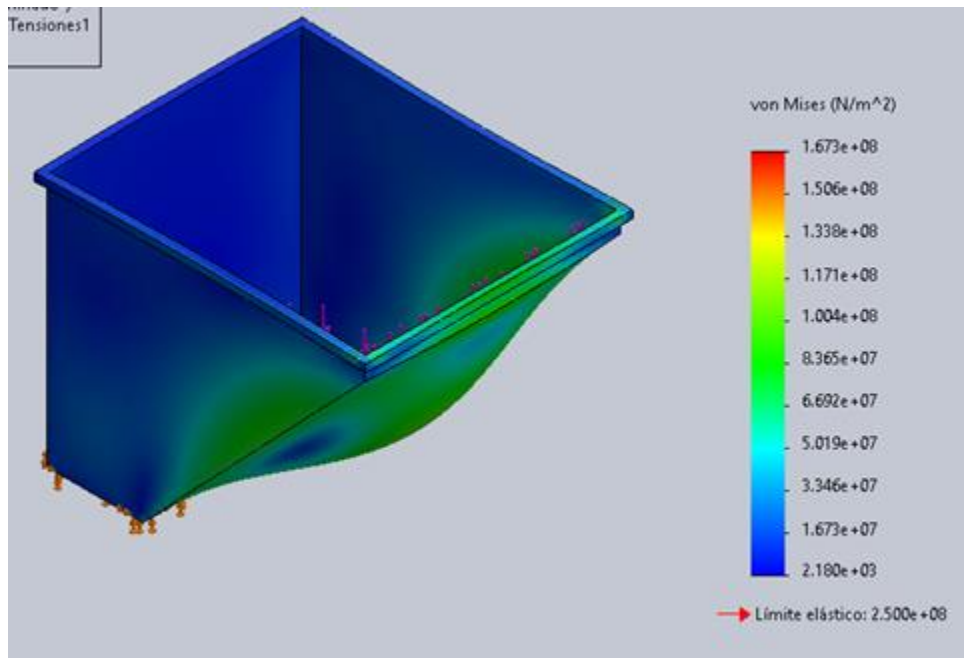


Figura 32. Tensiones de Von Mises

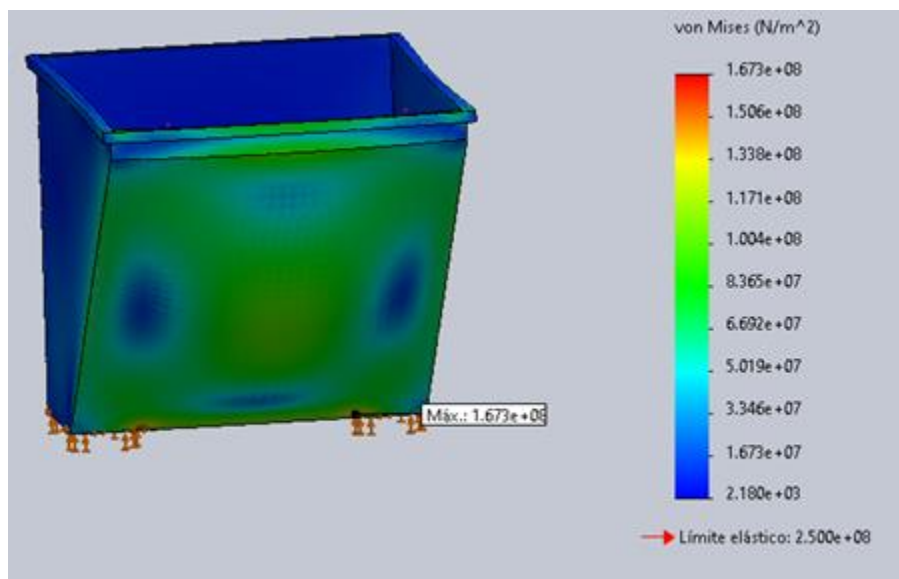


Figura 33. Tensiones de Von Mises

Se mejoro el diseño luego evitando vértices a 90°

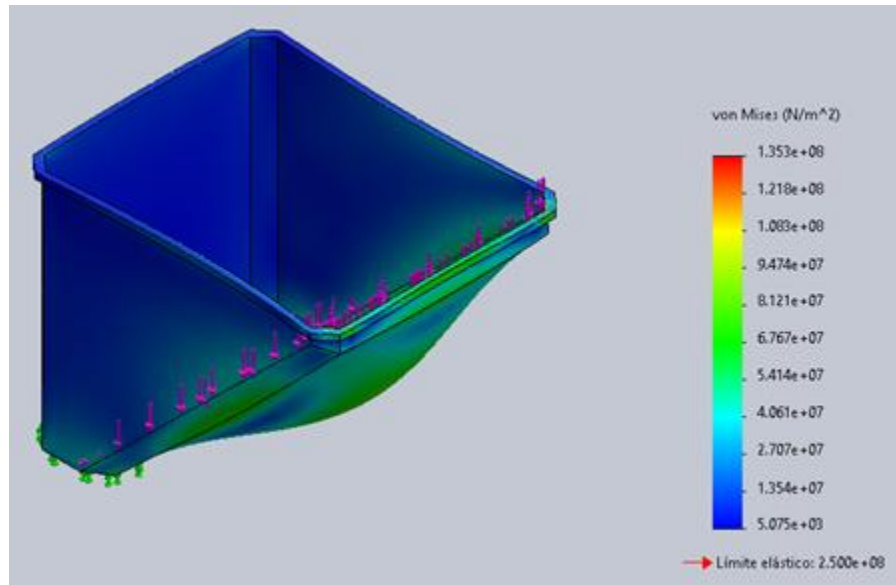


Figura 34. Tensiones de Von Mises

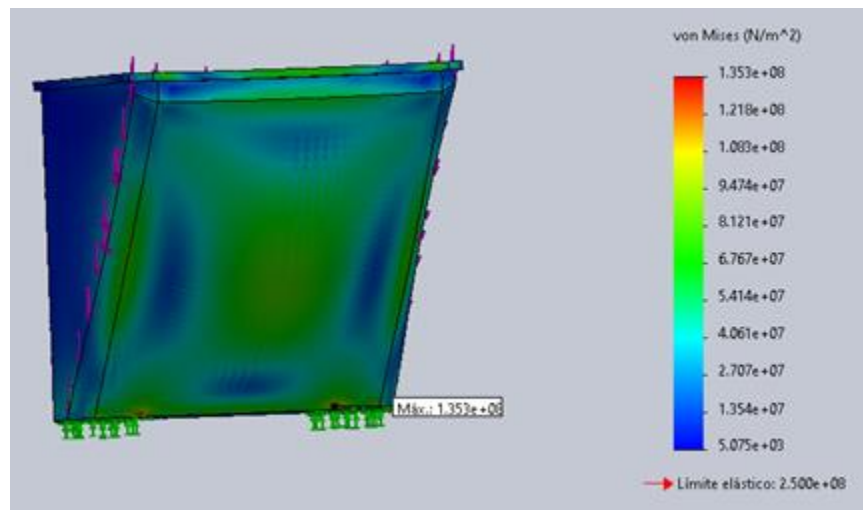


Figura 35. Tensiones de Von Mises

Se comprueba una mejora evitando concentración de tensiones.

Para finalizar se detalla cómo sería el transporte con autoelevador, desde su ascenso con las horquillas, hasta la maniobra de descarga con la actuación del mecanismo de traba.

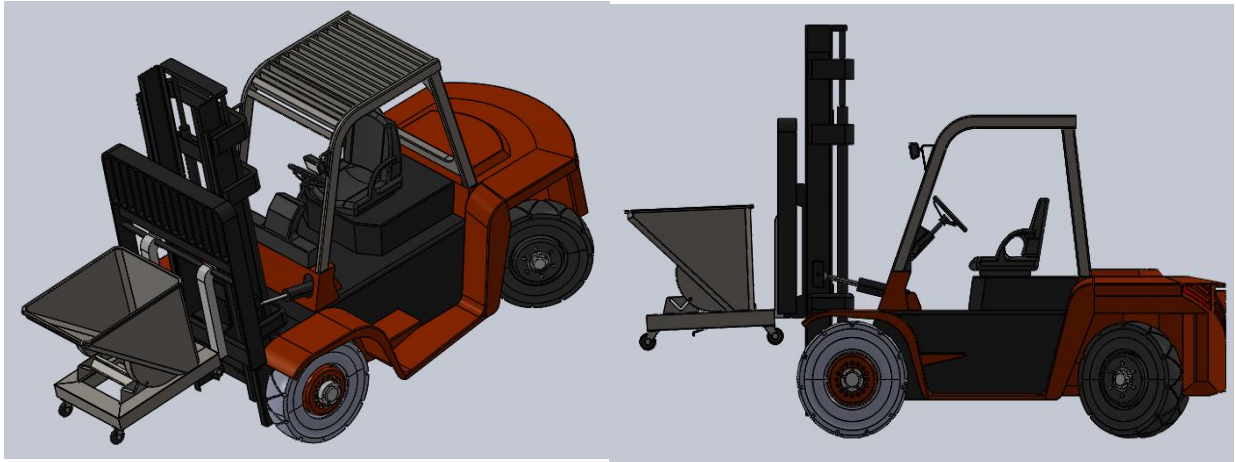


Figura 36. Movimientos del volquete.

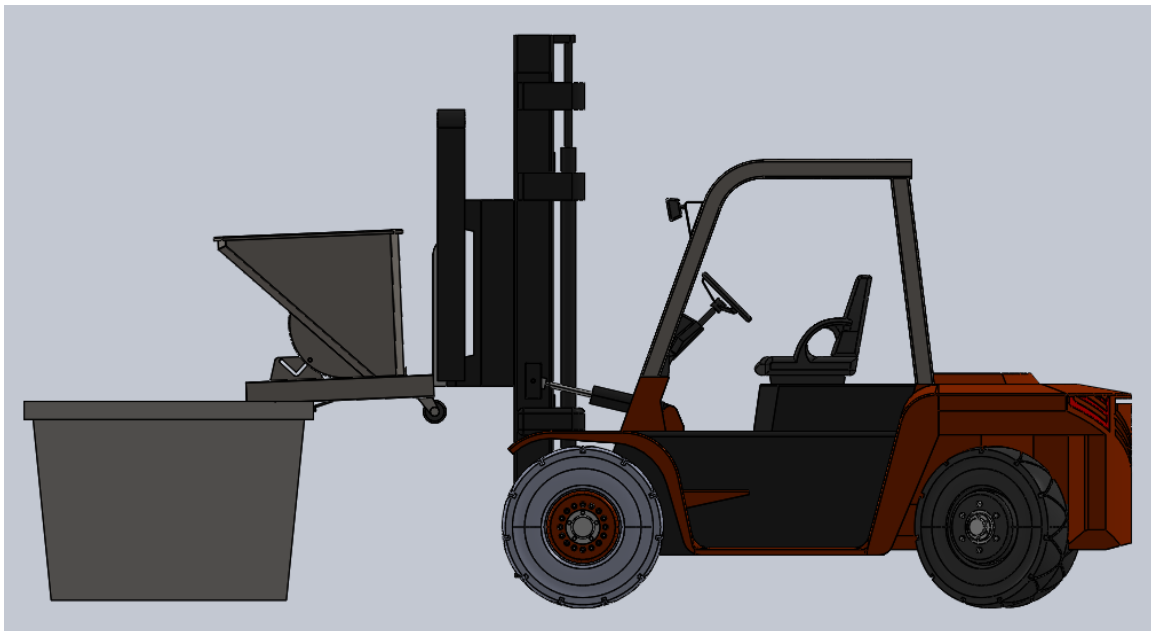


Figura 37. Contacto con el autoelevador

Una vez sobrepasado el contenedor, se deberán bajar las horquillas para que pueda establecer contacto el sistema de traba con el mecanismo de traba.

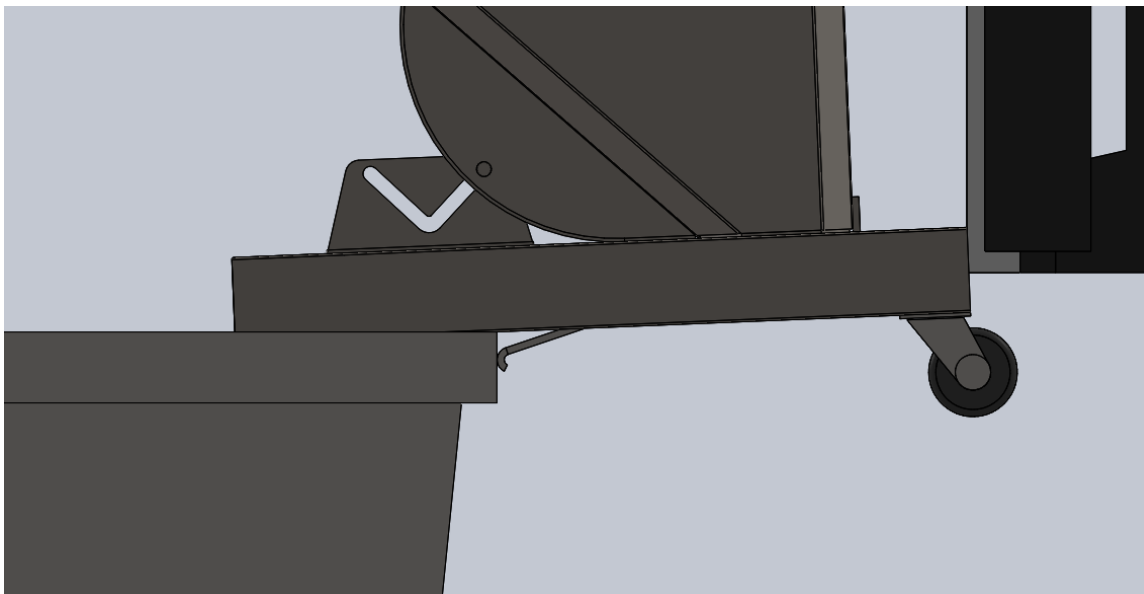


Figura 38. Contacto del mecanismo de traba.

4.5 Componentes comerciales

Los siguientes son componentes comerciales con sección del catálogo anexa a este informe

- Motorreductor Nord
- Engranajes Modulo 9; Diámetro primitivo 225; Numero de dientes 25; marca Ballozer
- Rodamientos SKF
- Chavetas DIN 1886 A; material SAE 1020; 18 x 11 x 50 para alojamiento de engranajes y 18 x 11 x 100 para alojamiento en eje hueco de motorreductor y eje de trituradora.
- Ruedas tecnorueda
- Los anidamientos para la fabricación tanto de la trituradora como del volquete dan como resultado 3 chapas de 1220 x 2440 x 5mm de acero ASTM A36.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El presente proyecto fue todo un desafío para mí porque se me presentó la necesidad de trabajar de forma independiente, pero pude plasmar de forma real muchos conocimientos adquiridos a lo largo de la trayectoria universitaria que permitieron afrontar una problemática existente en la vida real y poder plantear alternativas de solución, teniendo criterio a la hora de evaluarlas. Y a su vez me armo de otras herramientas que creo valiosas para mi etapa laboral.

Se alcanzaron también dos productos que reúnen las características técnicas precisadas para corregir puntualmente un mal habito de una rutina productiva en dicha firma en particular.

5.2 Recomendaciones

Debido a que es imposible hacer un modelo real, se recomienda en el caso de que se busque una fabricación del diseño realizado, llevar a cabo pruebas que garanticen la durabilidad y repetitividad de buen funcionamiento del sistema de traba del volquete autobasculante.

A su vez, la trituradora de chatarra se diseñó para funcionar con chapa de espesor que está en el rango de 0,4 a 2 mm máximo, no sería recomendable utilizarla con espesores mayores o que se triture más de un espesor a la vez.

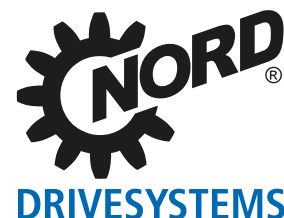
6. Bibliografía

- [1] VAINA, Claudia. La importancia de reciclar 2015 [INTA]
- [2] LOPEZ, Carlos Daniel Chimborazo. Estudio de un sistema de trituración de botellas de tereftalato de polietileno. 2016
- [3] Harrison, Dick. Jaw crusher Machine
- [4] GROH, Matt. Gyratory crusher
- [5] EPSTEIN, Ziv. Cone crusher
- [6] Impact crusher. <https://www.911metallurgist.com/blog/impact-crusher-working-principle>
- [7] Estadísticas de la ingeniería. George C. Runger.
- [8] Máquinas y mecanismos 4ta edición, Myszca.
- [9] Norma ANSI B106.1M – 1985

7. Anexo

NORD GEAR LIMITED

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group



Page 1

NORD Gear Ltd., 11 Barton Lane, Abingdon, Oxfordshire, OX14 3NB

myNORD

Technical Data Sheet

Number Date	4YQR4Z.0 13/08/2022
Customer Account No.	
Created by	
Created on	13/08/2022
Field representative	NORD GEAR LTD.
Phone	+44-1235-534404
Email	GB-sales@nord.com

Pos.	Description	Material	Quantity
1	Helical Bevel Gearmotor SK 9072.1AZ - 132SP/4 TF		1
	Product Name	Helical Bevel Gears BLOCK	
	Input Speed	1465 1/min	
	Motor Inverter Speed Range	Standard Line Powered - Inverter Capable	
		136.88	
	Ratio	11 1/min	
	Output Speed	1.4	
	Service Factor	2625 Nm	
	Output torque	31 kN	
	Overhung load	30 kN	
	Axial Load	3 kW	
	Power	400/690 V	
	Voltage	60 Hz	
	Frequency	IE3	
	Efficiency Class	60.9 A	
	Current 1	6.29 A	
	Current 2	0.8	
	Cosinus	S1 - Continuous	
	Motor Duty	IP55	
	Enclosure	F	
	Insulation	M1	
	Mounting Pos	Cast-Iron Housing	
	Housing Material	Face Flange	
	Type of housing	Hollow Keyed	
	Output Shaft	70H7 mm	
	Output Shaft Dia	Standard	
	Output Shaft Material Gearbox	Open Vent	
	Breather Options Gearbox	Hollow Shaft	
	Sealing Options Bearing Design	Standard Bearings	
	Motor Cooling	TEFC - Totally Enclosed Fan Cooled 1	
	Terminal Box Pos	I	
	Conduit Entry Loc	Directly Wired to Terminal Block	
	Terminal Box Connection	Standard Nameplate Marking	
	Nameplate Additional Marking	Standard Nameplate Material	
	Nameplate Material	Thermistor	
	Motor Option	Mineral oil CLP 220 (Standard)	
	Lubricant	12 l	
	Lubricant Qty		

Bank Details:

GBP: HSBC
EUR: HSBC

Sort Code

403534
400515

Account-No.

71694286
3022555

BIC

MIDLGB2108P
MIDLGB22

IBAN

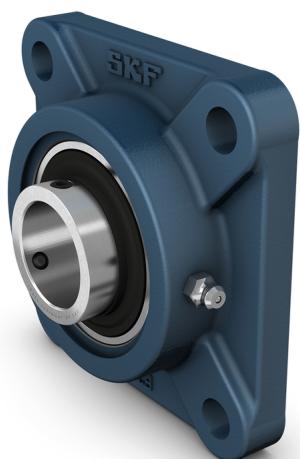
GB94 MIDL 4035 3471 6942 86
GB53 MIDL 4005 1539 7949 27

Registration N° 2970420

VAT N° GB641689807

Internet: <http://www.NORD.com>

Goods and services supplied subject to our terms and conditions, which are available from our website: www.nord.com
Registered Office 7th floor Beaufort House,
15 St. Botolph Street, London EC3A 7NJ



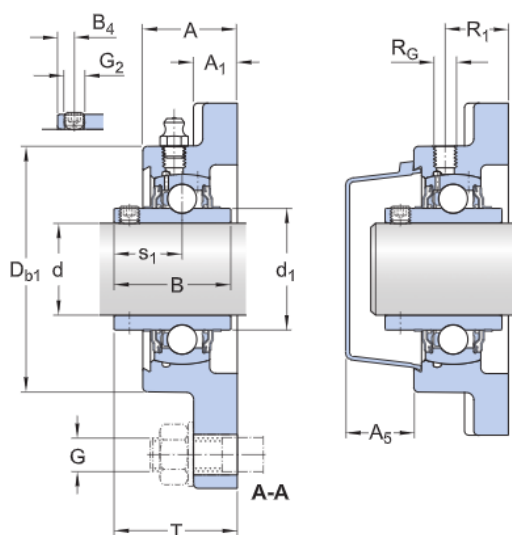
F4B 211-TF

Unidades de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada

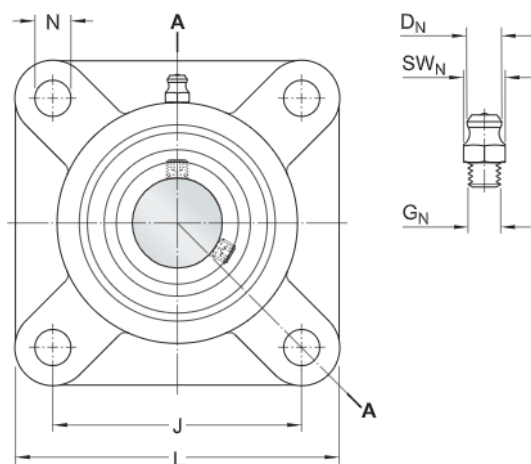
Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	Norma estadounidense
Para un propósito específico	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material del soporte	Fundición
Solución de sellado	Sellos estándares con aros deflectores adicionales

DIMENSIONES



d	68.263 mm	Diámetro del agujero
d ₁	≈ 82.5 mm	Diámetro exterior del aro interior
A	58.7 mm	Ancho total
A ₁	22.2 mm	Ancho de la pestaña
A ₅	39 mm	Parte que sobresale de la tapa lateral
B	68.3 mm	Ancho del aro interior
B ₄	10 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
D _{b1}	151.6 mm	Diámetro superior externo
J	149.2 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
L	187.3 mm	Longitud total
N	17.46 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación



s_1 42.9 mm Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura

T 81 mm Ancho total de la unidad

BOQUILLA ENGRASADORA

D_l 6.579 mm Diámetro de la cabeza esférica de la boquilla engrasadora

S_l 11.113 mm Tamaño de la llave hexagonal para la boquilla engrasadora

G_l 1/8-27 NPT Rosca de la boquilla engrasadora

ORIFICIO ROSCADO

R_c 1/8-27 NPT Rosca del soporte para boquilla engrasadora

R_z 42.6 mm Posición axial de la rosca del soporte

DATOS DEL CÁLCULO

Capacidad de carga dinámica básica	C	57.2 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	40 kN
Carga límite de fatiga	P_u	1.7 kN
Velocidad límite		3 000 r/min
con tolerancia de eje h6		

