



# **Manipulación de ruedas agrícolas en el campo**

**Kevin Alex Brain B-5952/8**

Universidad Nacional de Rosario  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Rosario, Argentina  
Año 2025

# Manipulación de ruedas agrícolas en el campo

**Kevin Alex Brain B-5952/8**

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

**Ingeniero/a Mecánico/a**

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Rosario, Argentina  
Año 2025

---

## Agradecimientos

En primer lugar, a mis padres Alejandra Testa y Alberto Brain, por brindarme siempre su apoyo y por ser un pilar fundamental en mi formación personal y profesional. A mis hermanos, Catherine y John Brain por su compañía, su aliento constante y por estar siempre presentes en los momentos difíciles y en los de celebración.

A mis amigos y compañeros de carrera: Facundo Carrera, Marco Caggiano, Manuel Amavet, Bernardo Halac, Martin Sorribas; con quienes compartí incontables horas de estudio, esfuerzo y aprendizaje. Gracias por el apoyo mutuo y las experiencias compartidas que hicieron este camino más llevadero y enriquecedor.

A la Universidad Nacional de Rosario, a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, y en particular a la Escuela de Mecánica, por brindarme la formación académica necesaria para desarrollarme como profesional. Un agradecimiento especial a todos los profesores que, con su dedicación y compromiso, transmitieron sus conocimientos y contribuyeron a mi crecimiento como ingeniero.

A todas las personas que, de una u otra manera, han sido parte de este recorrido, mi más sincero agradecimiento. Este logro es también de ustedes.

¡Gracias!



## Resumen

El proyecto analiza la manipulación de ruedas agrícolas en tractores y cosechadoras la cual es una tarea crítica debido a su tamaño y peso, que pueden superar los 900 kg y los 2 metros de diámetro. Esta operación es común en el campo para reparar pinchaduras, cambiar neumáticos o desmontar ruedas duales para el transporte en carretones. Sin embargo, la falta de equipamiento especializado obliga a los operarios a utilizar métodos manuales ineficientes y peligrosos, lo que incrementa el riesgo de accidentes.

El objetivo del proyecto es desarrollar un dispositivo que mejore la seguridad, eficiencia y precisión en el montaje y desmontaje de ruedas agrícolas. Para ello, se considera un diseño que reduce la cantidad de operarios, permite un centrado preciso y sea fácil de usar en condiciones de terreno adversas.

El proyecto se desarrolla en un contexto donde el acceso a maquinaria auxiliar, como autoelevadores, es limitado. Se analizarán variables como el peso y dimensiones de la rueda, estabilidad del suelo, accesibilidad a fuentes de energía y condiciones ambientales. A partir de este análisis, se definirán las especificaciones técnicas del dispositivo, garantizando su funcionalidad en el entorno rural.

Se espera que la implementación de esta solución aumente la seguridad de los operarios, reduzca el esfuerzo físico requerido y optimice el tiempo de trabajo.

**Palabras clave:** ruedas, maquinaria agrícola, seguridad laboral, ergonomía, manipulación de carga, eficiencia operativa.



---

## Abstract

The project analyzes the handling of agricultural wheels on tractors and harvesters, which is a critical task due to their size and weight, often exceeding 900 kg and 2 meters in diameter. This operation is common in the field for repairing punctures, changing tires, or removing dual wheels for transport on trailers. However, the lack of specialized equipment forces operators to rely on inefficient and hazardous manual methods, increasing the risk of accidents.

The objective of the project is to develop a device that improves safety, efficiency, and precision in the mounting and dismounting of agricultural wheels. To achieve this, the design considers reducing the number of operators required, enabling precise wheel alignment, and ensuring ease of use under adverse terrain conditions.

The project is developed in a context where access to auxiliary machinery, such as forklifts, is limited. Variables such as wheel weight and dimensions, soil stability, access to power sources, and environmental conditions will be analyzed. Based on this analysis, the technical specifications of the device will be defined, ensuring its functionality in rural environments.

The implementation of this solution is expected to enhance operator safety, reduce the physical effort required, and optimize working time.

**Keywords:** wheels, agricultural machinery, occupational safety, ergonomics, load handling, operational efficiency.



# Contenido

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>Agradecimientos.....</b>                       | <b>3</b>  |
| <b>Resumen.....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>Abstract.....</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>Contenido.....</b>                             | <b>9</b>  |
| <b>1. Introducción.....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>2. Análisis de la problemática.....</b>        | <b>14</b> |
| 2.1. Análisis de variables.....                   | 14        |
| 2.1.1. Peso de la rueda.....                      | 14        |
| 2.1.2. Dimensiones.....                           | 14        |
| 2.1.3. Diámetro.....                              | 14        |
| 2.1.4. Tipo de suelo.....                         | 15        |
| 2.1.5. Estabilidad del terreno.....               | 15        |
| 2.1.6. Accesibilidad al área de trabajo.....      | 15        |
| 2.1.7. Accesibilidad a fuentes de energía.....    | 15        |
| 2.1.8. Condiciones medioambientales.....          | 16        |
| 2.1.9. Altura del eje de la rueda.....            | 16        |
| 2.1.10. Tiempo para la operación.....             | 16        |
| 2.1.11. Distancia a recorrer.....                 | 16        |
| 2.1.12. Condiciones de la rueda.....              | 16        |
| 2.2. Condiciones límites.....                     | 17        |
| 2.2.1. Seguridad del operario.....                | 17        |
| 2.3. Objetivos y propósitos.....                  | 17        |
| 2.3.1. Manipular ruedas agrícolas.....            | 17        |
| 2.3.2. Aumentar la seguridad.....                 | 17        |
| 2.3.4. Mejorar la eficiencia operativa.....       | 18        |
| 2.3.5. Asegurar la precisión del montaje.....     | 18        |
| 2.3.6. Maximizar la practicidad de uso.....       | 18        |
| 2.3.7. Aumentar la eficacia del sistema.....      | 18        |
| <b>3. Análisis de propuestas de solución.....</b> | <b>19</b> |
| 3.1. Propuestas de solución.....                  | 19        |
| 3.1.1. Solución 1.....                            | 19        |
| 3.1.2. Solución 2.....                            | 20        |
| 3.1.3. Solución 3.....                            | 21        |
| 3.1.4. Solución 4.....                            | 21        |
| 3.2. Elección de la solución.....                 | 22        |
| <b>4. Desarrollo.....</b>                         | <b>27</b> |

---

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 Fuerza de sujeción y mordazas.....                                       | 28        |
| 4.1.1 Fuerzas vertical, de sujeción, total y momento sobre las mordazas..... | 28        |
| 4.1.2 Dimensionamiento de sección estructural, esfuerzos.....                | 30        |
| 4.1.3 Dimensionamiento del actuador de mordaza superior.....                 | 32        |
| 4.2 Eje central.....                                                         | 36        |
| 4.2.1 Dimensionamiento eje central.....                                      | 36        |
| 4.2.2 Tapa frontal.....                                                      | 39        |
| 4.2.3 Cojinete de fricción.....                                              | 40        |
| 4.3 Soporte volcador.....                                                    | 41        |
| 4.3.1 Soporte.....                                                           | 41        |
| 4.3.2 Pernos de vinculación a bastidor y anclajes actuadores.....            | 43        |
| 4.3.3. Actuador rotador.....                                                 | 46        |
| 4.4 Soporte bastidor.....                                                    | 47        |
| 4.4.1 Bastidor.....                                                          | 47        |
| 4.4.2 Actuadores volcadores.....                                             | 49        |
| 4.4.3 Pernos de vinculación.....                                             | 51        |
| 4.4 Conjunto elevación.....                                                  | 53        |
| 4.4.1 Torre interna.....                                                     | 54        |
| 4.4.2 Superficie antidesgaste.....                                           | 54        |
| 4.4.3 Torre externa.....                                                     | 55        |
| 4.5 Conjunto Chasis.....                                                     | 57        |
| 4.5.1 Chasis.....                                                            | 58        |
| 4.5.2 Punta de eje, rodamientos y masa.....                                  | 60        |
| 4.5.3 Eje delantero y barra de dirección.....                                | 61        |
| 4.5.4 Lanza y enganche.....                                                  | 62        |
| 4.6 Central Hidráulica.....                                                  | 63        |
| 4.7 Análisis de vuelco.....                                                  | 64        |
| <b>5. Conclusiones.....</b>                                                  | <b>67</b> |
| <b>6. Bibliografía.....</b>                                                  | <b>69</b> |
| <b>7. Anexo.....</b>                                                         | <b>71</b> |
| 7.1 Esfuerzos y dimensionamiento mordaza.....                                | 71        |
| 7.2 Dimensionamiento pernos.....                                             | 74        |
| 7.3 Actuadores volcadores.....                                               | 77        |
| 7.4 Hojas de datos.....                                                      | 81        |
| 7.5 Anexo: Planos.....                                                       | 91        |

# 1.Introducción

La mecanización agrícola ha sido, a lo largo de la historia, uno de los pilares fundamentales en la evolución de la producción de alimentos y el desarrollo de la sociedad. Desde la incorporación de los primeros tractores y cosechadoras hasta la actualidad, la maquinaria agrícola ha experimentado un avance constante en términos de potencia, eficiencia, seguridad y tecnología aplicada. Sin embargo, a pesar de estos progresos, persisten problemáticas relacionadas con el mantenimiento y la operación de equipos en condiciones reales de trabajo.

Una de las tareas más críticas y riesgosas en el ámbito agrícola es la manipulación de ruedas de gran porte utilizadas en tractores y cosechadoras. Estas ruedas, que pueden superar los 900 kg de peso y los 2 metros de diámetro, requieren de procedimientos específicos para su extracción, colocación y traslado. La operación suele realizarse en el campo, en situaciones de emergencia vinculadas a roturas, pinchaduras o reemplazos de neumáticos, muchas veces en suelos desparejos y bajo condiciones ambientales adversas. La falta de equipos especializados obliga a los operarios a emplear métodos manuales o soluciones improvisadas, lo que no solo implica riesgos de seguridad significativos, como aplastamientos y sobreesfuerzos físicos, sino también retrasos en las labores agrícolas y pérdidas económicas asociadas al tiempo improductivo de la maquinaria.

El presente proyecto surge como respuesta a esta problemática concreta, identificada tanto en experiencias de campo como en antecedentes técnicos que señalan la necesidad de contar con dispositivos específicos para la manipulación segura y eficiente de ruedas agrícolas de gran porte. A lo largo de diferentes estudios previos y relevamientos prácticos, se observa que existen soluciones parciales en el mercado, muchas de ellas adaptadas a talleres o entornos industriales, pero con escasa adecuación a las condiciones reales del campo. En consecuencia, el desarrollo de un dispositivo móvil, autónomo o del tipo tráiler, se presenta como una alternativa viable y necesaria para cubrir esta carencia tecnológica.

Los objetivos principales de este trabajo se orientan a diseñar y evaluar una solución que permita manipular neumáticos agrícolas de gran porte de manera segura, práctica y eficiente. En particular, se busca reducir la cantidad de operarios requeridos para la tarea, minimizar riesgos de aplastamiento y esfuerzos físicos, garantizar la precisión en el centrado y alineación durante el montaje, y asegurar un procedimiento confiable en distintos tipos de suelos y entornos rurales. Al mismo tiempo, se propone alcanzar un diseño robusto, de bajo mantenimiento, con buena movilidad en el campo y adaptable a las diferentes condiciones operativas de tractores y cosechadoras.

En cuanto a los alcances, el proyecto comprende el análisis de variables fundamentales como peso, dimensiones, estabilidad del terreno, condiciones ambientales, accesibilidad al área de trabajo y movilidad. Sobre esta base se estudiarán alternativas de solución, se evaluarán mediante criterios objetivos (seguridad, eficiencia operativa, costo, versatilidad, mantenibilidad, entre otros), y se justificará la selección de la opción más adecuada para llevar adelante un prototipo conceptual. Este informe se centrará especialmente en el diseño estructural del dispositivo, la verificación de componentes críticos como brazos de sujeción, pernos y cilindros hidráulicos, y en la evaluación de su estabilidad en distintas condiciones de operación.

Es importante remarcar también las limitaciones del estudio. El presente proyecto se desarrolla en el marco de un trabajo de ingeniería académica, por lo cual no contempla la fabricación a escala industrial ni la certificación normativa del dispositivo. Tampoco se incluye la validación experimental en campo mediante prototipos funcionales, aunque sí se plantean lineamientos que podrían aplicarse en futuros desarrollos. Asimismo, el estudio se centra en ruedas agrícolas de gran porte dentro de un rango de dimensiones y pesos representativos, sin abarcar la totalidad de configuraciones posibles en el mercado.

El significado de este estudio radica en que su resultado no solo representa una propuesta de innovación tecnológica, sino también un aporte directo a la seguridad laboral y a la eficiencia en el sector agrícola. La posibilidad de contar con un dispositivo diseñado específicamente para la extracción, colocación y traslado de ruedas agrícolas grandes contribuirá a reducir accidentes laborales, optimizar tiempos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de maquinaria en épocas críticas de cosecha. Además, el

proyecto busca sentar una base metodológica que combine criterios técnicos de diseño mecánico con consideraciones prácticas del entorno rural, de modo que la solución propuesta sea factible, útil y sostenible en el tiempo.

En síntesis, esta introducción plantea la problemática, la justificación de la importancia del estudio, los objetivos, alcances y limitaciones, así como el aporte esperado del proyecto. A partir de este marco, el desarrollo posterior se enfocará en la evaluación detallada de las variables involucradas, la comparación de alternativas, la selección de la solución más adecuada y el análisis estructural de los componentes principales que conformarán el dispositivo de manipulación de ruedas agrícolas.

## **2. Análisis de la problemática**

### **2.1. Análisis de variables**

En este capítulo, se analizan en detalle todas las variables que afectan el proceso de extracción y colocación de estas ruedas en tractores y cosechadoras. Desde las dimensiones y peso de los neumáticos, los riesgos de seguridad y esfuerzo físico necesario para realizar la maniobra, hasta las condiciones del terreno, precisión en el montaje y consideraciones sobre la estabilidad del equipo involucrado.

#### **2.1.1. Peso de la rueda**

El peso del conjunto neumático-llanta-cámara es una variable crítica para el diseño estructural y el sistema de elevación del dispositivo. En la peor condición, cuando la rueda contiene lastre líquido, el peso puede alcanzar aproximadamente 950 kg. Diferentes configuraciones de neumáticos presentan variaciones de peso significativas, como el caso de un neumático 710/70R38 que pesa 300 kg, sumado a una llanta de 180 kg y 425 litros de agua puede alcanzar 945 kg. Estas cifras son fundamentales para dimensionar los actuadores, los puntos de apoyo y la resistencia de los materiales.

#### **2.1.2. Dimensiones**

Las dimensiones del neumático determinan el espacio que debe contemplarse en el diseño del dispositivo. En aplicaciones agrícolas, los neumáticos más comunes varían en medidas, desde un 18.4-34 hasta un 1050/50R32. El diseño del mecanismo de sujeción y manipulación debe ser adaptable a estas variaciones para garantizar su funcionalidad en distintas máquinas.

#### **2.1.3. Diámetro**

El diámetro exterior de los neumáticos oscila entre 1600 y 2000 mm, mientras que el diámetro interior varía desde 800 mm (para llantas de 32") hasta 1170 mm (para llantas de 46"). Esto influye directamente en la geometría del dispositivo, el diseño de las

mordazas o soportes, y el mecanismo de elevación, asegurando que la rueda pueda sujetarse sin interferencias.

#### **2.1.4. Tipo de suelo**

El dispositivo debe ser capaz de operar en diversos tipos de suelo: franco, limoso, arcilloso, arenoso, fangoso o pedregoso. Esta variable afecta el diseño del sistema de movilidad, requiriendo adaptaciones como ruedas todo terreno, orugas o estabilizadores que eviten hundimientos y aseguren la estabilidad durante la extracción e instalación.

#### **2.1.5. Estabilidad del terreno**

El grado de compactación, la presencia de rastros, barro o restos de cosecha afecta la estabilidad del equipo durante la operación. En algunos casos, la extracción podría realizarse sobre caminos de tierra o ripio, lo que podría requerir sistemas de nivelación o ajuste para garantizar la seguridad y precisión.

#### **2.1.6. Accesibilidad al área de trabajo**

Si bien el espacio de trabajo suele ser amplio, se debe considerar la distancia entre la rueda y otros componentes del tractor o cosechadora, como guardabarros y laterales, con espacios mínimos de 132 mm y 265 mm respectivamente. Esto condiciona el tamaño y la maniobrabilidad del dispositivo.

#### **2.1.7. Accesibilidad a fuentes de energía**

El dispositivo puede requerir energía hidráulica, eléctrica o mecánica. En el campo, no hay acceso a la red eléctrica, por lo que se debe considerar el uso de motores a explosión, baterías de corriente continua, toma de fuerza del tractor o conexiones a válvulas hidráulicas disponibles en la maquinaria.

### **2.1.8. Condiciones medioambientales**

Factores como viento, lluvia, polvo, exposición prolongada al sol y temperaturas extremas pueden influir en el desempeño del dispositivo, afectando componentes hidráulicos, electrónicos o mecánicos. Se deben elegir materiales y recubrimientos adecuados para resistir estas condiciones.

### **2.1.9. Altura del eje de la rueda**

El eje de la rueda se encuentra aproximadamente a 900 mm del suelo. Esta altura es clave para definir el rango de trabajo del mecanismo de elevación y los puntos de sujeción de la rueda en el dispositivo.

### **2.1.10. Tiempo para la operación**

La eficiencia del dispositivo debe permitir la extracción y carga de la rueda en un tiempo razonable, actualmente estimado entre 10 y 15 minutos. Esto influye en la selección de actuadores, el diseño del sistema de enganche y la facilidad de manipulación.

### **2.1.11. Distancia a recorrer**

El neumático debe trasladarse desde la maquinaria hasta el carro de carga, generalmente en un rango de 10 metros. Esto requiere que el dispositivo cuente con una estructura que permita la movilidad de manera estable y controlada.

### **2.1.12. Condiciones de la rueda**

Antes de la extracción, es crucial evaluar si la rueda tiene lastre líquido, contrapesos de metal, si está inflada o dañada. Un neumático en mal estado podría requerir una manipulación especial para evitar accidentes o esfuerzos excesivos en el dispositivo.

## **2.2. Condiciones límites**

### **2.2.1. Seguridad del operario**

Una de las condiciones límites fundamentales en el diseño del dispositivo es garantizar la seguridad del operario en todo momento. Particularmente, se busca eliminar completamente el riesgo de aplastamiento causado por la caída accidental del neumático durante las maniobras de extracción o colocación. Asimismo, es imprescindible reducir a un nivel mínimo la probabilidad de pérdida de control de la rueda, ya que su manipulación implica masas elevadas que, de no ser sujetadas adecuadamente, podrían generar situaciones peligrosas para el personal involucrado. Esta condición impone requisitos estrictos sobre la estabilidad, la capacidad de sujeción y el control del dispositivo, priorizando la integridad física del operador sobre cualquier otro criterio de diseño.

## **2.3. Objetivos y propósitos**

### **2.3.1. Manipular ruedas agrícolas**

Diseñar un sistema que permita manipular ruedas agrícolas de gran porte de forma segura, eficiente y precisa. Se busca minimizar los riesgos de aplastamiento y los esfuerzos físicos requeridos por el operario, reducir la cantidad de personal necesario para la tarea, asegurar un centrado confiable entre el eje de la rueda y el de la maquinaria, y facilitar el montaje y desmontaje mediante un proceso ágil y efectivo.

### **2.3.2. Aumentar la seguridad**

Mitigar significativamente los riesgos asociados a la tarea, tales como aplastamientos, atrapamientos de extremidades y lesiones musculares por esfuerzos excesivos. La solución debe priorizar la integridad física del operario durante todo el procedimiento.

### **2.3.3. Versatilidad**

Permitir la utilización del dispositivo con una amplia gama de dimensiones y tipos de ruedas, tanto traseras como duales, de distintos equipos agrícolas (tractores, cosechadoras, etc.).

### **2.3.4. Mejorar la eficiencia operativa**

Optimizar el proceso de manipulación de la rueda para que pueda ser realizado con una menor cantidad de operarios, reduciendo tiempos improductivos y aumentando la productividad general del sistema.

### **2.3.5. Asegurar la precisión del montaje**

Garantizar un alineamiento exacto entre el eje de la rueda y el de la máquina, así como la correcta coincidencia entre pernos y agujeros, condición indispensable para un montaje seguro y funcional.

### **2.3.6. Maximizar la practicidad de uso**

Desarrollar una solución que sea simple de operar, intuitiva y adaptable a distintos contextos de trabajo, incluso en condiciones adversas de campo.

### **2.3.7. Aumentar la eficacia del sistema**

Permitir un montaje y desmontaje exitoso de la rueda en pocos pasos, asegurando que la tarea se complete correctamente y sin necesidad de ajustes adicionales o reiteraciones.

## 3. Análisis de propuestas de solución

### 3.1. Propuestas de solución

#### 3.1.1. Solución 1

Una posible solución sería diseñar un sistema de extracción, rotación y elevación, todos comandados de manera hidráulica, aprovechando las válvulas de control selectivo del tractor. Para describir mejor el sistema, se puede subdividir en los siguientes:

- Sistema de elevación:

Cuenta de una plataforma central que desliza sobre unas guías verticales, las cuales entre sí están vinculadas mediante un cilindro hidráulico para elevar o descender la plataforma central.

- Sistema de extracción:

Consta de un trípode en el cual se ubican tres mordazas que actuarán de manera sincronizada ejerciendo la fuerza necesaria para sujetar la rueda. Cada mordaza está compuesta por un cilindro y una superficie cónica en su extremo para asegurar el agarre, estos se encuentran recubiertos por una “superficie de piedra texturizada”. De esta manera se aumenta el coeficiente de fricción entre neumático y cilindro, evitando deslizamientos.

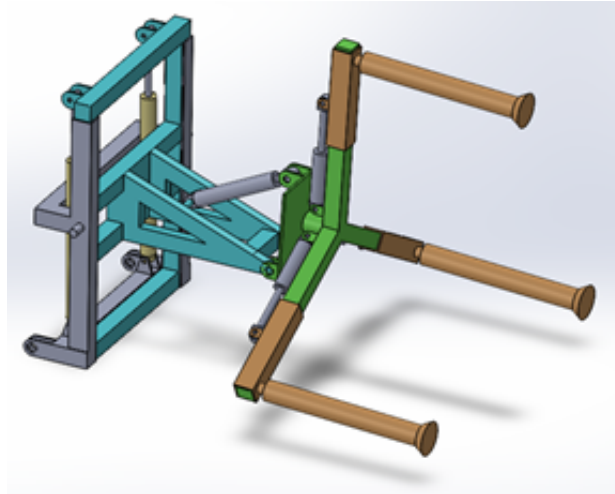
- Sistema de rotación:

La base del trípode está vinculada mediante un punto pivote al cuerpo central del sistema elevador, y por otro lado con un actuador hidráulico que provoca la rotación del mismo de vertical a horizontal.

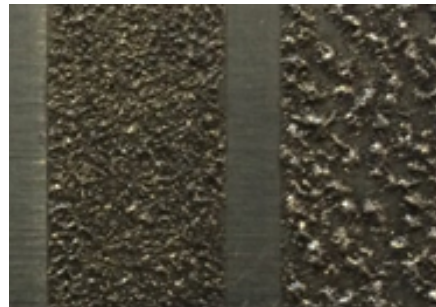
- Sistema de giro:

Con un motor eléctrico y una reducción se provoca el giro del eje central en

ambos sentidos. Se puede incorporar una junta giratoria para vincular los actuadores de las mordazas.



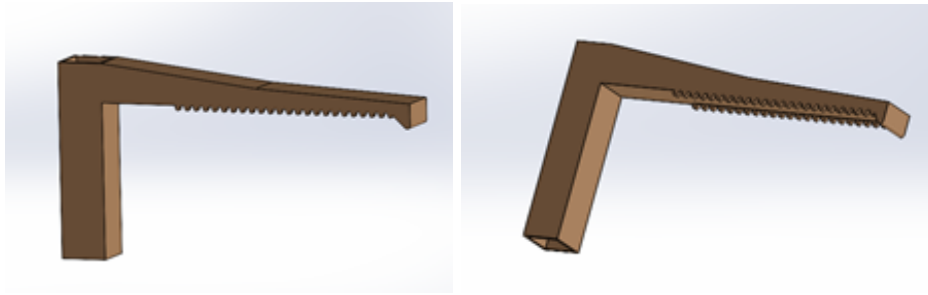
**Figura 3-1:** Solución 1:



**Figura 3-2:** recubrimiento de piedra texturizada:

### 3.1.2. Solución 2

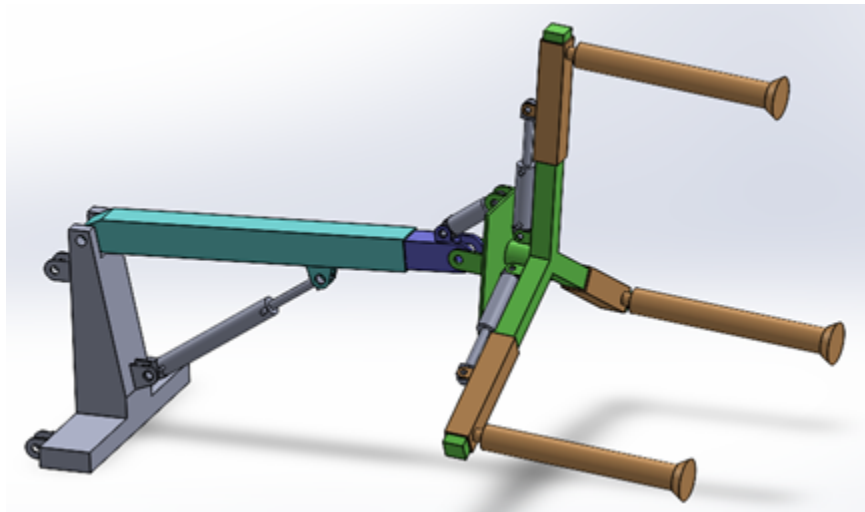
Similar a la propuesta anterior, se propone un cambio en el sistema de extracción. Reemplazando las mordazas cilíndricas por unas de forma prismática, que cuentan con una superficie cónica en su extremo para asegurar el agarre y un dentado en su parte interna para aumentar el coeficiente de fricción con la rueda.



**Figura 3-3:** mordaza de forma prismática:

### 3.1.3. Solución 3

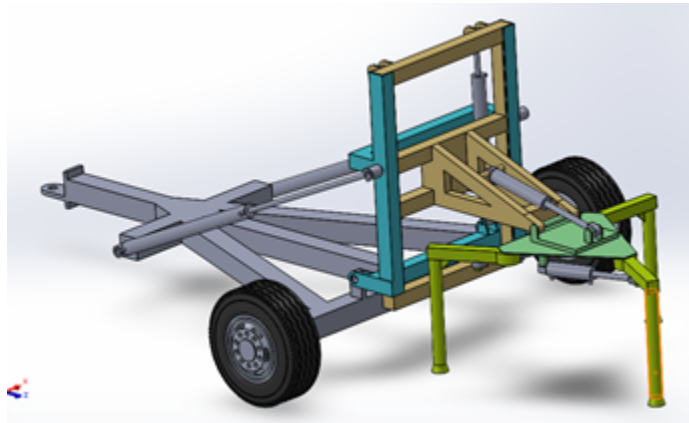
Esta propuesta consiste en un sistema de extracción y rotación similar a las anteriores. En este caso el sistema de elevación es de tipo grúa con un brazo telescópico comandado por actuadores hidráulicos. El mismo, está vinculado al levante de tres puntos del tractor.



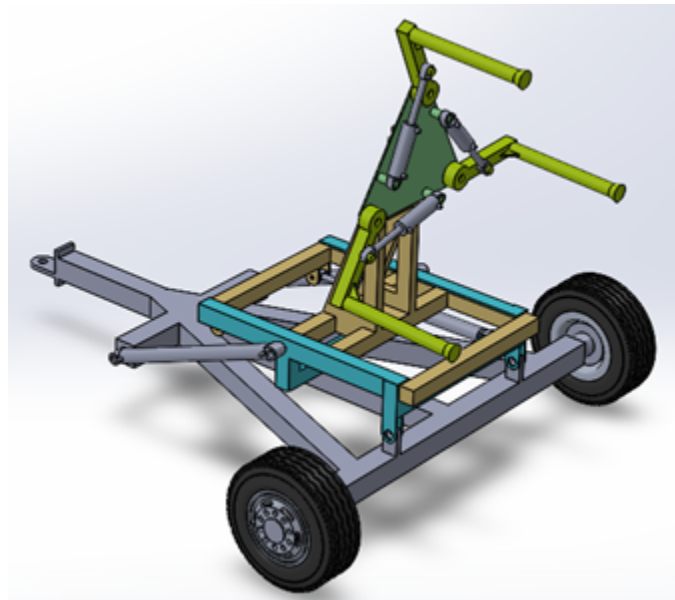
**Figura 3-4:** solución brazo extensible:

### 3.1.4. Solución 4

Utilizando el mismo sistema de extracción, rotación y elevación que las propuestas anteriores, se plantea montarlo sobre un tráiler y que cuenta con una central hidráulica independiente, la cual se alimenta de un banco de baterías.



**Figura 3-5:** solución tipo trailer:



**Figura 3-6:** solución tipo trailer:

## 3.2. Elección de la solución

Para seleccionar la solución más adecuada al problema planteado, se elaboró una matriz de decisión. Esta herramienta permite evaluar y comparar diferentes alternativas en función de una serie de criterios previamente definidos, asignándoles una ponderación relativa según su importancia dentro del proyecto. La matriz facilita la organización y el análisis de la información clave, permitiendo tomar decisiones más objetivas y fundamentadas.

Los criterios de evaluación seleccionados y sus respectivos pesos fueron los siguientes:

- Seguridad: 0,25
- Eficiencia operativa: 0,15
- Versatilidad: 0,10
- Altura mínima: 0,10
- Estabilidad: 0,10
- Costo efectivo: 0,10
- Mantenibilidad: 0,10
- Compatibilidad hidráulica: 0,05
- Complejidad: 0,05

Una vez establecidos los criterios, se calificaron las distintas soluciones propuestas en una escala del 1 al 10, en función del grado en que satisfacen cada uno de estos aspectos. Luego, se calculó el puntaje ponderado de cada alternativa, permitiendo identificar la opción más conveniente. En este caso, la solución tipo tráiler fue la mejor valorada. (ver **Tabla 3-1**)

**Tabla 3-1:** matriz de decisión de solución.

| Propuestas  | Seguridad | Versatilidad | Altura mínima | Estabilidad | Eficiencia operativa | Comp. Hidráulica | Costo efectivo | Mantenibilidad | Complejidad |      |
|-------------|-----------|--------------|---------------|-------------|----------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|------|
| Ponderacion | 0.25      | 0.1          | 0.1           | 0.1         | 0.15                 | 0.05             | 0.1            | 0.1            | 0.05        | 1    |
| Propuesta 1 | 6         | 4            | 8             | 6           | 6                    | 9                | 6              | 6              | 6           | 6.15 |
| Propuesta 2 | 6         | 4            | 8             | 6           | 6                    | 9                | 6              | 6              | 6           | 6.15 |
| Propuesta 3 | 8         | 4            | 9             | 6           | 6                    | 9                | 4              | 6              | 4           | 6.45 |
| Propuesta 4 | 8         | 9            | 9             | 10          | 10                   | 8                | 6              | 9              | 8           | 8.6  |

Luego del análisis de alternativas y la evaluación mediante la matriz de decisión, se determinó que la solución tipo tráiler es la opción más adecuada para dar respuesta a la

problemática de extracción y colocación de ruedas agrícolas de gran porte. Esta elección se sustenta en el cumplimiento más favorable de los objetivos de diseño y propósitos funcionales establecidos durante el desarrollo del proyecto.

En primer lugar, desde el punto de vista de la seguridad del operario, el diseño tipo tráiler ofrece una estructura estable, robusta y separada físicamente de la maquinaria, reduciendo significativamente los riesgos de atrapamiento o aplastamiento durante la manipulación de la rueda. Esta configuración permite ubicar al operario en una posición segura y alejada de los puntos de peligro.