MASA

Masa de unidad de rodamientos	6.15 kg
-------------------------------	---------

INFORMACIÓN DE MONTAJE

Tornillo de fijación	G_2	3/8-24 UNF
Tamaño de llave hexagonal para tornillo de fijación		4.763 mm

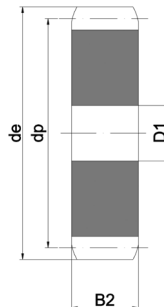
ENGRANAJES RECTOS

SPUR GEARS

PIÑONES Y RUEDAS (con cubo en un lado) ángulo de presión 20°

SPROCKETS AND WHEELS (with box in one side) pressure angle 20°

Material SAE 8620 Cementado y bonificado



Ancho diente "B"	mm.
Tooth width "B"	
M 3	15mm
M 4	17mm
M 5	20mm
M 6	25mm
M 7	30mm
M 8	40mm
M 9	65mm
M 10	70mm

Z	Módulo "M3"			Módulo "M4"			Módulo "M5"			Módulo "M6"		
	Diametral pitch "M3"			Diametral pitch "M4"			Diametral pitch "M5"			Diametral pitch "M6"		
	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	167,5	162,5	20
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	175	20
72	74	82	12	111	108	20	148	144	20	185	180	20
75	77	75	12	115,5	112,5	20	154	150	20	192,5	187,5	20
76	78	76	12	117	114	20	156	152	20	195	190	20
80	82	80	12	123	120	20	164	160	20	205	200	25
85	87	85	12	130,5	127,5	20	174	170	20	217,5	212,5	25
90	92	90	12	138	135	20	184	180	20	230	225	25
95	97	95	12	145,5	142,5	20	194	190	20	242,5	237,5	25
100	102	100	12	153	150	20	204	200	20	255	250	25
110	112	110	12	168	165	20	224	220	20	280	275	25
114	116	114	12	174	171	20	232	228	20	290	285	25
120	122	120	12	183	180	20	244	240	20	305	300	25
127	129	127	12	193,5	190,5	20	258	254	20	322,5	317,5	25

Z	Módulo "M7"			Módulo "M8"			Módulo "M9"			Módulo "M10"		
	Diametral pitch "M7"			Diametral pitch "M8"			Diametral pitch "M9"			Diametral pitch "M10"		
	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1	d _e	d _p	D1
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	168	45
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192	180	50
32	-	-	-	-	-	-	170	160	45	204	192	55
35	-	-	-	-	-	-	185	175	50	222	210	60
38	-	-	-	160	152	25	200	190	55	240	228	65
40	-	-	-	168	160	25	210	200	60	252	240	70
45	-	-	-	188	180	25	235	225	65	-	-	-
48	-	-	-	200	192	25	250	240	70	-	-	-
50	156	150	25	208	200	25	260	250	75	-	-	-
52	162	156	25	216	208	25	270	260	75	-	-	-
55	171	165	25	228	220	25	285	275	75	-	-	-
57	177	171	25	236	228	25	295	285	75	-	-	-
60	186	180	25	248	240	25	310	300	75	-	-	-
65	201	195	25	268	260	25	335	325	75	-	-	-
70	216	210	25	288	280	25	360	350	75	-	-	-
72	222	216	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	231	225	25	308	300	25	385	375	75	-	-	-
76	234	228	25	312	304	25	390	380	75	-	-	-
80	246	240	25	328	320	25	410	400	75	-	-	-
85	261	255	25	348	340	25	435	425	75	-	-	-
90	276	270	25	368	360	25	460	450	75	-	-	-
95	291	285	25	388	380	25	485	475	75	-	-	-
100	306	300	25	408	400	25	510	500	75	-	-	-
110	336	330	25	448	440	25	560	550	75	-	-	-
114	348	342	25	464	456	25	580	570	75	-	-	-
120	366	360	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
127	387	381	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

250	50	127X170	350	horquilla giratoria	HGIN250
250	50	127X170	350	horquilla fija	HFIN250

HORQUILLAS LINEA SUPER REFORZADA (NEGRA)					
Alas de 2" (50,8mm) y espesor 5/16" (7,93mm), base 1/2" (12,70mm) por 5" (127mm), disco diam 120mm y espesor 16mm					
				Descripcion	Código
150	50	200X152	500	horquilla giratoria	HGIN150R
150	50	200X152	500	horquilla fija	HFIN150R
200	50	200X152	500	horquilla giratoria	HGIN200R
200	50	200X152	500	horquilla fija	HFIN200R
250	50	200X152	600	horquilla giratoria	HGIN250R
250	50	200X152	600	horquilla fija	HFIN250R

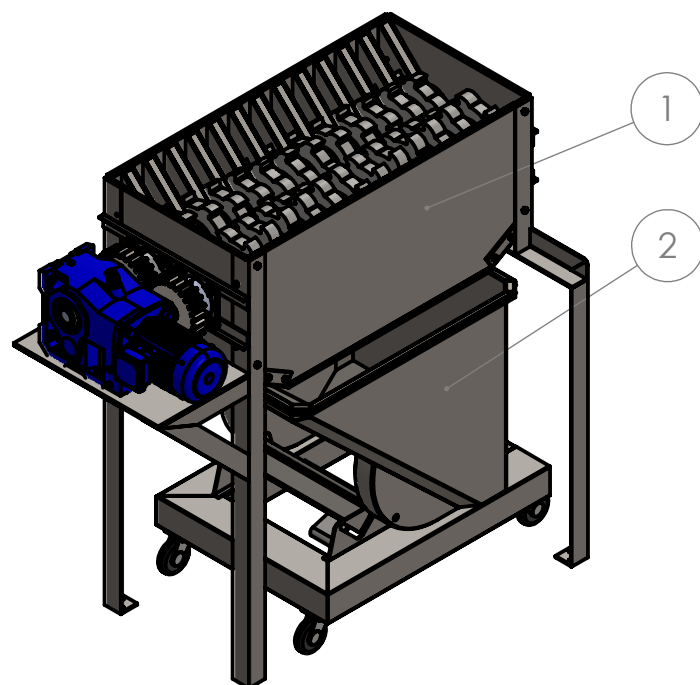
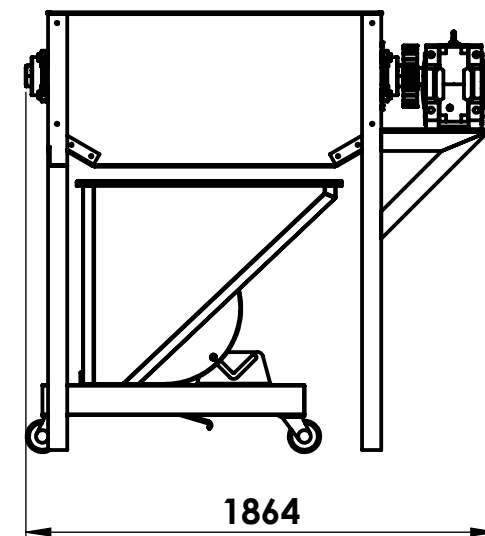
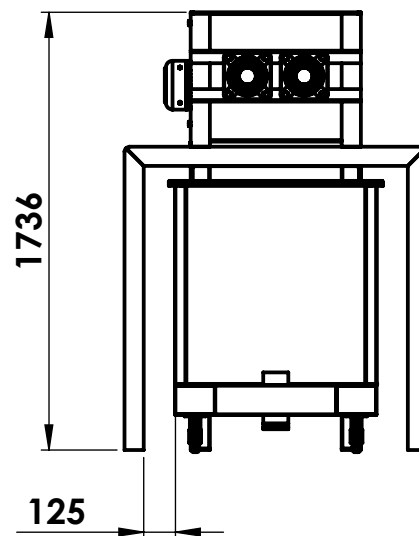


HORQUILLAS LINEA PESADA					
Alas de 3" (76,20mm) y espesor 3/8" (9,52mm), base 1/2" (12,70mm) de 152x200 mm, disco diam 140mm y espesor 20mm					
				Descripcion	Código
200	75	200X152	700	horquilla giratoria	HGIN200P
200	75	200X152	700	horquilla fija	HFIN200P
250	75	200X152	700	horquilla giratoria	HGIN250P
250	75	200X152	700	horquilla fija	HFIN250P
300	75	200X152	800	horquilla giratoria	HGIN300P
300	75	200X152	800	horquilla fija	HFIN300P
350	75	200X152	800	horquilla giratoria	HGIN350P
350	75	200X152	800	horquilla fija	HFIN350P
400	75	200X152	800	horquilla giratoria	HGIN400P
400	75	200X152	800	horquilla fija	HFIN400P

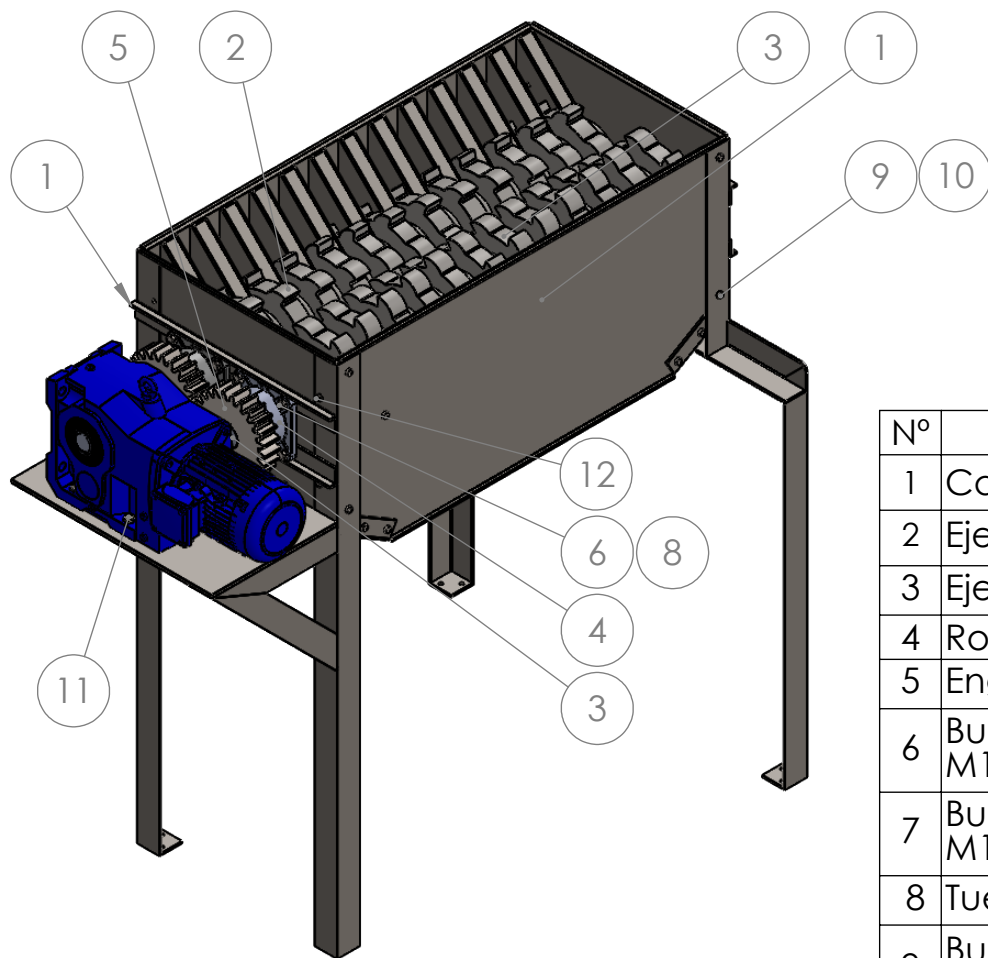


HORQUILLAS PARA RUEDAS NEUMATICAS					
				Descripcion	Codigo
250	80		200	giratoria	TF250
250	80		200	fija	TFF250
300	80		200	giratoria	TF300
300	80		200	fija	TFF300
400	80		200	giratoria	TF400
400	80		200	fija	TFF400





Nº	N.º DE PIEZA	Nº de plano	Q
1	Trituradora de chatarra	02	1
2	Volquete de chatarra	26	1
Nombre: Ensamblaje			
Material: VAR		Plano: 01	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168		Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nº	PIEZA	Nº Plano	Q
1	Carcaza	03	1
2	Eje 1 con cuchillas y separadores	21	1
3	Eje 2	25	1
4	Rodamiento SKF F4B_211_TF	COMERCIAL	4
5	Engranajes $Z = 25$, $M = 9$, $D_p = 225\text{mm}$	COMERCIAL	2
6	Bulon cabeza hexagonal acero galvanizado M16x30x2	COMERCIAL	16
7	Bulon cabeza hexagonal acero galvanizado M16x60x2	COMERCIAL	4
8	Tuerca hexagonal acero galvanizado M16x2	COMERCIAL	20
9	Bulon cab. hexagonal acero galvanizado M10x25x1,5	COMERCIAL	16
10	Tuerca hexagonal acero galvanizado M10x1,5	COMERCIAL	20
11	Motorreductor Nord SK 9072.1 - 132SP/4 TF	COMERCIAL	1
12	Bulon cabeza hexagonal acero galvanizado M10x65x1,5	COMERCIAL	4

Nombre: Triturador de chatarra

Material: VAR

Plano: 02

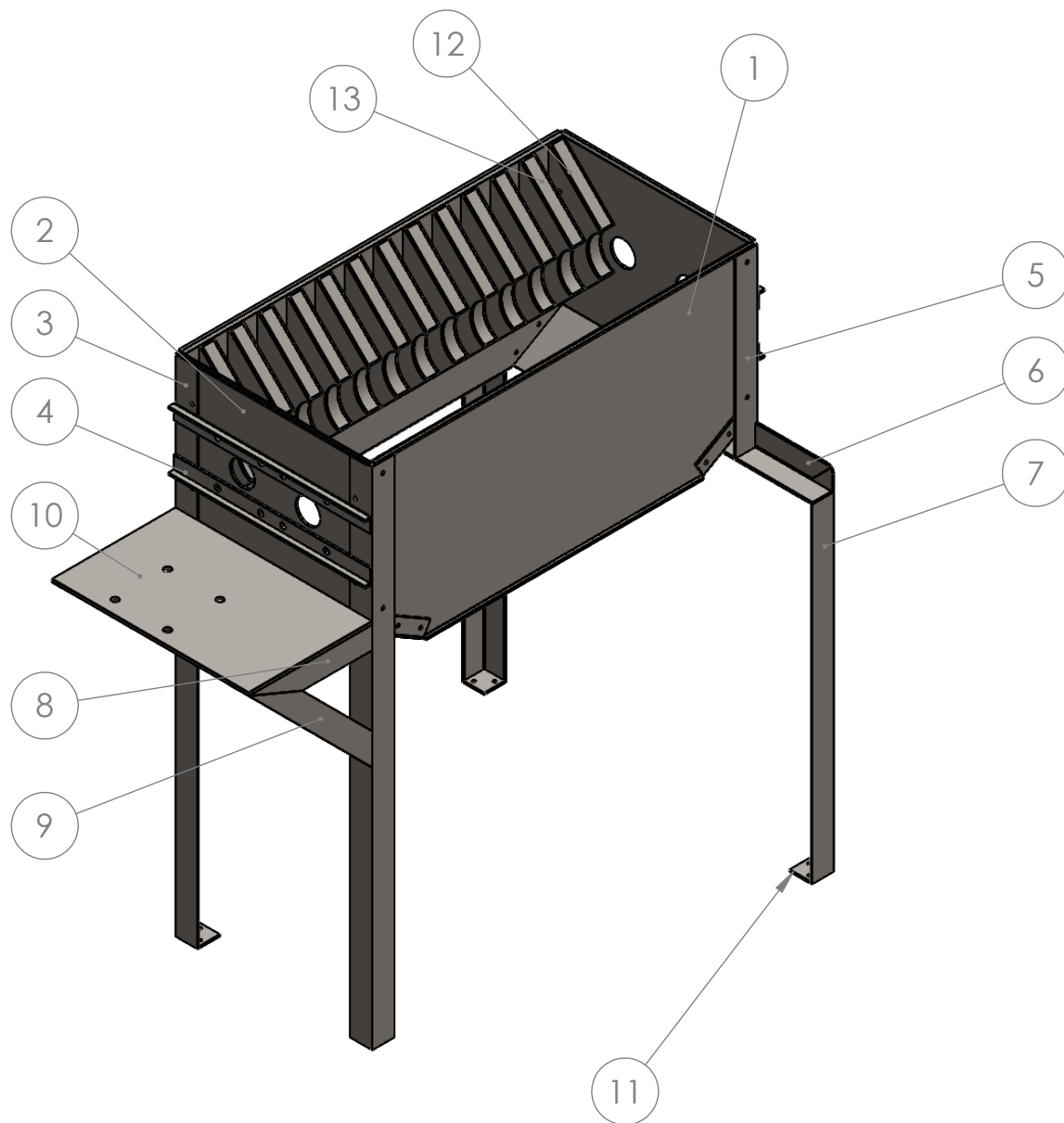
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168



Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22



Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Lateral	05	2
2	Frente	06	2
3	Parante	07	2
4	Refuerzo	08	4
5	Parante trasero	09	2
6	Refuerzo trasero	10	1
7	Parante trasero inferior	11	2
8	Refuerzo motor	12	2
9	Refuerzo motor base	13	2
10	Base motor	14	1
11	Agarre	15	4
12	Guia lateral	16	2
13	Guia central	19	24

Nombre: Trituradora de chatarra

Material: VAR

Plano: 3

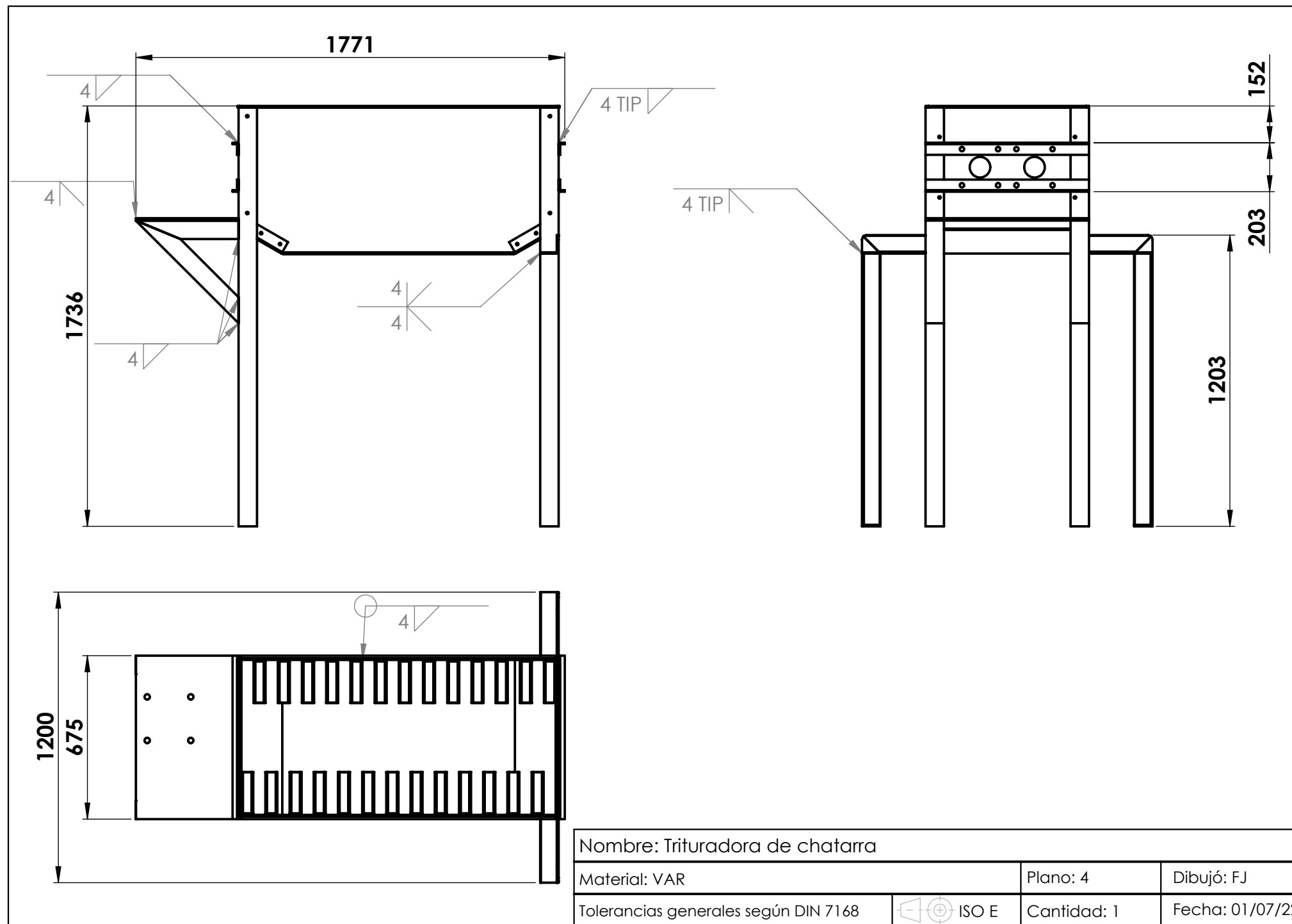
Dibujó: FJ

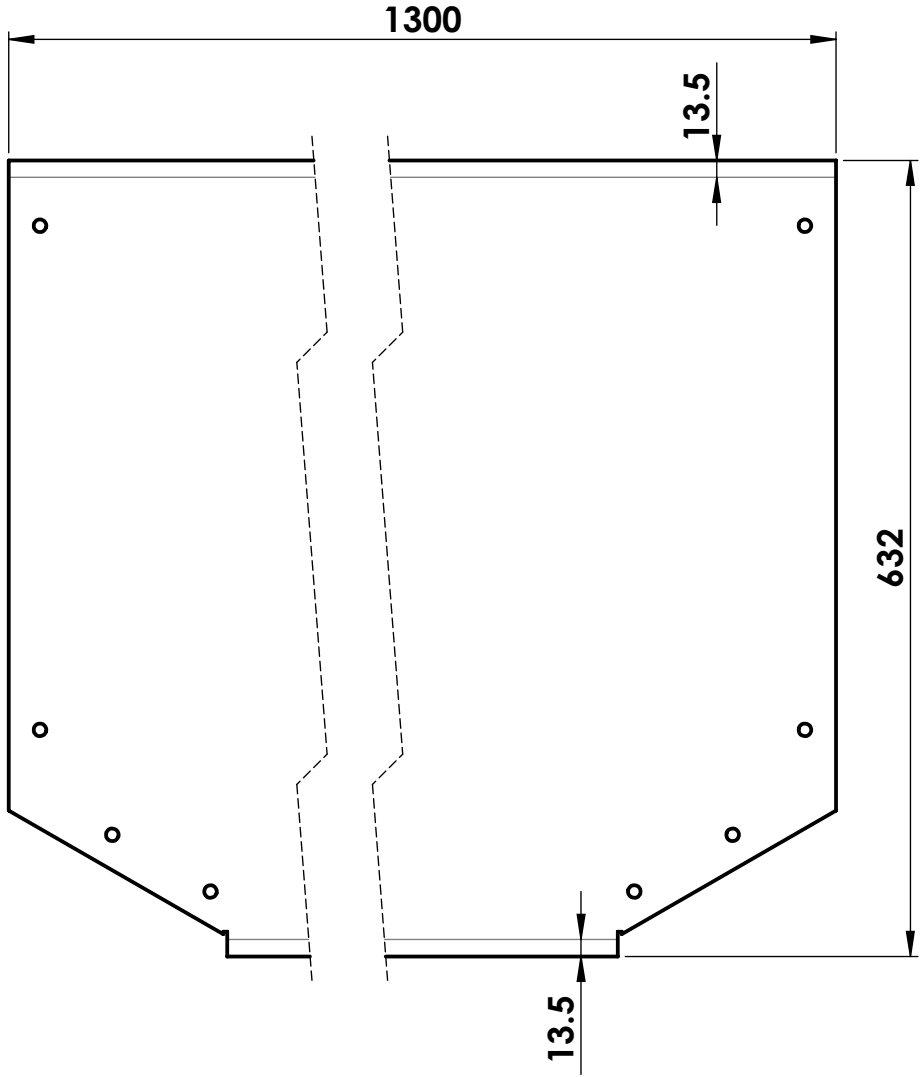
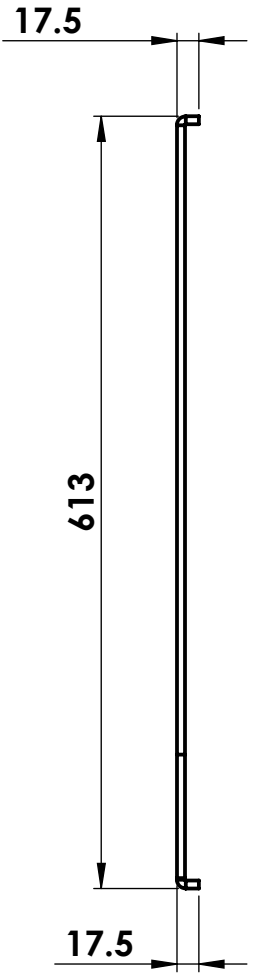
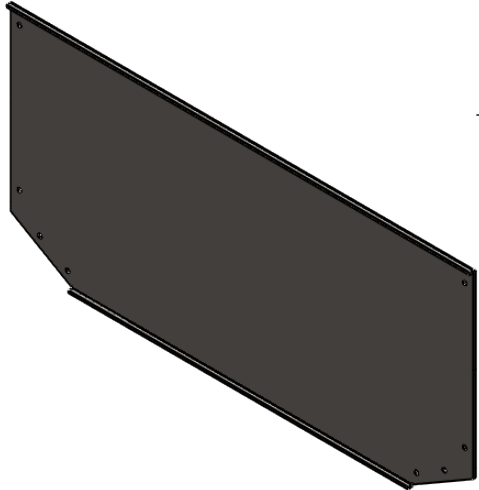
Tolerancias generales según DIN 7168



Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22





Nombre: Lateral

Material: Acero laminado ASTM A36 espesor 1/4"

Plano: 05

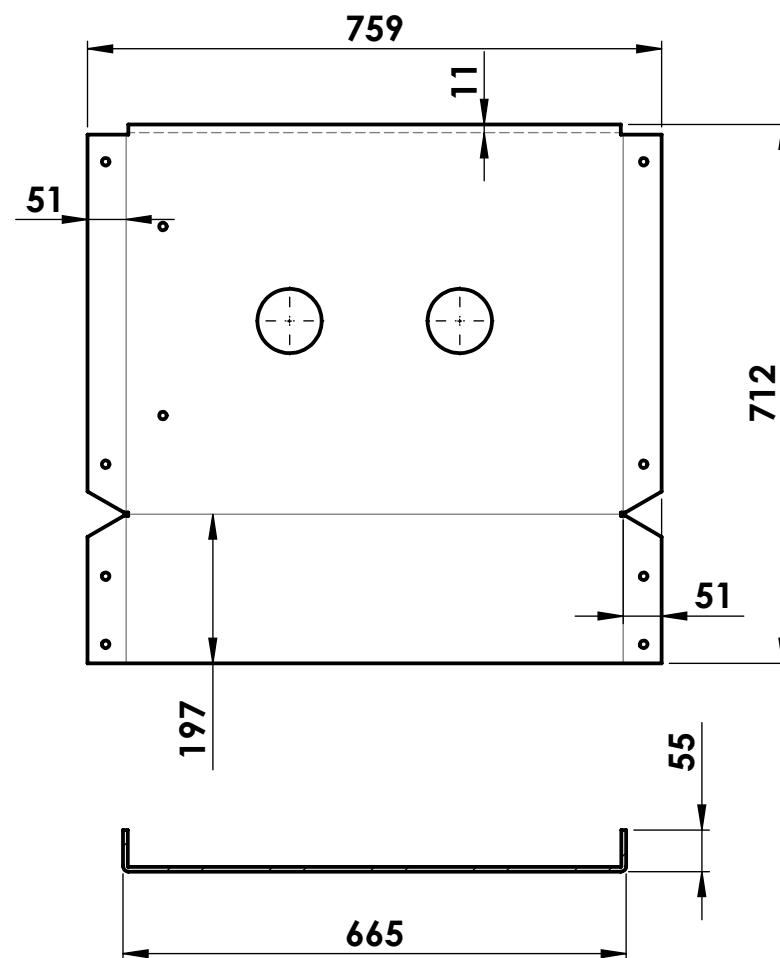
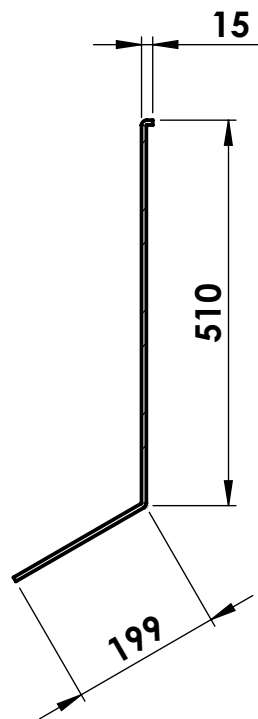
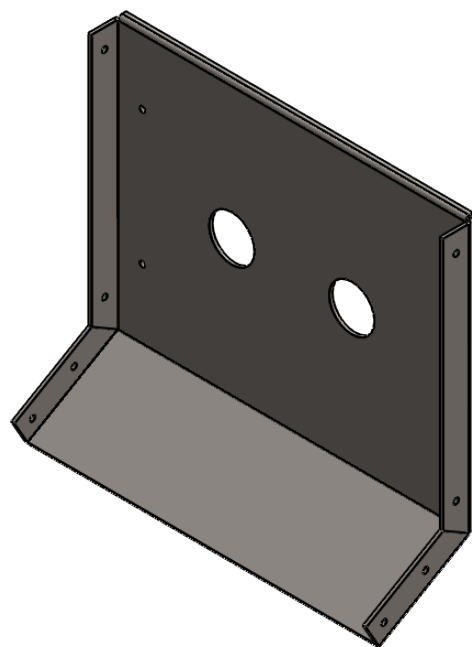
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168



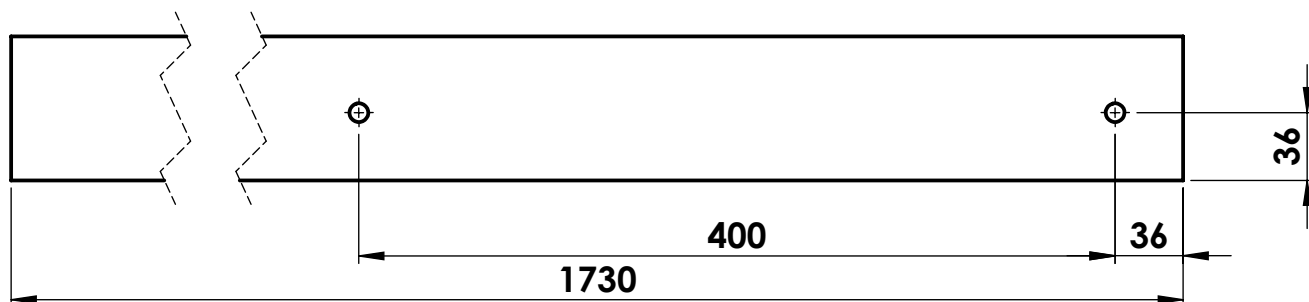
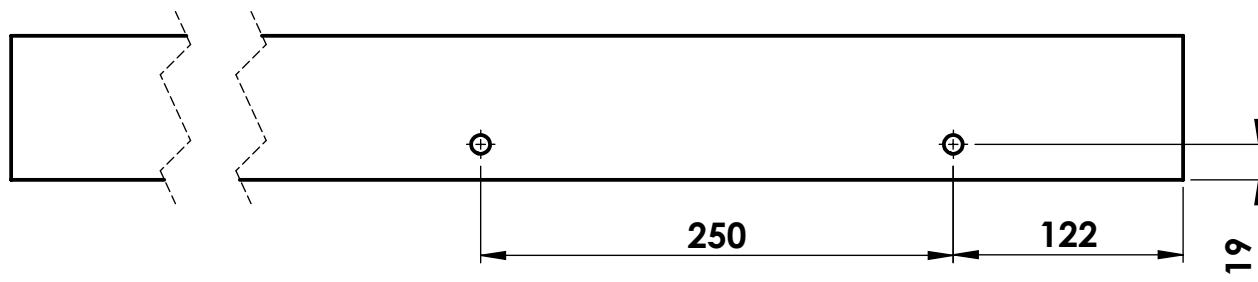
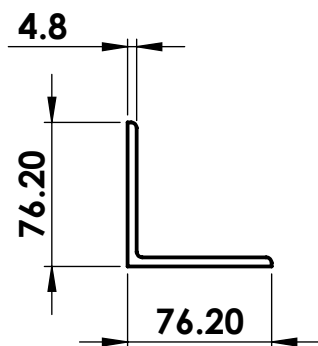
Cantidad: 2

Fecha: 01/07/22



NOTA: Plegar el segundo componente a espejo

Nombre: Frente			
Material: Acero laminado ASTM A36 espesor 1/4"	Plano: 06	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



Nombre: Parante

Material: Angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8

Plano: 07

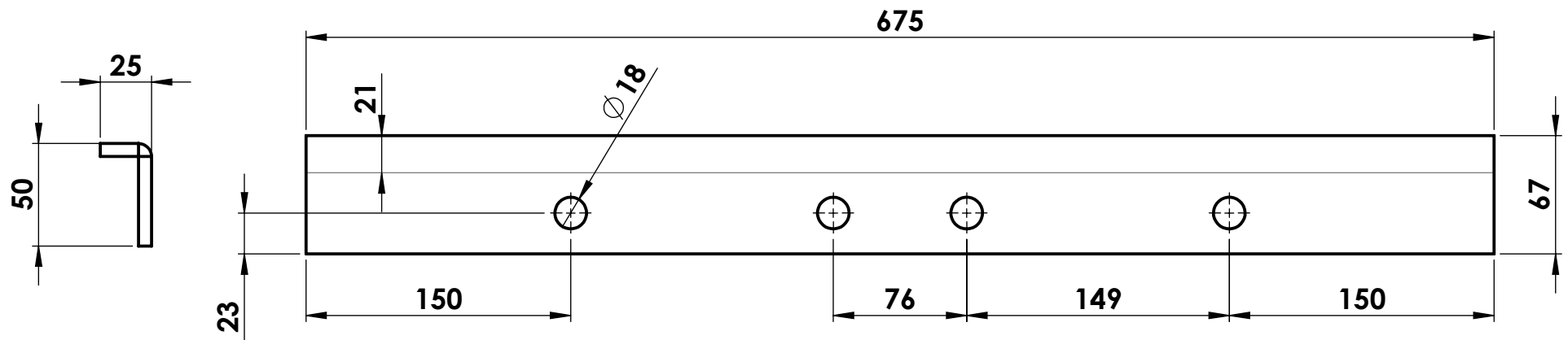
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168



Cantidad: 2

Fecha: 01/07/22



Nombre: Refuerzo

Material: Acero laminado ASTM A36 espesor 1/4"

Plano: 08

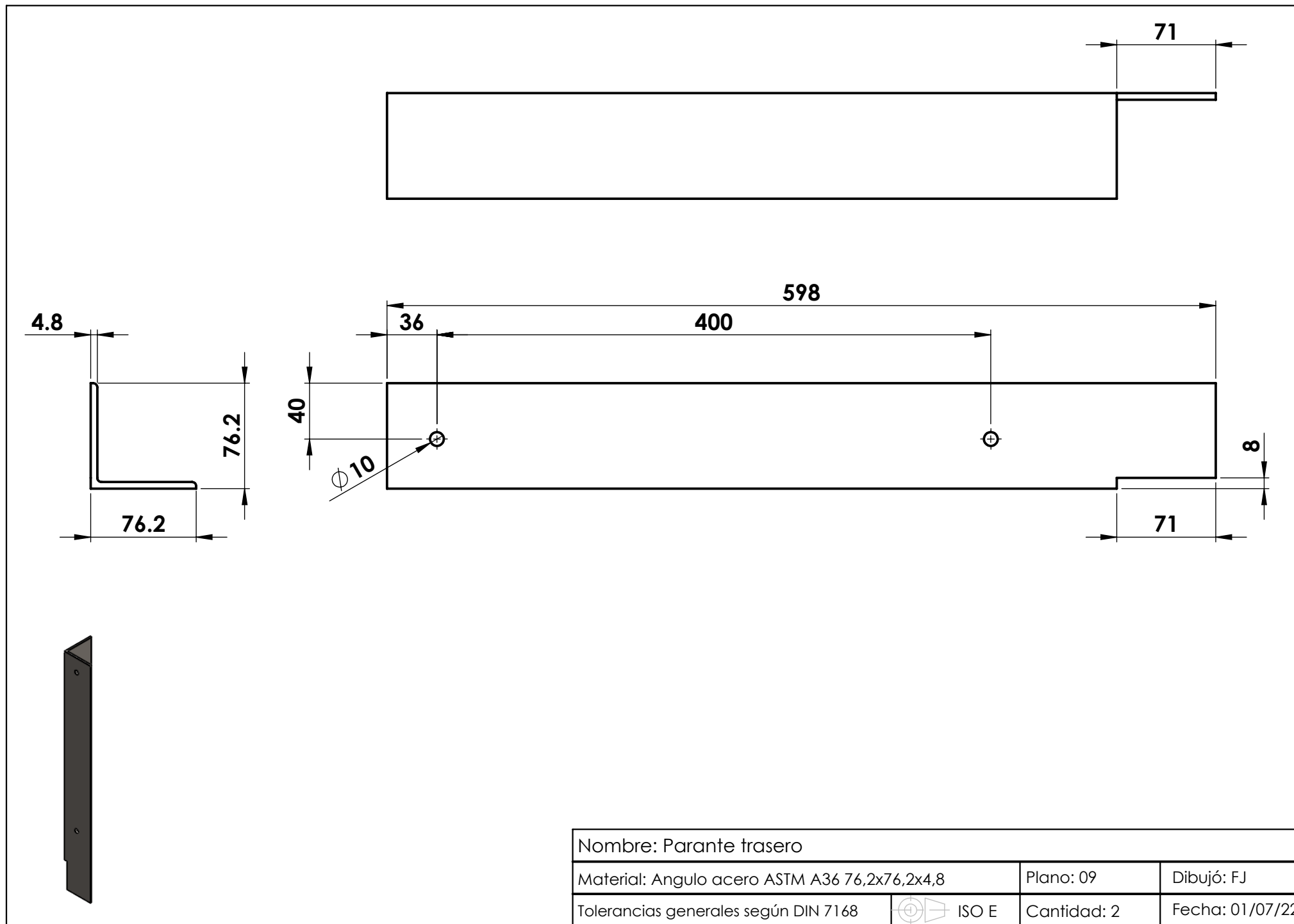
Dibujó: FJ

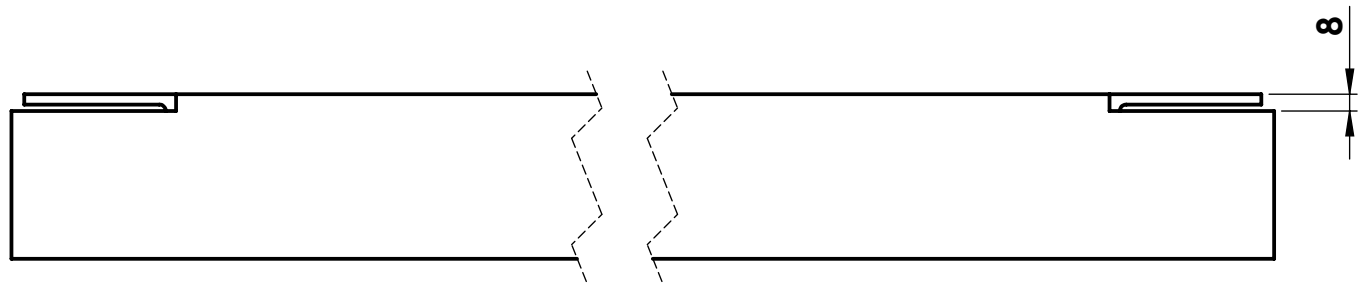
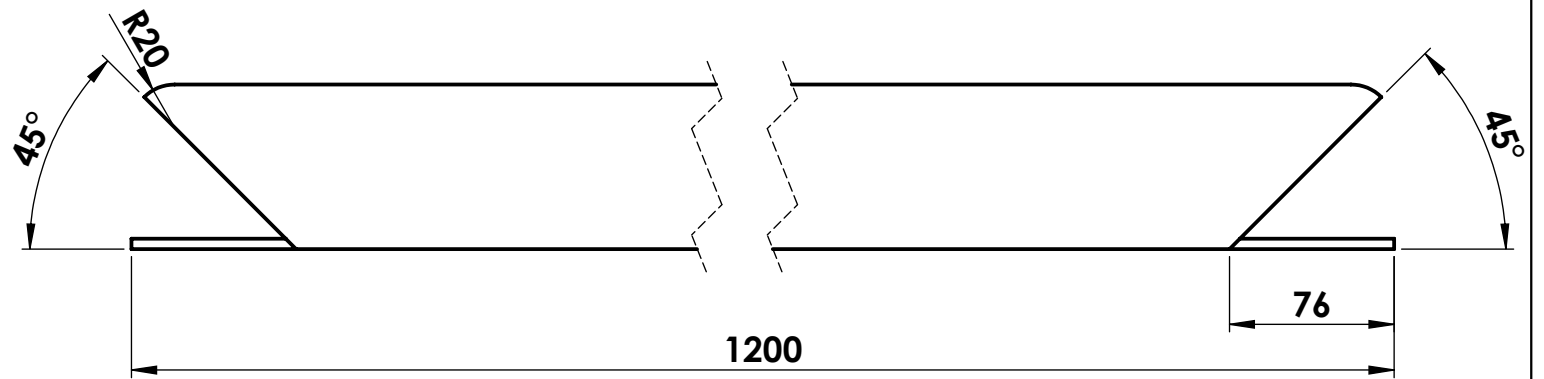
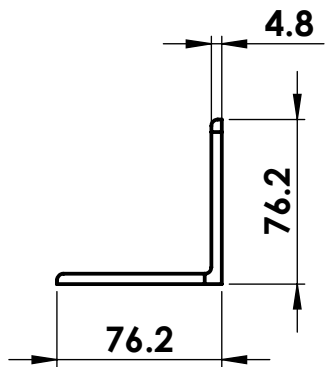
Tolerancias generales según DIN 7168



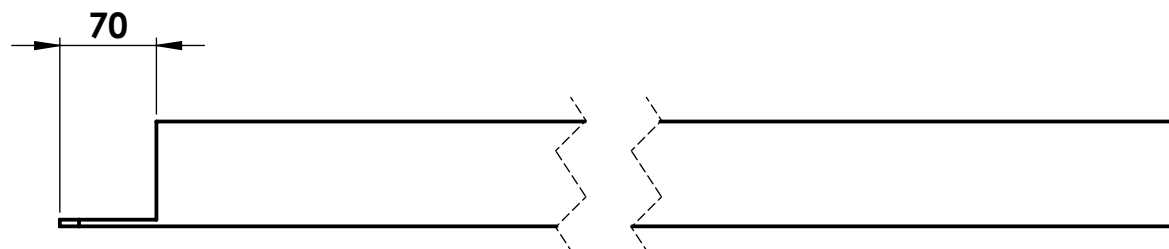
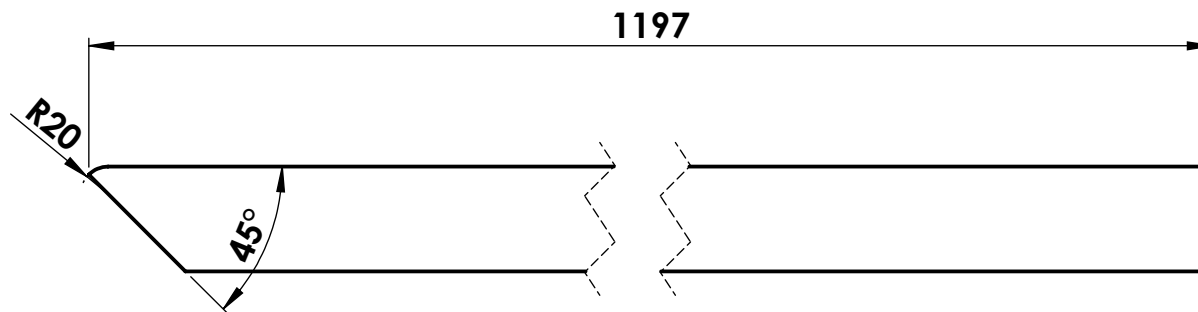
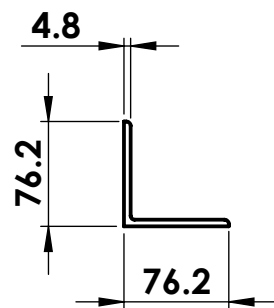
Cantidad: 4