Respecto a la ergonomía y la eficiencia operativa, la solución tipo tráiler permite automatizar gran parte del proceso, disminuyendo notablemente el esfuerzo físico necesario y reduciendo la cantidad de operarios requeridos. Esto contribuye a una operación más rápida, precisa y controlada, mejorando la productividad en tareas de mantenimiento o recambio de ruedas.

En cuanto a la versatilidad, esta solución puede adaptarse con facilidad a diferentes tipos y tamaños de ruedas, así como a distintas configuraciones de tractores o cosechadoras. El sistema de sujeción modular y el control independiente del movimiento garantizan una correcta alineación con los ejes y los pernos, cumpliendo con el objetivo de precisión en el montaje.

Por otro lado, el diseño tipo tráiler permite alcanzar la altura mínima operativa requerida para intervenir en diferentes modelos de maquinaria agrícola, sin depender del levante hidráulico de un tractor. Además, al ser remolcable se puede adaptar fácilmente a cualquier vehículo que posea enganche.

Desde el punto de vista de la mantenibilidad y la durabilidad, este sistema puede fabricarse con materiales estandarizados y de alta resistencia, con un diseño accesible para tareas de mantenimiento rutinario. Finalmente, al no requerir adaptaciones específicas a un solo tractor, y ofrecer compatibilidad hidráulica o autonomía energética, se considera una solución más eficiente, práctica y sustentable a largo plazo.

En resumen, la solución tipo tráiler se alinea de manera integral con los objetivos propuestos, siendo una alternativa segura, eficiente, versátil y técnicamente viable para el entorno operativo del campo.

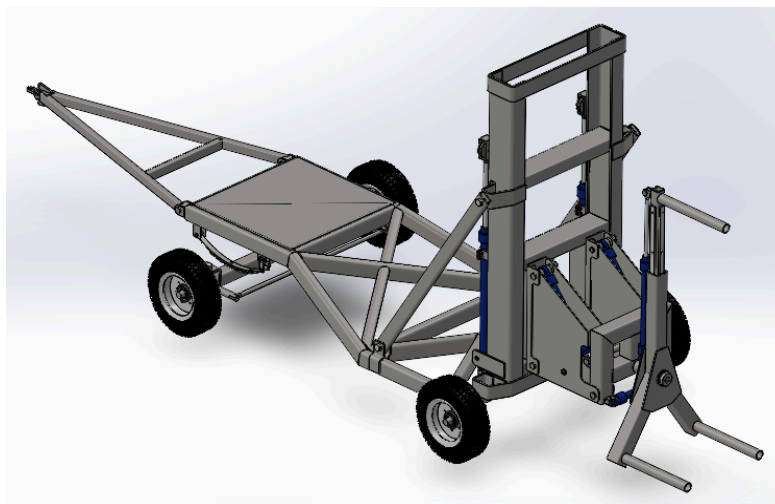


## 4. Desarrollo

En este capítulo se presentan en detalle las etapas de desarrollo del dispositivo, organizadas en módulos con el objetivo de trabajar de manera estructurada y ordenada. En cada sección se describen las líneas de pensamiento seguidas, las principales dificultades encontradas durante el proceso y las soluciones implementadas para resolverlas. Asimismo, se fundamenta cada decisión de diseño a través de una argumentación técnica respaldada en cálculos analíticos o, cuando la complejidad del componente lo requiere, mediante simulaciones numéricas.

Para el diseño del sistema de izaje y de los distintos elementos estructurales se tomó como referencia la norma ASME BTH-1 [6], la cual establece criterios para el dimensionamiento de equipos de levantamiento. De acuerdo con esta normativa, se adoptó un factor de seguridad (FOS) igual a 4, lo que implica que los materiales seleccionados deben trabajar, como máximo, a un cuarto de su límite elástico, según el tipo de sollicitación considerada.

Finalmente, se presenta la solución desarrollada en su conjunto, ilustrada mediante figuras representativas, en las que se destacan las principales características constructivas y funcionales de cada módulo del dispositivo. Véase la figura 4.1:



**Figura 4-1:** conjunto manipulador.

## 4.1 Fuerza de sujeción y mordazas

Para garantizar una sujeción segura de la rueda agrícola durante las maniobras de extracción y colocación, se llevó a cabo el cálculo de la fuerza en posición vertical y horizontal que debe ejercer cada mordaza, así como la verificación de los esfuerzos que actúan sobre los brazos del dispositivo. Este análisis permite dimensionar adecuadamente los elementos estructurales del sistema y asegurar su funcionamiento bajo condiciones reales de trabajo. Partiendo de los siguientes datos:

- Peso estimado de la rueda: 950 kg

- Fuerza total (peso):

$$P = m \times g = 950 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9319,5 \text{ N}$$

- Cantidad de mordazas: 3
- Coeficiente de fricción entre mordaza y rueda:  $\mu=0.7$  (estimación conservadora de coeficiente de roce entre neumático de caucho y metal recubierto con piedra texturizada)
- Longitud del brazo en voladizo: 0.70 m

### 4.1.1 Fuerzas vertical, de sujeción, total y momento sobre las mordazas

Cuando la rueda está suspendida verticalmente, el peso total de la rueda no se reparte equitativamente entre las tres mordazas, ver figura 4-2:



**Figura 4-2: DCL mordazas**

- Las dos mordazas inferiores (en posición aproximadamente a 120° entre sí) soportan casi todo el peso.
- La mordaza superior, en la parte alta de la rueda, no está cargada verticalmente puede ayudar a centrar o estabilizar, pero no a soportar peso.

Por lo tanto, cada mordaza inferior soporta la mitad del peso total (ecuación 4.1):

$$F_{vertical} = \frac{Peso\ rueda}{2} = \frac{9319,5\ N}{2} = 4659.75\ N \quad (4.1)$$

Cuando la rueda se encuentra en posición horizontal, para sujetar y evitar el deslizamiento de la misma, la fuerza de rozamiento generada por las tres mordazas debe ser al menos igual al peso de la misma. Se determina la fuerza normal requerida por cada brazo a partir de la expresión (ecuación 4.2):

$$\mu \times n \times N \geq Peso$$

$$N \geq \frac{Peso}{\mu \times n}$$

$$N \geq \frac{9319,5\ N}{3 \times 0,7} = 4437.86\ N \quad (4.2)$$

Al tener la rueda sujeta en posición vertical, la fuerza ejercida sobre una mordaza es la suma de dos fuerzas. Una ejercida por el apriete de los hidráulicos necesario para sujetar la rueda y la otra el peso de la rueda (ecuación 4.3).

$$F_{totalvertical} = F_{vertical} + N = 4659.75N + 4437.86N = 9097.61 N \text{ (4.3)}$$

Cada brazo se comporta como un voladizo con una carga distribuida a lo largo. Suponiendo la fuerza ejercida en el extremo a máxima distancia, peor condición, el momento flector que actúa en la base se calcula como (ecuación 4.4):

$$M = N \times L = 9097.61N \times 0,7 \text{ mts} = 3106.5 N.m \text{ (4.4)}$$

#### 4.1.2 Dimensionamiento de sección estructural, esfuerzos

Se selecciona un tubo estructural hueco como sección resistente del brazo, por su buena relación rigidez-peso, los cálculos y método de las secciones realizado para su dimensionamiento se encuentran en el anexo 6.1. Las dimensiones adoptadas se resumen en la tabla 4-1:

**Tabla 4-1:** selección de sección mordazas.

| Selección de tubo estructural | Valor            | Unidades       |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Material                      | Tub 2.5 Sch s80  |                |
| Diametro ext D                | 73.03            | mm             |
| Espesor                       | 7.01             | mm             |
| Diametro interior d           | 59.01            | mm             |
| Limite elastico               | 304.01           | MPa            |
| Modulo resistente W           | 0.00002193825489 | m <sup>3</sup> |
| Tension de flexion            | 70.80            | MPa            |
| FOS                           | 4.29             |                |

De igual manera se realizó el dimensionamiento del trípode seleccionando un tubo cuadrado en material AISI 1020 como se detalla en la tabla 4-2:

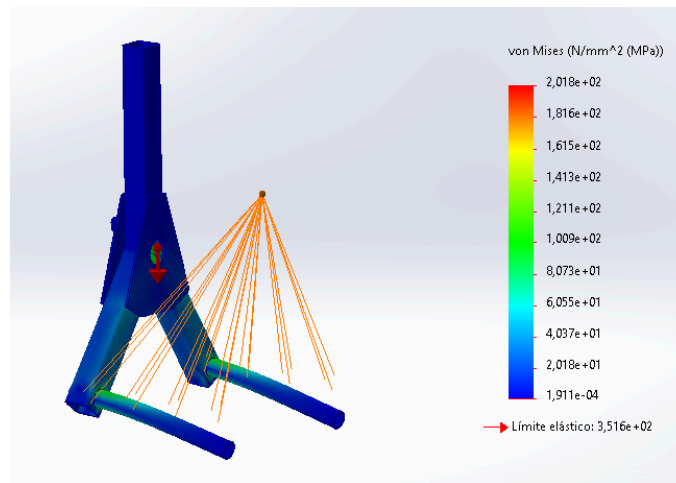
**Tabla 4-2:**

| Selección de tubo estructural | Valor            | Unidades       |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Material                      | Acero AISI1020   |                |
| Diametro ext D                | 101.6            | mm             |
| Espesor                       | 7.9375           | mm             |
| Diametro interior d           | 85.725           | mm             |
| Limite elastico               | 304.01           | MPa            |
| Modulo resistente W           | 0.00005077910442 | m <sup>3</sup> |
| Tension de flexion            | 62.71            | MPa            |
| FOS                           | 4.85             |                |

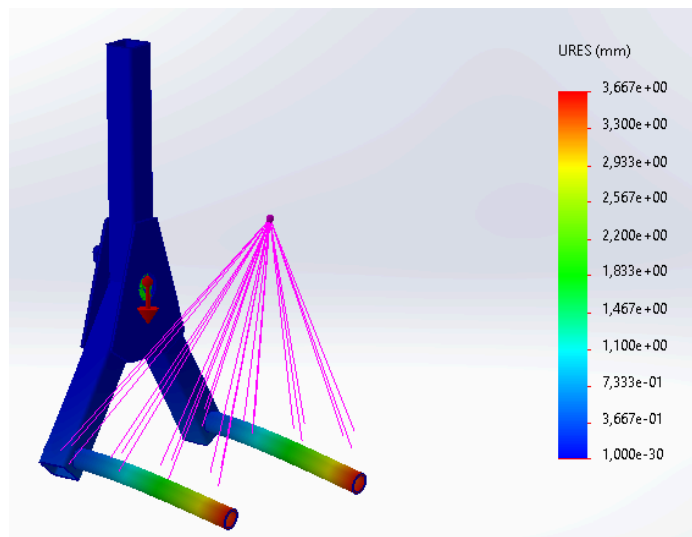
El esfuerzo calculado se encuentra por debajo del límite elástico del acero SAE 1020, por lo tanto, el diseño propuesto es estructuralmente seguro, con un factor de seguridad estimado mayor a 4. Se considera una sección adecuada para condiciones de trabajo exigentes en entornos agrícolas.

Se realizó un análisis estático en SolidWorks Simulation con el objetivo de contrastar los cálculos teóricos con el comportamiento estructural del trípode. A cada componente se le asignó el material acero AISI 1020, se consideró la acción de la gravedad y se aplicó una masa remota de 950 kg, representando el peso máximo de la rueda agrícola a manipular. El estudio permitió obtener las tensiones equivalentes de Von Mises y los desplazamientos.

En los resultados se observó que la tensión máxima de Von Mises alcanzó un valor de 201,8 MPa, localizada en una zona puntual de concentración de esfuerzos, permaneciendo por debajo del límite elástico del material (351,6 MPa), ver figura 4-3. Asimismo, el análisis de desplazamientos mostró una deformación máxima de 3,6 mm en la zona de la punta de la mordaza, considerada admisible para la función del dispositivo, ver figura 4-4.



**Figura 4-3: Tensiones**



**Figura 4-4: Deformación**

### 4.1.3 Dimensionamiento del actuador de mordaza superior

Este actuador cumple la función de extender la mordaza y luego cerrarla para ejercer la fuerza normal necesaria para sujetar la rueda. Se optó por un modelo de doble efecto necesario para el movimiento de la sujeción y/o liberación. El cilindro se obtuvo a través de la búsqueda en el catálogo de Bosch Rexroth [12]. Y se decidió utilizar el modelo CDH1 que es como el que se ve en la figura 4-5.



**Figura 4-5:** Actuador Bosch CDH1

En primer lugar, se dimensionan los actuadores en base al peso o la fuerza a ejercer y la velocidad que se quiere obtener para realizar la sujeción. Se resumen los datos de los que se parte para el dimensionamiento del actuador:

- Fuerza a ejercer: 4437 N
- Peso de la mordaza superior:  $45\text{kg} \times 9,81\text{m/s}^2 = 441\text{ N}$
- Tiempo de aceleración: 0,1 segundos
- Distancia de recorrido: 0,6 m
- Cantidad de actuadores: 1
- Velocidad promedio de los actuadores Rexroth: 0,2 m/seg

Se divide el movimiento de aceleración en dos partes una con aceleración y otra con velocidad constante. Para el primero se cuenta con los siguientes datos.

- $t_1 = 0,1\text{ seg}$
- $F = 4437\text{ N}$

Con estos datos planteamos las ecuaciones de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (ver ecuaciones 4.4 y 4.5 debajo).

$$a = \frac{v_f}{t_1} = \frac{0,2\text{ m/s}}{0,1\text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (4.4)$$

$$y = \frac{1}{2} \times a \times t_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (0,1\text{ s})^2 = 0,01\text{ m} \quad (4.5)$$

Con esta distancia recorrida en aceleración y la distancia recorrida a velocidad de trabajo la cual es 0.2 m/s, se puede calcular el tiempo total de operación de la siguiente manera (ver ecuación 4.6 debajo).

$$T_{total} = t_1 + t_2 = 0,1s + \frac{0,6\text{ m}}{0,1\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6,1s \quad (4.6)$$

Para obtener la presión y caudal necesarios para mover el conjunto mordazas-rueda se siguió la siguiente metodología. Se planteó que la potencia necesaria para mover el equipo es igual al producto de la velocidad máxima del actuador y las sumas de las fuerzas, siendo estas el peso del equipo, la fuerza para acelerar verticalmente y la fricción (ver ecuación 4.7 debajo).

$$Potencia = (Fuerza_{normal} + F_{peso\text{mordaza}} + Fricción) V_{max} \quad (4.7)$$

No se tiene en cuenta la fricción debido a que se colocó una superficie con bajo coeficiente de rozamiento y se considera despreciable la misma en comparación de las otras fuerzas (ver ecuación 4.8 y 4.9 debajo).

$$Potencia = (F_{normal} + F_{peso\text{mordaza}}) V_{max} \quad (4.8)$$

$$Potencia = (4437N + 441N) 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 487,8 \text{ Watt} \quad (4.9)$$

Para calcular tanto presión como caudal es necesario el diámetro del pistón por lo cual en base a las fuerzas que este soportaría, la cual es igual a  $F_{act} = F_{normal} + F_{peso} = 4878N$ . Si vemos la tabla 4-1, se puede notar que el pistón de 40 milímetros de diámetro ya verifica esta condición.

Ya elegido el diámetro del pistón, pasamos a calcular la presión que necesitará la bomba para impulsar este movimiento (ver ecuación 4.10 debajo).

$$P_{bomba} = \frac{F_{act}}{A_{piston}} = \frac{4878N}{1256,64\text{mm}^2} = 3,88 \text{ MPa} = 38,8 \text{ bar} \quad (4.10)$$

Ahora para calcular el caudal necesario para llenar la cámara del cilindro, con el tiempo para realizar la maniobra, el área del pistón y la carrera total de este obtenemos (ver ecuación 4.11).

$$Q_{bomba} = \frac{Volumen}{T_{total}} = \frac{A_{piston} \times carrera}{T_{total}} = \frac{1256,64\text{mm}^2 \times 600\text{mm}}{6,1s} = 7,5 \frac{\text{L}}{\text{min}} \quad (4.11)$$

Verificamos los resultados con la potencia obtenida en pasos anteriores (ver ecuación 4.12 debajo).

$$Potencia = P_{bomba} \times Q_{bomba} \approx \frac{4878 \text{ N}}{1256,64 \text{ mm}^2} \times \frac{1256,64 \text{ mm}^2 \times 600 \text{ mm}}{6,1 \text{ s}} = 436,51 \text{ Watt} \quad (4.12)$$

Los datos más importantes de este modelo fueron extraídos del catálogo que se encuentra en el anexo y se agrupan en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** datos de actuador.

|                                  |         |         |         |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Presion [bar]                    | 100.00  |         |         |         |         |
| Diametro piston [mm]             | 40.00   | 50.00   | 63.00   | 80.00   | 100.00  |
| Area piston [mm2]                | 1256.64 | 1963.50 | 3117.25 | 5026.55 | 7853.98 |
| Fuerza [kN]                      | 12.57   | 19.63   | 31.17   | 50.27   | 78.54   |
| Diámetro vástago [mm]            | 22-28   | 28-36   | 36-45   | 45-56   | 56-70   |
| Max velocidad de carrera [m/seg] | 0.31    | 0.20    | 0.28    | 0.18    | 0.20    |

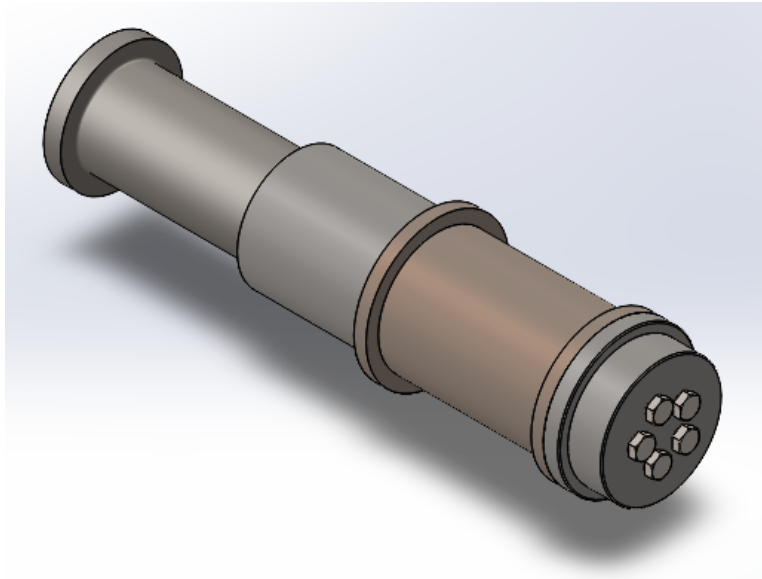
A continuación a modo de resumen se dejan los resultados obtenidos en la tabla 4-4:

**Tabla 4-4:** datos utilizados y resultados obtenidos del actuador mordaza.

|                                  |           |       |        |       |
|----------------------------------|-----------|-------|--------|-------|
| Peso de la rueda                 | 9319.50   | N     |        |       |
| Coef de friccion mu              | 0.70      |       |        |       |
| Cant de mordazas                 | 3.00      |       |        |       |
| Fuerza normal minima de sujecion | 4437.86   | N     |        |       |
| Fuerza a ejercer por c/actuador  | 4437.86   | N     |        |       |
| Tiempo aceleracion               | 0.10      | seg   |        |       |
| Distancia recorrido              | 0.60      | m     |        |       |
| Cant de actuadores               | 1         |       |        |       |
| Velocidad actuadores             | 0.10      | m/seg |        |       |
| Aceleracion                      | 1.00      | m/s2  |        |       |
| Distancia acelerando             | 0.01      | m     |        |       |
| Tiempo total                     | 6.10      | seg   |        |       |
| Area piston seleccionado         | 1256.64   | mm2   |        |       |
| Presion bomba                    | 3.53      | MPa   | 35.32  | bar   |
| Volumen de camara                | 753982.24 | mm3   | 0.75   | L     |
| Qbomba                           | 123603.65 | mm3/s | 12.16  | L/min |
| Potencia                         | 436.51    | Watt  | 436.51 | Watt  |

## 4.2 Eje central

En esta parte se realizan los cálculos de dimensionamiento del eje y las partes que lo integran como ser el buje, cojinete de fricción y tapa del mismo con sus respectivos tornillos. Ver figura 4-6.



**Figura 4-6:** Eje central

### 4.2.1 Dimensionamiento eje central

Se tiene como datos los siguientes que se encuentran resumidos en la tabla 4-5:

**Tabla 4-5:** datos para cálculo eje.

| Datos                    | Valor     | Unidades |
|--------------------------|-----------|----------|
| Peso rueda               | 950       | Kg       |
| Peso conjunto mordazas   | 200       | Kg       |
| Largo eje                | 273       | mm       |
| Reaccion en y (pto A)    | 11281.5   | N        |
| Reaccion momento (pto A) | 3079.8495 | N.m      |

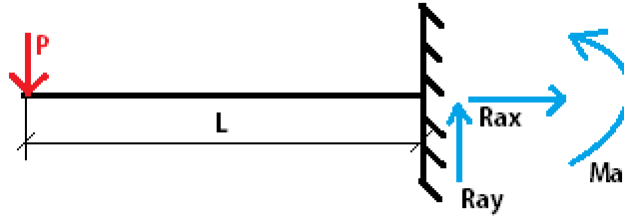


Figura 4-7: DCL eje

Donde P es igual al conjunto rueda + mordazas (figura 4-7),

Se plantean las ecuaciones de equilibrio estático (4.13, 4.14 y 4.15):

$$\Sigma F_x = R_{ax} = 0 \quad (4.13)$$

$$\Sigma F_y = R_{ay} - P = 0 \rightarrow R_{ay} = P = 1150 \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 11281,5 \text{ N} \quad (4.14)$$

$$\Sigma M_a = M_a + P * L = 0 \rightarrow M_a = -P * L = 11281,5 \text{ N} * 0,273 \text{ m} = 3080 \text{ N.m} \quad (4.15)$$

Como el momento flector es constante, se usa ese valor para dimensionar el diámetro mínimo del eje de la siguiente manera (ecuación 4.16):

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{el}}{FOS} = \frac{460 \text{ MPa}}{3} = 153,33 \text{ MPa} \quad (4.16)$$

$$\text{y con : } \sigma_{flex} = \frac{M_f}{W} \quad (4.17)$$

$$\text{donde: } W_x = W_y = \pi \frac{\phi^3}{32}$$

Igualando la tensión admisible con la tensión debido a flexión (4.16 y 4.17), se despeja el diámetro para obtener la medida mínima que cumpla con las solicitaciones (ecuación 4.18).

$$\sigma_{flex} = \sigma_{adm} \rightarrow \sigma_{adm} = \frac{M_f}{W} \rightarrow \sigma_{adm} = \frac{32M_f}{\pi \phi^3}$$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{32M_f}{\pi \sigma_{adm}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 3080 \text{ N.m}}{\pi * 153,33 \text{ MPa}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 3080000 \text{ N.mm}}{\pi * 153,33 \text{ N/mm}^2}} = 58,92 \text{ mm} \quad (4.18)$$

Resumiendo los datos en la tabla 4-6:

**Tabla 4-6:** dimensionamiento eje a flexión.

| Dimensionamiento a flexion | Valor       | Unidades |
|----------------------------|-------------|----------|
| Momento mayor              | 3079.8495   | N.m      |
| Material                   | SAE 4130    |          |
| FOS                        | 3           |          |
| Limite fluencia flexion    | 460         | MPa      |
| Tension adm                | 153.3333333 | MPa      |
| Diam min                   | 58.92473994 | mm       |

Ahora se verifica el eje al corte (ecuaciones 4.19 y 4.20) , tomando como referencia el diámetro obtenido en la ecuación anterior. La fuerza máxima que sufre el eje al corte es 10300,5 N.

$$\text{Von Mises: } \tau_{\text{corte}} = \frac{\sigma_{el}}{\sqrt{3}}$$

$$\tau_{adm} = \frac{\frac{\sigma_{el}}{\sqrt{3}}}{FOS} = \frac{\frac{460MPa}{\sqrt{3}}}{3} = 88,5 MPa \quad (4.19)$$

$$\tau_{\text{corte}} = \frac{F_{\text{corte}}}{A} = \frac{F_{\text{corte}}}{\pi \frac{\phi^2}{4}} = 4 MPa \quad (4.20)$$

Al ser la  $\tau_{\text{corte}} < \tau_{adm}$  , el factor que va a determinar el diámetro del eje va a ser el dimensionamiento a flexión. Resumen de los datos calculados al corte en la tabla 4-7:

**Tabla 4-7:** dimensionamiento eje al corte.

| Dimensionamiento al corte | Valor       | Unidades |
|---------------------------|-------------|----------|
| Cizallamiento             | 11281.5     | N        |
| Material                  | SAE 4130    |          |
| FOS                       | 3           |          |
| Limite fluencia corte     | 265.5811238 | MPa      |
| Tension adm               | 88.52704128 | MPa      |
| Diam min                  | 12.73797841 | mm       |

### 4.2.2 Tapa frontal

Se diseña la placa frontal y dimensiona los bulones necesarios para fijar la misma al eje central del dispositivo. Dicha fijación se realiza mediante tornillos que atraviesan la placa frontal por agujeros pasantes y se roscan directamente en el cuerpo del eje, mecanizado en acero SAE 4130. Al tratarse de una unión estructural crítica, se adopta un coeficiente de seguridad igual a 3. La carga considerada es de 1.150 kg (11281.5 N), distribuida uniformemente entre cinco tornillos, actuando principalmente en tracción.

Para garantizar una elevada resistencia, se seleccionan tornillos M10 mm de clase 10.9 según norma ISO 898-1. Esta clase presenta un límite elástico mínimo de 900 MPa y una resistencia a tracción mínima de 1.000 MPa. La sección resistente del tornillo (área en el núcleo de la rosca) es de 58 mm<sup>2</sup>. Evaluando la fuerza por tornillo (ecuación 4.21) y tensión a tracción (ecuación 4.22):

$$F = \frac{11281.5N}{5} = 2256,3 \text{ N} \quad (4.21)$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A_t} = \frac{2256,3N}{58\text{mm}^2} = 38,9 \text{ MPa} \quad (4.22)$$

Siendo la tensión admisible para tracción (ecuación 4.23)

$$\sigma_{adm} = \frac{900 \text{ MPa}}{3} = 300 \text{ MPa} \quad (4.23)$$

Como  $\sigma_t < \sigma_{adm}$ , la unión cumple sobradamente. Para la verificación al corte, se considera el diámetro efectivo del núcleo roscado ( $\approx 8.16$  mm), lo que da una sección de corte de 52.3 mm<sup>2</sup>. Así, la tensión cortante es (ecuaciones 4.24 y 4.25):

$$\tau = \frac{2256,3N}{52.3\text{mm}^2} = 43,1 \text{ MPa} \quad (4.24)$$

$$\tau_{adm} = \frac{900\text{MPa}}{\sqrt{3} \times 3} = 173.2 \text{ MPa} \quad (4.25)$$

También se verifica que  $\tau < \tau_{adm}$ , por lo que el conjunto es resistente al corte. Se recomienda una longitud mínima de roscado de al menos dos veces el diámetro del tornillo (20 mm) en el cuerpo roscado de SAE 4130, material que por su límite elástico

superior a 460 MPa asegura un buen anclaje del filete. Para los agujeros pasantes en la placa frontal, se considera un diámetro de 10.5 mm.

Tornillos clase 10.9 se recomienda pre-cargarlos al 90% del límite elástico lo que sería (ecuación 4.26):

$$F = 0.9 \cdot A_t \cdot \sigma = 0.9 \cdot 58 \text{ mm}^2 \cdot 900 \text{ MPa} = 46980 \text{ N} \quad (4.26)$$

Por lo tanto el torque de apriete recomendado para tornillos M10 clase 10.9 en montaje en seco es (ecuación 4.27)

$$T = K \cdot F \cdot d = 0.2 \cdot 46980 \text{ N} \cdot 0.01 \text{ m} = 93.96 \text{ Nm} \quad (4.27)$$

Este valor garantiza una pretensión adecuada.

### 4.2.3 Cojinete de fricción

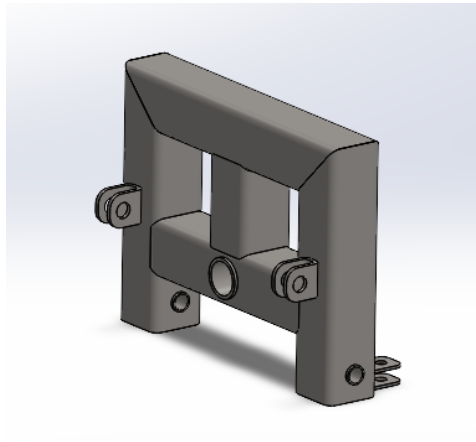
Se diseñó y calculó este elemento para soportar el giro realizado por el conjunto de mordazas y rueda, se siguió el procedimiento dado en el libro de diseño de elementos Mott pág. 671 [2]. De acuerdo a esto , se obtuvo el siguiente resultado volcado en la tabla 4-8:

**Tabla 4-8:** dimensionamiento cojinete

|    | Diseño de cojinete de superficie con lubricación límite                                 | Valor    | Unidades   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|
| 1  | Diámetro tentativo                                                                      | 80.00    | mm         |
|    | Longitud nominal del cojinete                                                           | 152.40   | mm         |
| 2  | relación L/D                                                                            | 1.91     | 0,5 a 2 OK |
| 3  | Long nominal del cojinete                                                               | 152.40   | mm         |
| 5  | F                                                                                       | 11281.50 | N          |
|    | presión en el cojinete $p=F/LD$                                                         | 925.32   | Pa         |
| 6  | Vel lineal de superficie del muñon                                                      | 0.03     | m/seg      |
|    | n                                                                                       | 6.00     | rpm        |
| 7  | p.V                                                                                     | 23.26    | Pa*(m/seg) |
| 8  | valor de diseño 2.p.V                                                                   | 46.51    | Pa*(m/seg) |
| 9  | Se selecciona material Bronce al manganeso                                              |          |            |
| 10 | Holgura diametral entre 0.002 y 0.003 de pulgada para diámetro 100 mm según figura 16-3 | 0.08     | mm         |

## 4.3 Soporte volcador

En este apartado se diseña el soporte donde se vincula el eje del trípode de mordazas, y los actuadores que efectúan el vuelco para sujetar el conjunto mordazas-rueda. También, se calculan los pernos pivot tanto del soporte como de los actuadores volcadores. Véase figura 4-8.



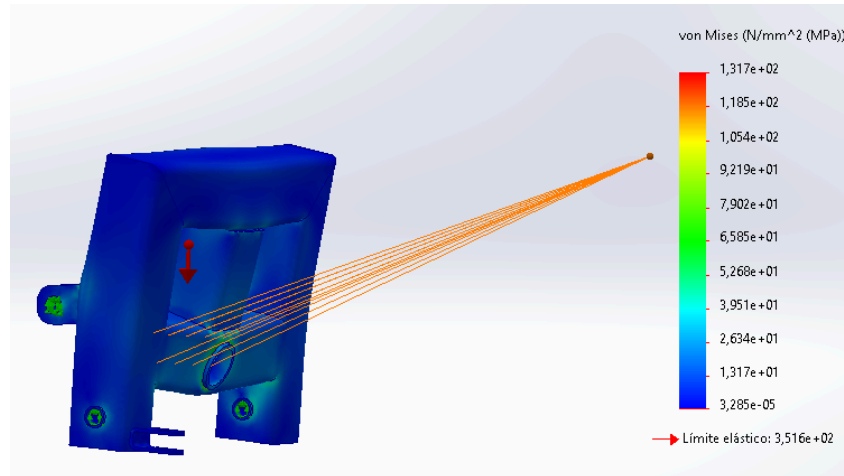
**Figura 4-8:** Soporte volcador

### 4.3.1 Soporte

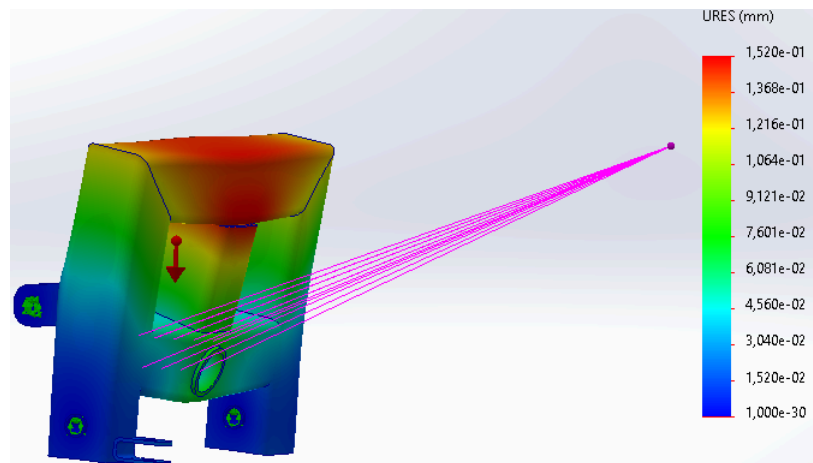
El soporte volcador fue diseñado como un conjunto soldado, conformado por un armazón principal construido en tubo estructural de 5"x5"x3/8", que garantiza la rigidez del sistema. En su parte central incorpora un tubo extra fuerte de 3" SCH 80, destinado a alojar el eje principal de giro. Para los puntos de pivote se emplearon tubos de 1,25" SCH40, donde se alojan los pernos de articulación. Finalmente, los anclajes de los actuadores hidráulicos se resolvieron mediante chapas metálicas plegadas de 3/8", que permiten una adecuada transmisión de cargas al conjunto.