Fecha: 01/07/22





Nombre: Refuerzo trasero			
Material: Angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8	Plano: 10	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nombre: Parante trasero inferior

Material: Angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8

Plano: 11

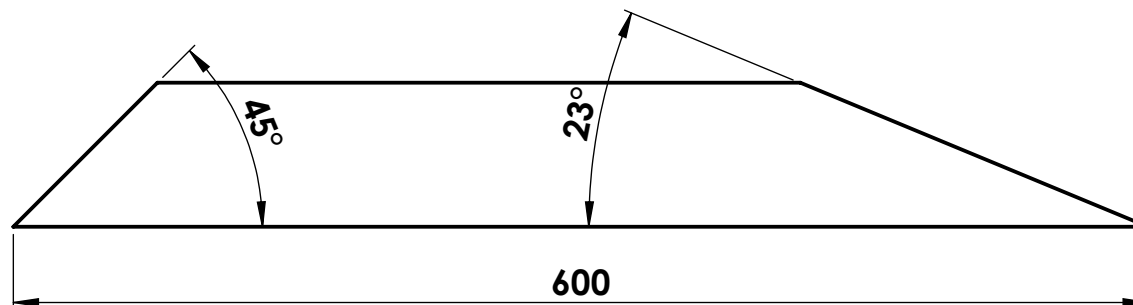
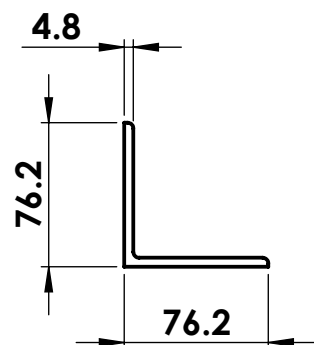
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

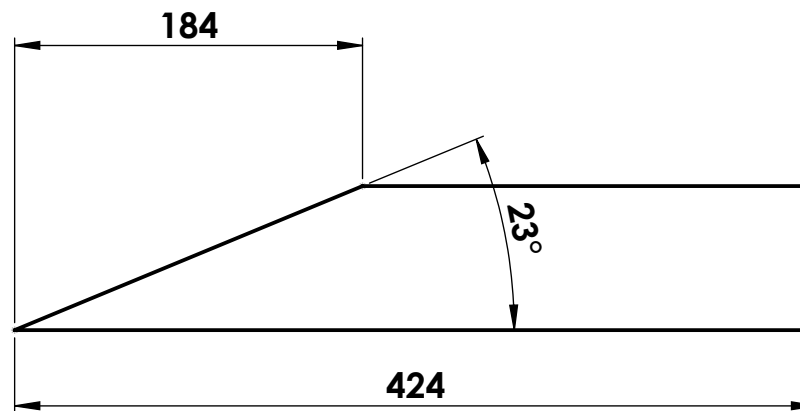
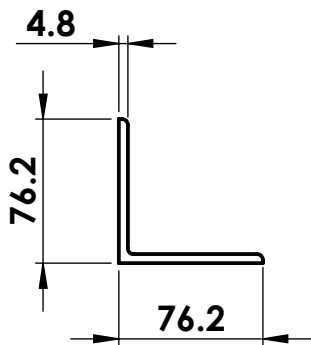


Cantidad: 2

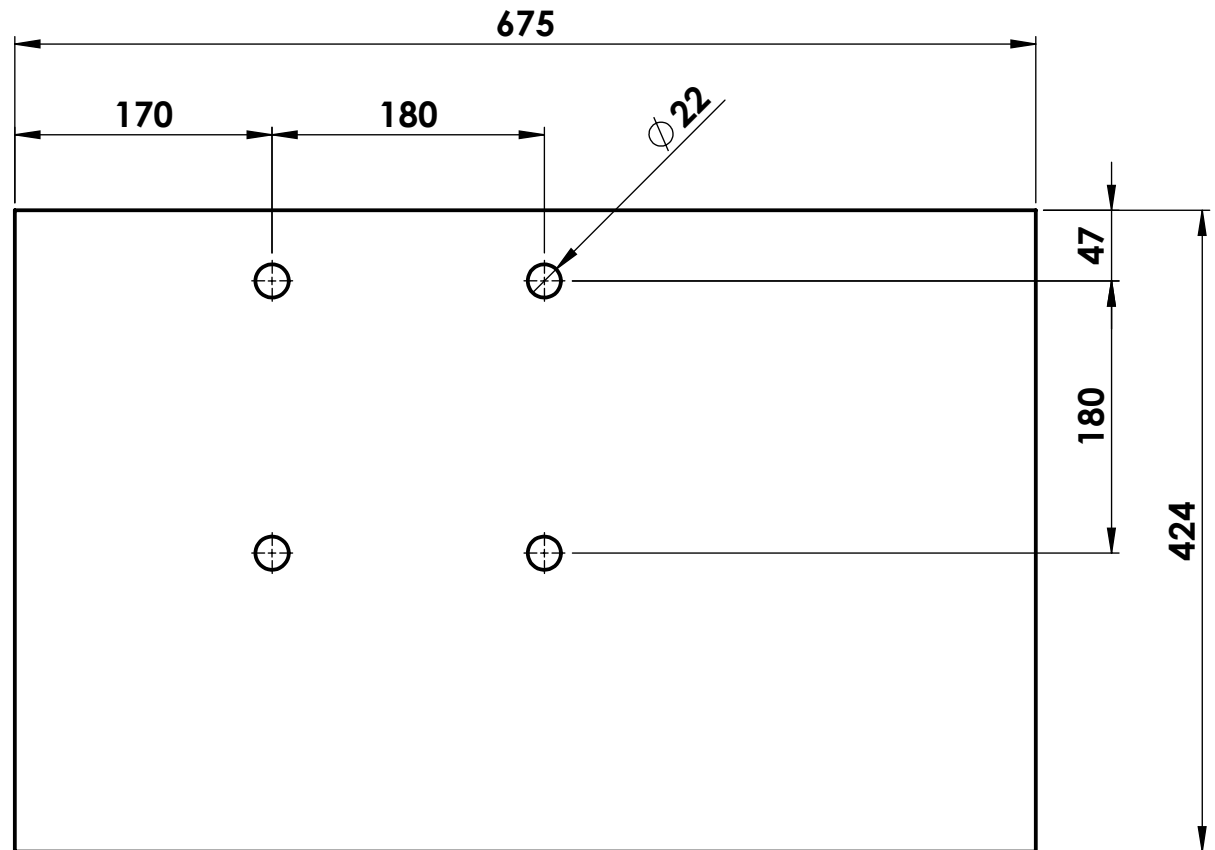
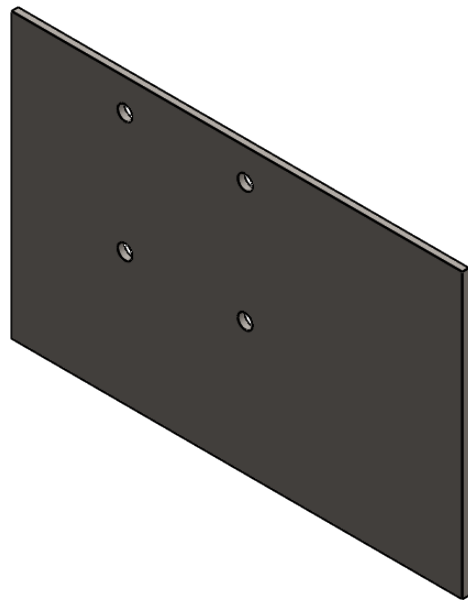
Fecha: 01/07/22



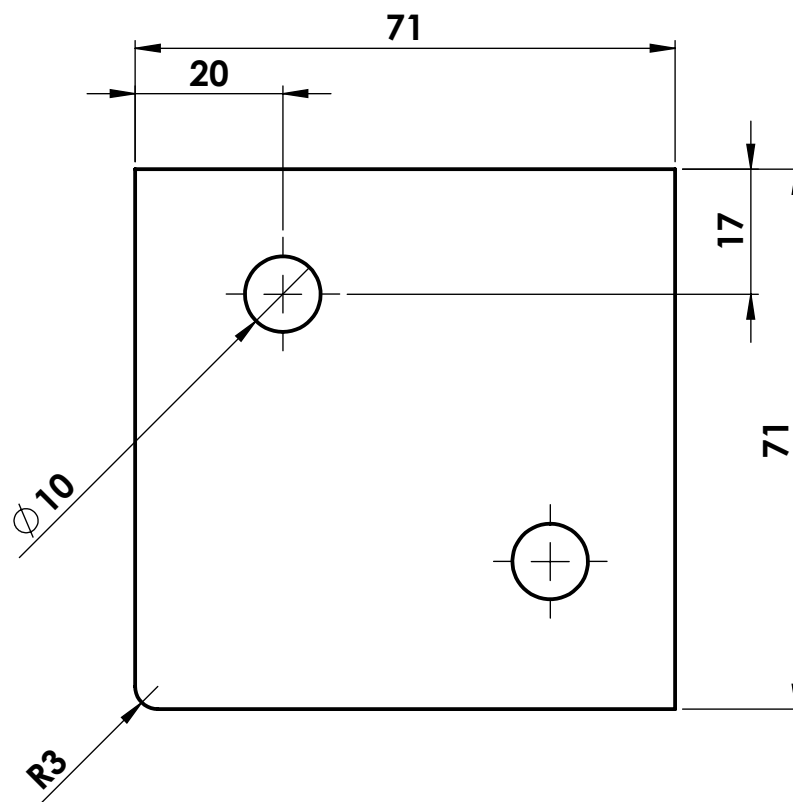
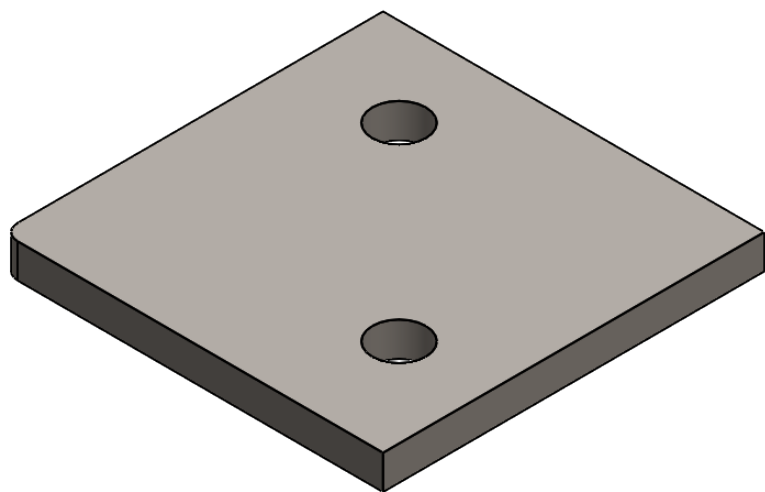
Nombre: Refuerzo motor			
Material: Angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8	Plano: 12	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



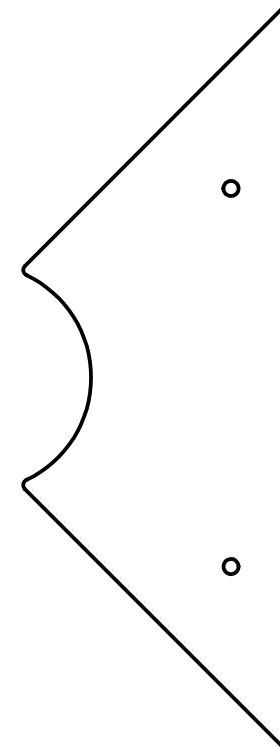
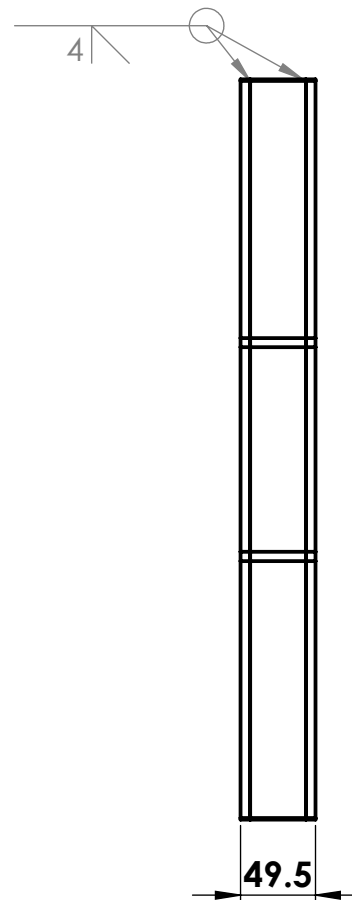
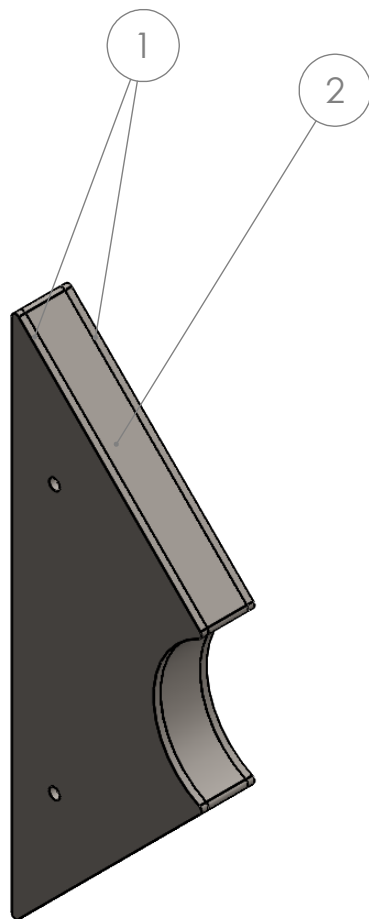
Nombre: Refuerzo motor base			
Material: Angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8	Plano: 13	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/02/22



Nombre: Base motor			
Material: Acero linea STRENX 700 espesor 5mm	Plano: 14	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22

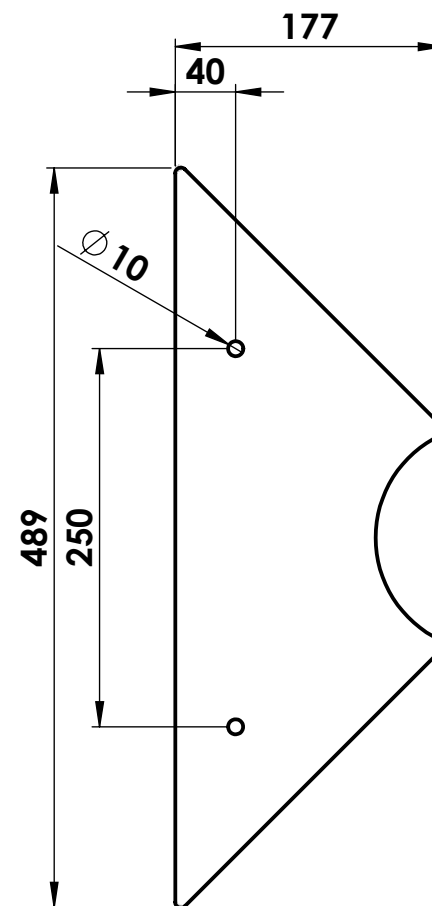
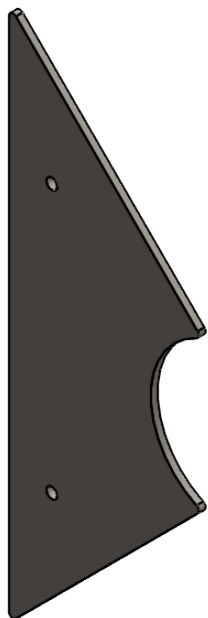


Nombre: Parante			
Material: Acero laminado ASTM A36 espesor 1/4"	Plano: 15	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 4	Fecha: 01/07/22

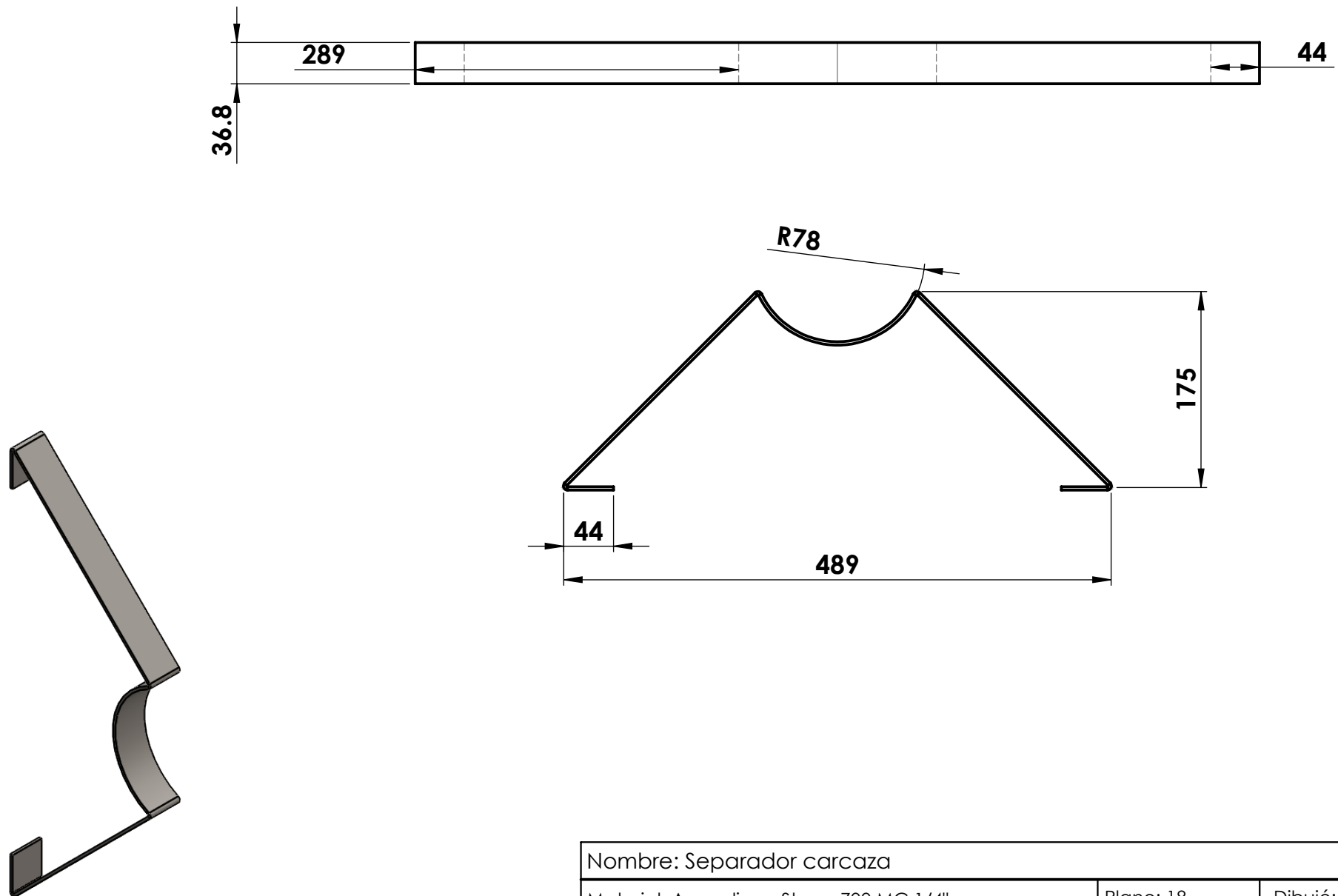


Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Cubre guia lateral	17	2
2	Guia	18	1

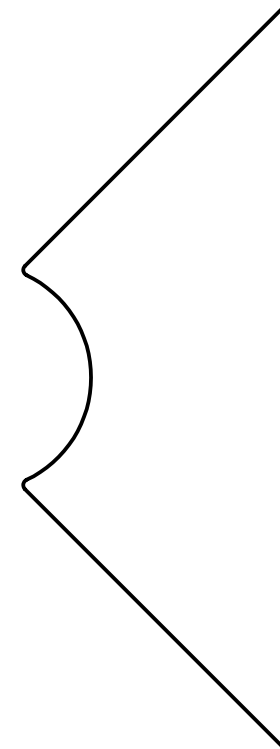
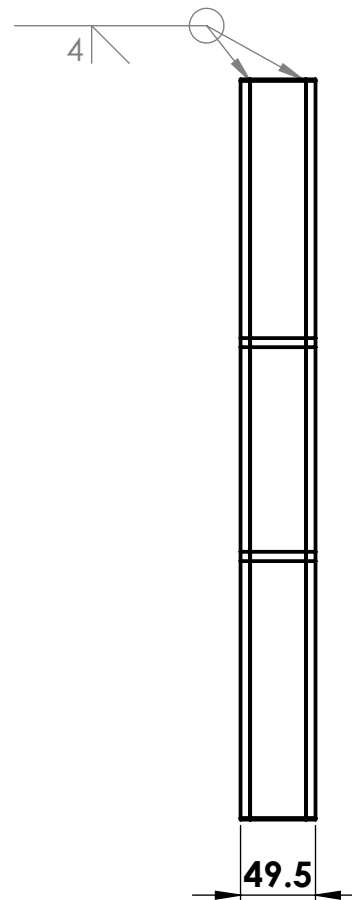
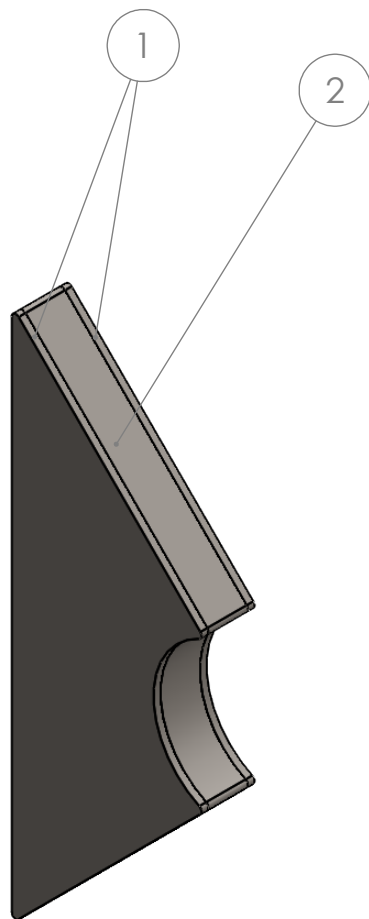
Nombre: Guia lateral			
Material: VAR		Plano: 16	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