Sobre el soporte volcador se realizaron simulaciones estáticas en SolidWorks considerando su posición de trabajo vertical y aplicando las cargas correspondientes al peso de la rueda y los esfuerzos transmitidos por los actuadores. Los resultados mostraron que tanto las tensiones equivalentes de Von Mises como las deformaciones

máximas se mantuvieron dentro de valores admisibles para el material seleccionado, confirmando la adecuada integridad estructural del conjunto. Ver figuras 4-9 y 4-10.

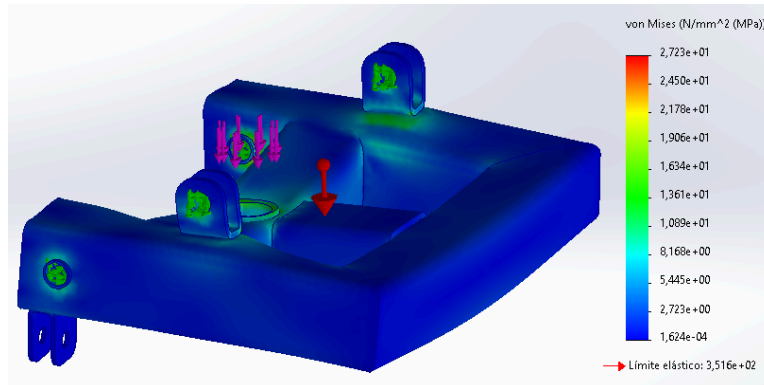


**Figura 4-9:** Tensiones posición vertical

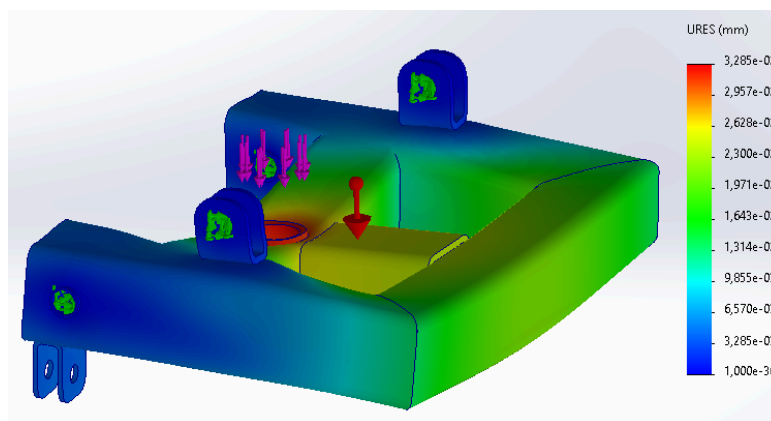


**Figura 4-10:** Deformaciones posición vertical

Asimismo, se efectuó un análisis estático del soporte volcador en posición horizontal, reproduciendo la condición de máxima sollicitación durante el vuelco de la rueda. Los resultados indicaron que las tensiones y deformaciones obtenidas también se mantuvieron dentro de límites admisibles, verificando que el diseño resulta estructuralmente seguro. Ver figuras 4-11 y 4-12.



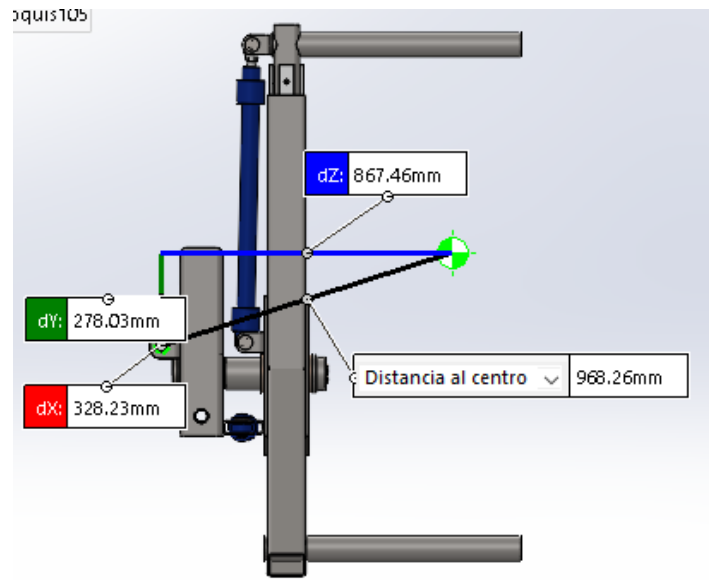
**Figura 4-11:** Tensiones posición horizontal



**Figura 4-12:** Deformaciones posición horizontal

#### 4.3.2 Pernos de vinculación a bastidor y anclajes actuadores

El soporte volcador, encargado de vincular el conjunto de mordazas con el bastidor y los cilindros hidráulicos, está sometido a los esfuerzos generados por el peso del conjunto rueda–dispositivo. Dicha carga produce un momento debido a su aplicación en voladizo respecto del eje de rotación del soporte. Para evaluar esta condición, se incorporó un símil de la rueda, representando tanto su peso como el desplazamiento del centro de masa respecto al eje, tal como se muestra en la Figura 4-13.



**Figura 4-13:** distancia conjunto-pernos.

Se dispone de cuatro pernos horizontales:

- Dos fijados al bastidor.
- Dos conectados a cilindros hidráulicos.

Estos pernos se encuentran alineados y separados verticalmente a una distancia  $h$ , actuando como ejes embutidos que resisten el momento generado por la carga suspendida. El momento generado se calcula en la ecuación (4.28)

$$M = P \cdot e = 12.556,8 \text{ N} \cdot 0,867 \text{ m} = 10886 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (4.28)$$

Este momento es resistido por un par de fuerzas horizontales generadas en los pernos del bastidor y los pernos de los cilindros, separados una distancia  $h=0,32\text{m}$ . Esta fuerza se calcula en la ecuación (4.29)

$$F_{\text{total por grupo}} = \frac{M}{h} = \frac{10886 \text{ N}}{0,32 \text{ m}} = 34021 \text{ N} \quad (4.29)$$

Dado que hay dos pernos por grupo, la fuerza que cada perno soporta se calcula en ecuación (4.30)

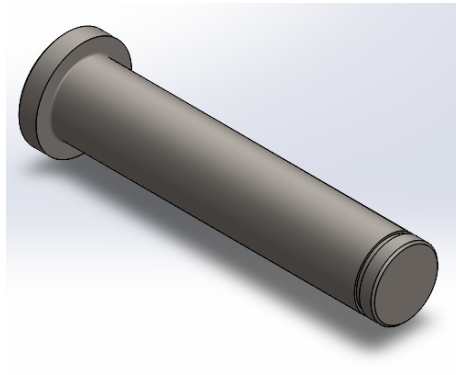
$$F_{\text{perno}} = \frac{34021 \text{ N}}{2} = 17010 \text{ N} \quad (4.30)$$

Una vez obtenida la fuerza actuante sobre cada perno se pasa a dimensionar el mismo. Esto se realiza en el anexo 6.2 donde se realiza el diagrama de cuerpo libre, método de secciones y dimensionamiento de los pernos tanto a flexión como al corte para verificar la resistencia frente a estas solicitaciones. Se resumen los datos obtenidos en la tabla 4-9 a continuación:

**Tabla 4-9:** dimensionamiento de pernos.

| Dimensionamiento    | Valor  | Unidades |
|---------------------|--------|----------|
| Sigma elas          | 940    | Mpa      |
| FOS                 | 3      |          |
| Sigma adm           | 313.33 | Mpa      |
| Diam                | 22.65  | mm       |
| Diametro segun tubo | 35.08  |          |
| 1 1/4 sch 40 std    |        |          |
| Tau corte           | 42.23  | MPa      |

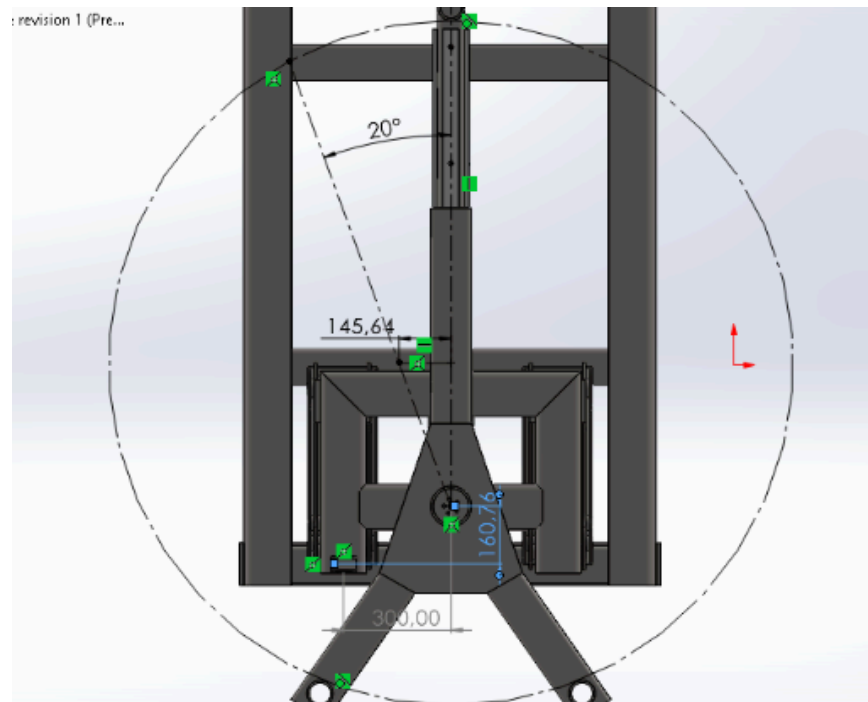
Para evitar el deslizamiento axial de los mismos, se decide colocar unos anillos seeger de exterior según norma DIN 471, correspondientes al diámetro elegido de 35mm. Por lo que el diseño final de los mismos con el alojamiento para el aro seeger y la longitud requerida queda como se ve en la figura 4-14.



**Figura 4-14:** pernos.

### 4.3.3. Actuador rotador

Este actuador tiene la función de soportar los esfuerzos generados por la desviación del centro de masa de la rueda cuando se produce el giro necesario para alinear el centro de la llanta con los orificios de la masa donde será colocada. Para ello, se realizó un análisis trigonométrico que permitió determinar la distancia máxima de desplazamiento del centro de masa del conjunto rueda–mordazas, ver figura 4-15. Con dichos valores se procedió al cálculo del actuador, aplicando la misma metodología empleada previamente en la planilla de dimensionamiento.



**Figura 4-15:** análisis rotación.

Se deja a continuación en la tabla 4-10 un resumen de los datos utilizados y los resultados obtenidos para dimensionar el actuador rotador.

**Tabla 4-10:** resultados actuador rotador

|                           |           |                    |       |       |
|---------------------------|-----------|--------------------|-------|-------|
| Peso del conjunto         | 12262.50  | N                  |       |       |
| Distancia CM rotado       | 0.15      | m                  |       |       |
| Dist entre act y pivot    | 0.16      | m                  |       |       |
| Fuerza a ejercer actuador | 11112.89  | N                  |       |       |
| Tiempo aceleracion        | 0.40      | seg                |       |       |
| Angulo a girar total      | 40.00     | °                  |       |       |
| Distancia recorrido       | 0.13      | m                  |       |       |
| Cant de actuadores        | 1         |                    |       |       |
| Velocidad actuadores      | 0.03      | m/seg              |       |       |
| Aceleracion               | 0.06      | m/s <sup>2</sup>   |       |       |
| Distancia acelerando      | 0.01      | m                  |       |       |
| Tiempo total              | 5.77      | seg                |       |       |
| Area piston seleccionado  | 1256.64   | mm <sup>2</sup>    |       |       |
| Presion bomba             | 8.84      | MPa                | 88.43 | bar   |
| Volumen de 1 camara       | 168710.99 | mm <sup>3</sup>    | 0.17  | L     |
| Qbomba                    | 29238.14  | mm <sup>3</sup> /s | 3.04  | L/min |
| Potencia                  | 258.56    | Watt               |       |       |

Además, se controló la velocidad tangencial que se obtendría mediante la incorporación de una válvula reguladora de caudal en el circuito hidráulico del actuador (a implementar más adelante), con el fin de asegurar una velocidad adecuada y una mayor precisión en el posicionamiento de la llanta respecto a la masa. Se dejan los cálculos en la tabla 4-11.

**Tabla 4-11:** velocidad en centro de llanta

|                                       |        |         |
|---------------------------------------|--------|---------|
| velocidad angular                     | 0.12   | rad/seg |
| radio centro de llanta                | 300.00 | mm      |
| velocidad tangencial centro de llanta | 36.30  | mm/seg  |

## 4.4 Soporte bastidor

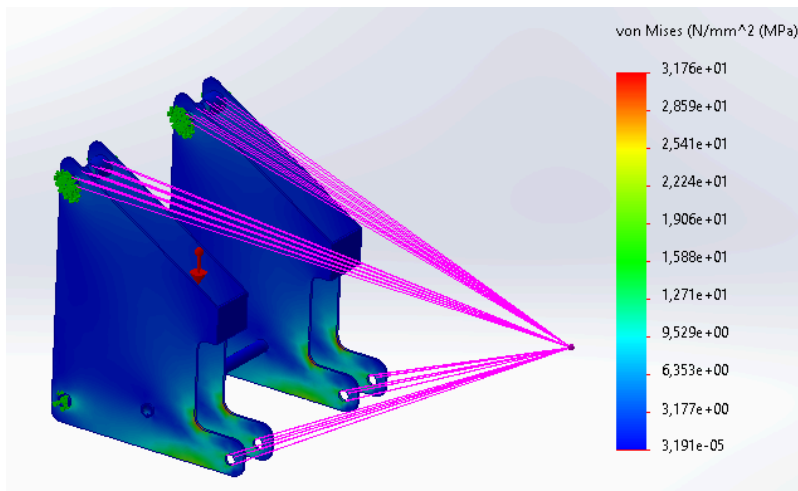
Esta pieza es la que vincula el conjunto de sujeción y rotación con el conjunto de elevación.

### 4.4.1 Bastidor

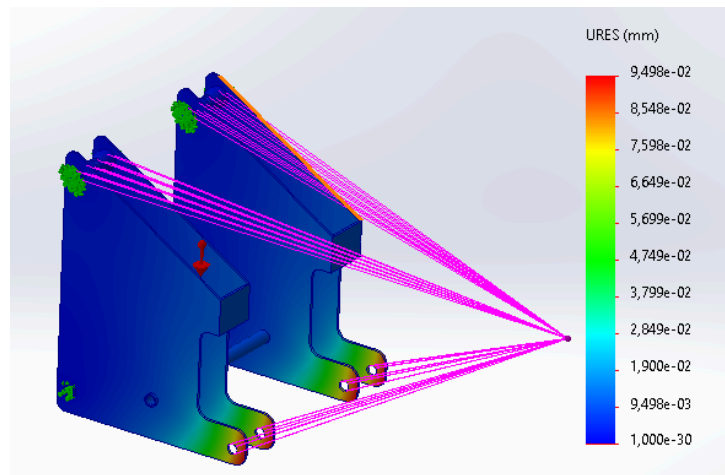
El bastidor se diseñó en chapa metálica plegada de  $\frac{3}{8}$ ", incorporando bujes cónicos soldados como refuerzo en los alojamientos donde se ubican los pernos sometidos a los esfuerzos transmitidos por los actuadores hidráulicos. Además, se agregó un tubo

transversal de 1,25" SCH40, cuya función principal es aumentar la rigidez estructural del conjunto y garantizar una adecuada distribución de cargas.

Se realizó una simulación estática en SolidWorks sobre el bastidor, evaluando las tensiones equivalentes de Von Mises y las deformaciones máximas bajo las condiciones de carga aplicadas. Los resultados obtenidos se mantuvieron dentro de valores admisibles para el material, confirmando la adecuada resistencia y rigidez del diseño, tal como se observa en las figuras 4-16 y 4-17.



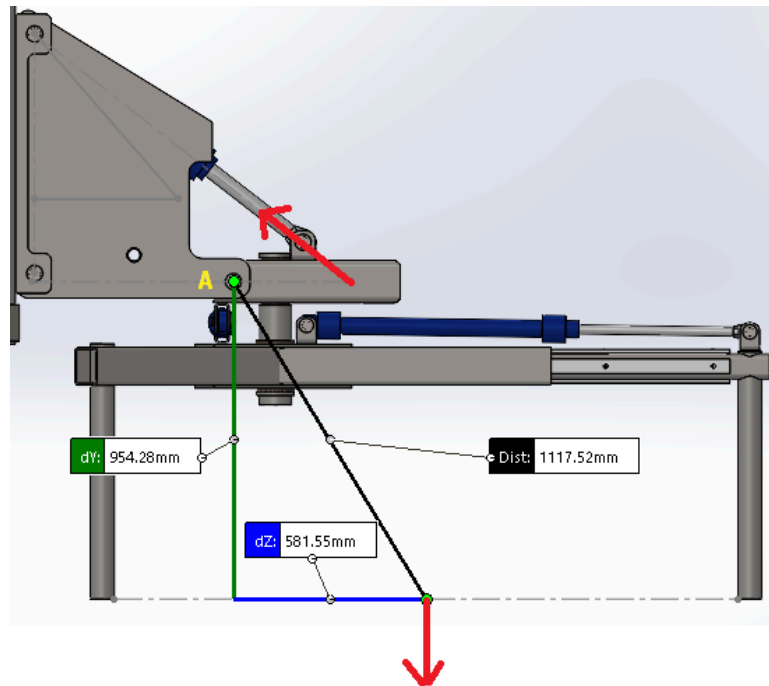
**Figura 4-16:** tensiones en bastidor.



**Figura 4-17:** deformaciones en bastidor.

#### 4.4.2 Actuadores volcadores

Este actuador cumple la función de volcar el conjunto de mordazas para luego sostener la rueda y levantarla. Análisis de momentos generados en la figura 4-18:



**Figura 4-18:** analisis fuerza actuadores

Se obtienen los siguientes datos de la figura 4-18:

Peso total del conjunto que genera momento en su peor condición (ecuación 4.31)

$$P_{conjunto} = 1280 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = 12.556,8 \text{ N} \quad (4.31)$$

Ángulo formado entre el actuador con la horizontal  $\alpha = 38^\circ$

A continuación se calcula la fuerza necesaria de los actuadores, planteando la ecuación de sumatoria de momentos (4.32)

$$\Sigma MA = 0 \rightarrow - P_{conjunto} * 0,58 \text{ m} + Fact * \text{sen}(\alpha) * 0,27 \text{ m} = 0 \quad (4.32)$$

$$\rightarrow Fact = \frac{12.556,8 \text{ N} * 0,56 \text{ m}}{\text{sen}(38^\circ) * 0,27 \text{ m}} = 42226 \text{ N} \quad (4.33)$$

Al tener un par cilindros, la fuerza Fact que necesitará hacer cada actuador será la mitad de la obtenida en la ecuación (4.33). Entonces quedan 21113 N.

Los cálculos realizados para este actuador son similares a los realizados anteriormente para los actuadores, se dejan en el anexo 6.3.

Se optó por la utilización de cilindros hidráulicos de doble efecto, a fin de garantizar un control preciso tanto en el descenso como en el ascenso del conjunto. En el diseño del circuito hidráulico —que se desarrollará en secciones posteriores— deberá contemplarse la sincronización de los actuadores y la presencia de cargas negativas, que influyen directamente en el comportamiento del sistema.

El cilindro fue seleccionado a partir del catálogo de Bosch Rexroth, eligiéndose el modelo CDH1 igual que en el caso anterior, por sus características constructivas y adecuación a los requerimientos del dispositivo.

Los datos más importantes de este apartado de los actuadores volcadores se agrupan en la tabla 4-12.

**Tabla 4-12:** actuadores volcadores.

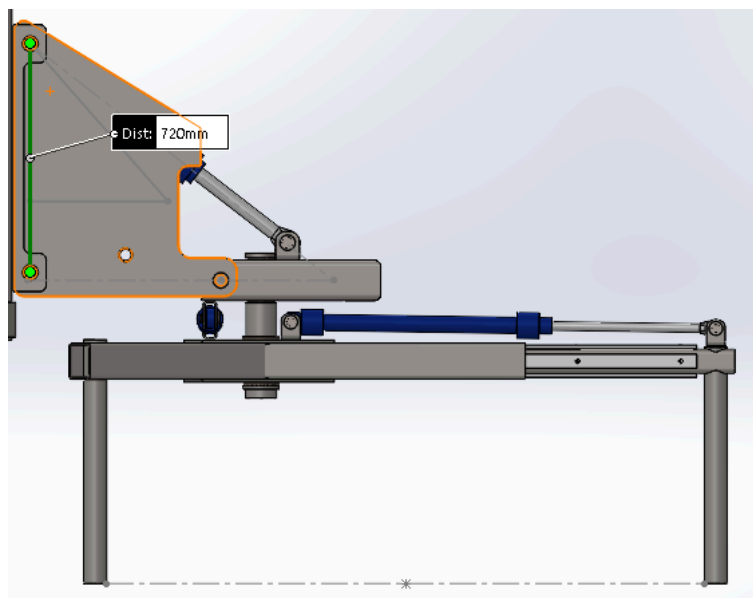
|                                    |            |                    |         |       |
|------------------------------------|------------|--------------------|---------|-------|
| Peso del conjunto                  | 12556.80   | N                  |         |       |
| Distancia CM en peor cond resp a A | 0.56       | m                  |         |       |
| Angulo entre actuador y horizontal | 38.00      | °                  | 0.62    |       |
| Dist entre pernos                  | 0.27       | m                  |         |       |
| Fuerza a ejercer por c/actuador    | 42226.50   | N                  |         |       |
| Fuerza a ejercer por c/actuador    | 21113.25   | N                  |         |       |
| Tiempo aceleracion                 | 0.40       | seg                |         |       |
| Distancia recorrido                | 0.40       | m                  |         |       |
| Cant de actuadores                 | 2          |                    |         |       |
| Velocidad actuadores               | 0.05       | m/seg              |         |       |
| Aceleracion                        | 0.13       | m/s <sup>2</sup>   |         |       |
| Distancia acelerando               | 0.01       | m                  |         |       |
| Tiempo total                       | 8.40       | seg                |         |       |
| Area piston seleccionado           | 3117.25    | mm <sup>2</sup>    |         |       |
| Presion bomba                      | 6.77       | MPa                | 67.73   | bar   |
| Volumen de 2 camaras               | 2493796.25 | mm <sup>3</sup>    | 2.49    | L     |
| Qbomba                             | 593761.01  | mm <sup>3</sup> /s | 42.41   | L/min |
| Potencia                           | 4021.57    | Watt               | 4021.57 |       |

### 4.4.3 Pernos de vinculación

El cálculo de los pernos horizontales correspondientes al bastidor se realizó de la misma manera que para los del volcador pero cambian algunos datos como el momento generado y la distancia entre pernos. Se dispone de cuatro pernos horizontales:

- Dos fijados al bastidor.
- Dos conectados a cilindros hidráulicos.

Estos pernos se encuentran alineados y separados verticalmente a una distancia  $h=$ , actuando como ejes embutidos que resisten el momento generado por la carga suspendida. Se puede ver esto en la figura 4-19, a continuación:



**Figura 4-19:** pernos bastidor.

El momento generado se calcula en la ecuación (4.34)

$$M = P \cdot e = 12.556,8 \text{ N} \cdot 1,3 \text{ m} = 16323 \text{ N.m} \quad (4.34)$$

Este momento es resistido por un par de fuerzas horizontales generadas en los pernos del bastidor y los pernos de los cilindros, separados una distancia  $h$ . Esta fuerza se calcula en la ecuación (4.35)

$$F_{total \text{ por grupo}} = \frac{M}{h} = \frac{16323 \text{ N}}{0,38 \text{ m}} = 42957 \text{ N (4.35)}$$

Dado que hay dos pernos por grupo, la fuerza que cada perno soporta se calcula en ecuación (4.36)

$$F_{perno} = \frac{42957 \text{ N}}{2} = 21478 \text{ N (4.36)}$$

Una vez obtenida la fuerza actuante sobre cada perno se pasa a dimensionar el mismo y verificar la resistencia frente a estas solicitaciones de la misma manera que se realizó en el anexo 6.2, utilizando la memoria de cálculo. A continuación se dejan los datos utilizados a modo de resumen y los resultados obtenidos en la tabla 4-13 y 4-14.

**Tabla 4-13:** datos pernos de bastidor.

| Datos                         | Valor       | Unidades |
|-------------------------------|-------------|----------|
| Peso del conjunto             | 12556.80    | N        |
| Brazo Fpeso respecto a pernos | 1300.00     | mm       |
| Distancia entre pernos        | 720.00      | mm       |
| Momento generado              | 16323840.00 | Nmm      |
| F total por grupo de pernos   | 22672.00    | N        |
| F por perno                   | 11336.00    | N        |
| Fuerza para dimensionar       | 11336.00    | N        |
| Esp oreja (Le)                | 9.53        | mm       |
| Espesor anclaje (Li)          | 141.00      | mm       |
| q1                            | 595.07      | N/mm     |
| q2                            | 80.40       | N/mm     |
| Luz                           | 2.00        | mm       |
| L/2                           | 82.03       | mm       |
| Mf_max                        | 238126.85   | Nmm      |

**Tabla 4-14:** dimensionamiento pernos de bastidor.

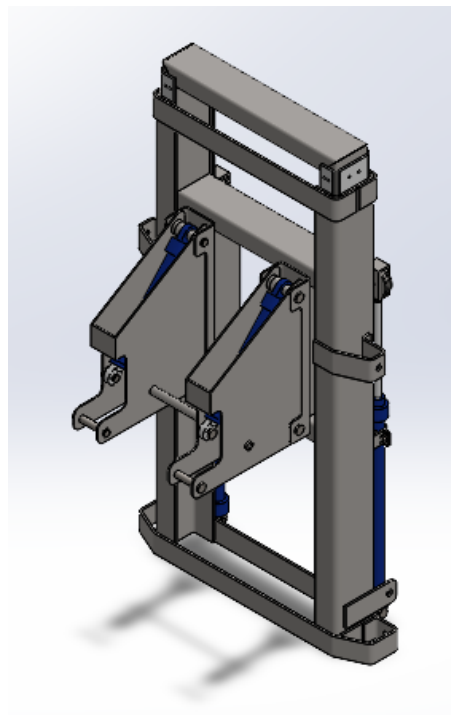
| Dimensionamiento | Valor  | Unidades |
|------------------|--------|----------|
| Sigma elas       | 940.00 | Mpa      |
| FOS              | 3.00   |          |
| Sigma adm        | 313.33 | Mpa      |
| Diam             | 19.78  | mm       |
| Diametro selec   | 35.08  |          |

## 4.4 Conjunto elevación

En este apartado se presenta el diseño del conjunto de elevación, cuya función es izar la rueda hasta la altura necesaria para su montaje o desmontaje. El sistema está conformado por una torre externa fija y una torre interna móvil, desplazada verticalmente por medio de actuadores hidráulicos.

Para ampliar el recorrido, se incorpora un mecanismo de roldanas y cadena, que duplica la carrera efectiva de la torre interna respecto al movimiento de los cilindros. Además, se contemplan superficies antidesgaste en la torre interna, destinadas a reducir la fricción, mejorar la durabilidad y mantener un movimiento suave en condiciones de trabajo exigentes.

El conjunto incluye también las sujeciones y uniones estructurales, diseñadas para transmitir los esfuerzos de forma segura, garantizando estabilidad, resistencia y facilidad de mantenimiento durante la operación. Se puede ver este sistema en la figura 4-20.

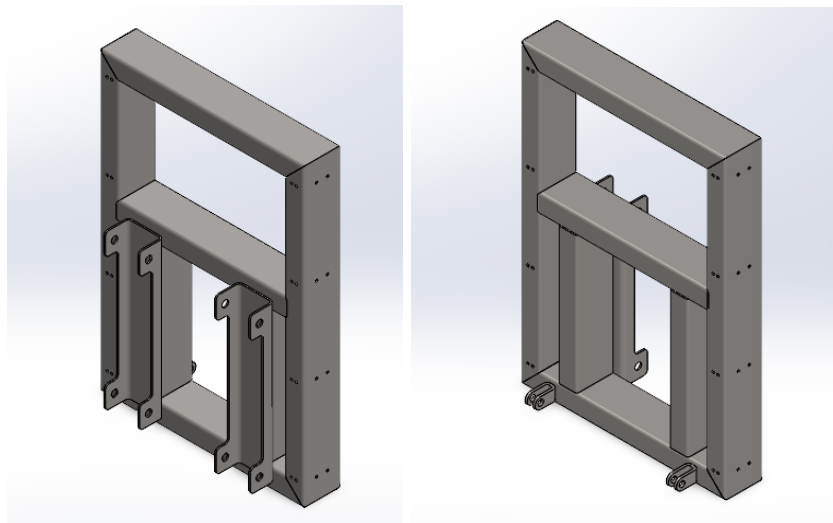


**Figura 4-20:** Conjunto de elevación.

#### 4.4.1 Torre interna

La torre interna es el componente móvil del sistema de elevación. Se construyó como un conjunto soldado, formado por un tubo rectangular estructural y una chapa metálica plegada que permite la vinculación con el bastidor.

Cuenta con agujeros roscados en sus laterales, frente y parte trasera para fijar las superficies antidesgaste, lo que asegura un desplazamiento suave dentro de la torre externa. En la parte trasera también se ubican los anclajes de la cadena, necesarios para el funcionamiento del sistema de roldanas. Se puede ver este conjunto en la figura 4-21.

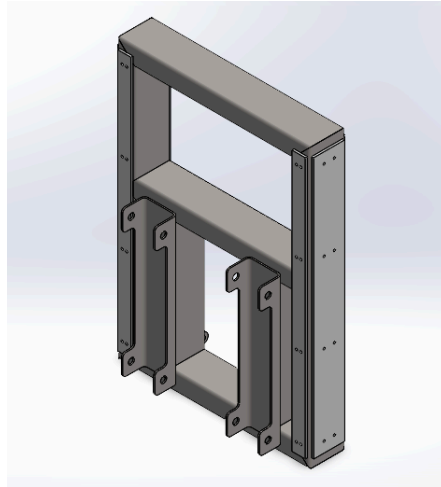


**Figura 4-21:** torre interna de sistema de elevación.

#### 4.4.2 Superficie antidesgaste

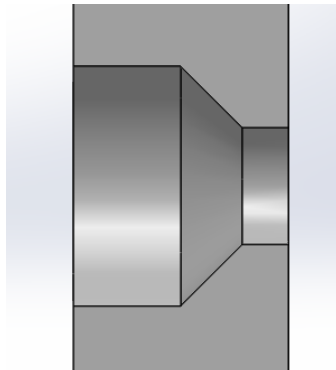
Las superficies antidesgaste laterales, frontales y traseras se fabrican en teflón y se fijan a la torre interna mediante tornillos de cabeza avellanada. Para ello, se mecanizan agujeros avellanados hasta la mitad del espesor, de manera que la cabeza del tornillo quede embutida y no interfiera con el deslizamiento dentro de la torre externa.

A continuación se observa la torre interna en la figura 4-22:



**Figura 4-22:** torre interna con superficies antidesgaste.

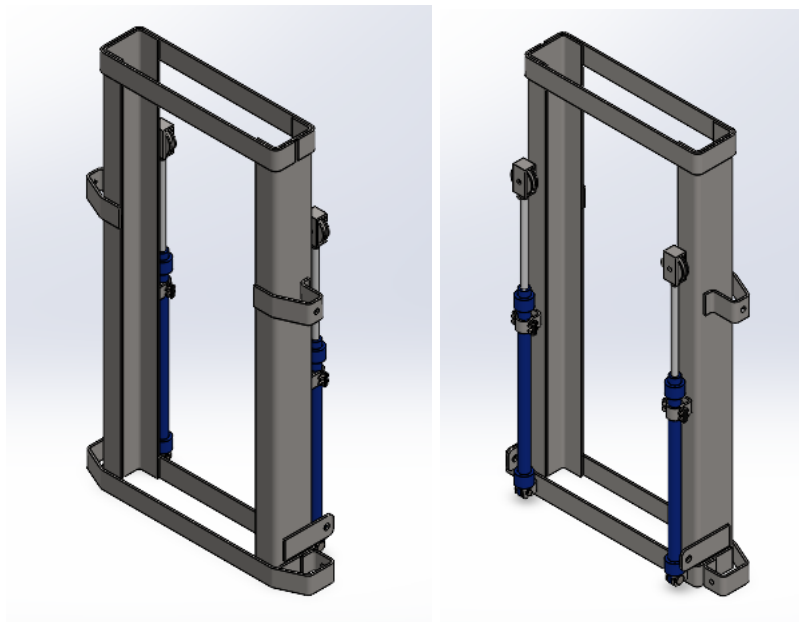
Se puede notar el detalle del agujero realizado en las superficies antidesgaste en la figura 4-23.



**Figura 4-23:** detalle agujeros en superficie antidesgaste.

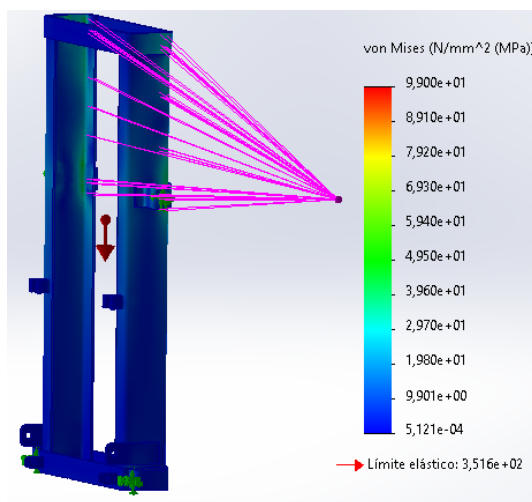
#### 4.4.3 Torre externa

La torre externa es un conjunto estructural soldado, fabricado en chapa metálica plegada de 1/2". Está diseñada para brindar soporte y fijación, incorporando anclajes para los actuadores elevadores, soportes específicos para los mismos, y elementos de sujeción que aseguran la correcta integración de la torre al chasis del equipo.

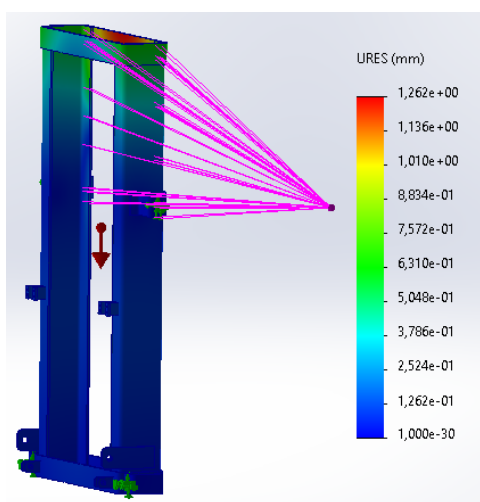


**Figura 4-24:** vista isométrica de la torre externa.

Se realizaron simulaciones estáticas en SolidWorks considerando tanto el peso del conjunto de sujeción y rotación como el de la rueda en condiciones extremas de carga. Los resultados obtenidos mostraron que las tensiones de Von Mises y las deformaciones máximas permanecen dentro de los parámetros de diseño establecidos, lo cual confirma la integridad estructural del sistema. Estos resultados pueden observarse en las Figuras 4-25 y 4-26.

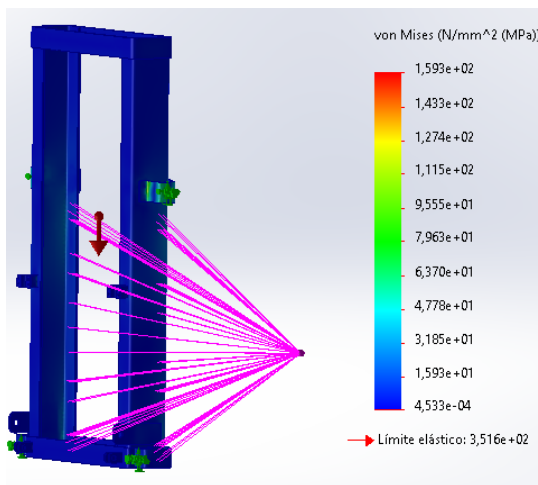


**Figura 4-25:** tensiones equivalentes.

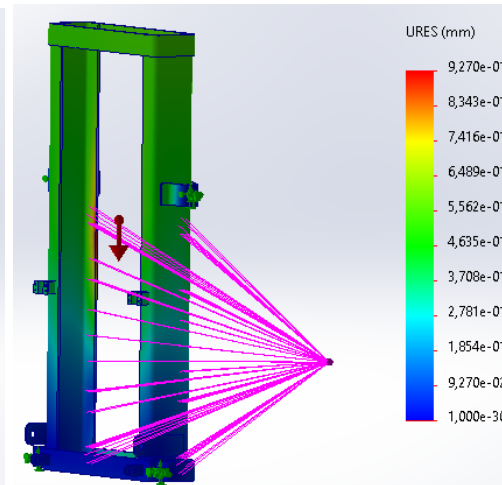


**Figura 4-26:** deformaciones.

Asimismo, se efectuaron simulaciones con la carga aplicada en la posición más baja, condición que representa una de las situaciones más exigentes para el sistema. En este caso, se observó que la zona más comprometida se localiza en las proximidades del anclaje superior; sin embargo, las tensiones y deformaciones registradas se mantuvieron dentro de los valores admisibles, verificando la seguridad del diseño. Ver figuras 4-27 y 4-28.



**Figura 4-27:** tensiones equivalentes.

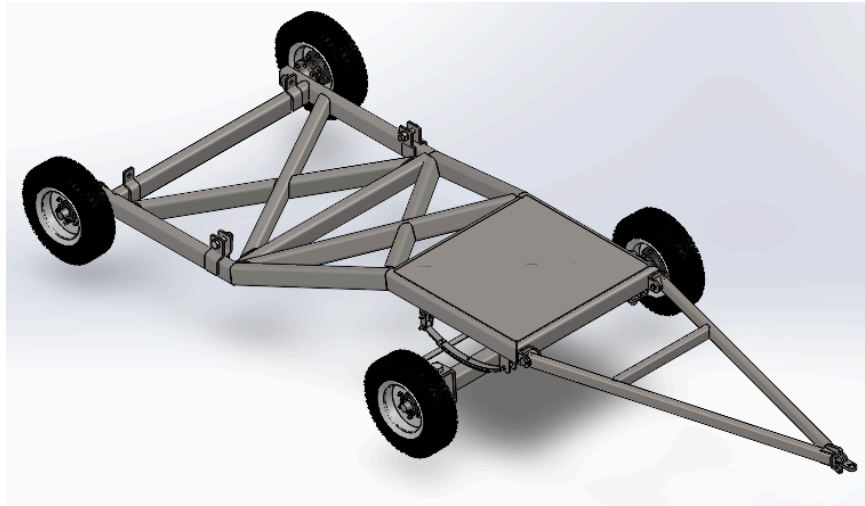


**Figura 4-28:** deformaciones.

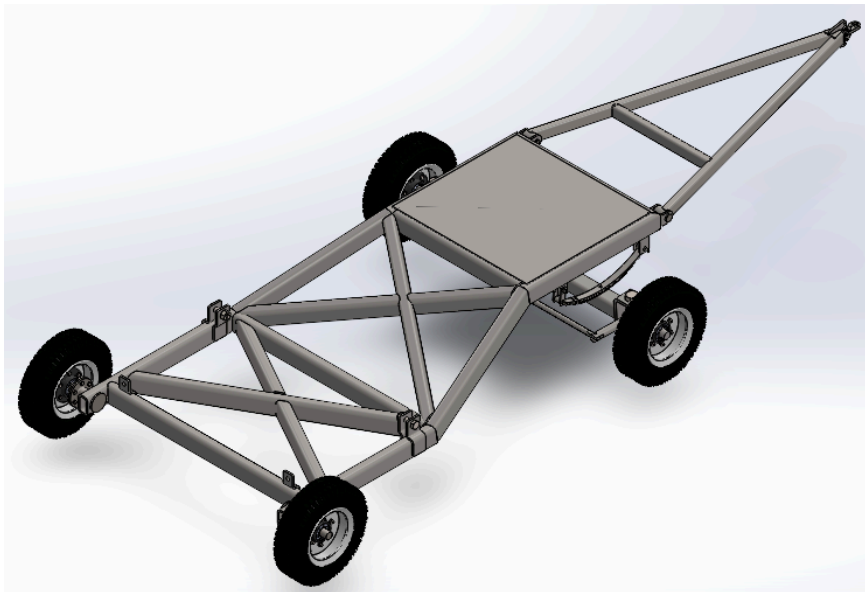
## 4.5 Conjunto Chasis

El apartado de chasis describe el conjunto estructural que constituye la base del tráiler, asegurando resistencia, estabilidad y la correcta transmisión de cargas durante su operación. Incluye el chasis principal como plataforma estructural; el eje trasero, que vincula el chasis a las puntas de eje; la punta de eje con rodamientos y masa, que permite el montaje seguro de las ruedas; el eje delantero Marcibur con barra de dirección, encargado de la maniobrabilidad; y la lanza con enganche con rótula, que garantiza la conexión segura del tráiler al vehículo tractor.

Se pueden ver vistas isométricas del conjunto en las figuras 4-29 y 4-30.



**Figura 4-29:** vista isométrica del conjunto chasis.



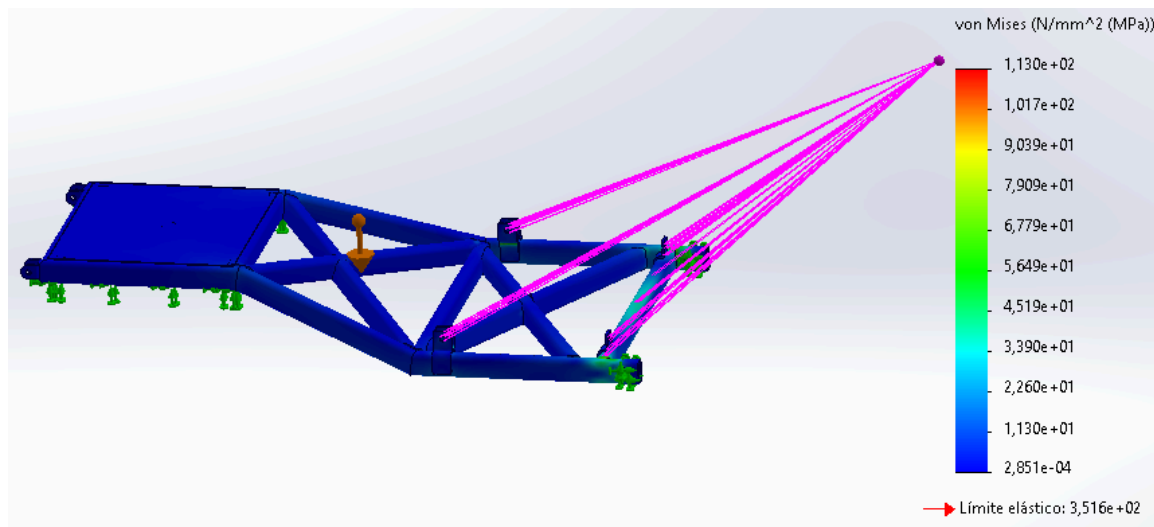
**Figura 4-30:** vista isométrica del conjunto chasis.

#### 4.5.1 Chasis

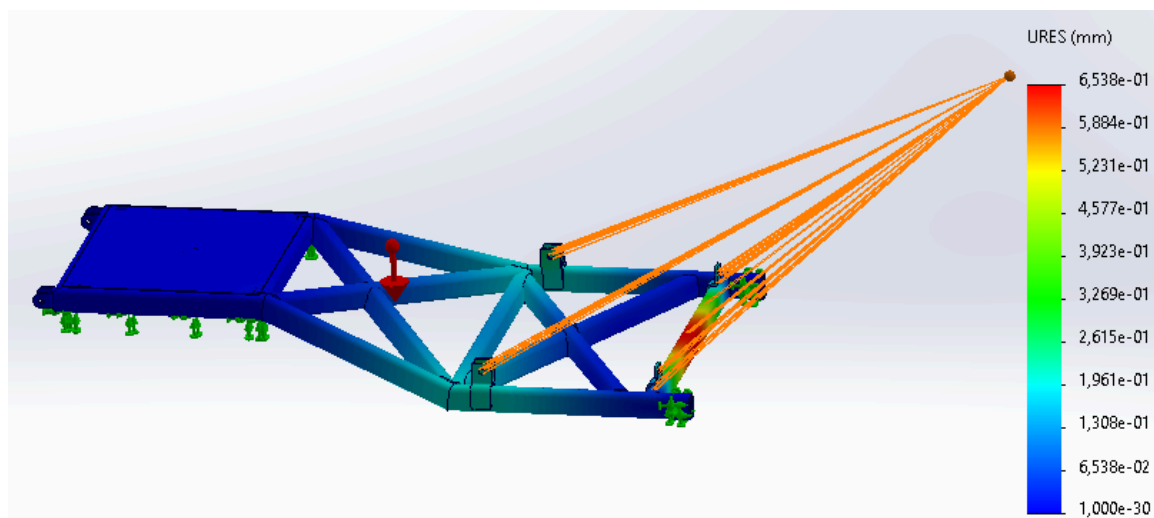
El chasis se construye a partir de un tubo rectangular de 5" x 3" x 0,5". En su parte delantera incorpora una chapa metálica para el montaje de la central hidráulica y cuenta

con los anclajes de la lanza, mientras que en la zona central y trasera dispone de los anclajes necesarios para vincular el conjunto de elevación a la estructura.

Sobre el chasis se realizaron simulaciones estáticas en SolidWorks, aplicando las condiciones de carga de trabajo previstas. Los resultados obtenidos mostraron que las tensiones y deformaciones permanecen dentro de los valores admisibles, confirmando la adecuada resistencia y rigidez del diseño. Ver figuras 4-31 y 4-32.



**Figura 4-31:** resultados de tensiones equivalentes.



**Figura 4-32:** resultados deformaciones.

4.5.2 Punta de eje, rodamientos y masa

La punta de eje es una pieza clave para el correcto funcionamiento y seguridad del tráiler, se mecaniza a partir de un redondo de material AISI 4130. Se seleccionaron los rodamientos adecuados según el diámetro y, utilizando sus fichas técnicas, se completó el diseño del eje, definiendo los radios de acuerdo y las superficies de apoyo necesarias para garantizar un montaje seguro y un funcionamiento confiable de las ruedas. Ver datos del rodamiento en las figuras 4-33 y 4-34 y punta de eje en la figura 4-35.

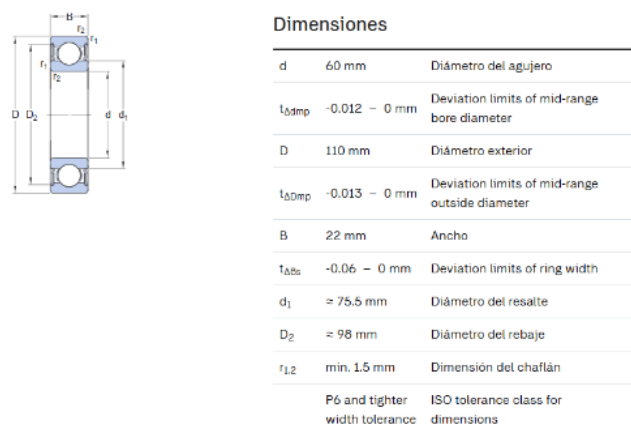


Figura 4-33: dimensiones rodamiento.



Figura 4-34: dimensiones rodamiento.

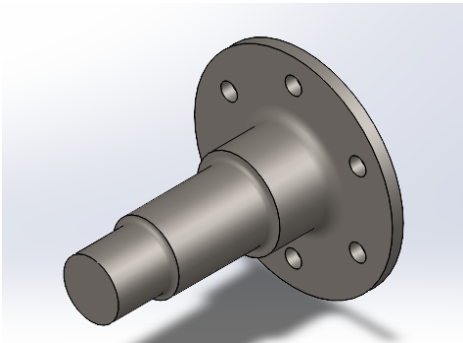
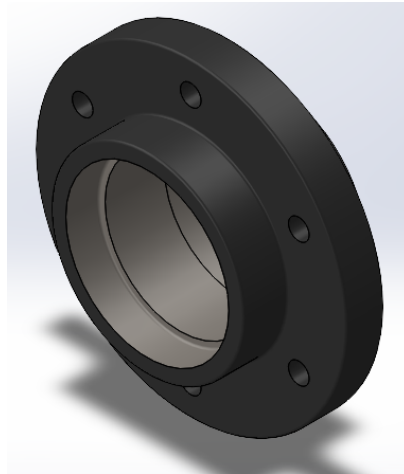


Figura 4-35: Punta de eje.

De manera similar, la masa se diseñó a partir de una fundición nodular (ver figura 4-36), asegurando la geometría y las superficies necesarias para su correcto acoplamiento y funcionamiento tanto a la punta de eje como a la rueda.



**Figura 4-36:** masa de rueda.

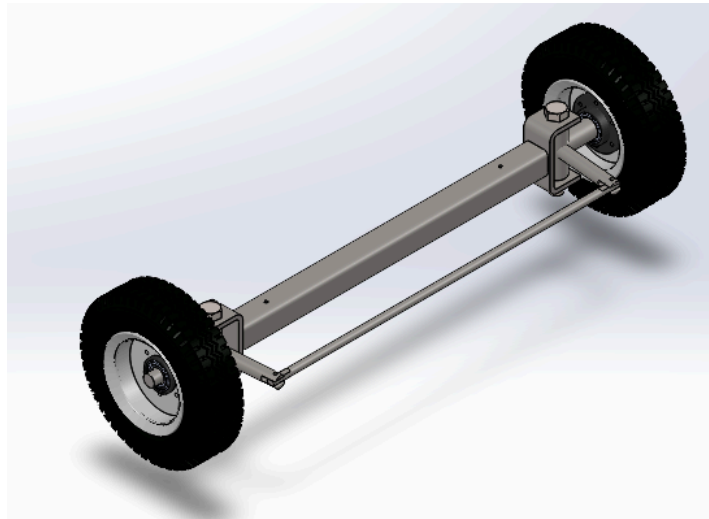
#### 4.5.3 Eje delantero y barra de dirección

Para el eje delantero se selecciona un eje Marcibur denominado “Eje rural con movimiento”. El mismo es de un perfil cuadrado de 2”, posee una capacidad de carga de 1,3 Tn, una trocha de 1450 mm y apto para llanta 16”. Se puede ver una representación del mismo en la figura 4-37.



**Figura 4-37:** Eje Marcibur 2” con movimiento.

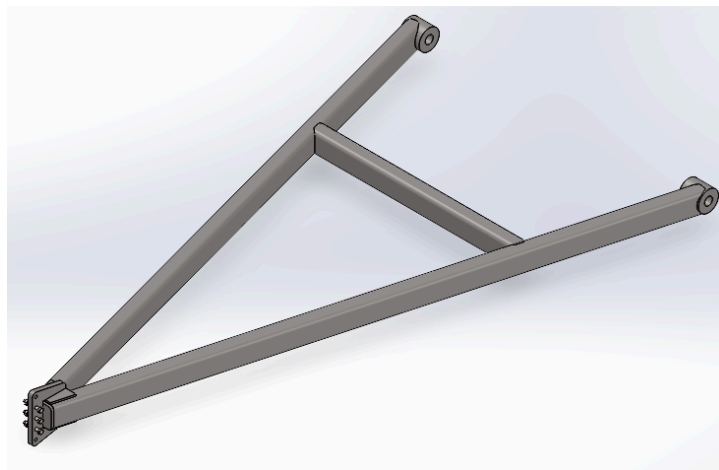
Para este caso de aplicación es necesario hacerle una adaptación en las puntas de eje para que sea auto direccionable, por lo que se decide hacerlo con una barra de dirección y una geometría tipo Ackerman, figura 4-38.



**Figura 4-38:** barra de dirección colocada en eje.

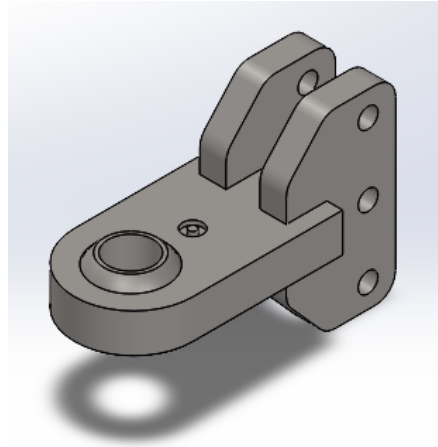
#### 4.5.4 Lanza y enganche

Este apartado describe la lanza, conformada como un conjunto soldado que constituye el extremo delantero del tráiler y permite su conexión con el vehículo tractor. La misma se construye a partir de un tubo rectangular de 2" x 3" x 0,25", al que se integran los bujes de anclaje al chasis, garantizando una fijación estructural segura. Asimismo, incorpora una chapa metálica de 5/8" perforada, diseñada para montar el enganche de manera robusta y confiable. Véase Figura 4-39.



**Figura 4-39:** lanza.

El enganche se diseñó como un conjunto soldado que se monta sobre la lanza mediante chapas metálicas perforadas y sujeto con tornillos  $\frac{3}{8}$ ", lo que asegura una fijación firme y resistente. Está equipado con una rótula, que posibilita un movimiento relativo controlado entre el tráiler y el vehículo tractor, garantizando la maniobrabilidad y la seguridad durante el remolque. Véase Figura 4-40.

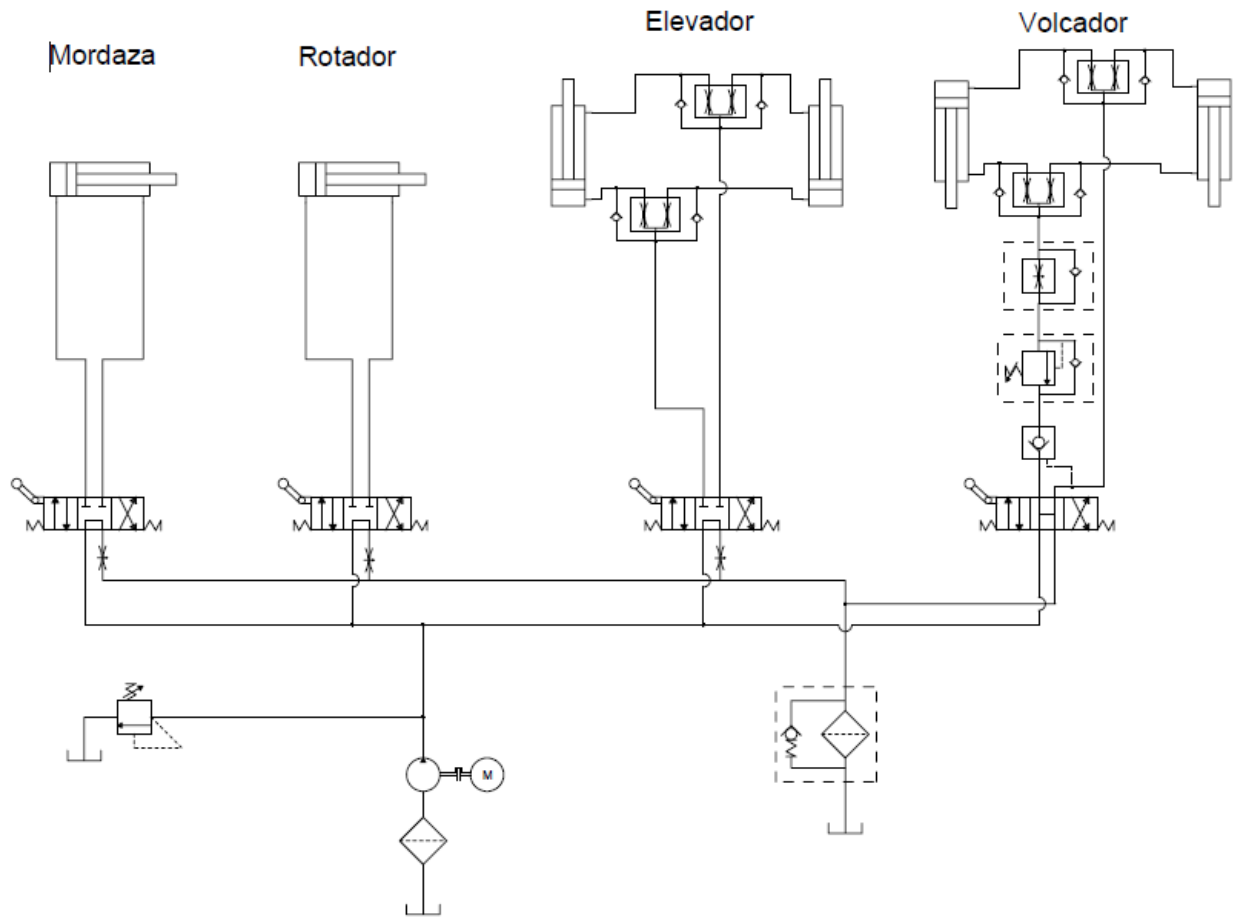


**Figura 4-40:** enganche con rótula.

## 4.6 Central Hidráulica

El circuito hidráulico del dispositivo fue diseñado para controlar de manera eficiente y segura los diferentes actuadores involucrados en la manipulación de ruedas. Resumiendo los actuadores previamente mencionados, se incorporó un actuador para la mordaza superior, encargado de fijar la rueda de forma segura, y un actuador rotador, que permite orientar la rueda según la operación requerida. Cabe destacar que los actuadores volcadores cuentan con sincronización de velocidades para garantizar un movimiento uniforme; además, considerando que pueden trabajar con carga negativa, se integraron válvulas antirretorno con apertura pilotada, válvulas de contrapresión y válvulas reguladoras de caudal, asegurando estabilidad y control durante el volcamiento. De manera similar, los actuadores elevadores incluyen sincronización de velocidades mediante válvulas divisoras de caudal, permitiendo movimientos coordinados y precisos del conjunto, optimizando la seguridad y la eficiencia operativa del dispositivo.

Se puede ver el esquema en la figura 4-41 siguiente:



**Figura 4-41:** esquema hidráulico.

## 4.7 Análisis de vuelco

Para evaluar la estabilidad frente al vuelco, se realizó un balance de momentos tomando como eje de giro la rueda trasera. Se determinaron previamente los pesos y las distancias desde el eje de referencia hasta el centro de masa (CM) del chasis y del conjunto rueda–dispositivo. El equilibrio se planteó de la siguiente manera (ecuación 4.37):

$$\sum M_{eje} = 0 \Rightarrow P_{chasis} \cdot D_{cmchasis} = P_{conjunto} \cdot D_{cmconjunto} \quad (4.37)$$

Utilizando los datos obtenidos que se muestran en la tabla 4-15:

**Tabla 4-15:** datos pesos y distancias.

| Análisis de vuelco      |       |   |
|-------------------------|-------|---|
| Peso conjunto rueda     | 20523 | N |
| Distancia cm conj rueda | 0.92  | m |
| Peso conjunto chasis    | 21700 | N |
| Distancia cm chasis     | 1.31  | m |

Reemplazando estos valores en cada término de la ecuación 4.37:

$$P_{conjunto} \cdot D_{cmconjunto} = 20523 \text{ N} \cdot 0,92 \text{ m} = 18901 \text{ N.m} \quad (4.38)$$

$$P_{chasis} \cdot D_{cmchasis} = 21700 \text{ N} \cdot 1.31 \text{ m} = 28470 \text{ N.m} \quad (4.39)$$

Por lo que el factor de seguridad frente al vuelco se calcula como (ecuación 4.40):

$$FS = M_{estabilizador} / M_{volcador} = 28470/18901 \approx 1,506 \quad (4.40)$$

Este valor indica que el momento estabilizante supera al momento volcador en aproximadamente un 50,6%. Desde el punto de vista práctico, un  $FS \approx 1,5$  es una referencia razonable para equipos agrícolas en operación mixta; por tanto, el diseño, tal como está, cumple con ese criterio básico.

No obstante, conviene destacar que el caso analizado considera una rueda con agua, lo que representa una condición severa y poco habitual; en consecuencia, el factor de seguridad real en la mayoría de las operaciones será mayor, aumentando la confiabilidad del equipo en servicio. Asimismo, el estudio realizado es de carácter estático, mientras que en la operación real pueden intervenir efectos dinámicos –como impactos, pendientes, frenadas o irregularidades del terreno– que tienden a reducir el margen efectivo frente al vuelco. Por lo tanto, se deberá mantener una especial precaución al manipular escenarios extremos, a fin de garantizar la seguridad operativa.



## 5. Conclusiones

El desarrollo del dispositivo manipulador de ruedas agrícolas permitió aplicar los conocimientos técnicos adquiridos durante la carrera en un proyecto de aplicación práctica, orientado a mejorar la seguridad y eficiencia en una tarea crítica del sector agropecuario.

Desde el punto de vista técnico, se diseñó un equipo capaz de extraer, trasladar y colocar ruedas de gran porte, reduciendo riesgos de aplastamiento, esfuerzo físico de los operarios y tiempos de operación. Los cálculos analíticos y las simulaciones en SolidWorks demostraron que los subconjuntos principales –trípode de mordazas, soporte volcador, bastidor, torres de elevación, chasis lanza y enganche– cumplen con los requisitos de resistencia y rigidez, con tensiones y deformaciones dentro de los valores admisibles. El análisis de vuelco, bajo condiciones conservadoras con ruedas lastradas en agua, evidenció un factor de seguridad adecuado, confirmando la viabilidad estructural.

El proyecto también consideró la sincronización de los actuadores en el esquema hidráulico, asegurando movimientos coordinados en los sistemas de elevación y volcamiento, lo que aporta precisión y seguridad operativa.

Desde el punto de vista académico, el proyecto permitió consolidar conocimientos en análisis estructural, simulación y sistemas hidráulicos, cumpliendo con objetivos amplios que contemplan la manipulación completa de la rueda: extracción, traslado y colocación.

En síntesis, el proyecto alcanzó los objetivos propuestos, desarrollando un dispositivo robusto, seguro y funcional, que contribuye a la prevención de riesgos laborales y a la optimización de los procesos de mantenimiento agrícola.