Nombre: Cubre guía lateral			
Material: Acero línea RAEX 500 1/4"		Plano: 17	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 4	Fecha: 01/07/22

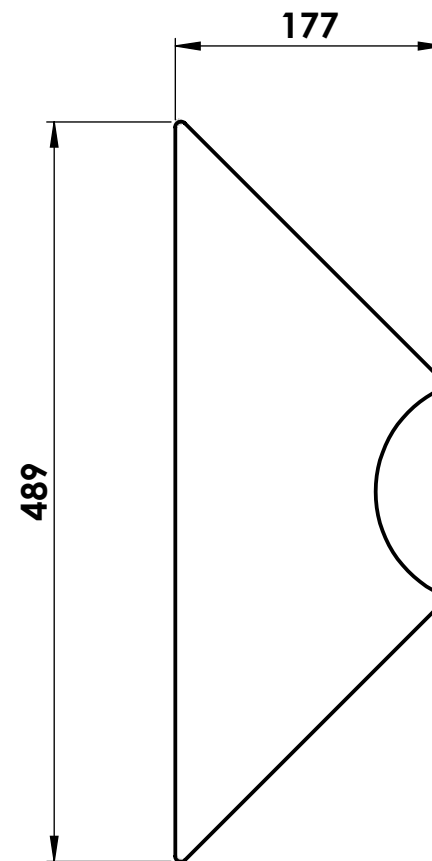
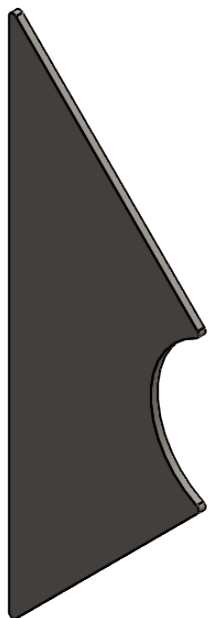


Nombre: Separador carcaza			
Material: Acero linea Strenx 700 MC 1/4"	Plano: 18	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad:	Fecha: 01/07/22

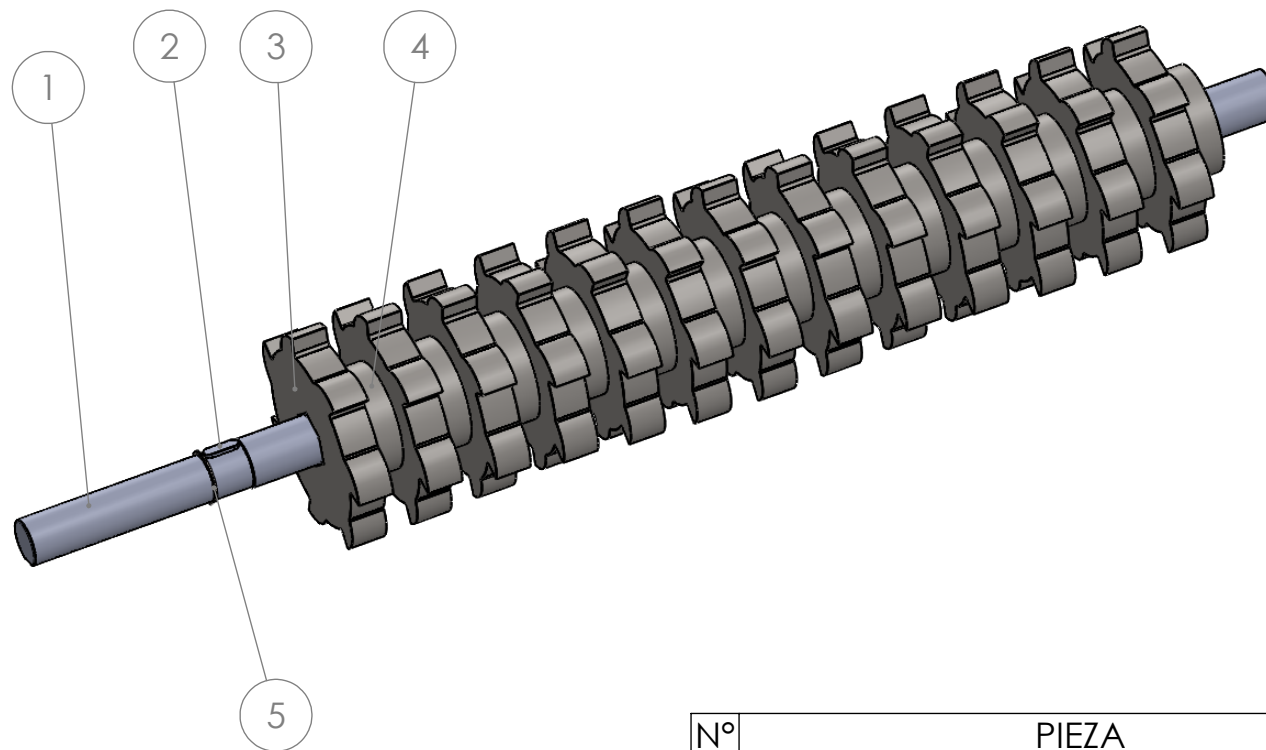


Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Cubre guia central	20	2
2	Guia	18	1

Nombre: Guia central			
Material: VAR		Plano: 19	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 24	Fecha: 01/07/22



Nombre: Cubre guía central			
Material: Acero línea RAEX 500 1/4"	Plano: 20	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 48	Fecha: 01/07/22

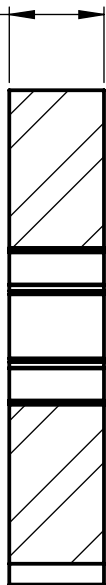


Nº	PIEZA	Nº Plano	Q
1	Eje 1	22	1
2	Chaveta paralela DIN 6885 A 40x18x8	COMERCIAL	1
3	Cuchilla	23	13
4	Separador	24	13
5	Circlip DIN 471 - 65 x 2.5	COMERCIAL	1

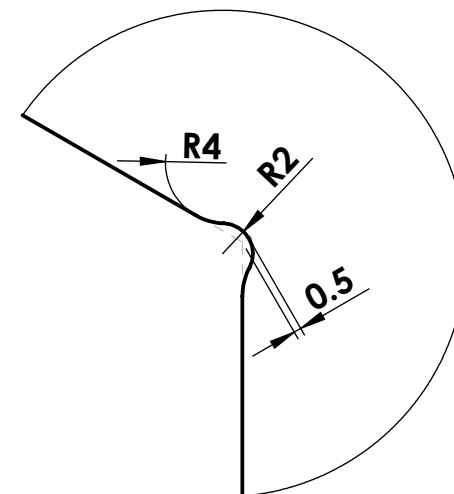
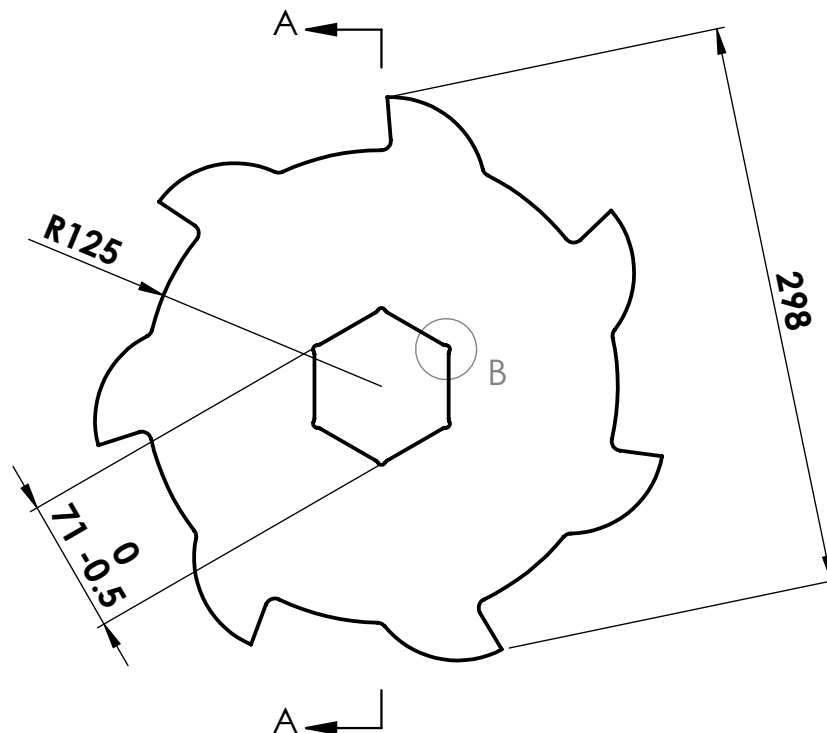
Nombre: Eje 1 con cuchillas y separadores

Material: VAR	Plano: 21	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1
		Fecha: 01/07/22

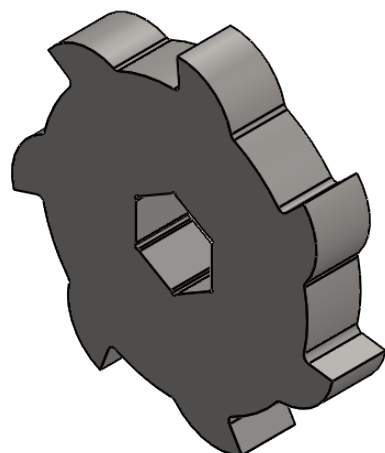
0
50 -0.012



A-A (1 : 4)



B (2 : 1)



Nombre: Cuchilla

Material: Acero linea RAEX 500 espesor 50mm

Plano: 23

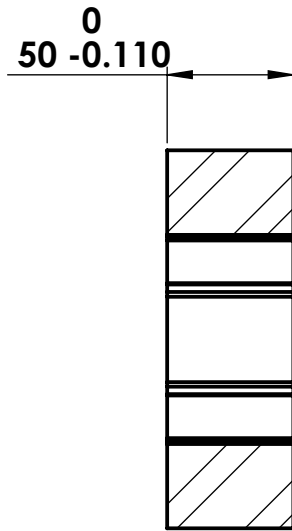
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

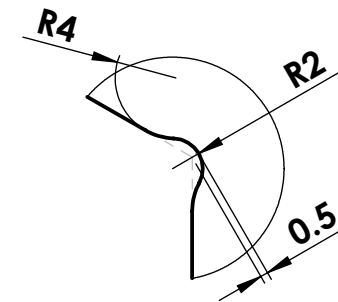
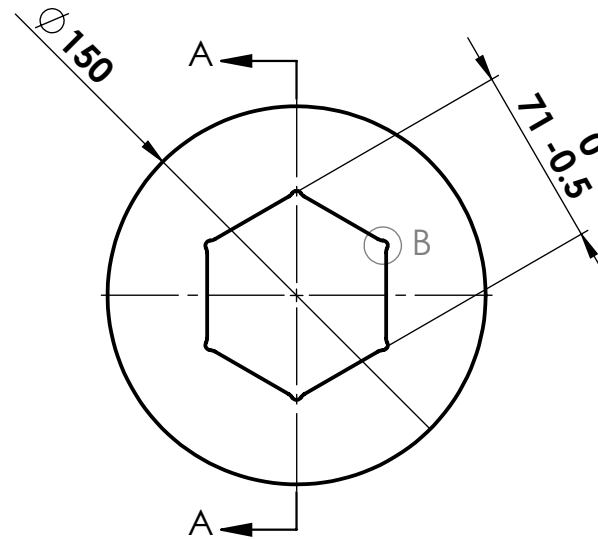


Cantidad: 26

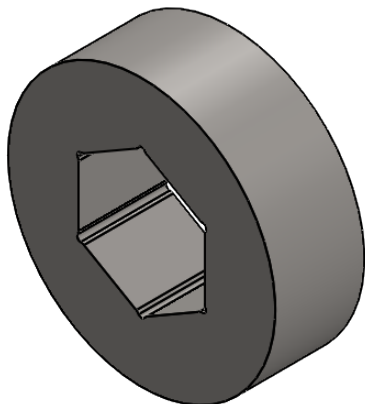
Fecha: 01/07/22



A-A (1 : 3)



B (2 : 1)



Nombre: Separador

Material: Acero linea RAEX 500

Plano: 24

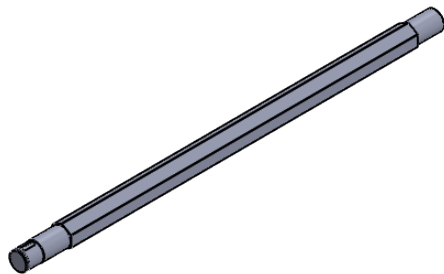
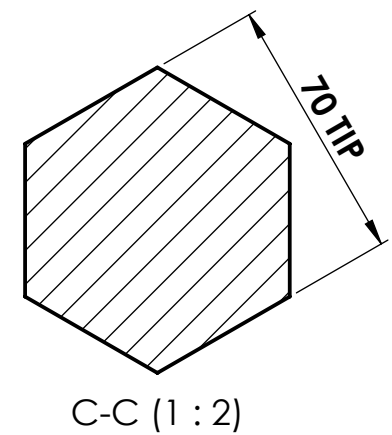
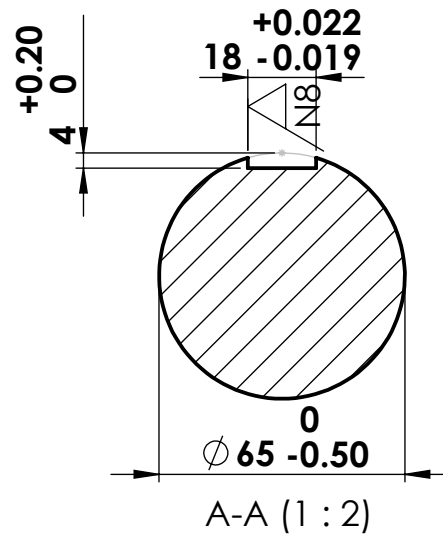
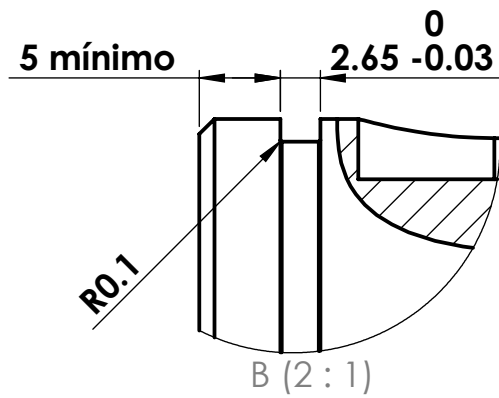
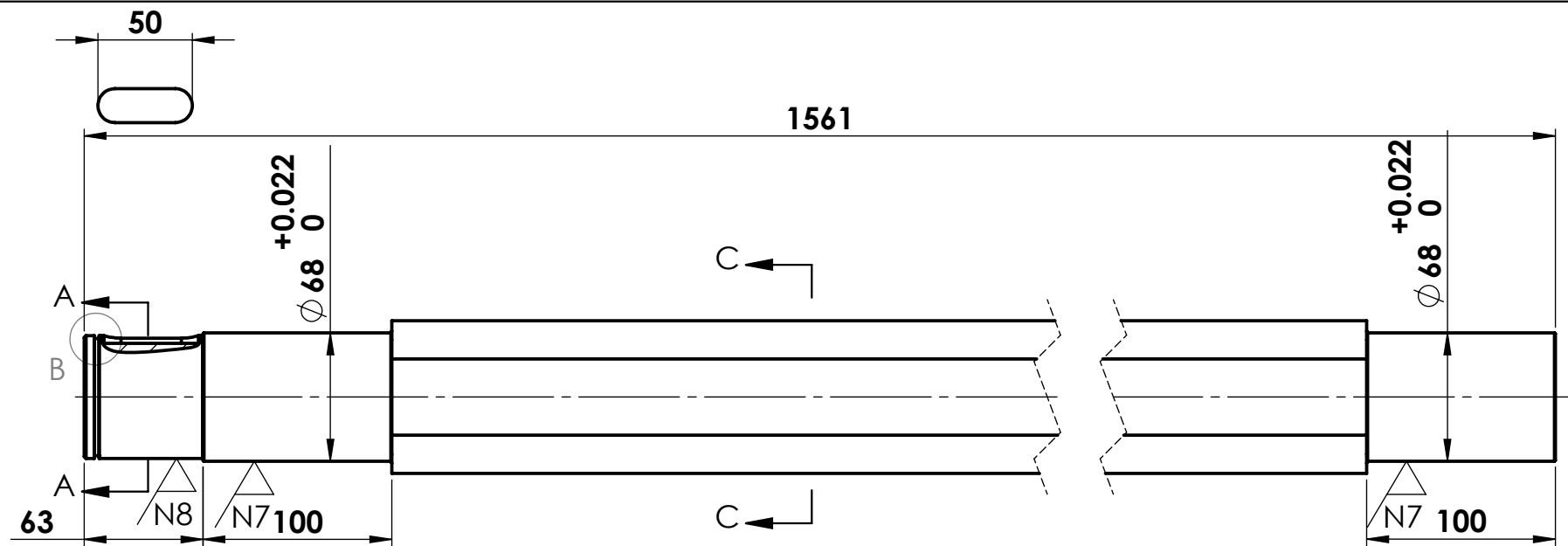
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168



Cantidad: 26

Fecha: 01/07/22



Nombre: Eje 2

Material: Barra hexagonal acero SAE 4140

Plano: 25

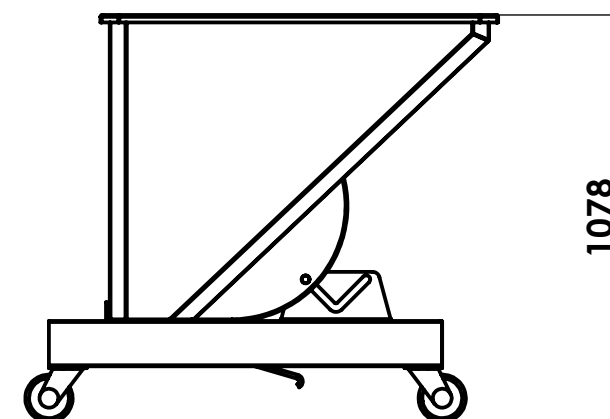
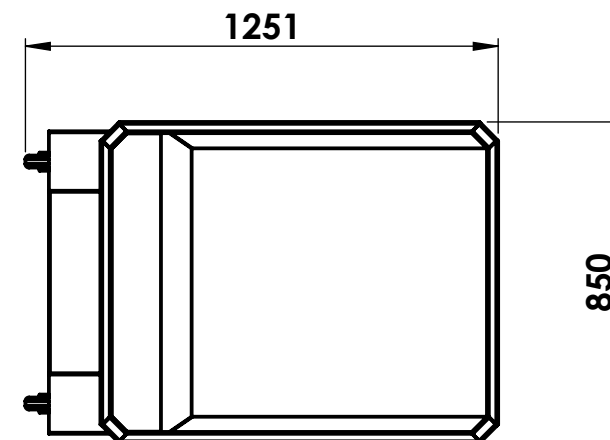
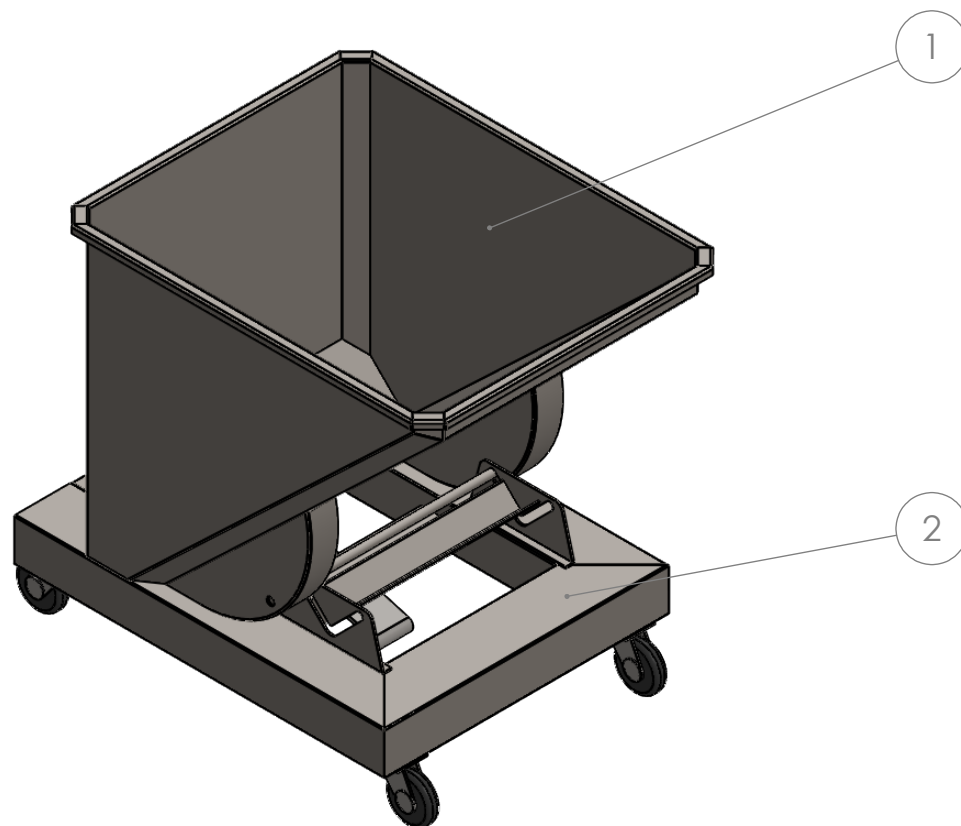
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168