## 6. Bibliografía

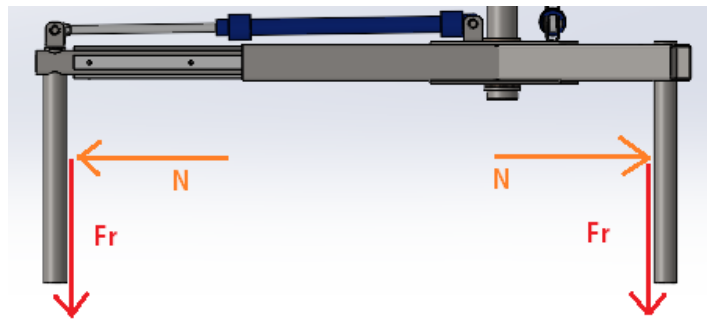
- [1] Pisarenko, G. S., Yákovlev, A. P., & Matvéev, V. V. (1979). Manual de resistencia de materiales. Editorial Mir.
- [2] Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas (4.<sup>a</sup> ed.). Prentice Hall México. Cap 16.
- [3] Serrano Nicolás, A. (2002). Oleohidráulica. McGraw-Hill Interamericana de España.
- [4] SKF. Catálogo General – Rolling Bearings.
- [5] Apuntes de la cátedra Dibujo Mecánico I y II.
- [6] ASME. (2008). BTH-1: Design of Below-The-Hook Lifting Devices.
- [7] Myszka, D. H. (2012). Máquinas y mecanismos (4.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- [8] Shigley, J. E. (2012). Diseño en ingeniería mecánica (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana de España.
- [9] Ejes Marcibur con movimiento  
<https://www.marcibur.com.ar/eje-con-movimiento-acoplado-rural.htm>
- [10] Fichas técnicas de neumaticos GoodYear  
<https://www.goodyearfarmtires.eu/es/tires/40p470gef>
- [11] Fichas técnicas de neumáticos Michelin  
<https://pro.americadelsur.michelin.com/tyres/michelin-megaxbib#specifications>
- [12] Catalogo Bosch Rexroth  
<https://www.boschrexroth.com/es/ar/productos/soluciones-industriales/hidraulica-industrial/>



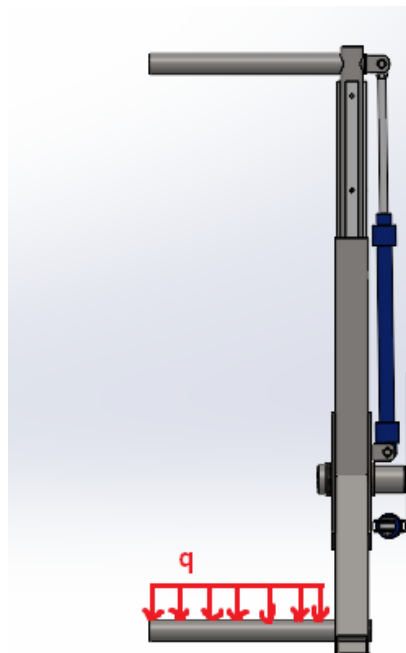
## 7. Anexo

### 7.1 Esfuerzos y dimensionamiento mordaza

Se parte de los datos ya calculados en el apartado 4 y se dejan los DCL para aclarar mejor las fuerzas necesarias en la figura 6-1 y figura 6-2.



**Figura 7-1:** Fuerza normal necesaria  $N$ .



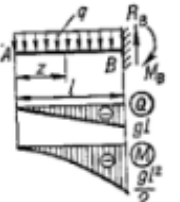
**Figura 7-2:** carga repartida " $q$ " sobre las mordazas.

Se resumen los datos y resultados obtenidos en la tabla 7-1:

**Tabla 7-1:**

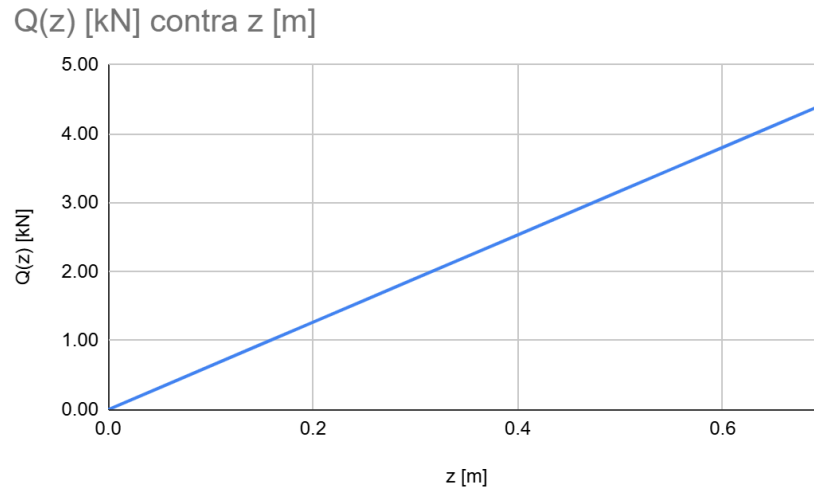
| Datos                                          | Valor    | Unidades                                        |
|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|
| Peso rueda                                     | 950      | KG                                              |
| Fuerza Peso                                    | 9319.5   | N                                               |
| Cant de mordazas n                             | 3        | unidades                                        |
| Coefficiente de friccion mu                    | 0.7      | Acero recubierto/goma                           |
| Longitud de la barra                           | 0.7      | m                                               |
| <b>Fuerzas normal y vertical</b>               |          |                                                 |
| Para sostener la rueda en posicion horizontal: |          | $\mu \cdot n \cdot \text{Normal} > \text{Peso}$ |
| Fuerza normal por mordaza                      | 4437.86  | N                                               |
| Fuerza vertical sobre cada mordaza inferior    | 4659.75  | N                                               |
| Fuerza total vertical sobre una mordaza        | 9097.61  | N                                               |
| <b>Esfuerzos</b>                               |          |                                                 |
| Carga repartida q                              | 12996.58 | N/m                                             |
| Val absoluto Momento flector Max               | 3184.16  | N.m                                             |

Este valor de momento flector máximo se obtiene de realizar el método de las secciones tal cual como indica el manual Pisarenko [1], se puede ver en la figura 7-3:

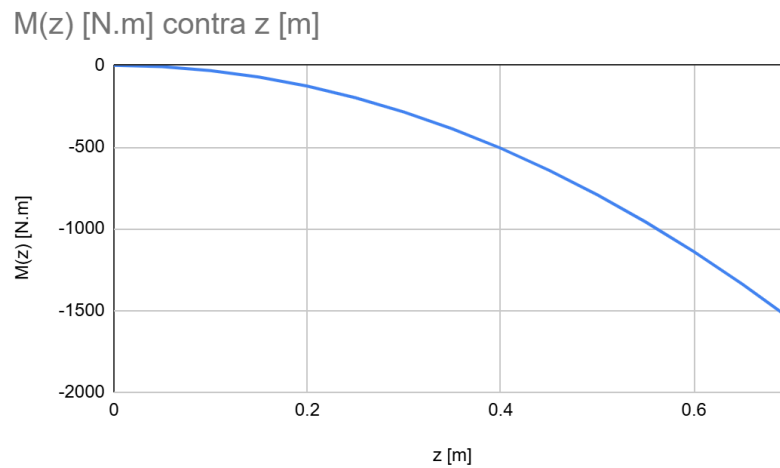
| Esquema de sollicitación de la viga, diagramas de Q y M                             | Reacciones de apoyo                  | Fuerza cortante Q        | Momento flector M                    | Continuación de la tabla 7                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                      |                          |                                      | Coordenada de la sección peligrosa $z_0$ y momento máximo $M_{\text{máx}}$ |
|  | $R_B = ql$<br>$M_B = \frac{ql^2}{2}$ | $0 < z < l$<br>$Q = -qz$ | $0 < z < l$<br>$M = -\frac{qz^2}{2}$ | $z_0 = l$<br>$M_{\text{máx}} = -\frac{ql^2}{2}$                            |

**Figura 7-3:** viga sometida a carga repartida en flexión.

Se dejan las gráficas de corte y momento en las figuras 7-4 y 7-5:



**Figura 7-4:** gráfica de corte.



**Figura 7-5:** gráfica de momento.

Se dimensiona con el momento flector máximo y buscando obtener un FOS mayor a 4.

A continuación se dejan los datos seleccionados en la tabla 7-2:

Tabla 7-2:

| Selección de tubo estructural | Valor            | Unidades       |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Material                      | Acero AISI1020   |                |
| Diametro ext D                | 101.6            | mm             |
| Espesor                       | 7.9375           | mm             |
| Diametro interior d           | 85.725           | mm             |
| Limite elastico               | 304.01           | MPa            |
| Modulo resistente W           | 0.00005077910442 | m <sup>3</sup> |
| Tension de flexion            | 62.71            | MPa            |
| FOS                           | 4.85             |                |

De acuerdo a la teoría de Navier, para secciones tubulares con diámetro interior d exterior D, el módulo resistente se calcula como, ver ecuación 7.1:

$$W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D} = \frac{\pi(0,1016^4 - 0,0857^4)}{32 \times 0,1016} = 5 \times 10^{-5} m^3 (7.1)$$

El esfuerzo máximo por flexión resulta (ecuación 7.2):

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{3184 \frac{N.m}{m}}{5 \times 10^{-5} m^3} = 62706157 \frac{N}{m^2} = 62,7 \text{ MPa} (7.2)$$

## 7.2 Dimensionamiento pernos

A continuación se puede ver el diagrama de cuerpo libre de cada perno en la figura 7-6.

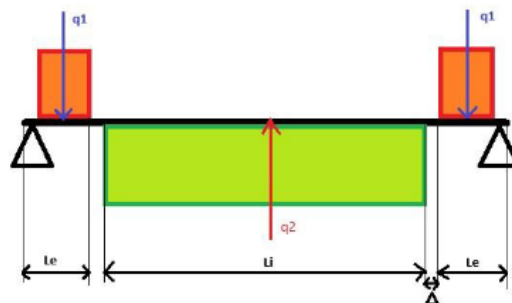


Figura 7-6: DCL perno

Resumiendo los datos y cálculos de fuerza obtenidos sobre cada perno en la tabla 7-3:

**Tabla 7-3:** datos y esfuerzos sobre pernos

| Datos                         | Valor      | Unidades |
|-------------------------------|------------|----------|
| Peso del conjunto             | 12556.80   | N        |
| Brazo Fpeso respecto a pernos | 730.00     | mm       |
| Distancia entre pernos        | 250.00     | mm       |
| Momento generado              | 9166464.00 | Nmm      |
| F total por grupo de pernos   | 36665.86   | N        |
| F por perno                   | 18332.93   | N        |
| Fuerza para dimensionar       | 18332.93   | N        |
| Esp oreja (Le)                | 7.94       | mm       |
| Esp uña (Li)                  | 90.00      | mm       |
| q1                            | 1154.83    | N/mm     |
| q2                            | 203.70     | N/mm     |
| Luz                           | 2.00       | mm       |
| L/2                           | 54.94      | mm       |
| Mf_max                        | 260957.77  | Nmm      |

El perno en la posición más solicitada, trabajara a la flexión y al corte. Se decide primero plantear un dimensionamiento a la flexión para obtener un diámetro de perno y luego con el resultado obtenido, ver si ese diámetro satisface los esfuerzos de corte.

Según el DCL, planteamos las fuerzas (ver ecuación 7.3 y 7.4) donde:

$$q1 = \frac{F_{perno}}{2 \cdot Le} \quad (7.3)$$

$$q2 = \frac{F_{perno}}{Li} \quad (7.4)$$

Siendo  $F_{perno}$  la fuerza por perno calculada anteriormente,  $Le$  la zona de apoyo con los soportes del bastidor y  $Li$  la zona de apoyo con el soporte volcador.

Se procede a calcular el momento flector según el método de secciones (ver ecuaciones 7.5, 7.6 y 7.7):

$$- \quad 0 < x < Le$$

$$\Sigma Mf = Mx + x \cdot \frac{x}{2} \cdot q1 \rightarrow Mx = - \frac{x^2}{2} \cdot q1 \quad (7.5)$$

$$- \quad Le < x < Le + \Delta$$

$$\Sigma Mf = Mx + q1 \cdot Le \cdot (x - \frac{Le}{2}) \rightarrow Mx = - q1 \cdot Le \cdot (x - \frac{Le}{2}) \quad (7.6)$$

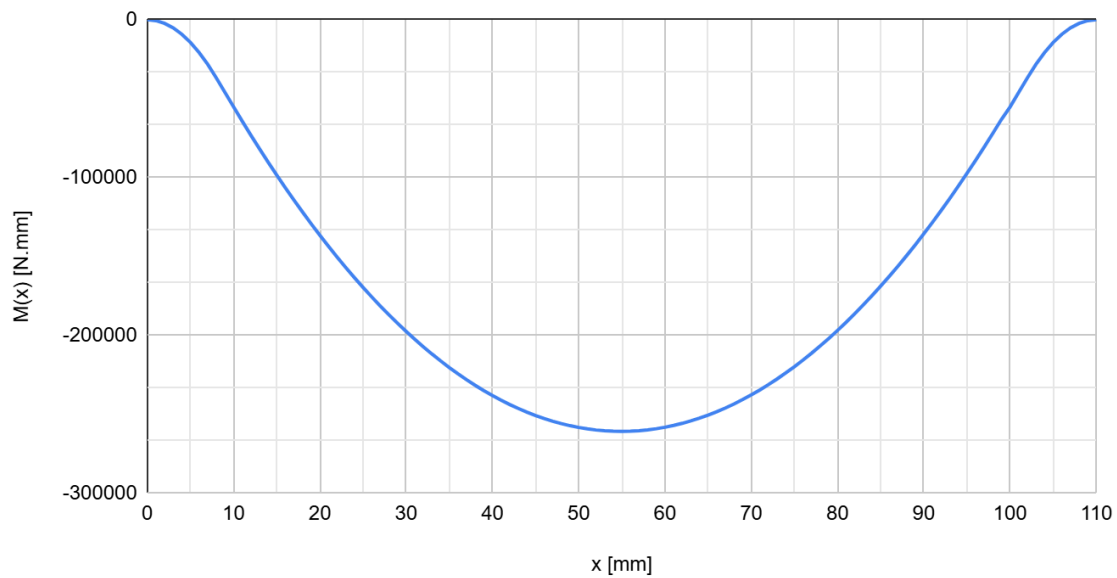
$$- \quad \underline{Le + \Delta < x < Le + \Delta + Li}$$

$$\Sigma Mf = Mx + q1. Le. (x - \frac{Le}{2}) - q2. (x - Le - \Delta). (\frac{x - Le - \Delta}{2})$$

$$Mx = - q1. Le. (x - \frac{Le}{2}) + \frac{q2}{2}. (x - Le - \Delta)^2 \quad (7.7)$$

La gráfica resultante de Mx a lo largo del perno se puede observar en la figura 7-7:

M(x) [N.mm] contra x [mm]



**Figura 7-7:** gráfica de momento

Se puede notar que el momento flector máximo se da en la mitad de la longitud del bulón  $Z = Le + \Delta + Li/2 = 54.5$  milímetros. Se calcula evaluando Z en la ecuación (7.8):

$$Mx_{max} = - q1. Le. (Z - \frac{Le}{2}) + \frac{q2}{2}. (Z - Le - \Delta)^2 \quad (7.8)$$

$$Mx_{max} = 260957.77 \text{ N.mm}$$

Para calcular el diámetro mínimo se parte de la fórmula de flexión (ecuación 7.9)

$$\sigma_{adm} = \frac{Mx_{max}}{\pi \cdot \frac{d^4}{32}} \cdot d \quad (7.9)$$

El material del bulón es comercial, se optó por un grado 10.9 ya que son bulones de alta resistencia utilizados en aplicaciones donde se necesita alta capacidad de carga y resistencia a la tracción. Sus diámetros nominales van desde M5 hasta M36 y están fabricados en acero martensítico de bajo carbono templado y revenido. Se suelen utilizar en la industria automotriz, construcción de maquinarias, estructuras metálicas, equipos de izaje, etc. El límite elástico es de 940 MPa, utilizando un FOS de 3 para calcular la tensión admisible y despejando en función de la medida deseada, se llega a la siguiente ecuación (7.10):

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{xmax}}{\sigma_{adm} \cdot \pi}} \quad (7.10)$$

$$d = 20.39 \text{ mm}$$

Una vez calculado el perno a la flexión, se verifica el mismo al corte en la sección, donde la tensión de corte es calculada con la ecuación siguiente (7.11):

$$\sigma_{adm} = \frac{F_{perno}}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} = 56.11 \text{ MPa} \quad (7.11)$$

Al tomar como criterio la tensión de Von Mises, ecuación (7.12):

$$\sigma_{VM} = \frac{\sigma_f}{FOS \sqrt{3}} = 180.9 \text{ MPa} \quad (7.12)$$

Cómo se puede apreciar este valor es mayor que el calculado en la ecuación (7.11) por lo tanto se verifica al corte el perno también.

### 7.3 Actuadores volcadores

En primer lugar, se dimensionan los actuadores en base al peso o la fuerza a ejercer calculada anteriormente y la velocidad que se quiere obtener para realizar el volcado. Se resumen los datos de los que se parte para el dimensionamiento del actuador:

- Fuerza a ejercer: 21113 N
- Tiempo de aceleración: 0,4 segundos
- Distancia de recorrido: 0,4 m

- Cantidad de actuadores: 2
- Velocidad promedio de trabajo los actuadores Rexroth: 0,05 m/seg

Se divide el movimiento de aceleración en dos partes una con aceleración y otra con velocidad constante. Para el primero se cuenta con los siguientes datos.

- $t_1 = 0,4 \text{ seg}$
- $F = 21113 \text{ N}$

Con estos datos se plantean las ecuaciones de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (ver ecuaciones 7.13 y 7.14 debajo).

$$a = \frac{V_f}{t_1} = \frac{0,05 \text{ m/s}}{0,4 \text{ s}} = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (7.13)$$

$$y = \frac{1}{2} \times a \times t_1^2 = \frac{1}{2} \times 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (0,4 \text{ s})^2 = 0,01 \text{ m} \quad (7.14)$$

Con esta distancia recorrida en aceleración y la distancia recorrida a velocidad de trabajo la cual es 0.05 m/s, se puede calcular el tiempo total de operación de la siguiente manera (ver ecuación 7.15 debajo).

$$T_{total} = t_1 + t_2 = 0,4 \text{ s} + \frac{0,4 \text{ m}}{0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 8,4 \text{ s} \quad (7.15)$$

Con la fuerza necesaria y los datos de actuadores extraídos de la hoja de datos Bosch se selecciona el diámetro de pistón necesario según la fuerza a ejercer, ver figura 7-8 y tabla 7-4 de datos actuador.

**Technical data**

(For applications outside these values, please consult us!)

**Diameters, areas, forces, flow**

| Piston | Piston rod | Area ratio                       | Areas                          |                                |                                | Force at 250 bar <sup>1)</sup> |                   |                   | Flow at 0.1 m/s <sup>2)</sup> |                       |                       | Max. available stroke length |
|--------|------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
|        |            |                                  | Piston                         | Rod                            | Ring                           | Pressure                       | Diff.             | Pulling           | Off                           | Diff.                 | On                    |                              |
| ØAL mm | ØMM mm     | φ A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> cm <sup>2</sup> | A <sub>2</sub> cm <sup>2</sup> | A <sub>3</sub> cm <sup>2</sup> | F <sub>1</sub> kN              | F <sub>2</sub> kN | F <sub>3</sub> kN | Q <sub>v1</sub> l/min         | Q <sub>v2</sub> l/min | Q <sub>v3</sub> l/min | mm                           |
| 40     | 22         | 1.43                             | 12.56                          | 3.80                           | 8.76                           | 31.40                          | 9.50              | 21.90             | 7.5                           | 2.3                   | 5.3                   | 2000                         |
|        | 28         | 1.96                             |                                | 6.16                           | 6.40                           |                                | 15.40             | 16.00             |                               | 3.7                   | 3.8                   |                              |
| 50     | 28         | 1.46                             | 19.63                          | 6.16                           | 13.47                          | 49.10                          | 15.40             | 33.70             | 11.8                          | 3.7                   | 8.1                   | 2000                         |
|        | 36         | 2.08                             |                                | 10.18                          | 9.45                           |                                | 25.45             | 23.65             |                               | 6.1                   | 5.7                   |                              |
| 63     | 36         | 1.48                             | 31.17                          | 10.18                          | 20.99                          | 77.90                          | 25.45             | 52.45             | 18.7                          | 6.1                   | 12.6                  | 2000                         |
|        | 45         | 2.04                             |                                | 15.90                          | 15.27                          |                                | 39.75             | 38.15             |                               | 9.5                   | 9.2                   |                              |
| 80     | 45         | 1.46                             | 50.26                          | 15.90                          | 34.36                          | 125.65                         | 39.75             | 85.90             | 30.2                          | 9.5                   | 20.7                  | 2000                         |
|        | 56         | 1.96                             |                                | 24.63                          | 25.63                          |                                | 61.55             | 64.10             |                               | 14.8                  | 15.4                  |                              |



<sup>1)</sup> Theoretical static cylinder force (without consideration of the efficiency and admissible load for attachment parts such as swivel heads, plates, or valves, etc.)

<sup>2)</sup> Stroke velocity

**Figura 7-8:** datos actuadores.**Tabla 7-4:** datos actuadores.

|                                  |         |         |         |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Presion [bar]                    | 100.00  |         |         |         |         |
| Diametro piston [mm]             | 40.00   | 50.00   | 63.00   | 80.00   | 100.00  |
| Area piston [mm2]                | 1256.64 | 1963.50 | 3117.25 | 5026.55 | 7853.98 |
| Fuerza [kN]                      | 12.57   | 19.63   | 31.17   | 50.27   | 78.54   |
| Diámetro vástago [mm]            | 22-28   | 28-36   | 36-45   | 45-56   | 56-70   |
| Max velocidad de carrera [m/seg] | 0.31    | 0.20    | 0.28    | 0.18    | 0.20    |

Ya elegido el diámetro del pistón, se calcula la presión que necesitará la bomba para impulsar este movimiento (ver ecuación 7.16 debajo).

$$P_{bomba} = \frac{F_{act}}{A_{piston}} = \frac{24878N}{3117.25mm^2} = 7.98MPa = 7.98 \text{ bar} \quad (7.16)$$

Ahora para calcular el caudal necesario para llenar la cámara del cilindro, con el tiempo para realizar la maniobra, el área del pistón y la carrera total de este se obtiene (ver ecuación 7.17).

$$Q_{bomba} = \frac{Volumen}{T_{total}} = \frac{2 \cdot A_{piston} \times carrera}{T_{total}} = \frac{2 \cdot 3117.25mm^2 \times 400mm}{8.4s} = 42,41 \frac{L}{min} \quad (7.17)$$

Se calcula la potencia necesaria (ver ecuación 7.18 debajo).

$$Potencia = P_{bomba} \times Q_{bomba} \approx \frac{21113N}{3117.25mm^2} \times \frac{3117.25mm^2 \times 400mm}{8.4s} = 4021,57 Watt (7.18)$$

Se deja a continuación la tabla 7-5 a modo de resumen de los datos utilizados y resultados obtenidos:

**Tabla 7-5:** datos y resultados obtenidos de actuadores volcadores.

|                                    |            |                    |         |       |
|------------------------------------|------------|--------------------|---------|-------|
| Peso del conjunto                  | 12556.80   | N                  |         |       |
| Distancia CM en peor cond resp a A | 0.56       | m                  |         |       |
| Angulo entre actuador y horizontal | 38.00      | °                  | 0.62    |       |
| Dist entre pernos                  | 0.27       | m                  |         |       |
| Fuerza a ejercer por c/actuador    | 42226.50   | N                  |         |       |
| Fuerza a ejercer por c/actuador    | 21113.25   | N                  |         |       |
| Tiempo aceleracion                 | 0.40       | seg                |         |       |
| Distancia recorrido                | 0.40       | m                  |         |       |
| Cant de actuadores                 | 2          |                    |         |       |
| Velocidad actuadores               | 0.05       | m/seg              |         |       |
| Aceleracion                        | 0.13       | m/s <sup>2</sup>   |         |       |
| Distancia acelerando               | 0.01       | m                  |         |       |
| Tiempo total                       | 8.40       | seg                |         |       |
| Area piston seleccionado           | 3117.25    | mm <sup>2</sup>    |         |       |
| Presion bomba                      | 6.77       | MPa                | 67.73   | bar   |
| Volumen de 2 camaras               | 2493796.25 | mm <sup>3</sup>    | 2.49    | L     |
| Qbomba                             | 593761.01  | mm <sup>3</sup> /s | 42.41   | L/min |
| Potencia                           | 4021.57    | Watt               | 4021.57 |       |

## **7.4 Hojas de datos**

# Hydraulic cylinder Mill type

## Series CDH1 / CGH1 / CSH1



- Component series 3X
- Nominal pressure 250 bar (25 MPa)

### Features

- 6 types of mounting
- Piston Ø (**ØAL**): 40 to 320 mm
- Piston rod Ø (**ØMM**): 22 to 220 mm
- Stroke lengths up to 6 m
- Self-adjusting and adjustable end position cushioning
- IO-Link interface, optional



Project planning software  
Interactive Catalog System  
[www.boschrexroth.com/mill-type-cylinder](http://www.boschrexroth.com/mill-type-cylinder)

### Contents

|                                                |           |                               |           |
|------------------------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| Features                                       | 1         | Flange ports                  | 42, 43    |
| Contents                                       | 1         | Subplates for valve mounting  | 44 ... 47 |
| Ordering code series CDH1                      | 2 ... 4   | Bleeding / measuring coupling | 48        |
| Ordering code series CGH1                      | 5 ... 7   | Throttle valve                | 48        |
| Ordering code series CSH1                      | 8 ... 10  | Proximity switch              | 49 ... 51 |
| Technical data                                 | 11 ... 15 | Position measurement system   | 52, 53    |
| Overview types of mounting: Series CDH1 / CSH1 | 16        | Profibus                      | 54, 55    |
| Overview types of mounting: Series CSH1        | 17        | IO-Link, Profinet             | 56 ... 58 |
| Swivel eye at base CDH1: MP3                   | 18, 19    | Plain clevis CSA              | 59        |
| Self-aligning clevis at base CDH1: MP5         | 20, 21    | Plain clevis CGA              | 60        |
| Round flange at head CDH1/CGH1: MF3            | 22, 23    | Swivel head CGAK              | 61, 62    |
| Round flange at base CDH1: MF4                 | 24, 25    | Swivel head CGAS (clampable)  | 63, 64    |
| Trunnion mounting CDH1/CGH1: MT4               | 26, 27    | Buckling                      | 65        |
| Foot mounting CDH1/CGH1: MS2                   | 28, 29    | Admissible stroke length      | 66 ... 67 |
| Swivel eye at base CSH1: MP3                   | 30, 31    | End position cushioning       | 68 ... 70 |
| Self-aligning clevis at base CSH1: MP5         | 32, 33    | Selection criteria for seals  | 71        |
| Round flange at head CSH1: MF3                 | 34, 35    | Seal kits                     | 72 ... 76 |
| Round flange at base CSH1: MF4                 | 36, 37    | Tightening torques            | 77        |
| Trunnion mounting CSH1: MT4                    | 38, 39    | Components                    | 78 ... 81 |
| Foot mounting CSH1: MS2                        | 40, 41    | Cylinder weight               | 82        |
|                                                |           | Corrosivity categories        | 83        |

## Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

### Standards:

Bosch Rexroth standard; main dimensions like piston Ø and piston rod Ø correspond to ISO 3320.

**Nominal pressure:** 250 bar

Static test pressure: 375 bar

Reduced test pressure 315 bar

The maximum operating pressures must be less than or equal to the applicable nominal pressures and apply to applications with shock-free operation with reference to excess pressure and/or external loads. With extreme loads like e.g. high cycle sequence, mounting elements and threaded piston rod connections must be designed for durability.

### Minimum pressure:

Depending on the application, operating conditions and technical design, a certain minimum pressure (approx. 10 bar) is required in order to guarantee a technically perfect function of the hydraulic cylinder.

**Installation position:** arbitrary

### Hydraulic fluid (additional data sheet):

Mineral oils DIN 51524 HL, HLP (90220)

Oil-in-water emulsion HFA (90223)

Water glycol HFC (90223)

Phosphate ester HFDR (90222)

Polyol ester HFDU (90222)

**Hydraulic fluid temperature range:** see page 71

**Ambient temperature range:** see page 71

**Optimum viscosity range:** 20 to 100 mm<sup>2</sup>/s

**Minimum admissible viscosity:** 12 mm<sup>2</sup>/s

**Maximum admissible viscosity:** 380 mm<sup>2</sup>/s

### Cleanliness class acc. to ISO

Maximum admissible degree of contamination of the hydraulic fluid according to ISO 4406 (c) class 20/18/15. The cleanliness classes specified for the components must be adhered to in hydraulic systems. Effective filtration prevents faults and simultaneously increases the life cycle of the components. For the selection of the filters, see [www.boschrexroth.com/filter](http://www.boschrexroth.com/filter)

**Bleeding** by default secured against unscrewing

### Color set-up:

**Priming:** By default, hydraulic cylinders are primed with a coating (color gentian blue RAL 5010) of min. 40 µm, see page 83.

Other colors on request.

Following surfaces of cylinders and attached parts are not primed:

- All fitting diameters to the customer side
- Sealing surfaces for line connection
- Sealing surfaces for flange connection
- Connection surface for valve mounting
- Inductive proximity switches
- Position measurement system
- Measuring coupling
- Spherical / plain bearing
- Grease nipples

**Painting:** By default, hydraulic cylinders can be ordered in four corrosivity categories in the RAL colors, see page 83.

Following surfaces of cylinders and attached parts are not painted:

- All fitting diameters and connection surfaces to customer side
- Sealing surfaces for line connection
- Sealing surfaces for flange connection
- Connection surface for valve mounting
- Inductive proximity switches
- Position measurement system
- Measuring coupling
- Spherical / plain bearing
- Grease nipples

Surfaces not primed or painted are protected with solvent-free corrosion protection compound.

Accessories ordered as a separate order item are not primed or painted by default. Corresponding priming and/or painting on request.

**Technical data**

(For applications outside these values, please consult us!)

**Stroke velocity:**

Please observe the guideline on max. stroke velocities (with recommended flow velocity of 5 m/s in the line connection) in the table. Higher stroke velocity on request. If the extension velocity is considerably higher than the retraction velocity of the piston rod, drag-out losses of the medium may result. If necessary, please consult us.

| Piston Ø (mm) | Line connection | Max. stroke velocity in m/s |
|---------------|-----------------|-----------------------------|
| 40            | G1/2            | 0.31                        |
| 50            | G1/2            | 0.20                        |
| 63            | G3/4            | 0.28                        |
| 80            | G3/4            | 0.18                        |
| 100           | G1              | 0.20                        |
| 125           | G1 1/4          | 0.20                        |
| 140           | G1 1/4          | 0.16                        |
| 160           | G1 1/2          | 0.18                        |
| 180           | G1 1/2          | 0.14                        |
| 200           | G1 1/2          | 0.11                        |
| 220           | G1 1/2          | 0.09                        |
| 250           | G1 1/2          | 0.07                        |
| 280           | G1 1/2          | 0.06                        |
| 320           | G1 1/2          | 0.04                        |

**Boundary and application conditions:**

- ▶ The mechanical alignment of the movement axis and thus the mounting points of hydraulic cylinder and piston rod must be ensured. Lateral forces on the guides of piston rod and piston are to be avoided. It may be necessary to consider the own weight of the hydraulic cylinder (MP3 / MP5 or MT4) or the piston rod.
- ▶ The bending length/bending load of the piston rod and/or the hydraulic cylinder must be observed (see page topic Bucklig).
- ▶ The maximum admissible stroke velocities with regard to the suitability/load of seals must be observed as must their compatibility with the properties of the hydraulic fluid (see page topic Seals).
- ▶ The maximum admissible velocities/kinetic energies when moving into the end positions, also considering external loads, must be observed.  
Danger: Excess pressure
- ▶ The maximum admissible operating pressure must be complied with in any operating state of the hydraulic cylinder. Possible pressure intensification resulting from the area ratio of annulus area to piston area and possible throttling points are to be observed.
- ▶ Detrimental environmental influences, like e.g. aggressive finest particles, vapors, high temperatures, etc. as well as contaminations and deterioration of the hydraulic fluid are to be avoided.

**Notice:**

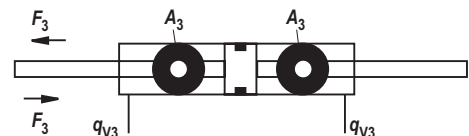
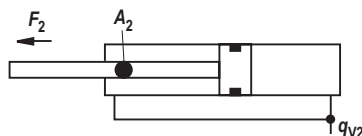
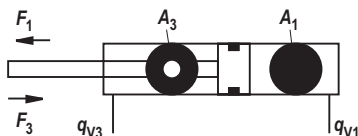
- ▶ This list does not claim to be complete. In case of questions regarding the compatibility with the medium or exceedance of the boundary or application conditions, please contact us.
- ▶ All graphical pictures in the data sheet are examples. The product supplied may therefore differ from the figure shown.

**Technical data**

(For applications outside these values, please consult us!)