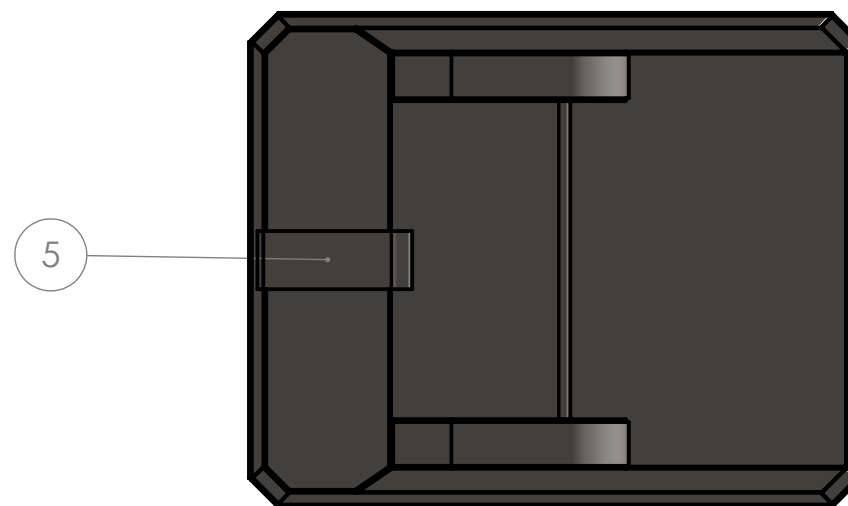
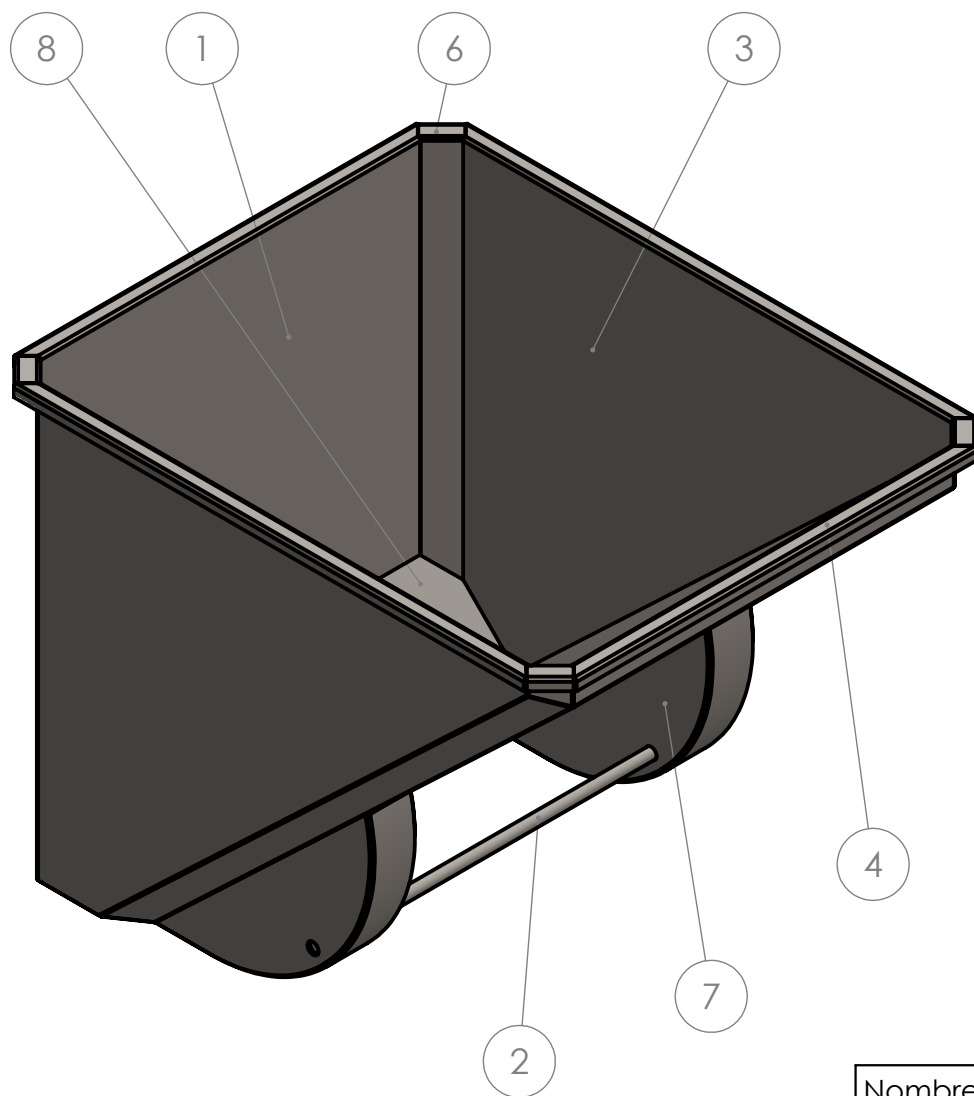
Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22



Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Ensamblaje basculante	27	1
2	Ensamblaje base	37	1

Nombre: Volquete de chatarra			
Material: VAR		Plano: 26	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Respaldo	29	2
2	Guia corredera acero SAE 4140 trefilado Ø 20 largo 708mm	-	1
3	Lateral volquete	30	2
4	Frente volquete	31	1
5	Traba superior	32	1
6	Esquinero	33	4
7	Ensamble rueda	34	2
8	Contrapeso	46	1

Nombre: Ensamblaje Basculante

Material: VAR

Plano: 27

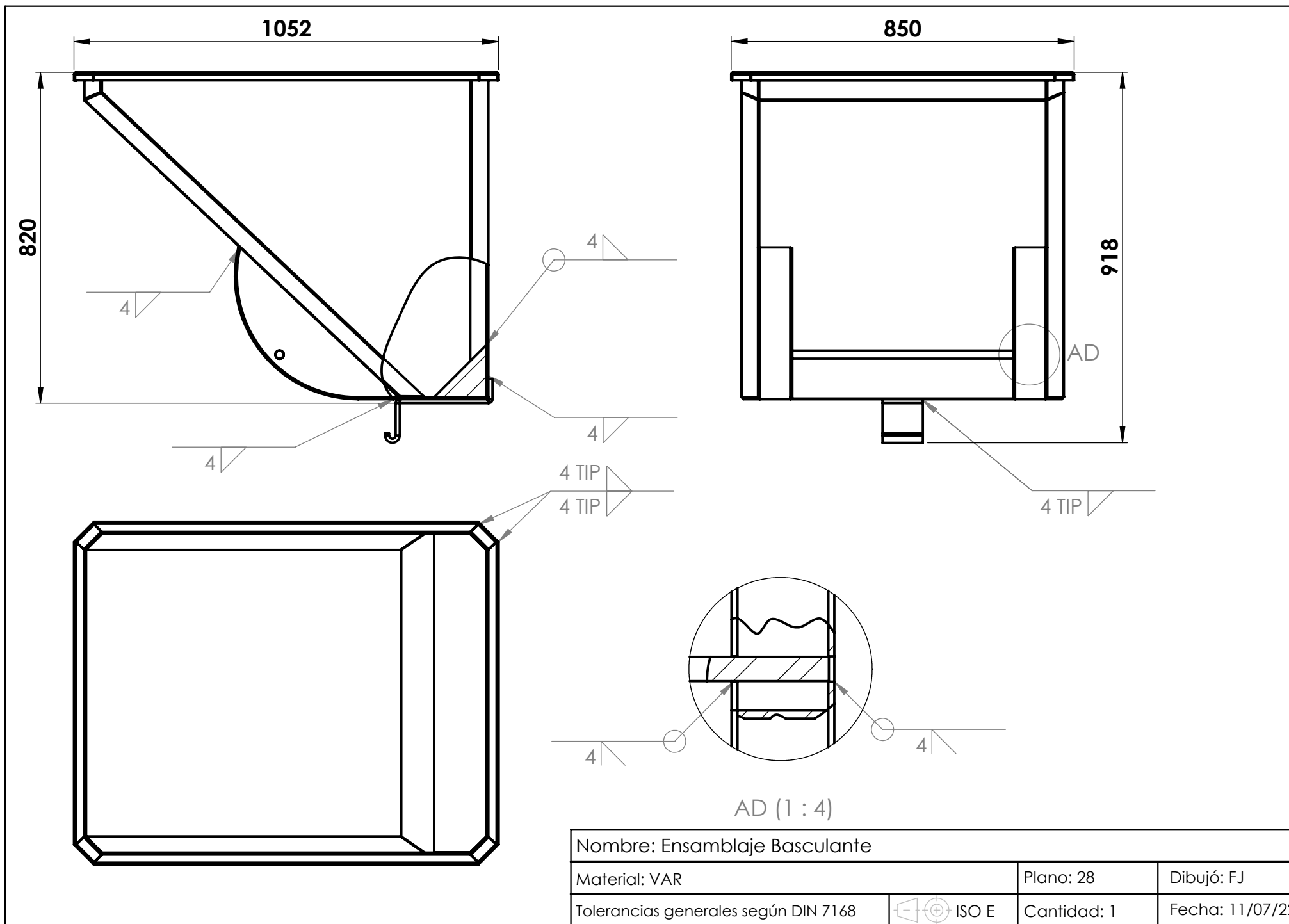
Dibujó: FJ

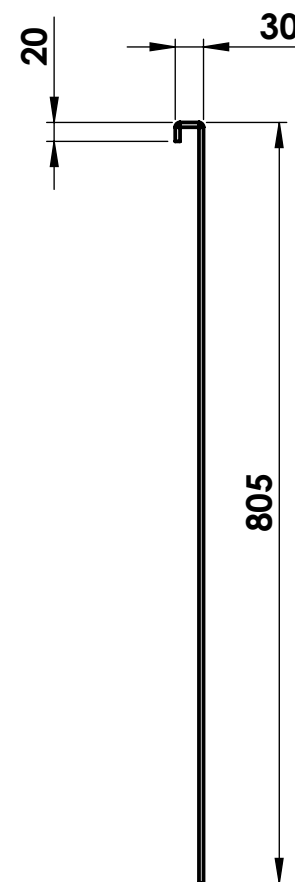
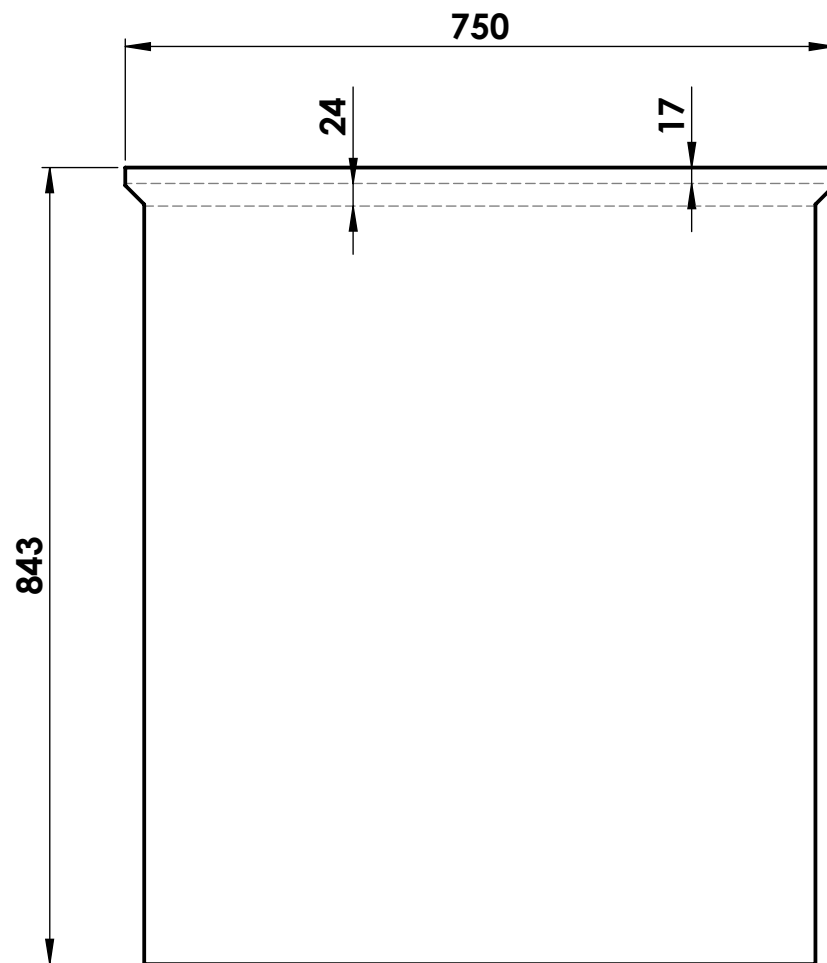
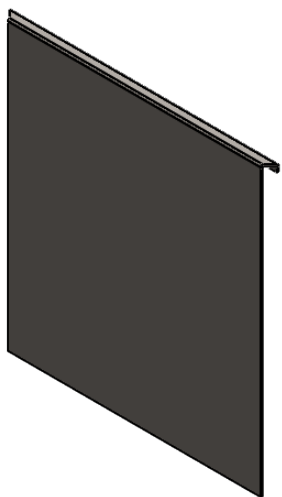
Tolerancias generales según DIN 7168



Cantidad: 1

Fecha: 11/07/22





Nombre: Respaldo volquete

Material: Acero ASME A36

Plano: 29

Dibujó: FJ

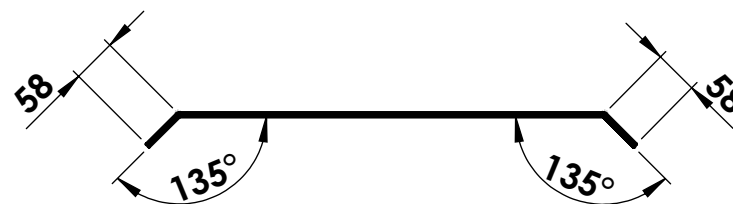
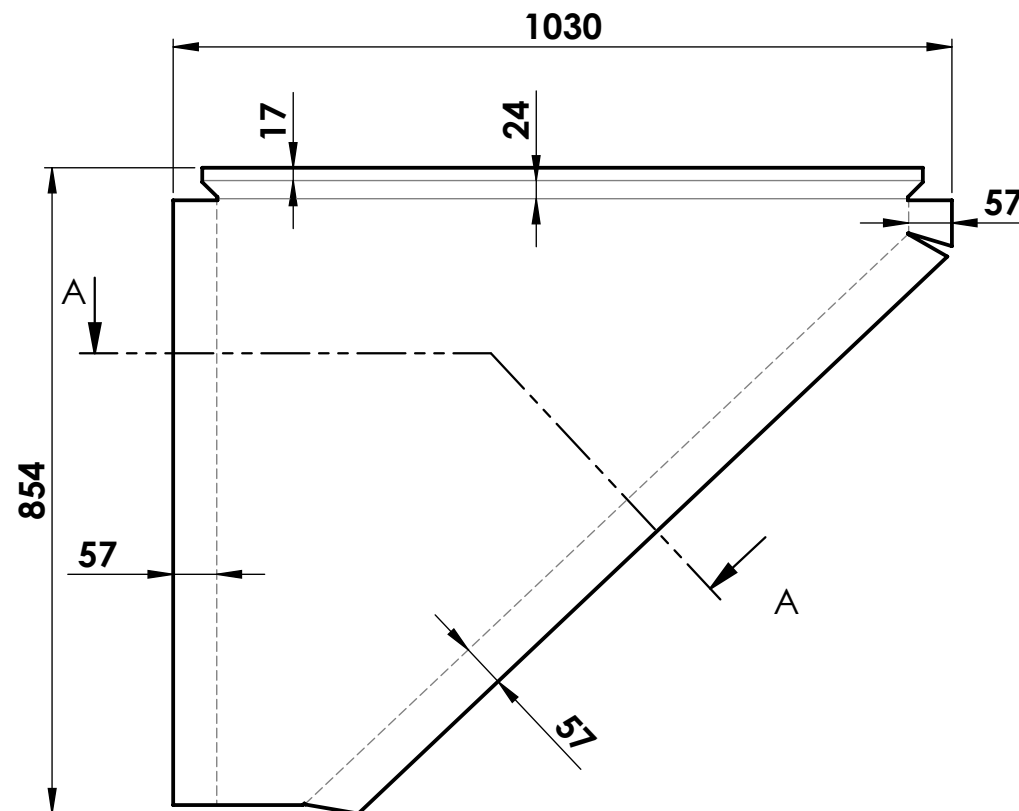
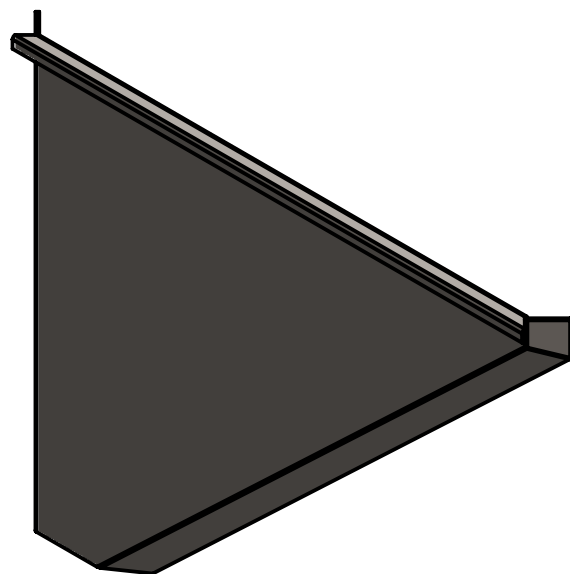
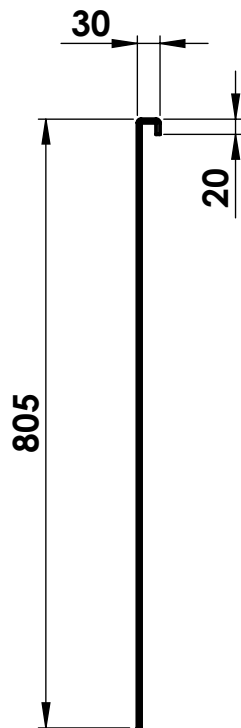
Tolerancias generales según DIN 7168



ISO E

Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22



Nombre: Lateral volquete

Material: Acero ASME A36

Plano: 30

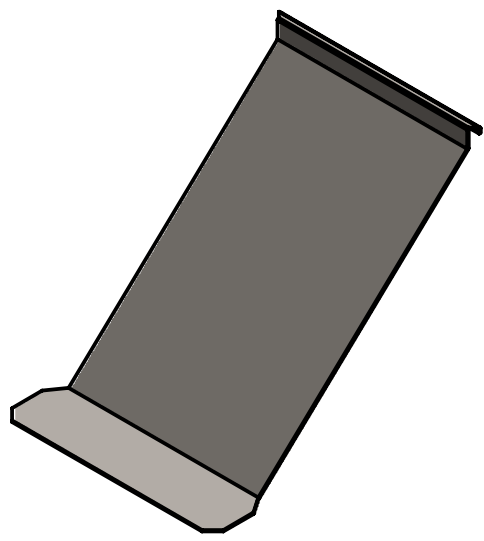
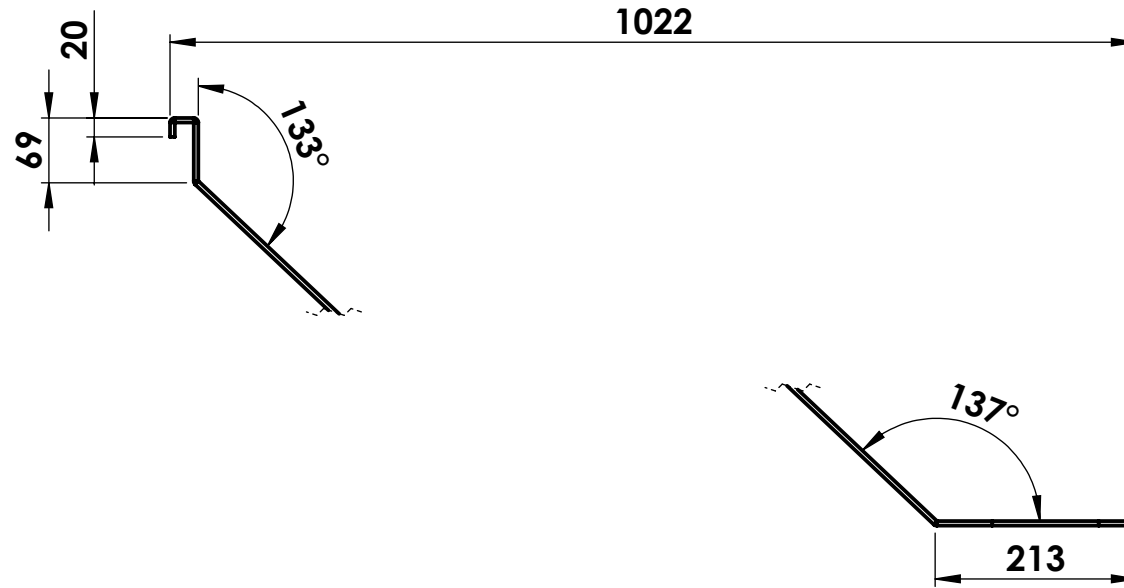
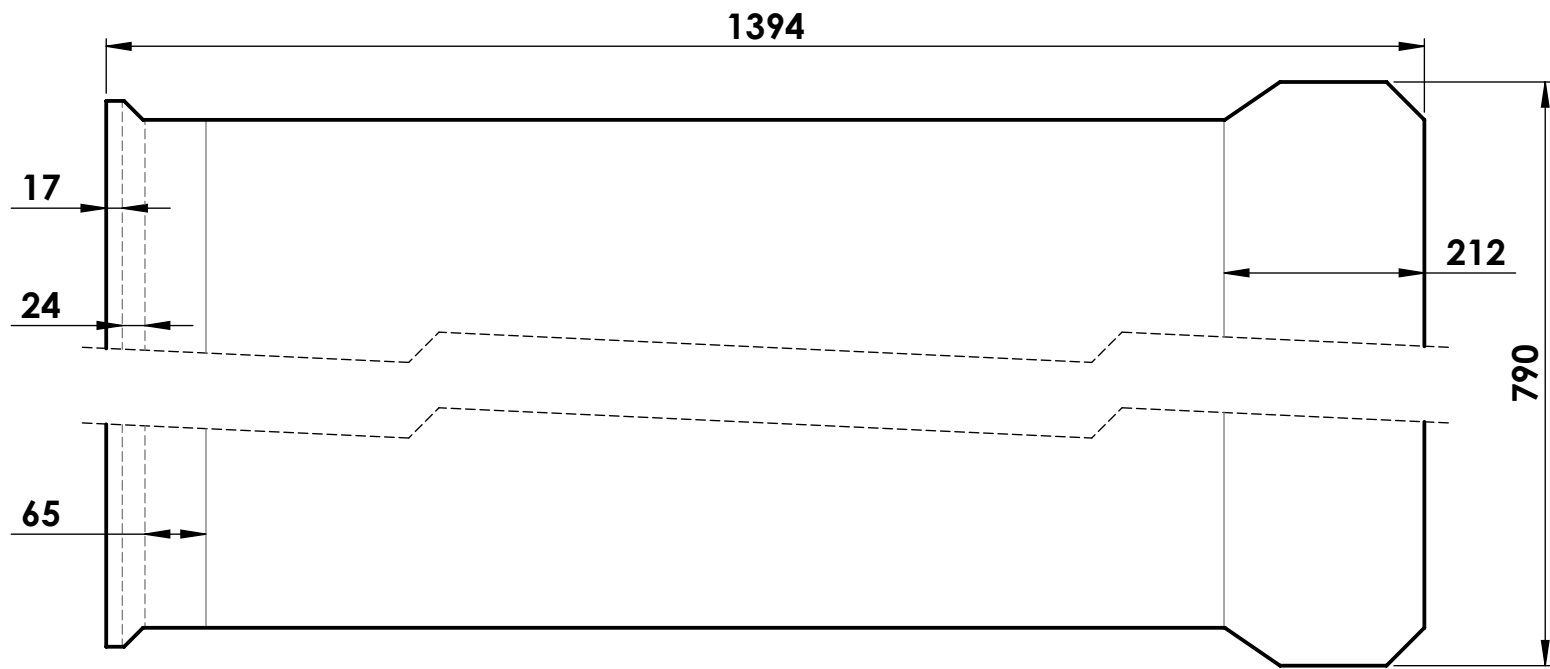
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