**Diameters, areas, forces, flow**

| Piston     | Piston rod | Area ratio          | Areas                    |                          |                          | Force at 250 bar <sup>1)</sup> |             |             | Flow at 0.1 m/s <sup>2)</sup> |                   |                   | Max. available stroke length |
|------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|
|            |            |                     | Piston                   | Rod                      | Ring                     | Pressure                       | Diff.       | Pulling     | Off                           | Diff.             | On                |                              |
| ØAL<br>mm  | ØMM<br>mm  | $\phi$<br>$A_1/A_3$ | $A_1$<br>cm <sup>2</sup> | $A_2$<br>cm <sup>2</sup> | $A_3$<br>cm <sup>2</sup> | $F_1$<br>kN                    | $F_2$<br>kN | $F_3$<br>kN | $q_{V1}$<br>l/min             | $q_{V2}$<br>l/min | $q_{V3}$<br>l/min | mm                           |
| <b>40</b>  | <b>22</b>  | 1.43                | 12.56                    | 3.80                     | 8.76                     | 31.40                          | 9.50        | 21.90       | 7.5                           | 2.3               | 5.3               | 2000                         |
|            | <b>28</b>  | 1.96                |                          | 6.16                     | 6.40                     |                                | 15.40       | 16.00       |                               | 3.7               | 3.8               |                              |
| <b>50</b>  | <b>28</b>  | 1.46                | 19.63                    | 6.16                     | 13.47                    | 49.10                          | 15.40       | 33.70       | 11.8                          | 3.7               | 8.1               | 2000                         |
|            | <b>36</b>  | 2.08                |                          | 10.18                    | 9.45                     |                                | 25.45       | 23.65       |                               | 6.1               | 5.7               |                              |
| <b>63</b>  | <b>36</b>  | 1.48                | 31.17                    | 10.18                    | 20.99                    | 77.90                          | 25.45       | 52.45       | 18.7                          | 6.1               | 12.6              | 2000                         |
|            | <b>45</b>  | 2.04                |                          | 15.90                    | 15.27                    |                                | 39.75       | 38.15       |                               | 9.5               | 9.2               |                              |
| <b>80</b>  | <b>45</b>  | 1.46                | 50.26                    | 15.90                    | 34.36                    | 125.65                         | 39.75       | 85.90       | 30.2                          | 9.5               | 20.7              | 2000                         |
|            | <b>56</b>  | 1.96                |                          | 24.63                    | 25.63                    |                                | 61.55       | 64.10       |                               | 14.8              | 15.4              |                              |
| <b>100</b> | <b>56</b>  | 1.46                | 78.54                    | 24.63                    | 53.91                    | 196.35                         | 61.55       | 134.80      | 47.1                          | 14.8              | 32.3              | 3000                         |
|            | <b>70</b>  | 1.96                |                          | 38.48                    | 40.06                    |                                | 96.20       | 100.15      |                               | 23.1              | 24.0              |                              |
| <b>125</b> | <b>70</b>  | 1.46                | 122.72                   | 38.48                    | 84.24                    | 306.75                         | 96.20       | 210.55      | 73.6                          | 23.1              | 50.5              | 3000                         |
|            | <b>90</b>  | 2.08                |                          | 63.62                    | 59.10                    |                                | 159.05      | 147.70      |                               | 38.2              | 35.4              |                              |
| <b>140</b> | <b>90</b>  | 1.70                | 153.94                   | 63.62                    | 90.32                    | 384.75                         | 159.05      | 225.70      | 92.4                          | 38.2              | 54.2              | 3000                         |
|            | <b>100</b> | 2.04                |                          | 78.54                    | 75.40                    |                                | 196.35      | 188.40      |                               | 47.1              | 45.3              |                              |
| <b>160</b> | <b>100</b> | 1.64                | 201.06                   | 78.54                    | 122.50                   | 502.50                         | 196.35      | 306.15      | 120.6                         | 47.1              | 73.5              | 3000                         |
|            | <b>110</b> | 1.90                |                          | 95.06                    | 106.00                   |                                | 237.65      | 264.85      |                               | 57.0              | 63.6              |                              |
| <b>180</b> | <b>110</b> | 1.60                | 254.47                   | 95.06                    | 159.43                   | 636.17                         | 237.65      | 398.52      | 152.7                         | 57.0              | 95.7              | 3000                         |
|            | <b>125</b> | 1.93                |                          | 122.72                   | 131.75                   |                                | 306.80      | 329.37      |                               | 73.6              | 79.1              |                              |
| <b>200</b> | <b>125</b> | 1.64                | 314.16                   | 122.72                   | 191.44                   | 785.25                         | 306.80      | 478.45      | 188.5                         | 73.6              | 114.9             | 3000                         |
|            | <b>140</b> | 1.96                |                          | 153.96                   | 160.20                   |                                | 384.90      | 400.35      |                               | 92.4              | 96.1              |                              |
| <b>220</b> | <b>140</b> | 1.68                | 380.1                    | 153.9                    | 226.2                    | 950.3                          | 384.8       | 565.5       | 228.1                         | 92.4              | 135.7             | 6000                         |
|            | <b>160</b> | 2.12                |                          | 201.0                    | 179.1                    |                                | 502.6       | 447.7       |                               | 120.7             | 107.4             |                              |
| <b>250</b> | <b>160</b> | 1.69                | 490.8                    | 201.0                    | 289.8                    | 1227.2                         | 502.7       | 724.5       | 294.5                         | 120.7             | 173.8             | 6000                         |
|            | <b>180</b> | 2.08                |                          | 254.4                    | 236.4                    |                                | 636.2       | 591.0       |                               | 152.7             | 141.8             |                              |
| <b>280</b> | <b>180</b> | 1.70                | 615.7                    | 254.4                    | 361.3                    | 1539.4                         | 636.2       | 903.2       | 369.4                         | 152.7             | 216.7             | 6000                         |
|            | <b>200</b> | 2.04                |                          | 314.1                    | 301.6                    |                                | 785.4       | 753.9       |                               | 188.5             | 180.9             |                              |
| <b>320</b> | <b>200</b> | 1.64                | 804.2                    | 314.1                    | 490.1                    | 2010.6                         | 785.4       | 1225.2      | 482.5                         | 188.5             | 294.0             | 6000                         |
|            | <b>220</b> | 1.90                |                          | 380.1                    | 424.2                    |                                | 950.3       | 1060.3      |                               | 228.1             | 254.4             |                              |



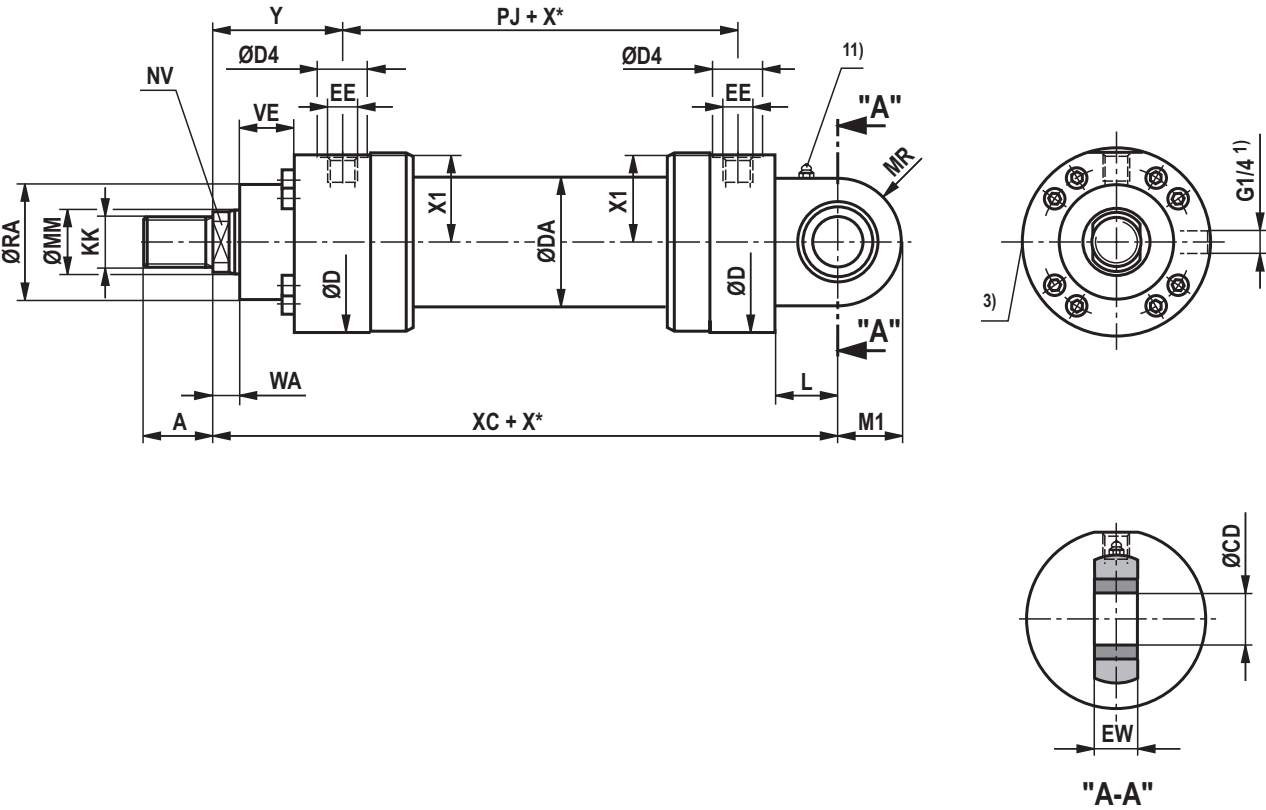
<sup>1)</sup> Theoretical static cylinder force  
(without consideration of the efficiency and admissible load for attachment parts such as swivel heads, plates, or valves, etc.)

<sup>2)</sup> Stroke velocity

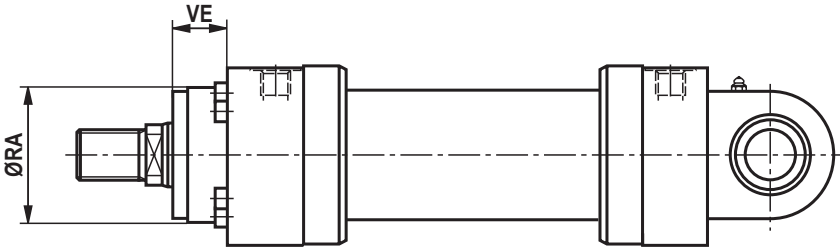
Dimensions

Swivel eye at base CDH1: MP3 (dimensions in mm)

CDH1 MP3; ØAL 40 - 200 mm



CDH1 MP3: with seal design "A", "B" and ØAL 160 - 200 mm



**Dimensions**

Swivel eye at base CDH1: MP3 (dimensions in mm)

| ØAL        | ØMM            | KK<br>5) | A<br>5) | KK<br>6) | A<br>6) | NV      | ØD  | ØDA | ØD4<br>2) | EE<br>4; 16) | EE<br>4; 17) | Y   | PJ  |
|------------|----------------|----------|---------|----------|---------|---------|-----|-----|-----------|--------------|--------------|-----|-----|
| <b>40</b>  | <b>22/28</b>   | M16x1,5  | 16      | M18x2    | 30      | 16/22   | 88  | 52  | 34        | G1/2         | M22x1,5      | 79  | 120 |
| <b>50</b>  | <b>28/36</b>   | M22x1,5  | 22      | M24x2    | 35      | 22/30   | 102 | 62  | 34        | G1/2         | M22x1,5      | 87  | 120 |
| <b>63</b>  | <b>36/45</b>   | M28x1,5  | 28      | M30x2    | 45      | 30/36   | 120 | 78  | 42        | G3/4         | M27x2        | 100 | 133 |
| <b>80</b>  | <b>45/56</b>   | M35x1,5  | 35      | M39x3    | 55      | 36/46   | 140 | 95  | 42        | G3/4         | M27x2        | 104 | 146 |
| <b>100</b> | <b>56/70</b>   | M45x1,5  | 45      | M50x3    | 75      | 46/60   | 170 | 125 | 47        | G1           | M33x2        | 124 | 171 |
| <b>125</b> | <b>70/90</b>   | M58x1,5  | 58      | M64x3    | 95      | 60/75   | 206 | 150 | 58        | G1 1/4       | M42x2        | 135 | 205 |
| <b>140</b> | <b>90/100</b>  | M65x1,5  | 65      | M80x3    | 110     | 75/85   | 226 | 170 | 58        | G1 1/4       | M42x2        | 156 | 219 |
| <b>160</b> | <b>100/110</b> | M80x2    | 80      | M90x3    | 120     | 85/95   | 265 | 190 | 65        | G1 1/2       | M48x2        | 185 | 240 |
| <b>180</b> | <b>110/125</b> | M100x2   | 100     | M100x3   | 140     | 95/110  | 292 | 210 | 65        | G1 1/2       | M48x2        | 199 | 264 |
| <b>200</b> | <b>125/140</b> | M110x2   | 110     | M110x4   | 150     | 110/120 | 310 | 235 | 65        | G1 1/2       | M48x2        | 205 | 278 |

| ØAL        | ØMM            | X1    | WA | XC  | L    | MR  | M1   | ØCD<br>H11 | EW<br>-0.4 | ØRA<br>7) | VE<br>7) | ØRA<br>8) | VE<br>8) |
|------------|----------------|-------|----|-----|------|-----|------|------------|------------|-----------|----------|-----------|----------|
| <b>40</b>  | <b>22/28</b>   | 41    | 14 | 252 | 32.5 | 31  | 28   | 25         | 23         | 52        | 40       | 52        | 20       |
| <b>50</b>  | <b>28/36</b>   | 48.5  | 18 | 265 | 37.5 | 36  | 32.5 | 30         | 28         | 65        | 40       | 65        | 16       |
| <b>63</b>  | <b>36/45</b>   | 56.5  | 22 | 302 | 45   | 42  | 40   | 35         | 30         | 75        | 45       | 75        | 17       |
| <b>80</b>  | <b>45/56</b>   | 67    | 20 | 330 | 50   | 52  | 50   | 40         | 35         | 95        | 45       | 95        | 13       |
| <b>100</b> | <b>56/70</b>   | 82    | 30 | 385 | 60   | 65  | 62.5 | 50         | 40         | 115       | 55       | 115       | 20       |
| <b>125</b> | <b>70/90</b>   | 99    | 32 | 447 | 70   | 70  | 70   | 60         | 50         | 135       | 60       | 135       | 17       |
| <b>140</b> | <b>90/100</b>  | 109.5 | 35 | 490 | 75   | 82  | 82   | 70         | 55         | 155       | 70       | 155       | 22       |
| <b>160</b> | <b>100/110</b> | 129   | 40 | 550 | 85   | 95  | 95   | 80         | 60         | 200       | 80       | 200       | 80       |
| <b>180</b> | <b>110/125</b> | 142.5 | 40 | 610 | 90   | 113 | 113  | 90         | 65         | 220       | 90       | 220       | 90       |
| <b>200</b> | <b>125/140</b> | 152   | 40 | 645 | 115  | 125 | 125  | 100        | 70         | 235       | 95       | 235       | 95       |

ØAL = piston Ø

ØMM = piston rod Ø

X\* = stroke length

1) Bleeding: With view to the piston rod, the position is offset by 90° in relation to the line connection (clockwise)

2) Ø D4 max. 0.5 mm deep

3) Throttle valve only with end position cushioning "E" (180° for bleeding)

4) Flange connections see separate table pages 42 and 43

5) Thread design "G"

6) Thread design "A"

7) Dimensions for cylinders with seal design M, T, G, L, R, S and V

8) Dimensions for cylinders with seal design A and B

11) Standard version "W"

Grease nipple, cone head form A according to DIN 71412

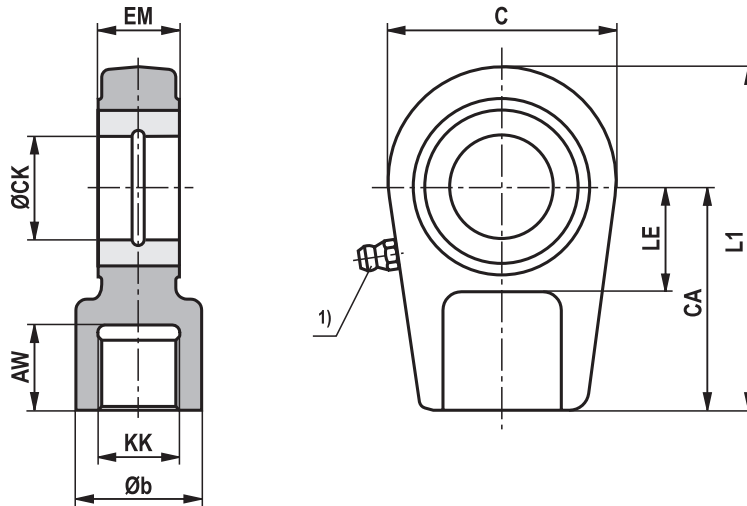
16) Line connection "B" and "C"

17) Line connection "M"

## Plain clevis CSA

(dimensions in mm)

ØAL 40-200 mm



| ØAL | Type   | Material no. | AW  | Øb  | C   | CA  | ØCK<br>H11 | EM<br>-0.4 | KK      | LE  | L1  | $m$ <sup>2)</sup><br>kg | $C_0$ <sup>3)</sup><br>kN | $F_{adm}$ <sup>4)</sup><br>kN |
|-----|--------|--------------|-----|-----|-----|-----|------------|------------|---------|-----|-----|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 40  | CSA 16 | R900303150   | 17  | 28  | 56  | 50  | 25         | 23         | M16x1,5 | 25  | 80  | 0.43                    | 72                        | 25.9                          |
| 50  | CSA 22 | R900303151   | 23  | 34  | 64  | 60  | 30         | 28         | M22x1,5 | 30  | 94  | 0.7                     | 106                       | 38.2                          |
| 63  | CSA 28 | R900303152   | 29  | 44  | 78  | 70  | 35         | 30         | M28x1,5 | 40  | 112 | 1.1                     | 153                       | 55.1                          |
| 80  | CSA 35 | R900303153   | 36  | 55  | 94  | 85  | 40         | 35         | M35x1,5 | 45  | 135 | 2.0                     | 250                       | 90.0                          |
| 100 | CSA 45 | R900303154   | 46  | 70  | 116 | 105 | 50         | 40         | M45x1,5 | 55  | 168 | 3.3                     | 365                       | 131.4                         |
| 125 | CSA 58 | R900303155   | 59  | 87  | 130 | 130 | 60         | 50         | M58x1,5 | 65  | 200 | 5.5                     | 400                       | 144.0                         |
| 140 | CSA 65 | R900303156   | 66  | 93  | 154 | 150 | 70         | 55         | M65x1,5 | 75  | 232 | 8.6                     | 540                       | 194.4                         |
| 160 | CSA 80 | R900303157   | 81  | 125 | 176 | 170 | 80         | 60         | M80x2   | 80  | 265 | 12.2                    | 670                       | 241.2                         |
| 180 | CSA100 | R900303158   | 101 | 143 | 206 | 210 | 90         | 65         | M100x2  | 90  | 323 | 21.5                    | 980                       | 352.8                         |
| 200 | CSA110 | R900303159   | 111 | 153 | 230 | 235 | 100        | 70         | M110x2  | 105 | 360 | 27.5                    | 1120                      | 403.2                         |

The specified dimensions are maximum values and may differ depending on the manufacturer.

The following values are excluded: CA, CK, EM, KK

The plain clevis must always be screwed against the shoulder of the piston rod and secured against loosening!

ØAL = piston Ø

<sup>1)</sup> Grease nipple, cone head form A according to DIN 71412

<sup>2)</sup>  $m$  = weight of plain clevis in kg

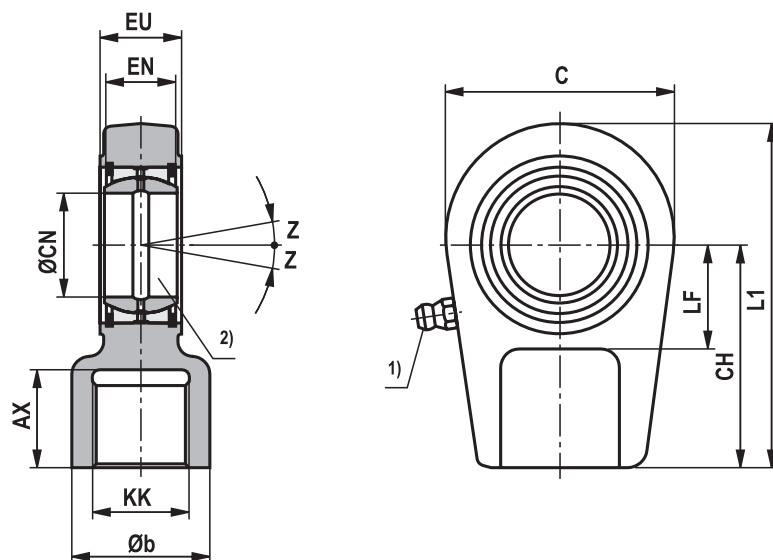
<sup>3)</sup>  $C_0$  = static load rating of the plain clevis

<sup>4)</sup>  $F_{adm}$  = max. admissible load of the plain clevis for oscillatory or alternating loads

## Swivel head CGA

(dimensions in mm)

ØAL 40-280 mm



| ØAL | Type   | AX<br>min | Øb<br>max | C   | CH  | ØCN <sup>2)</sup>     | EN                  | EU<br>-0.4 | KK      | L1    | LF<br>min | z   | m <sup>3)</sup><br>kg |
|-----|--------|-----------|-----------|-----|-----|-----------------------|---------------------|------------|---------|-------|-----------|-----|-----------------------|
| 40  | CGA 16 | 17        | 26        | 56  | 50  | 25 <sub>-0.010</sub>  | 20 <sub>-0.12</sub> | 23         | M16x1,5 | 80    | 28        | 7 ° | 0.43                  |
| 50  | CGA 22 | 23        | 33        | 64  | 60  | 30 <sub>-0.010</sub>  | 22 <sub>-0.12</sub> | 28         | M22x1,5 | 94    | 30        | 6 ° | 0.7                   |
| 63  | CGA 28 | 29        | 41        | 78  | 70  | 35 <sub>-0.012</sub>  | 25 <sub>-0.12</sub> | 30         | M28x1,5 | 112   | 38        | 6 ° | 1.1                   |
| 80  | CGA 35 | 36        | 50        | 94  | 85  | 40 <sub>-0.012</sub>  | 28 <sub>-0.12</sub> | 35         | M35x1,5 | 135   | 45        | 7 ° | 2.0                   |
| 100 | CGA 45 | 46        | 62        | 116 | 105 | 50 <sub>-0.012</sub>  | 35 <sub>-0.12</sub> | 40         | M45x1,5 | 168   | 55        | 6 ° | 3.3                   |
| 125 | CGA 58 | 59        | 76        | 130 | 130 | 60 <sub>-0.015</sub>  | 44 <sub>-0.15</sub> | 50         | M58x1,5 | 200   | 65        | 6 ° | 5.5                   |
| 140 | CGA 65 | 66        | 87        | 154 | 150 | 70 <sub>-0.015</sub>  | 49 <sub>-0.15</sub> | 55         | M65x1,5 | 232   | 75        | 6 ° | 8.6                   |
| 160 | CGA 80 | 81        | 106       | 176 | 170 | 80 <sub>-0.015</sub>  | 55 <sub>-0.15</sub> | 60         | M80x2   | 265   | 80        | 6 ° | 12.2                  |
| 180 | CGA100 | 101       | 125       | 206 | 210 | 90 <sub>-0.020</sub>  | 60 <sub>-0.20</sub> | 65         | M100x2  | 323   | 90        | 5 ° | 21.5                  |
| 200 | CGA110 | 111       | 139       | 230 | 235 | 100 <sub>-0.020</sub> | 70 <sub>-0.20</sub> | 70         | M110x2  | 360   | 105       | 7 ° | 27.5                  |
| 220 | CGA120 | 125       | 153       | 265 | 265 | 110 <sub>-0.020</sub> | 70 <sub>-0.20</sub> | 80         | M120x3  | 407.5 | 115       | 6 ° | 40.7                  |
| 250 | CGA120 | 125       | 153       | 265 | 265 | 110 <sub>-0.020</sub> | 70 <sub>-0.20</sub> | 80         | M120x3  | 407.5 | 115       | 6 ° | 40.7                  |
| 280 | CGA130 | 135       | 173       | 340 | 310 | 120 <sub>-0.020</sub> | 85 <sub>-0.20</sub> | 90         | M130x3  | 490   | 140       | 6 ° | 76.4                  |

| ØAL | Type   | Material no.<br>requiring<br>maintenance | Material no.<br>maintenance-free | C <sub>0</sub> <sup>4)</sup><br>kN | F <sub>adm</sub> <sup>5)</sup><br>kN |
|-----|--------|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 40  | CGA 16 | R900303125                               | R900322702                       | 72                                 | 35.9                                 |
| 50  | CGA 22 | R900303126                               | R900321695                       | 106                                | 38.2                                 |
| 63  | CGA 28 | R900303127                               | R900321653                       | 153                                | 55.1                                 |
| 80  | CGA 35 | R900303128                               | R900321694                       | 250                                | 90.0                                 |
| 100 | CGA 45 | R900303129                               | R900321667                       | 365                                | 131.4                                |
| 125 | CGA 58 | R900303130                               | R900321693                       | 400                                | 144.0                                |
| 140 | CGA 65 | R900303131                               | R900323345                       | 540                                | 194.4                                |
| 160 | CGA 80 | R900303132                               | R900321669                       | 670                                | 241.2                                |
| 180 | CGA100 | R900303133                               | R900323349                       | 980                                | 352.8                                |
| 200 | CGA110 | R900303134                               | R900868406                       | 1120                               | 403.2                                |
| 220 | CGA120 | R900303135                               | R900321668                       | 1700                               | 612.0                                |
| 250 | CGA120 | R900303135                               | R900321668                       | 1700                               | 612.0                                |
| 280 | CGA130 | R900303136                               | On request                       | 2900                               | 1044.0                               |

The specified dimensions are maximum values and may differ depending on the manufacturer.

The following values are excluded: CH, CN, EN, EU, KK

The swivel head must always be screwed against the shoulder of the piston rod and secured against loosening!

ØAL = piston Ø

1) Grease nipple, cone head form A according to DIN 71412; not applicable to spherical bearing, maintenance-free "A"

2) Related bolt Ø m6; Related bolt Ø j6 with maintenance-free spherical bearing

3) m = weight of swivel head in kg

4) C<sub>0</sub> = static load rating of the swivel head

5) F<sub>adm</sub> = max. admissible load of the swivel head with oscillatory or alternating loads

## Buckling

For the admissible stroke length with flexibly guided load and a factor of 3.5 for safety against buckling, please refer to the relevant table. For other installation positions of the cylinder, the admissible stroke length must be interpolated. Admissible stroke length for non-guided load on request. Buckling calculations are carried out according to the following formulas:

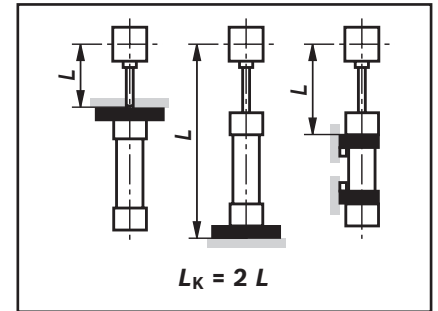
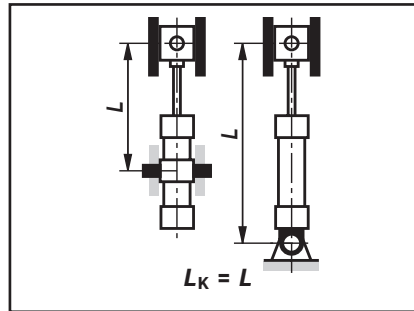
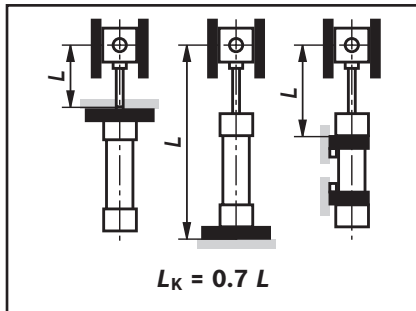
### 1. Calculation according to Euler

$$F = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{v \cdot L_K^2} \quad \text{if } \lambda > \lambda_g$$

### 2. Calculation according to Tetmajer

$$F = \frac{d^2 \cdot \pi (335 - 0.62 \cdot \lambda)}{4 \cdot v} \quad \text{if } \lambda \leq \lambda_g$$

Influence of the type of mounting on the bending length:



Explanation:

**E** = module of elasticity in N/mm<sup>2</sup>

= 2.1 x 10<sup>5</sup> for steel

**I** = geometrical moment of inertia in mm<sup>4</sup> for circular cross-section =  $\frac{d^4 \cdot \pi}{64} = 0.0491 \cdot d^4$

**v** = 3.5 (safety factor)

**L<sub>K</sub>** = free bending length in mm (depending on the type of mounting see sketches A, B, C)

**d** = Piston rod Ø in mm

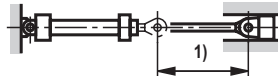
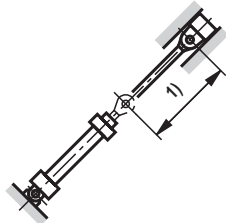
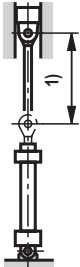
**λ** = Slenderness ratio