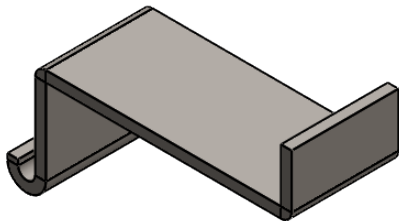
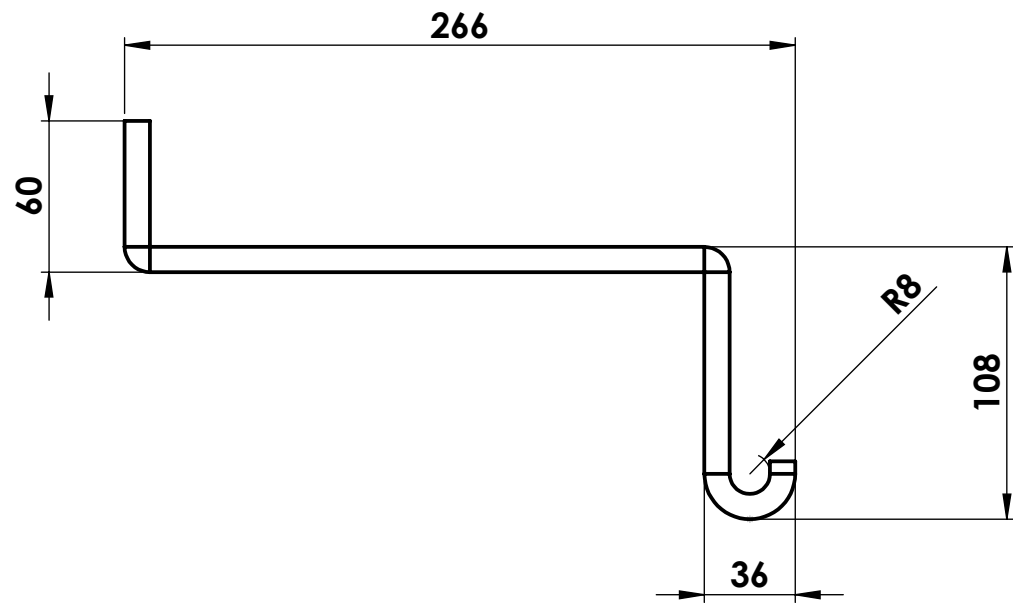
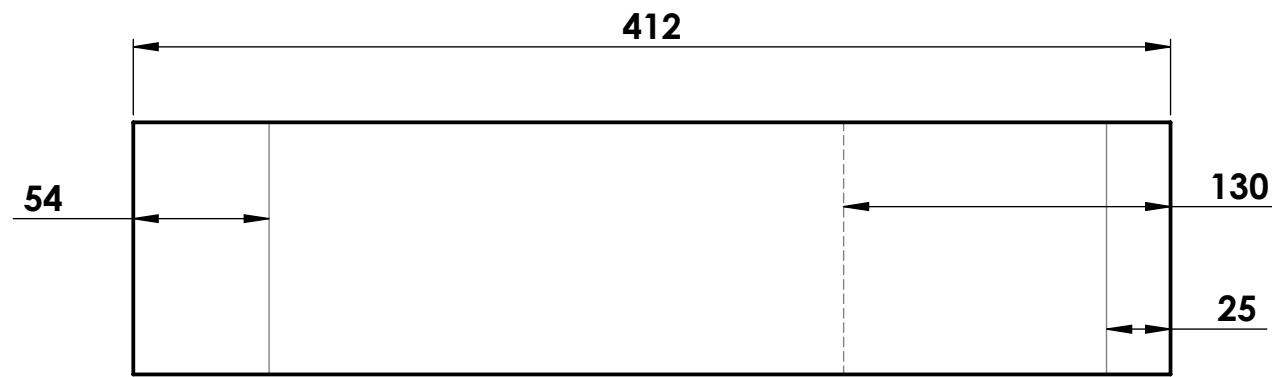


Cantidad: 2

Fecha: 01/07/22



Nombre: Frente volquete			
Material: Acero laminado ASTM A36	Plano: 31	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nombre: Traba sueperior

Material: Acero linea Raex 450 espesor 5mm

Plano: 32

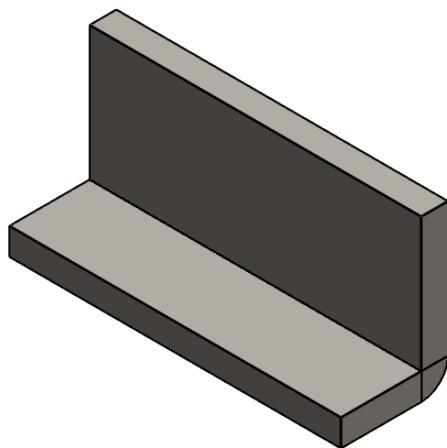
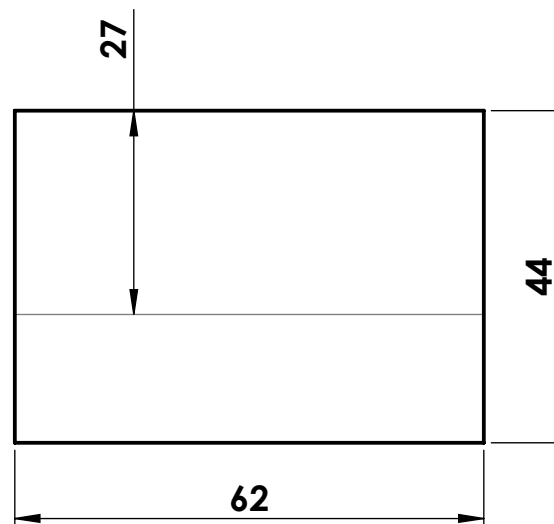
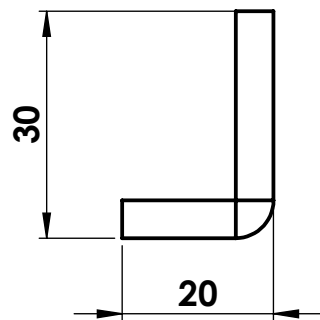
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

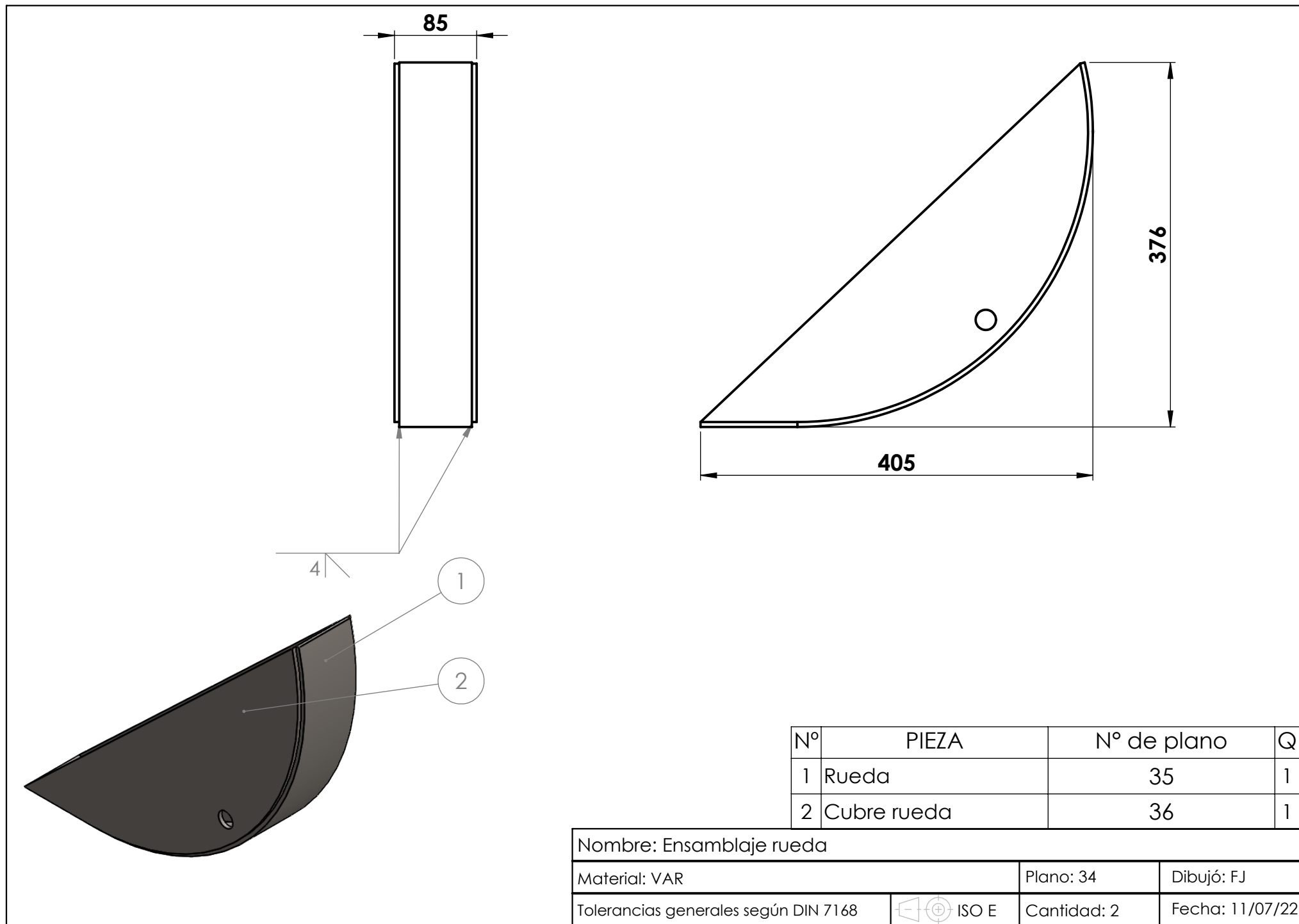


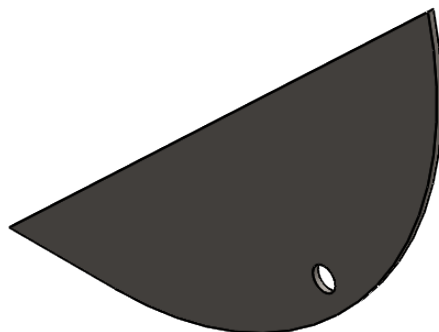
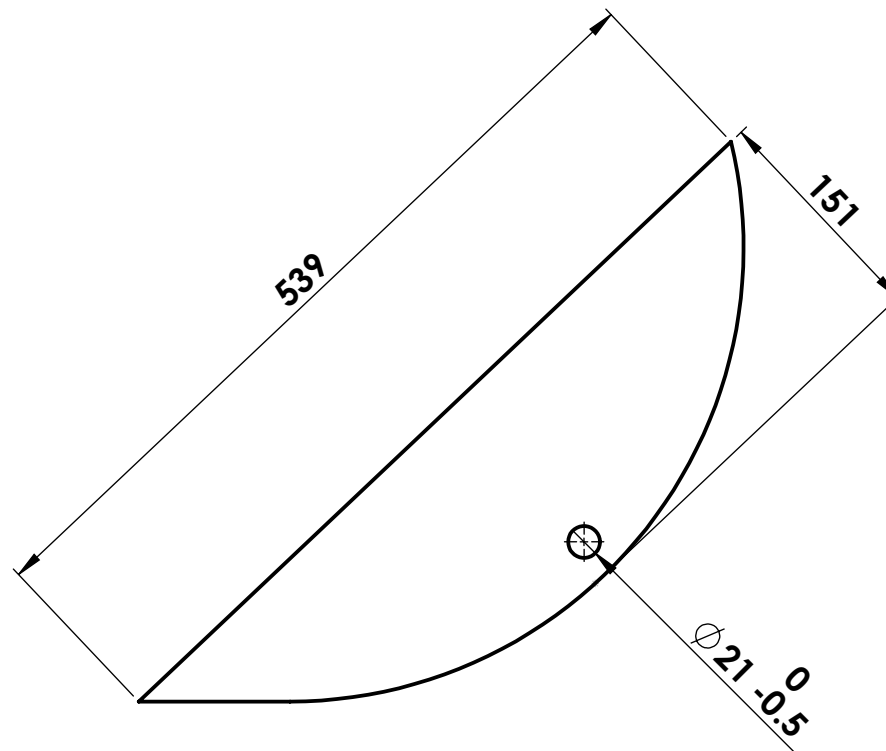
Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22



Nombre: Esquinero			
Material: Acero ASME A36		Plano: 33	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 4	Fecha: 01/07/22





Nombre: Cubre rueda

Material: Acero linea STRENX 700 5mm

Plano: 35

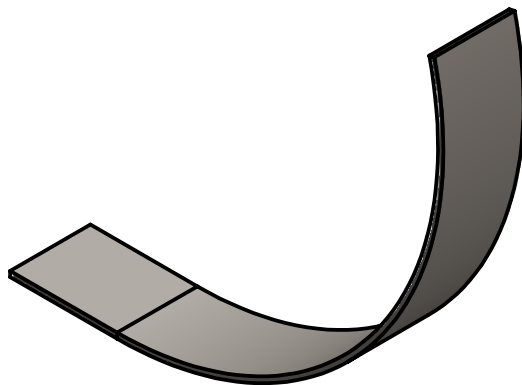
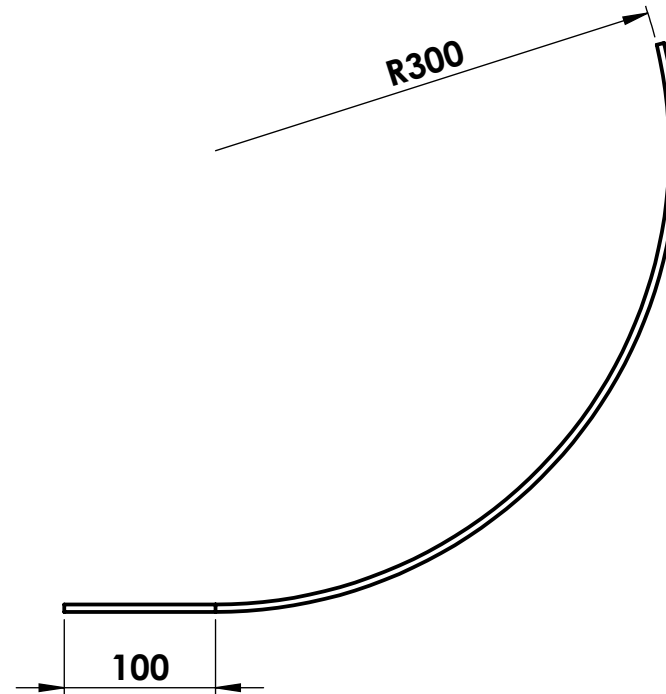
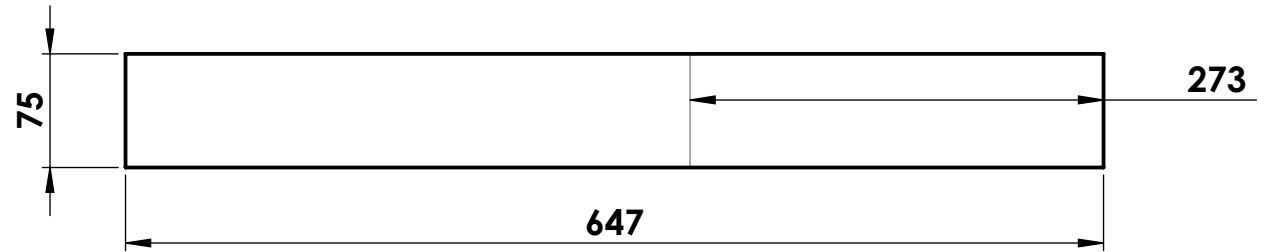
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

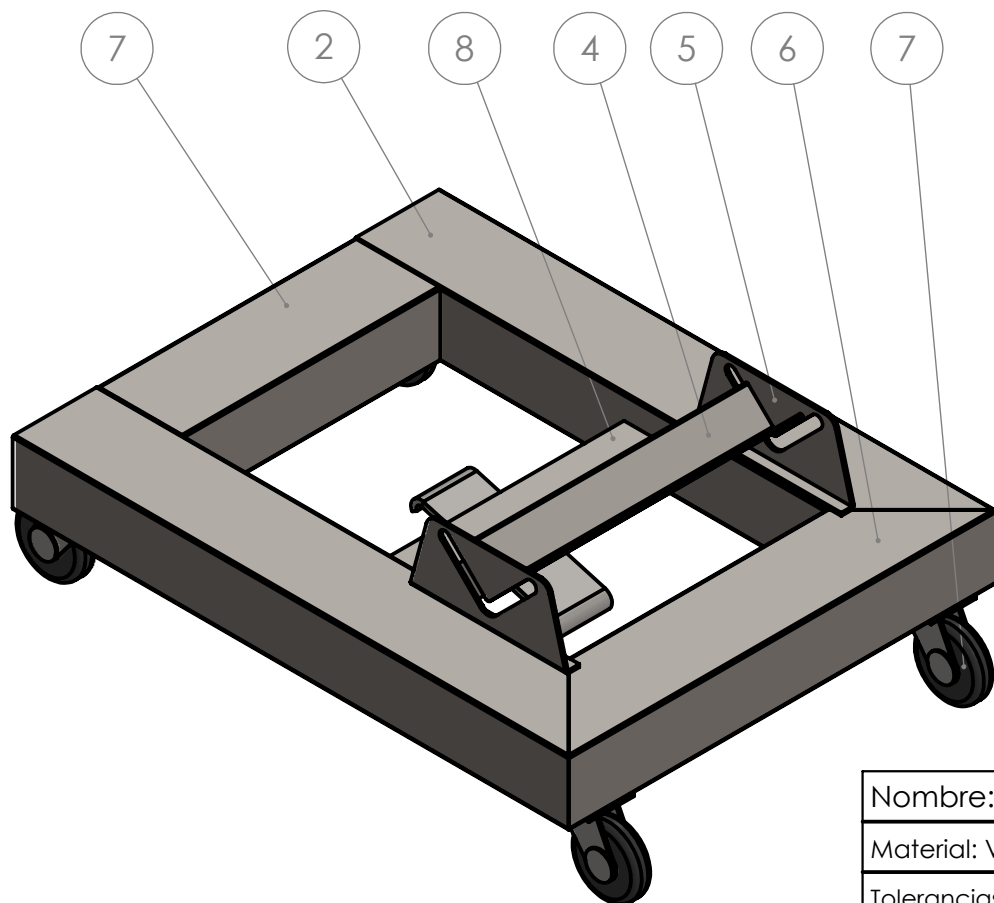
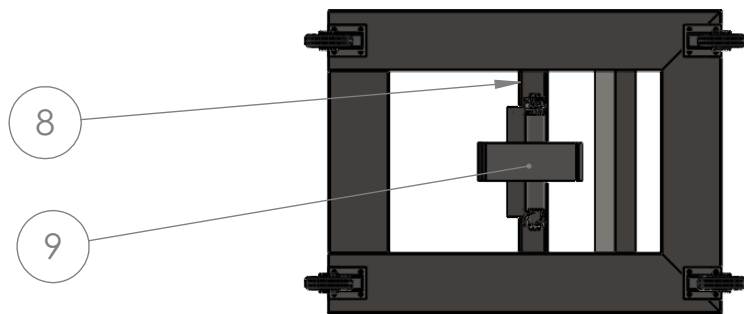


Cantidad: 4

Fecha: 01/07/22



Nombre: Rueda			
Material: Acero linea STRENX 700 5mm	Plano: 36	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



Nº	PIEZA	Nº de plano	Q
1	Caño rectangular trasero	39	1
2	Caño rectangular lateral	40	2
3	Refuerzo inferior base angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8 largo 480mm	-	1
4	Refuerzo superior base angulo acero ASTM A36 76,2x76,2x4,8 largo 530mm	-	1
5	Base basculante	41	1
6	Caño rectangular frontal	42	1
7	Rueda Tecnorueda HGIN300P	COMERCIAL	4
8	Tope	-	2
9	Sistema de traba	43	1

Nombre: Ensamblaje base

Material: VAR

Plano: 37

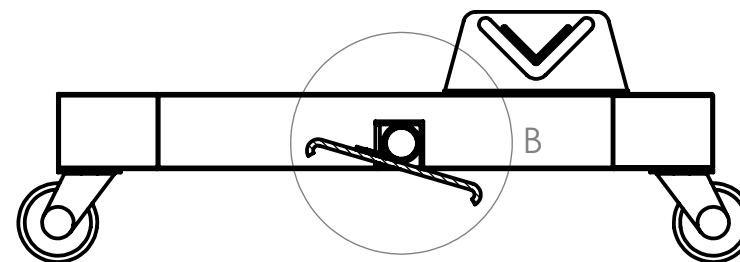
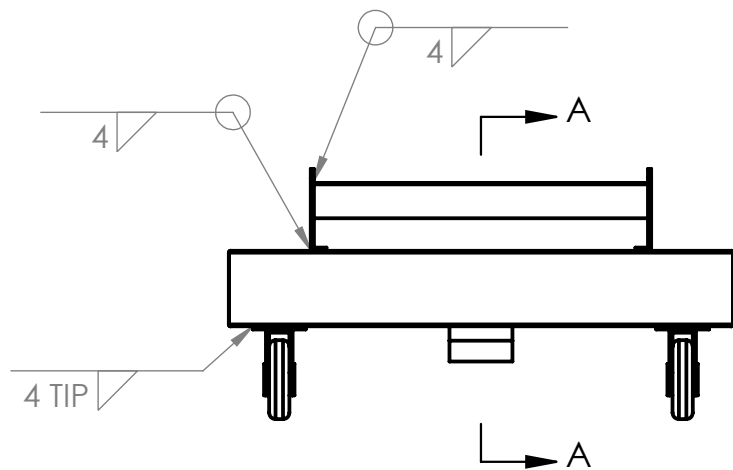
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