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0.8 \cdot R_e}}$$

**R<sub>e</sub>** = yield strength of the piston rod material

## Admissible stroke length (dimensions in mm)

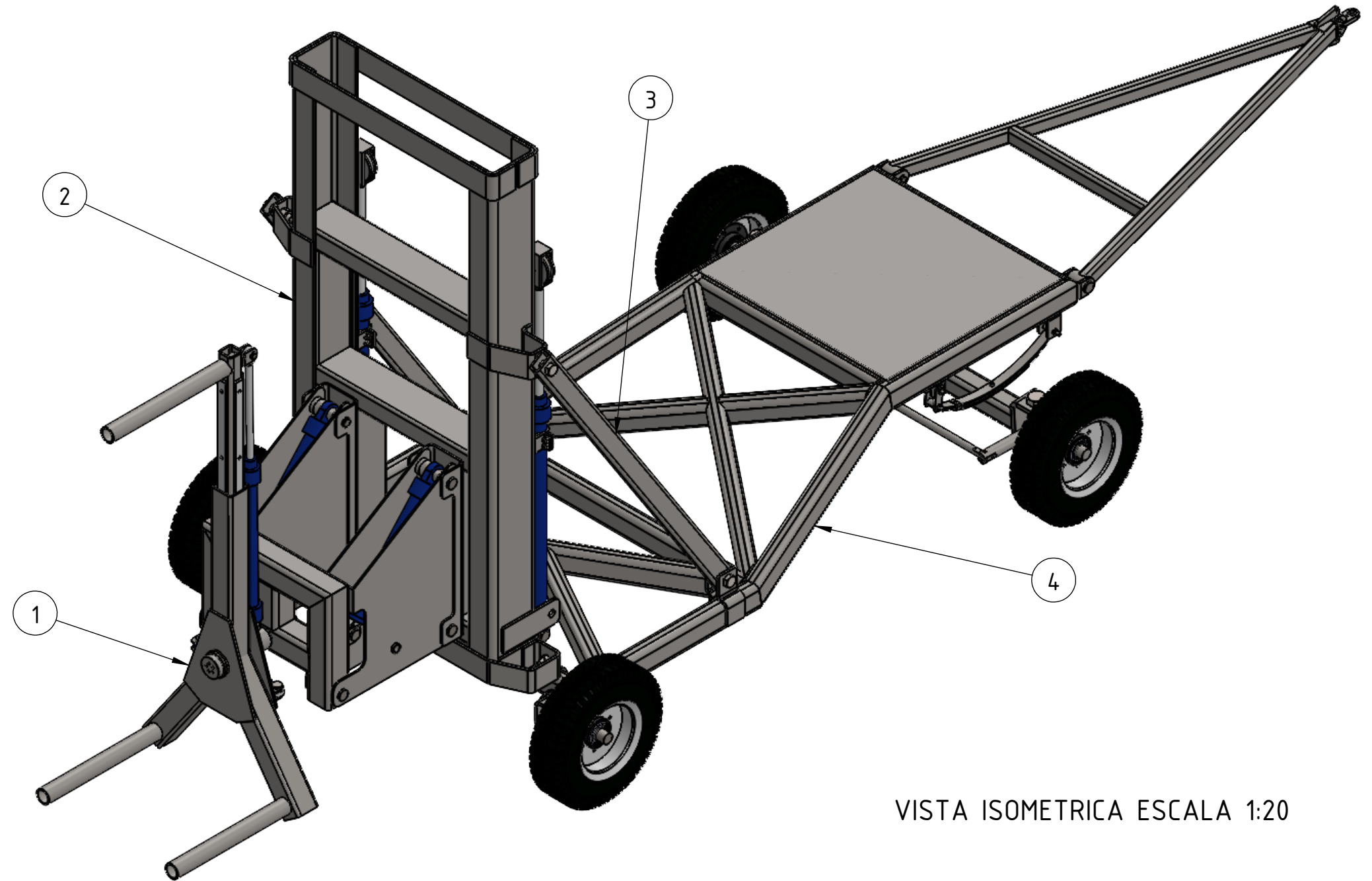
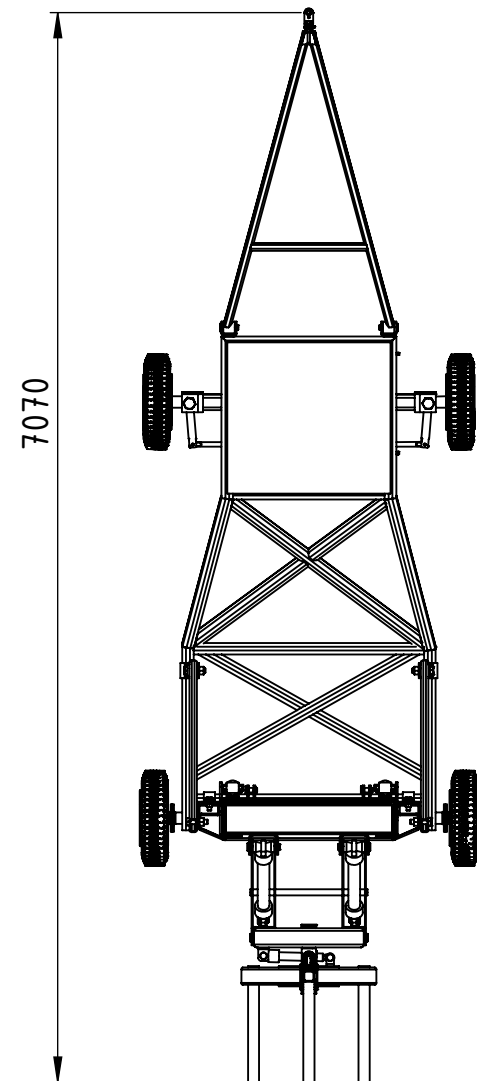
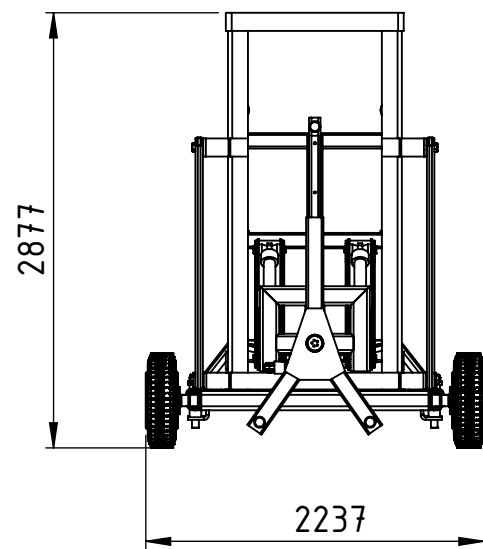
### Type of mounting CDH1/CSH1 <sup>2)</sup>: MP3, MP5

| ØAL | ØMM | Admissible stroke length with |      |      |         |      |      |         |      |      | Installation position                                                                                                                                                              |
|-----|-----|-------------------------------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |     | 100 bar                       |      |      | 160 bar |      |      | 250 bar |      |      |                                                                                                                                                                                    |
|     |     | 0 °                           | 45 ° | 90 ° | 0 °     | 45 ° | 90 ° | 0 °     | 45 ° | 90 ° |                                                                                                                                                                                    |
| 40  | 22  | 195                           | 200  | 215  | 130     | 135  | 140  | 40      | 45   | 55   | 0 °<br>                                                                                       |
|     | 28  | 385                           | 400  | 445  | 295     | 300  | 320  | 215     | 220  | 225  |                                                                                                                                                                                    |
| 50  | 28  | 285                           | 295  | 310  | 205     | 210  | 215  | 120     | 130  | 135  | <br><br> |
|     | 36  | 535                           | 555  | 625  | 425     | 430  | 460  | 320     | 325  | 335  |                                                                                                                                                                                    |
| 63  | 36  | 390                           | 400  | 440  | 290     | 295  | 305  | 200     | 205  | 210  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 45  | 655                           | 685  | 790  | 530     | 545  | 585  | 410     | 415  | 430  |                                                                                                                                                                                    |
| 80  | 45  | 500                           | 515  | 560  | 375     | 385  | 400  | 240     | 260  | 280  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 56  | 815                           | 850  | 980  | 665     | 680  | 735  | 520     | 525  | 545  |                                                                                                                                                                                    |
| 100 | 56  | 610                           | 630  | 705  | 470     | 480  | 505  | 280     | 295  | 355  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 70  | 985                           | 1030 | 1240 | 820     | 845  | 930  | 650     | 660  | 695  |                                                                                                                                                                                    |
| 125 | 70  | 770                           | 800  | 900  | 600     | 615  | 650  | 360     | 380  | 465  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 90  | 1295                          | 1360 | 1670 | 1095    | 1130 | 1265 | 885     | 900  | 955  |                                                                                                                                                                                    |
| 140 | 90  | 1145                          | 1200 | 1430 | 945     | 970  | 1070 | 740     | 755  | 790  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 100 | 1400                          | 1475 | 1840 | 1190    | 1230 | 1390 | 965     | 985  | 1050 |                                                                                                                                                                                    |
| 160 | 100 | 1230                          | 1285 | 1530 | 1010    | 1040 | 1140 | 790     | 800  | 840  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 110 | 1480                          | 1555 | 1930 | 1250    | 1290 | 1455 | 1005    | 1030 | 1090 |                                                                                                                                                                                    |
| 180 | 110 | 1305                          | 1365 | 1630 | 1065    | 1095 | 1200 | 825     | 840  | 880  |                                                                                                                                                                                    |
|     | 125 | 1675                          | 1765 | 2210 | 1420    | 1470 | 1670 | 1150    | 1175 | 1260 |                                                                                                                                                                                    |
| 200 | 125 | 1500                          | 1580 | 1930 | 1240    | 1290 | 1430 | 985     | 1005 | 1060 |                                                                                                                                                                                    |
|     | 140 | 1865                          | 1965 | 2520 | 1590    | 1660 | 1910 | 1305    | 1340 | 1440 |                                                                                                                                                                                    |
| 220 | 140 | 1620                          | 1710 | 2180 | 1360    | 1415 | 1630 | 1090    | 1120 | 1200 |                                                                                                                                                                                    |
|     | 160 | 2075                          | 2200 | 3000 | 1810    | 1890 | 2280 | 1510    | 1560 | 1730 |                                                                                                                                                                                    |
| 250 | 160 | 1885                          | 1990 | 2570 | 1600    | 1670 | 1930 | 1300    | 1330 | 1440 |                                                                                                                                                                                    |
|     | 180 | 2330                          | 2475 | 3370 | 2040    | 2135 | 2570 | 1710    | 1770 | 1960 |                                                                                                                                                                                    |
| 280 | 180 | 2075                          | 2200 | 2900 | 1775    | 1880 | 2170 | 1450    | 1490 | 1620 |                                                                                                                                                                                    |
|     | 200 | 2510                          | 2670 | 3700 | 2200    | 2310 | 2820 | 1850    | 1920 | 2140 |                                                                                                                                                                                    |
| 320 | 200 | 2170                          | 2300 | 3070 | 1850    | 1940 | 2290 | 1500    | 1550 | 1700 |                                                                                                                                                                                    |
|     | 220 | 2590                          | 2760 | 3850 | 2260    | 2380 | 2920 | 1890    | 1960 | 2200 |                                                                                                                                                                                    |

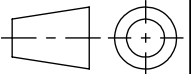
1) Adm. Stroke length

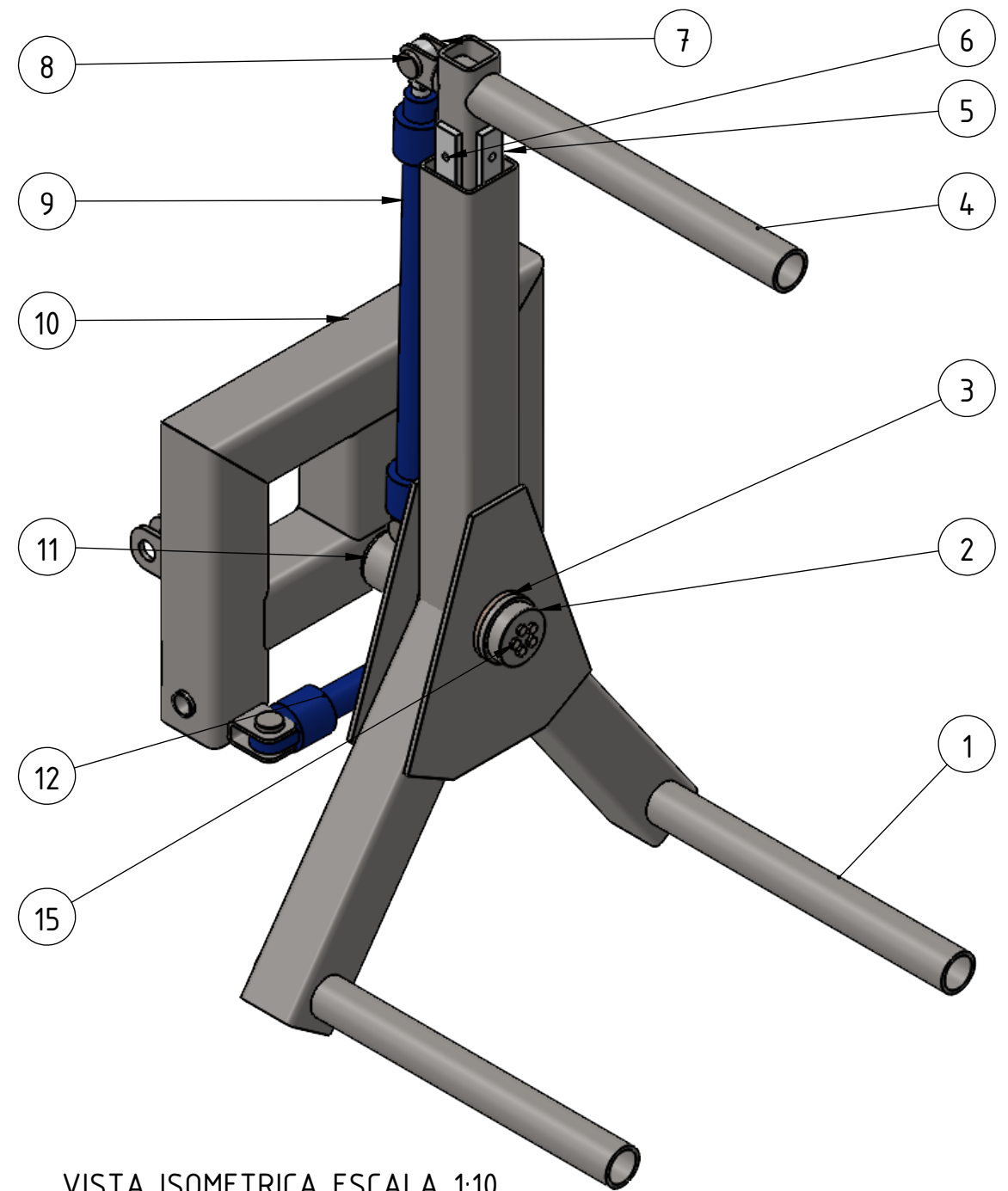
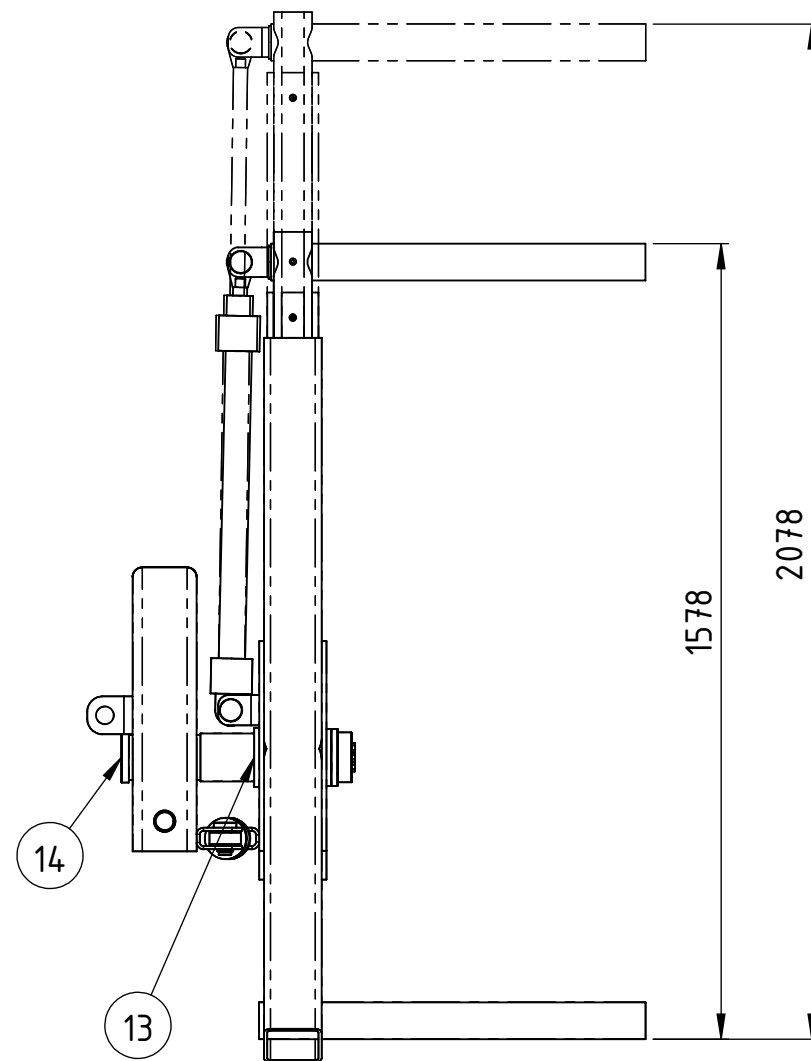
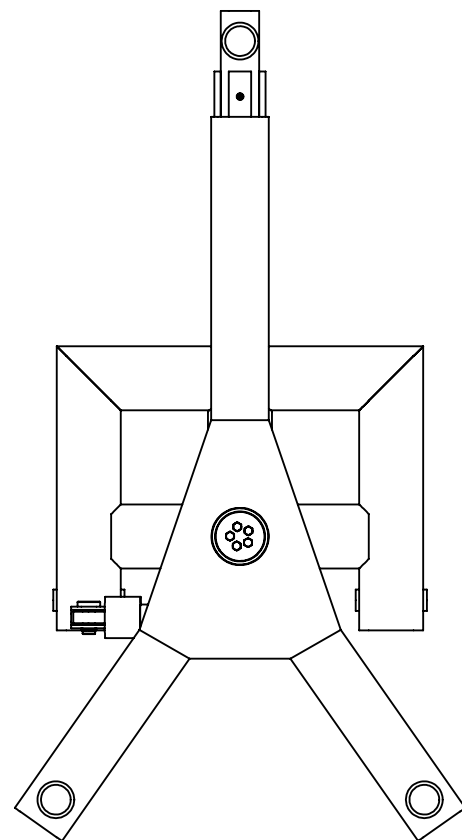
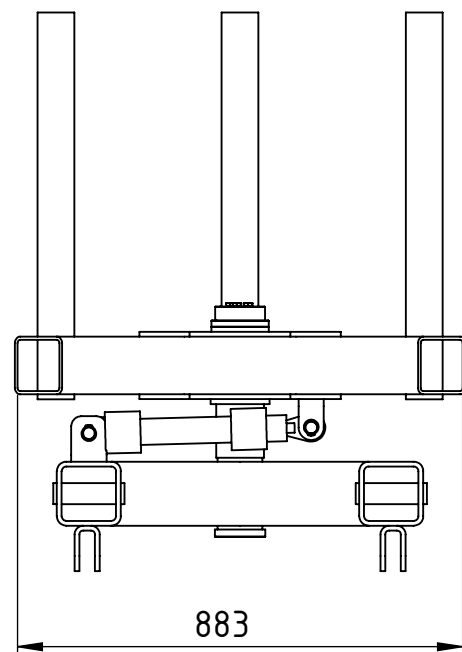
1) Adm. Stroke length

## **7.5 Anexo: Planos**



VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:20

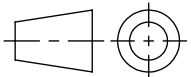
| 4                                                                                                                                                     | SUBCTO. CHASIS              | PLANO 03.00.00                        | -                | -                                                                                                  | -    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3                                                                                                                                                     | BARRA ANCLAJE 4"x2"x3/8"    | -                                     | 1020             | 2                                                                                                  | -    |
| 2                                                                                                                                                     | SUBCTO. ELEVACION           | PLANO 02.00.00                        | -                | -                                                                                                  | -    |
| 1                                                                                                                                                     | SUBCTO. SUJECION Y ROTACION | PLANO 01.00.00                        | -                | -                                                                                                  | -    |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                | OBSERVACIONES                         | MATERIAL         | CANT.                                                                                              | PESO |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                             | TITULO<br><b>CONJUNTO MANIPULADOR</b> |                  |                                                                                                    |      |
|                                                                                                                                                       | FECHA                       | FIRMA                                 | NOMBRE           | ESCALA GENERAL<br>1:50                                                                             |      |
| DIBUJO                                                                                                                                                |                             |                                       | BRAIN KEVIN      |                                                                                                    |      |
| APROBO                                                                                                                                                |                             |                                       | LEGAJO: B-5952/8 |  CTO 00.00.00 |      |

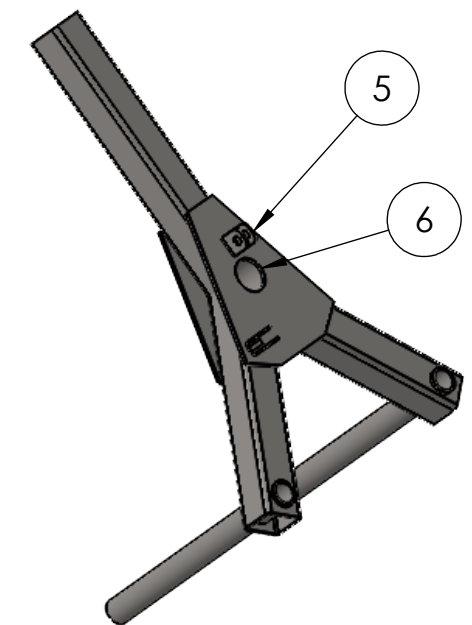
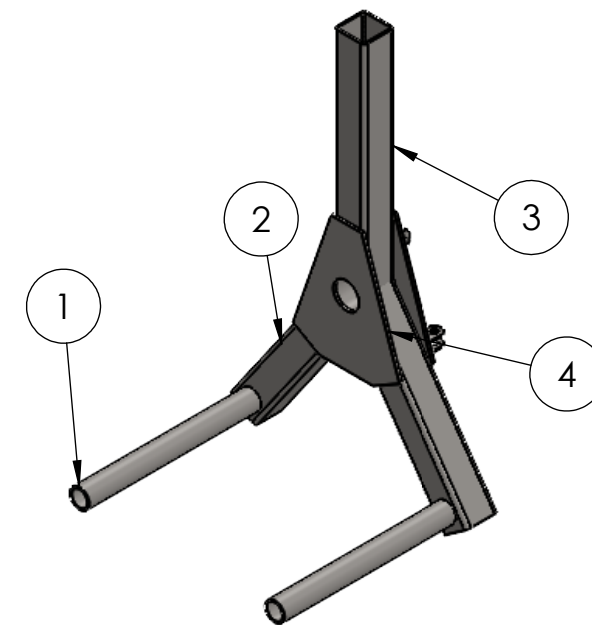
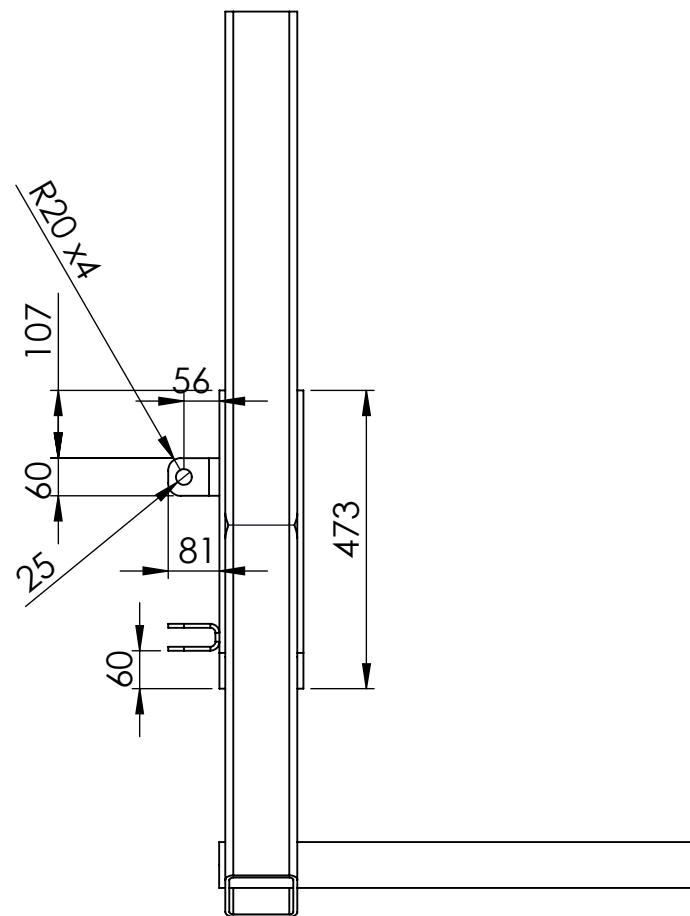
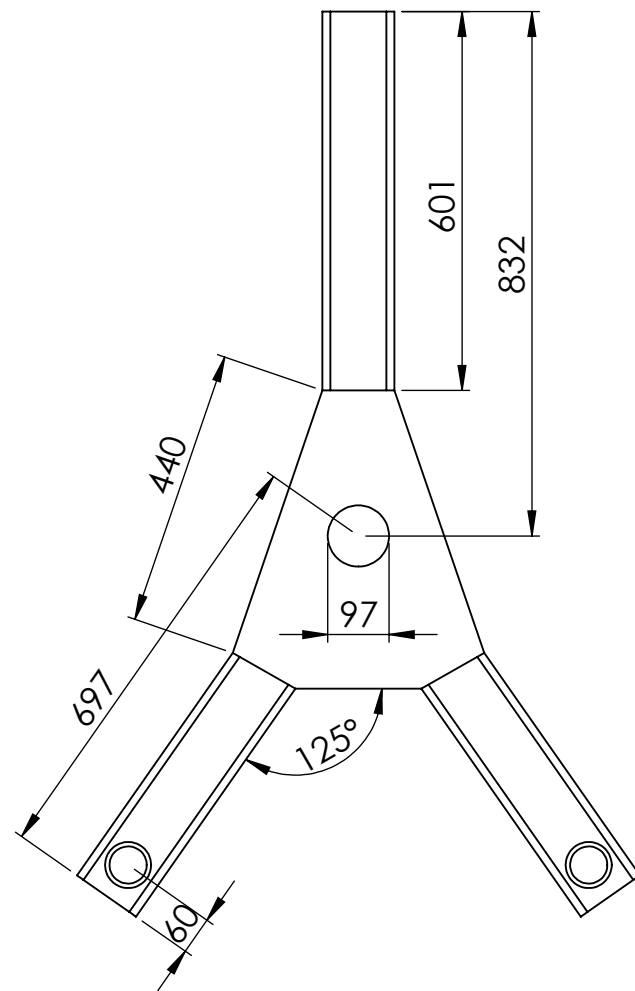


VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:10

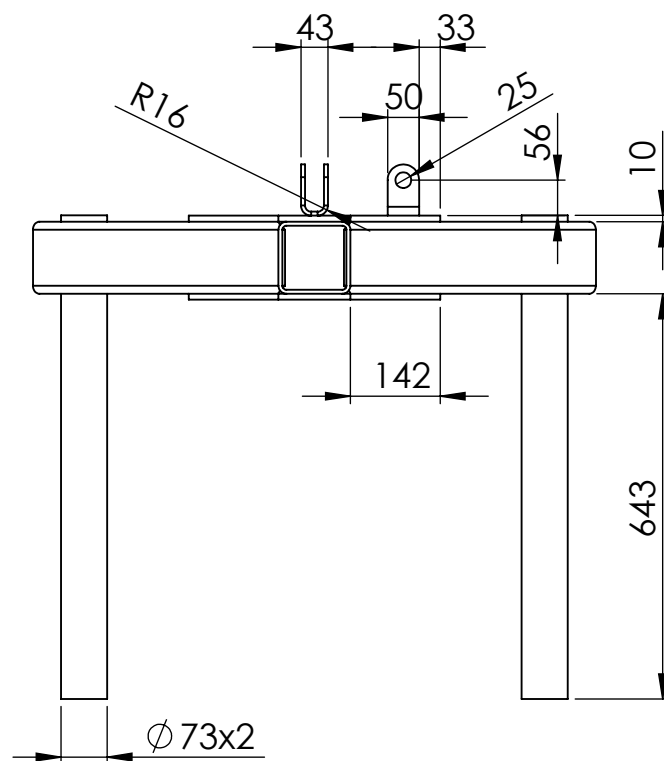
|    |                           |                |            |   |      |
|----|---------------------------|----------------|------------|---|------|
| 15 | TORNILLO CAB HEX M10x1x30 | -              | GRADO 10.9 | 5 | PESO |
| 14 | EJE                       | PLANO 01.07.00 | SAE 4140   | 1 | PESO |
| 13 | COJINETE DE FRICCION      | PLANO 01.06.00 | BRONCE     | 1 | PESO |
| 12 | ACTUADOR BOSCH ROTADOR    | -              | STD        | 1 | PESO |
| 11 | BUJE SEPARADOR            | -              | AISI 1020  | 1 | PESO |
| 10 | SOPORTE VOLCADOR          | PLANO 01.05.00 | AISI 1020  | 1 | PESO |
| 9  | ACTUADOR BOSCH MORDAZA    | -              | STD        | 1 | PESO |
| 8  | PASADOR ACTUADOR          | -              | SAE 4340   | 4 | PESO |
| 7  | ARO SEEGER EXTERIOR D25   | -              | STD        | 4 | PESO |

| 6    | TORNILLO CAB AVELL M6x1x25 | -              | STD             | 12    | PESO |
|------|----------------------------|----------------|-----------------|-------|------|
| 5    | SUPERFICIE ANTIDESGASTE    | -              | TEFLON          | 4     | PESO |
| 4    | MORDAZA SUPERIOR           | PLANO 01.04.00 | AISI 1020       | 1     | PESO |
| 3    | ARANDELA DE FRICCION       | PLANO 01.03.00 | ALEACION BRONCE | 1     | PESO |
| 2    | TAPA DE EJE                | PLANO 01.02.00 | SAE 4130        | 1     | PESO |
| 1    | TRIPODE MORDAZAS INF.      | PLANO 01.01.00 | AISI 1020       | 1     | PESO |
| POS. | DENOMINACION               | OBSERVACIONES  | MATERIAL        | CANT. | PESO |

|                                                                                                                                                       |       |       |                       |                                          |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |       |       |                       | TITULO<br><b>CTO SUJECION Y ROTACION</b> |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA | FIRMA | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:10                   |  <b>01.00.00</b> |
| APROBO                                                                                                                                                |       |       | LEGAJO: B-5952/8      |                                          |                                                                                                       |

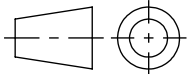


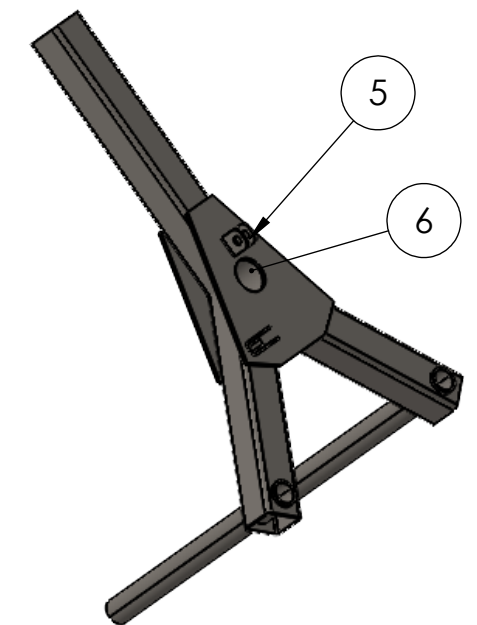
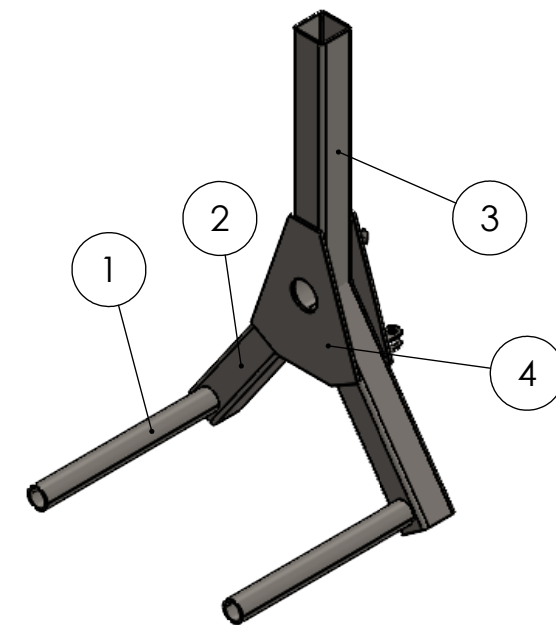
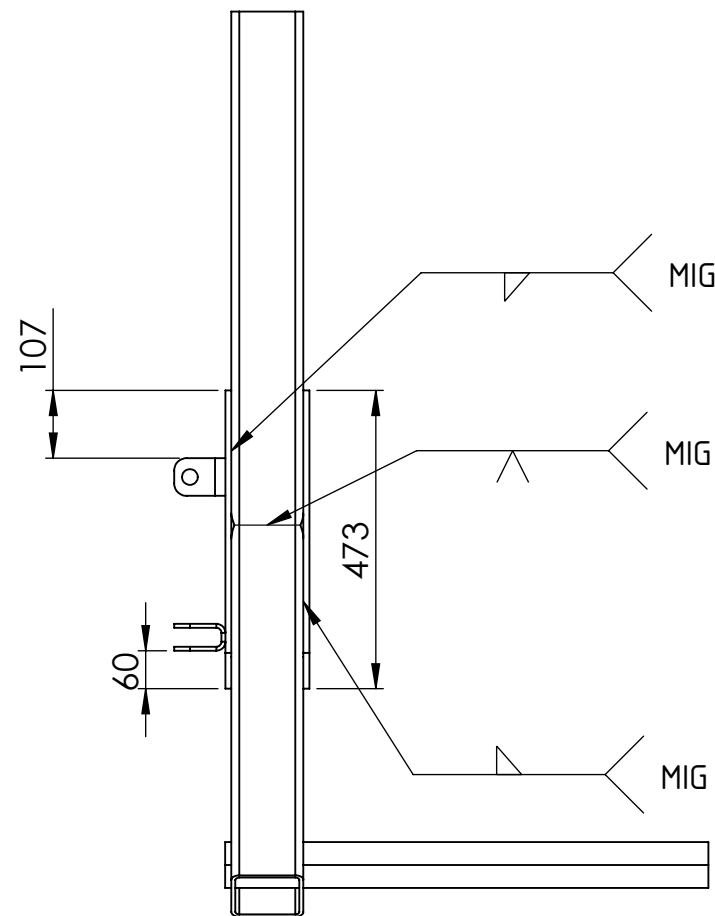
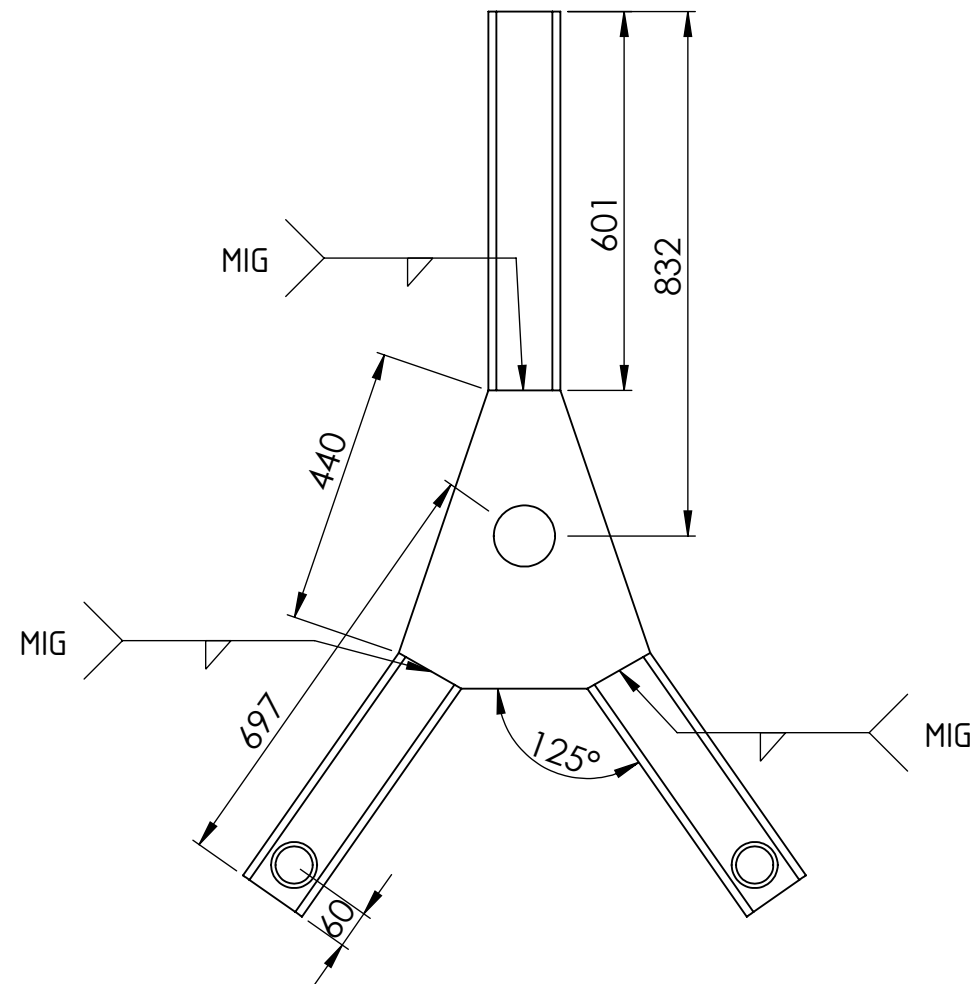
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:12