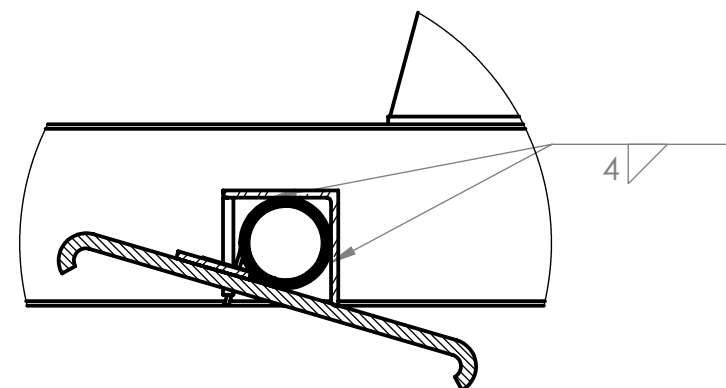
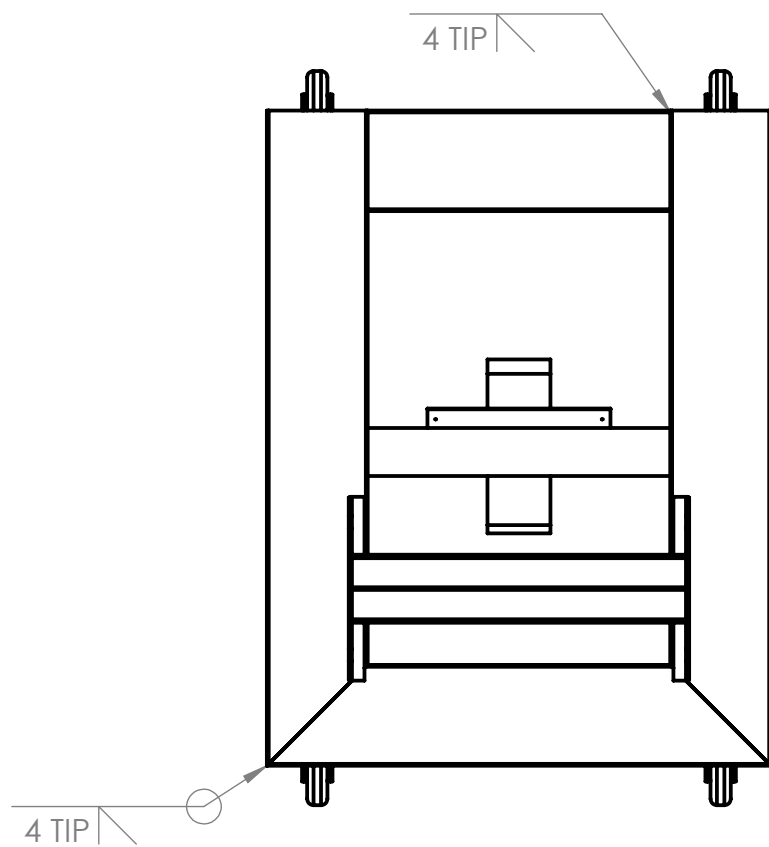


Cantidad: 1

Fecha: 01/07/22



A-A (1 : 12)



B (1 : 5)

Nombre: Ensamblaje base

Material: VAR

Plano: 38

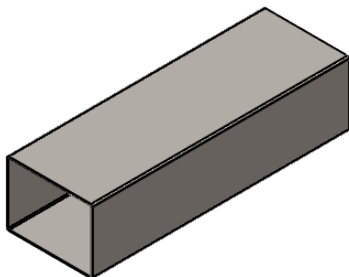
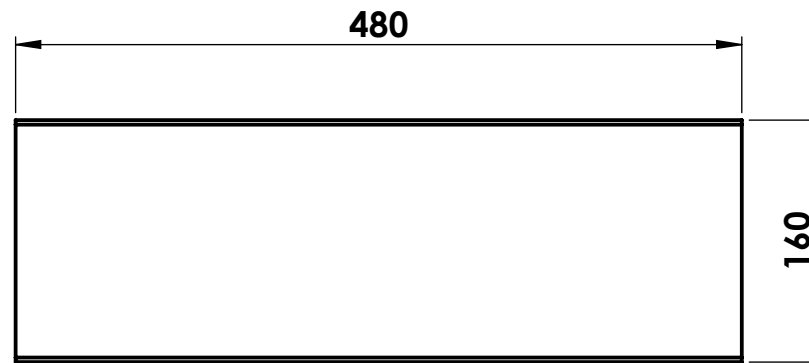
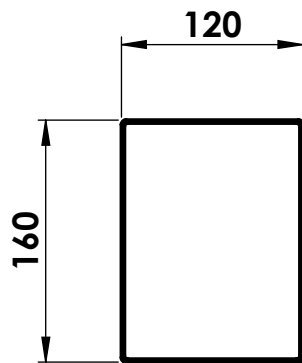
Dibujó: FJ

Tolerancias generales según DIN 7168

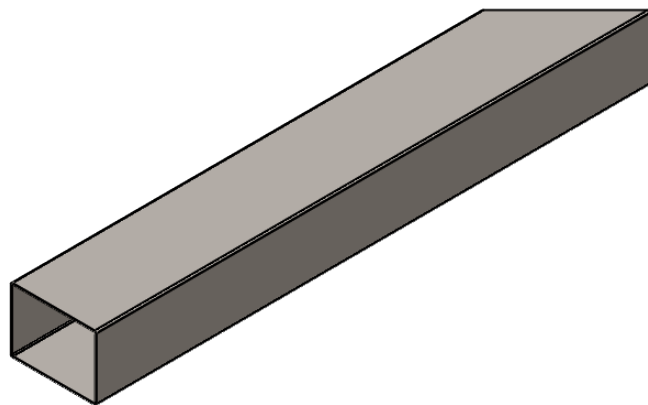
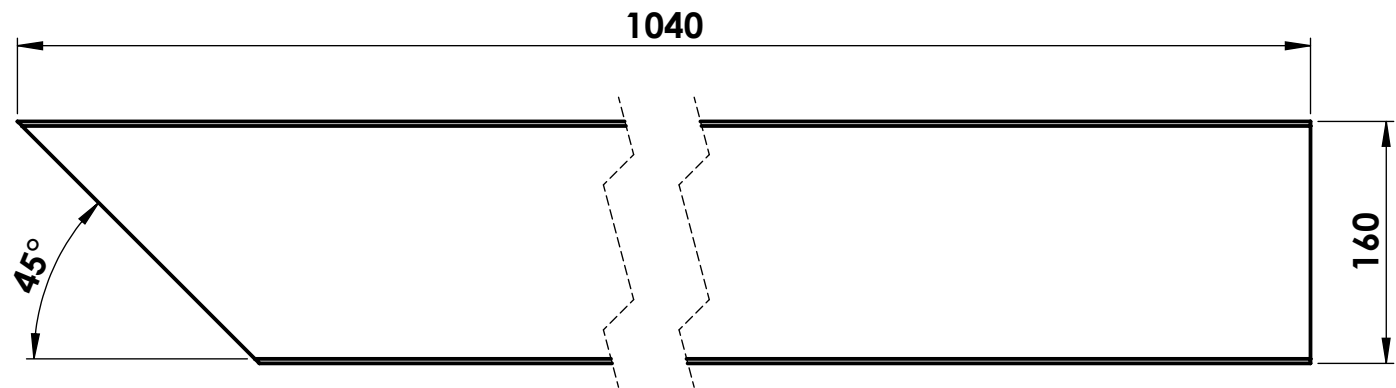
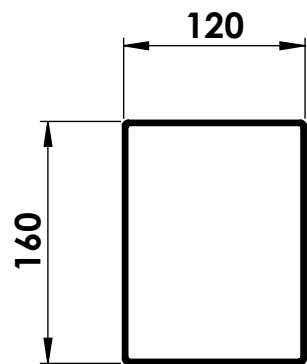


Cantidad: 1

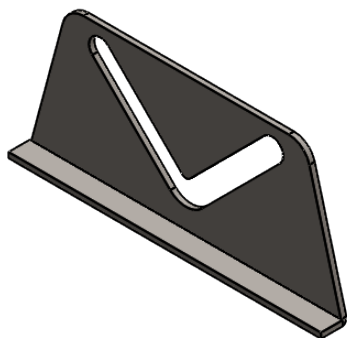
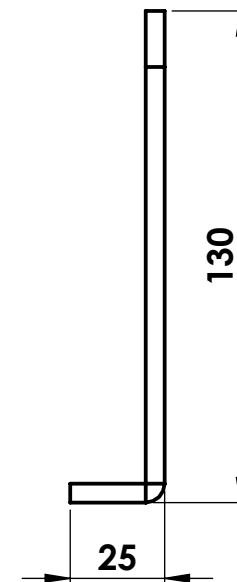
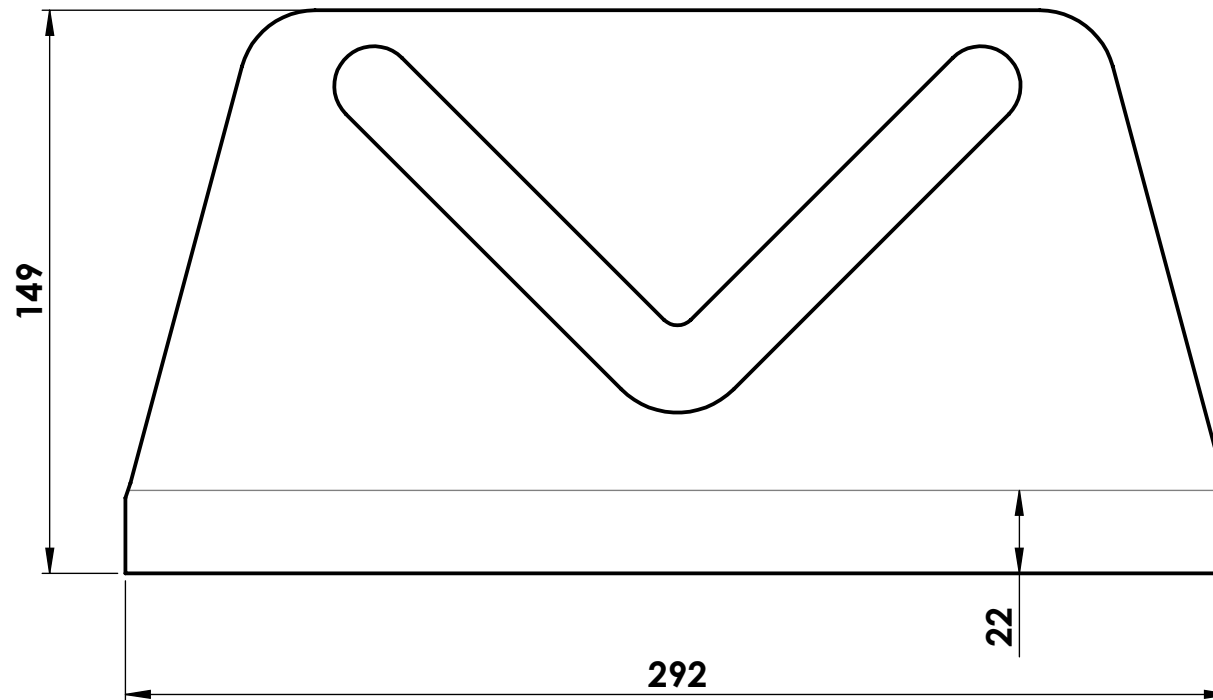
Fecha: 01/07/22



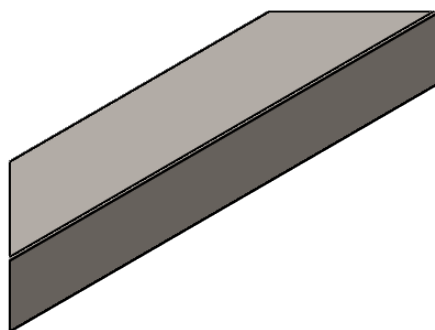
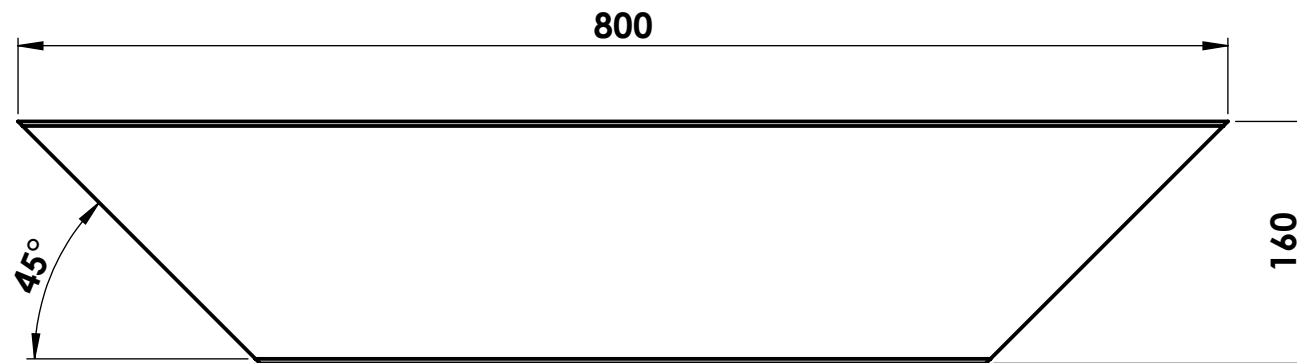
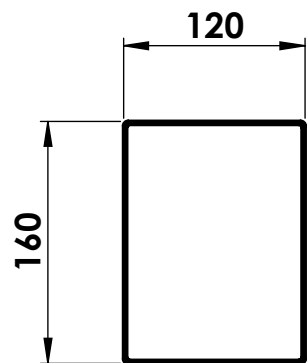
Nombre: Caño rectangular trasero			
Material: Caño acero ASTM A36 160x120x6,35	Plano: 39	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



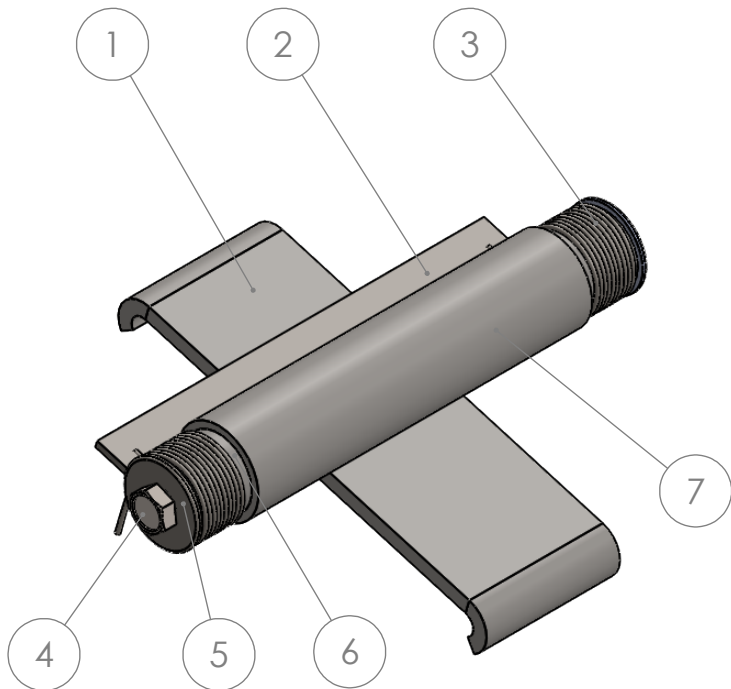
Nombre: Caño rectangular lateral			
Material: Caño acero ASTM A36 120x60x6,35	Plano: 40	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



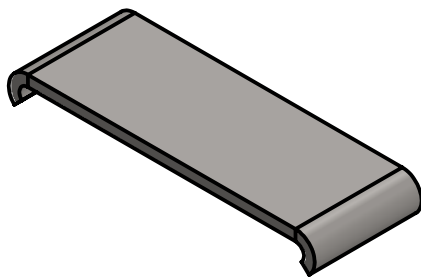
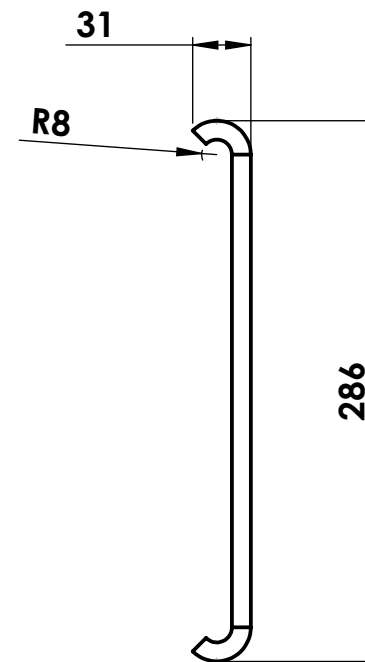
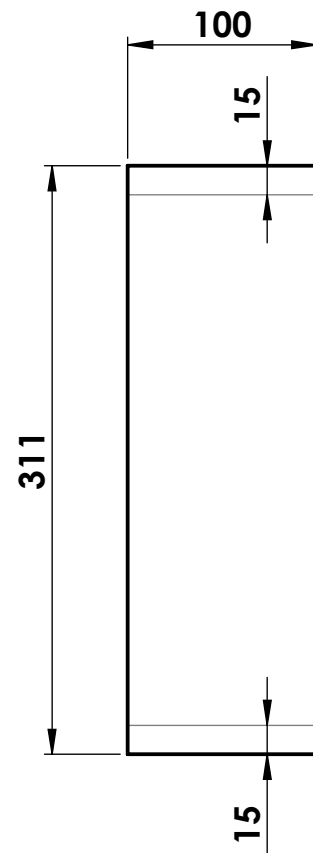
Nombre: Base basculante			
Material: Acero linea Strenx 700 MC	Plano: 41	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 2	Fecha: 01/07/22



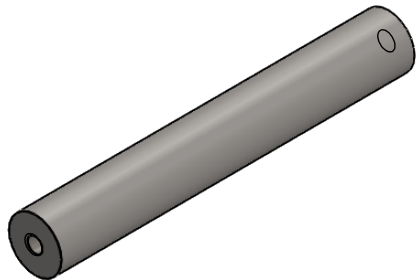
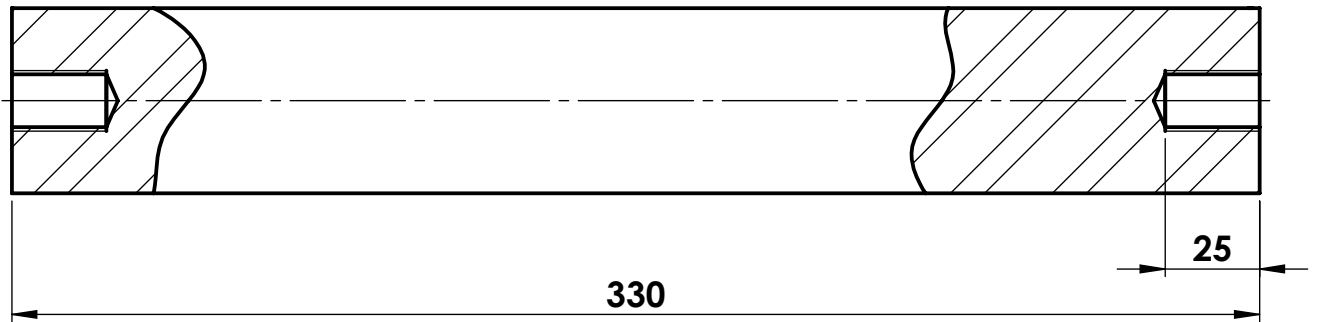
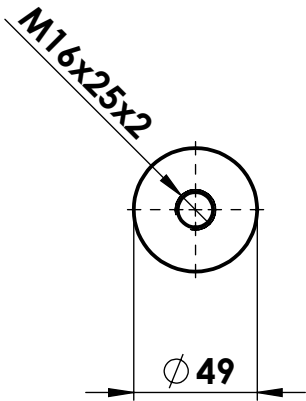
Nombre: Caño rectangular frontal			
Material: Caño acero ASTM A36 160x120x6,35	Plano: 42	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



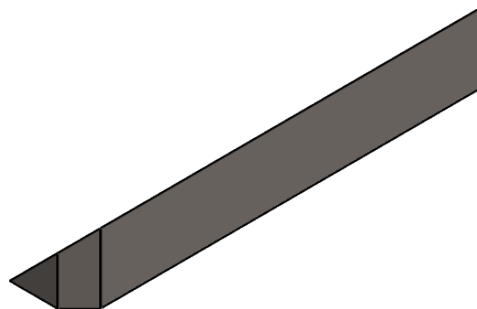
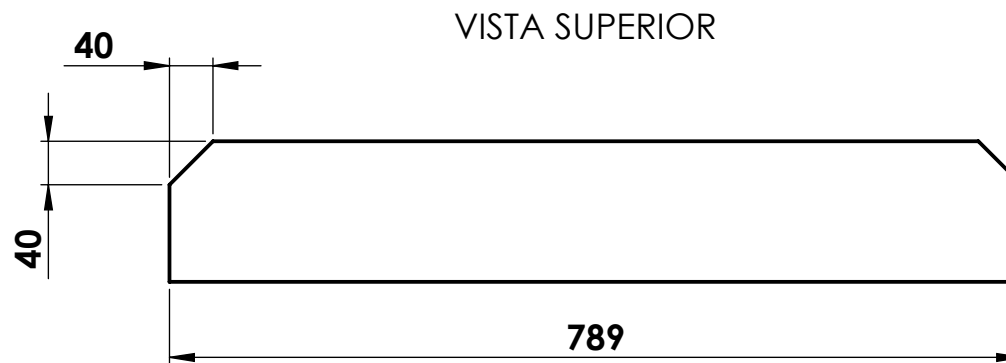
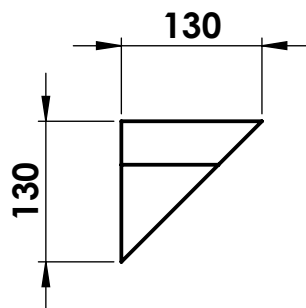
Nombre: Sistema de traba			
Material: VAR		Plano: 43	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	 ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nombre: Traba inferior			
Material: Acero laminado ASTM A36 10mm	Plano: 44	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



Nombre: Eje traba			
Material: Acero SAE 1045		Plano: 45	Dibujó: FJ
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 01/07/22



PESO: 50,84Kg

Nombre: Contrapeso			
Material: Acero ASTM A36	Plano: 46	Dibujó: FJ	
Tolerancias generales según DIN 7168	ISO E	Cantidad: 1	Fecha: 1/07/22