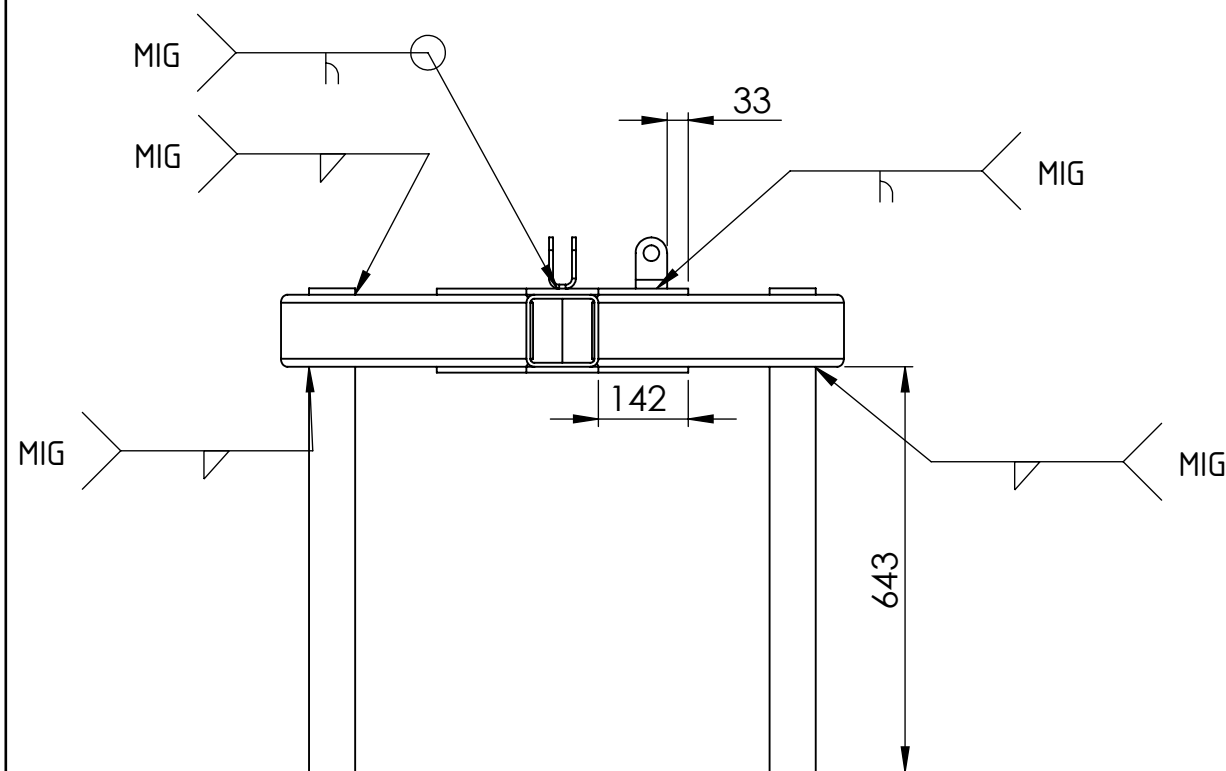
NOTA:

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

| 6                                                                                                                                                     | TUBO XS 4 SCH80                  | STD                                  | 1                | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/4       | AISI 1020                            | 2                | -                                                                                                     |
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 3/8               | AISI 1020                            | 2                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CUADRADO 4.5 x 4.5 ESP 1/4 x 832 | AISI 1020                            | 1                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CUADRADO 4.5 x 4.5 ESP 1/4 X 697 | AISI 1020                            | 2                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | TUBO XS 2.5 SCH80                | STD                                  | 2                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                     | MATERIAL                             | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                  | TITULO<br><b>MORDAZAS INFERIORES</b> |                  |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                       | FECHA                            | FIRMA                                | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| DIBUJO                                                                                                                                                |                                  |                                      | BRAIN KEVIN      | 1:10                                                                                                  |
| APROBO                                                                                                                                                |                                  |                                      | LEGAJO: B-5952/8 |  <b>01.01.00</b> |



VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:12



NOTA:

- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE  $A = 0.7$  DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

| 6    | TUBO XS 4 SCH80                  | STD       | 1     | -    |
|------|----------------------------------|-----------|-------|------|
| 5    | CHAPA METALICA PLEGADA 1/4       | AISI 1020 | 2     | -    |
| 4    | CHAPA METALICA 3/8               | AISI 1020 | 2     | -    |
| 2    | CUADRADO 4.5 x 4.5 ESP 1/4 x 832 | AISI 1020 | 1     | -    |
| 2    | CUADRADO 4.5 x 4.5 ESP 1/4 X 697 | AISI 1020 | 2     | -    |
| 1    | TUBO XS 2.5 SCH80                | STD       | 2     | -    |
| POS. | DENOMINACION                     | MATERIAL  | CANT. | PESO |



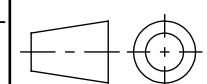
**PROYECTO FINAL**  
ESCUELA INGENIERIA MECANICA  
ROSARIO

TITULO

**MORDAZAS INFERIORES SOLDADURA**

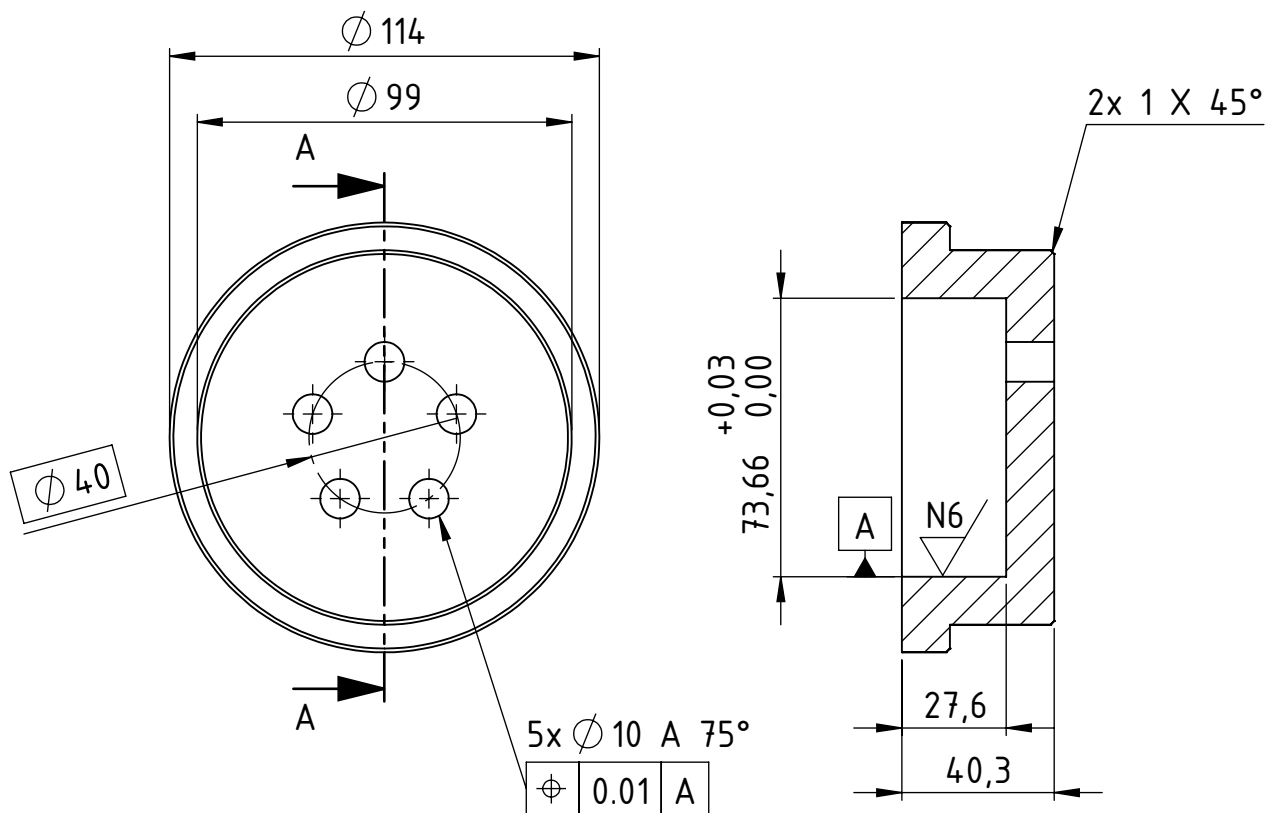
|        |       |       |                  |
|--------|-------|-------|------------------|
|        | FECHA | FIRMA | NOMBRE           |
| DIBUJO |       |       | BRAIN KEVIN      |
| APROBO |       |       | LEGAJO: B-5952/8 |

ESCALA GENERAL  
1:10

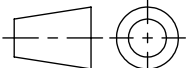


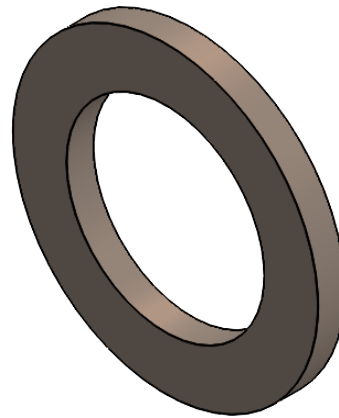
**01.01.01**

N7/ (N6/)

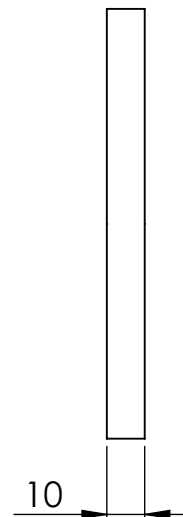
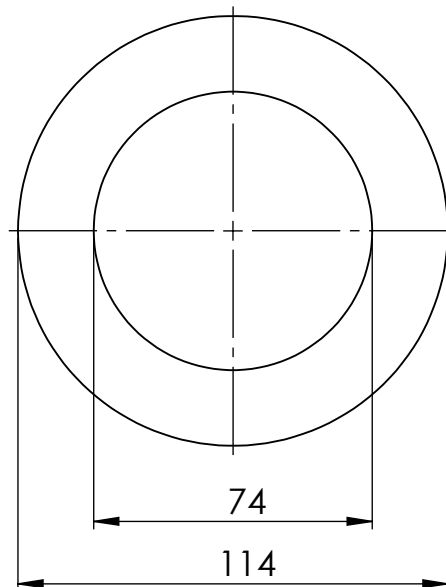


SECCIÓN A-A

|                                                                                                                                                     |                         |                           |                                                                                                       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1                                                                                                                                                   | REDONDO DIAM 115MM X 42 | AISI 4130                 | 1                                                                                                     |      |
| POS.                                                                                                                                                | DENOMINACION            | MATERIAL                  | CANT.                                                                                                 | PESO |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                         | TITULO<br><b>TAPA EJE</b> |                                                                                                       |      |
|                                                                                                                                                     | FECHA                   | FIRMA                     | ESCALA GENERAL<br>1:2                                                                                 |      |
| DIBUJO                                                                                                                                              |                         |                           |                                                                                                       |      |
| APROBO                                                                                                                                              |                         |                           |  <b>01.02.00</b> |      |
|                                                                                                                                                     |                         |                           | LEGAJO: B-5952/8                                                                                      |      |

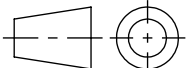


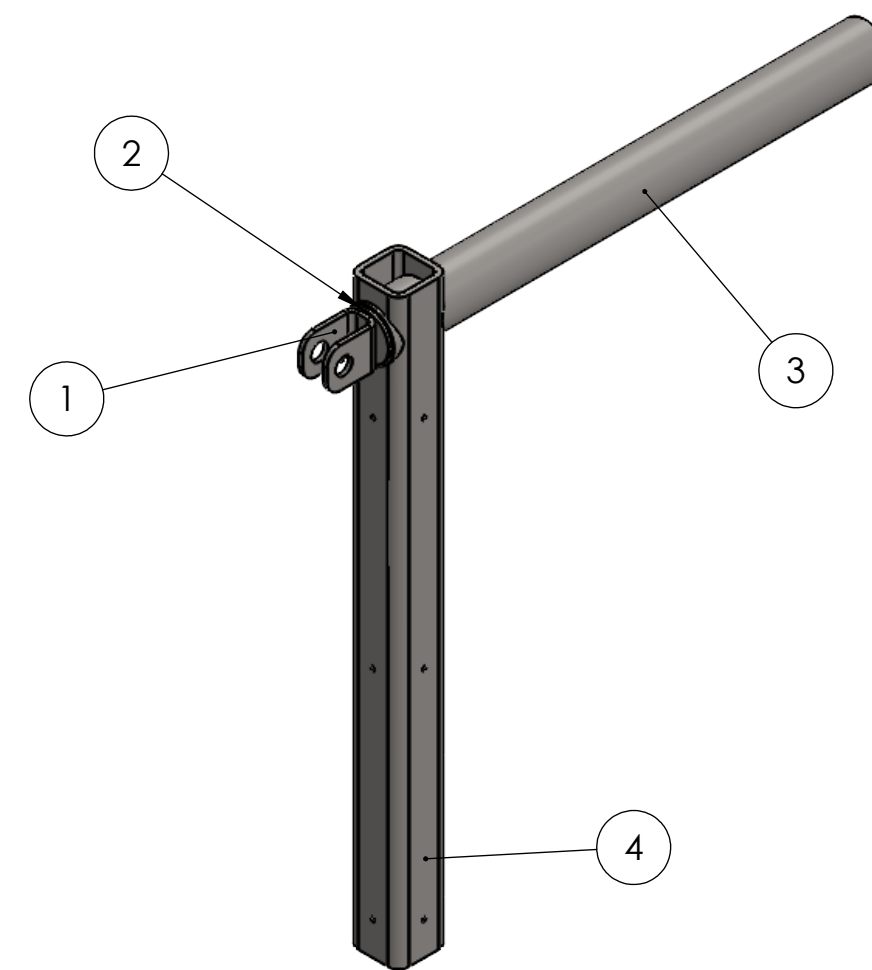
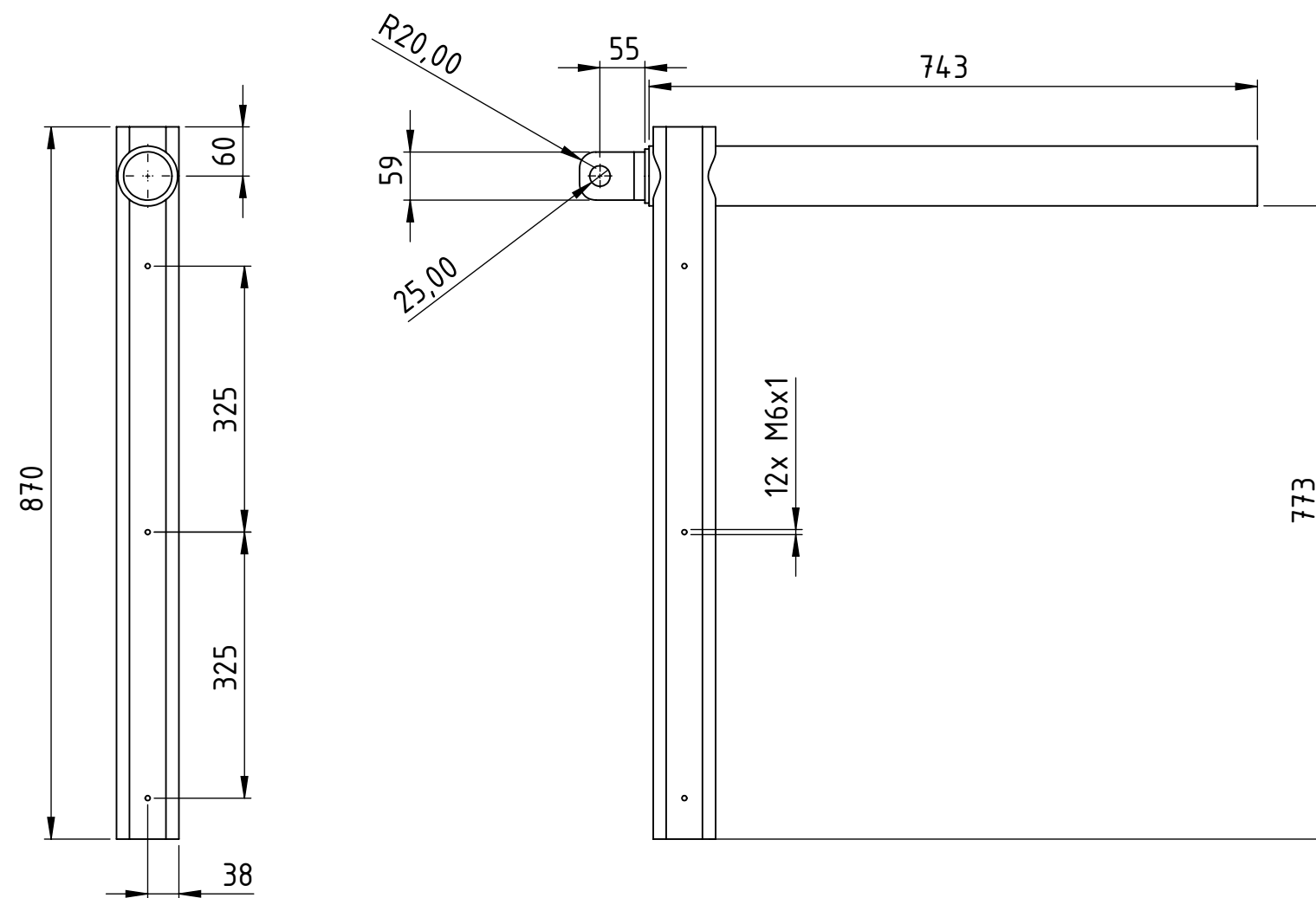
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:2



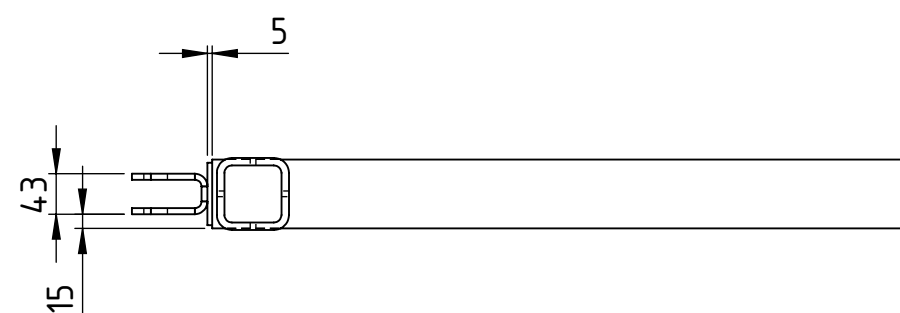
NOTA:

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MILIMETROS, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

|                                                                                                                                                      |                         |                                       |                  |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                    | CHAPA METALICA ESP 10mm | ALEACION DE BRONCE                    | 1                | -                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                 | DENOMINACION            | MATERIAL                              | CANT.            | PESO                                                                                  |
|  <b>DIBUJO MECANICO</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                         | TITULO<br><b>ARANDELA DE FRICCION</b> |                  |                                                                                       |
|                                                                                                                                                      | FECHA                   | FIRMA                                 | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                        |
| DIBUJO                                                                                                                                               |                         |                                       | BRAIN KEVIN      | 1:2                                                                                   |
| APROBO                                                                                                                                               |                         |                                       | LEGAJO: B-5952/8 |  |
|                                                                                                                                                      |                         |                                       |                  | 01.03.00                                                                              |

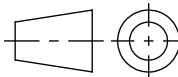


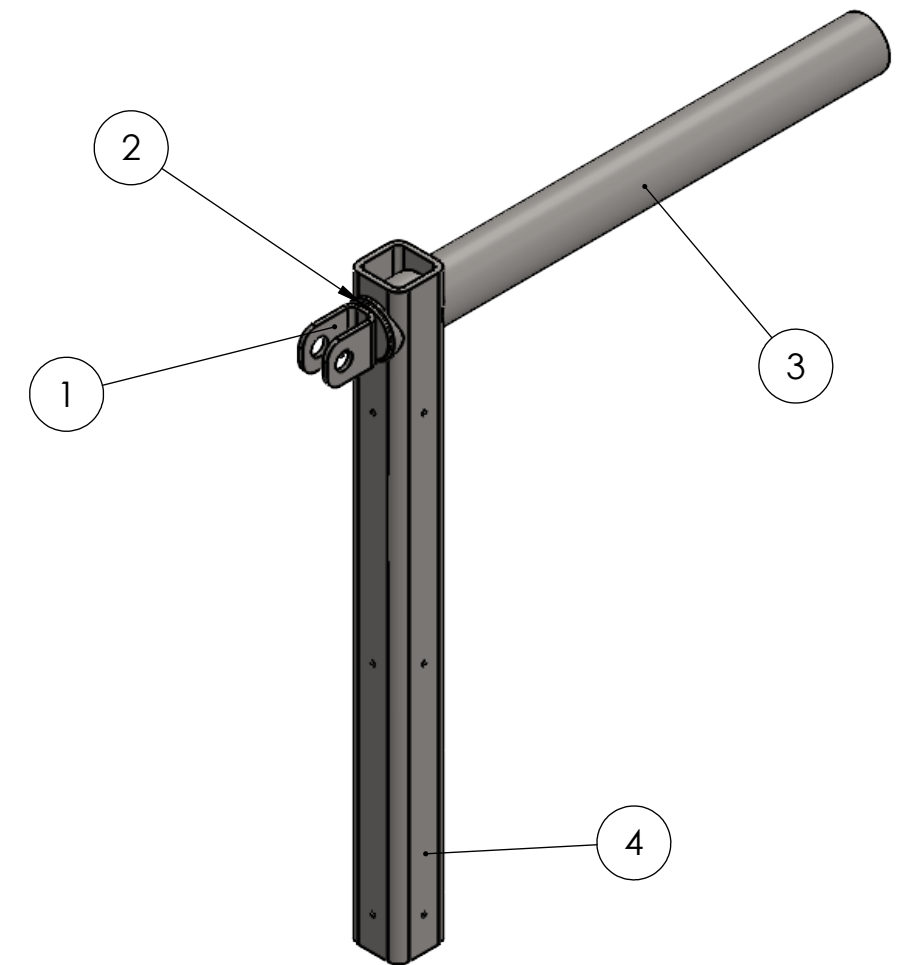
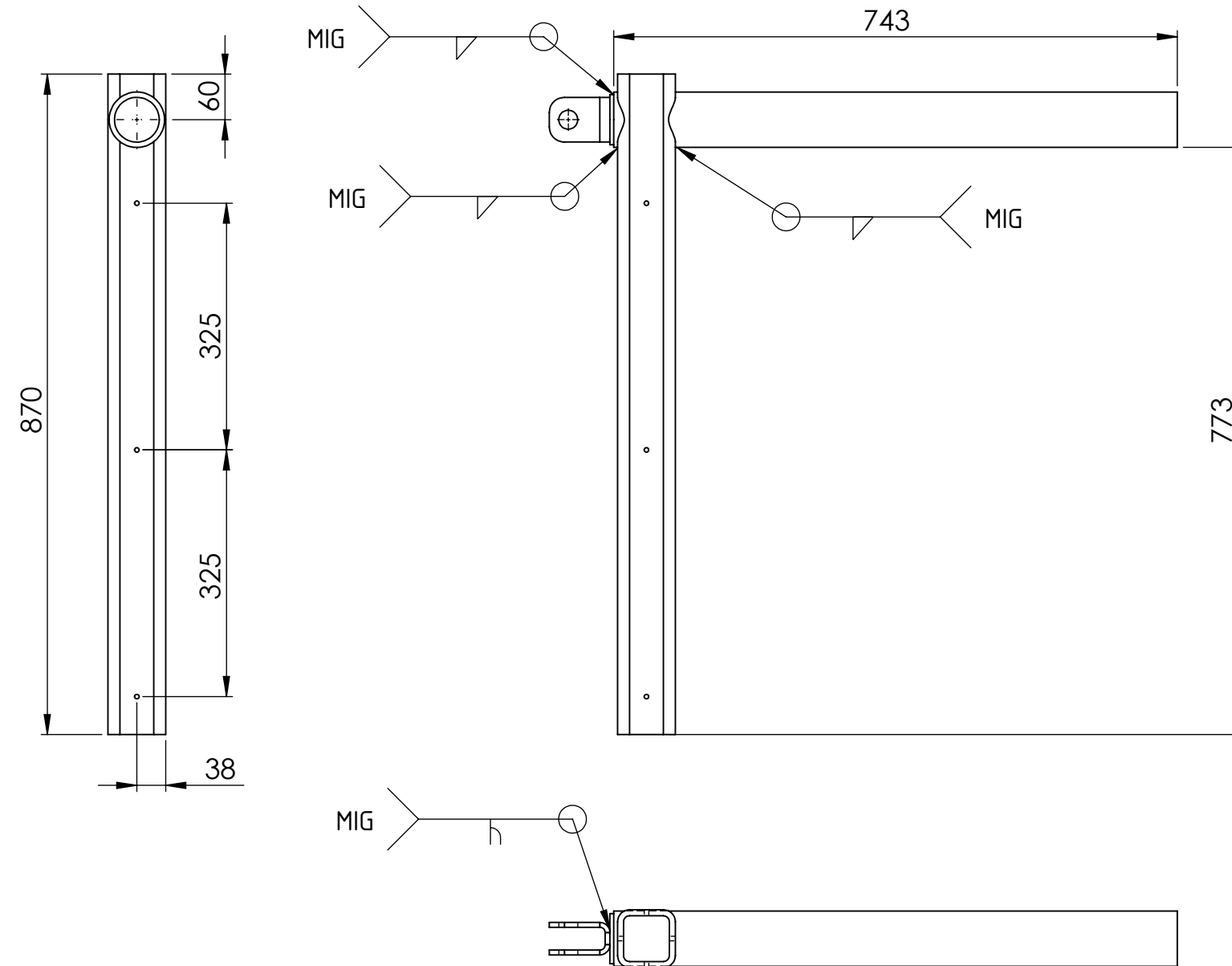
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:8



**NOTA:**

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA
- LA SUPERFICIE DE LA PIEZA (3) ESTA RECUBIERTA POR PIEDRA TEXTURIZADA

| 4                                                                                                                                                     | TUBO CUADRADO 3" x 3" x 3/8" | SAE 1020                          | 1                | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                     | TUBO XS 2.5" SCH80           | SAE 1020                          | 1                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/4"          | SAE 1020                          | 1                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 3/8"  | SAE 1020                          | 1                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                 | MATERIAL                          | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                              | TITULO<br><b>MORDAZA SUPERIOR</b> |                  |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                        | FIRMA                             | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| APROBO                                                                                                                                                |                              |                                   | BRAIN KEVIN      | 1:8                                                                                                   |
|                                                                                                                                                       |                              |                                   | LEGAJO: B-5952/8 |  <b>01.04.00</b> |

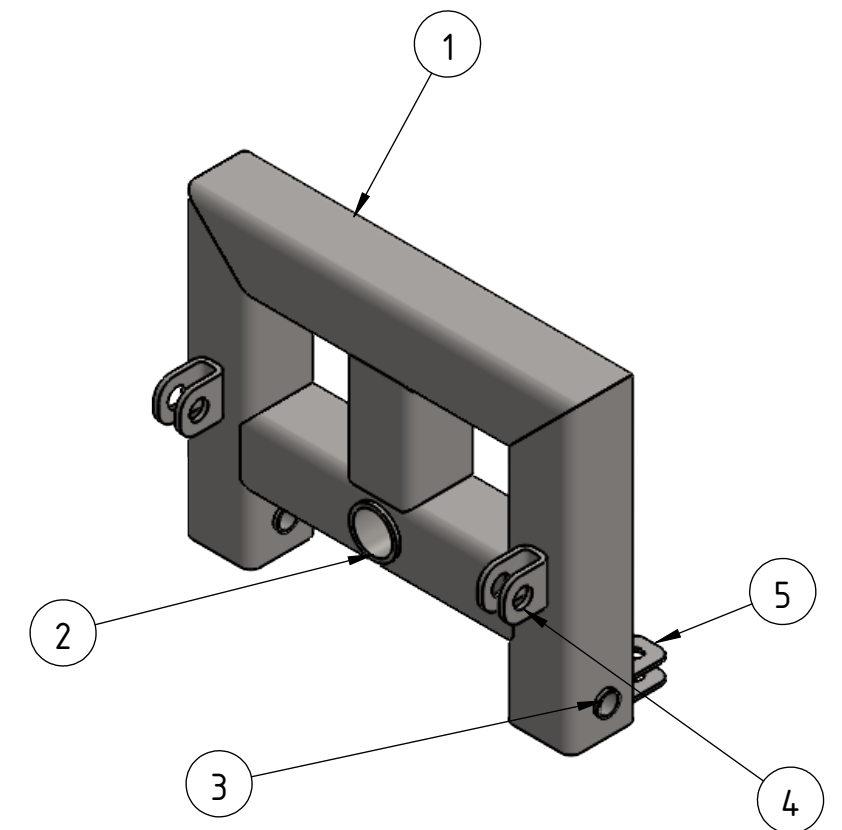
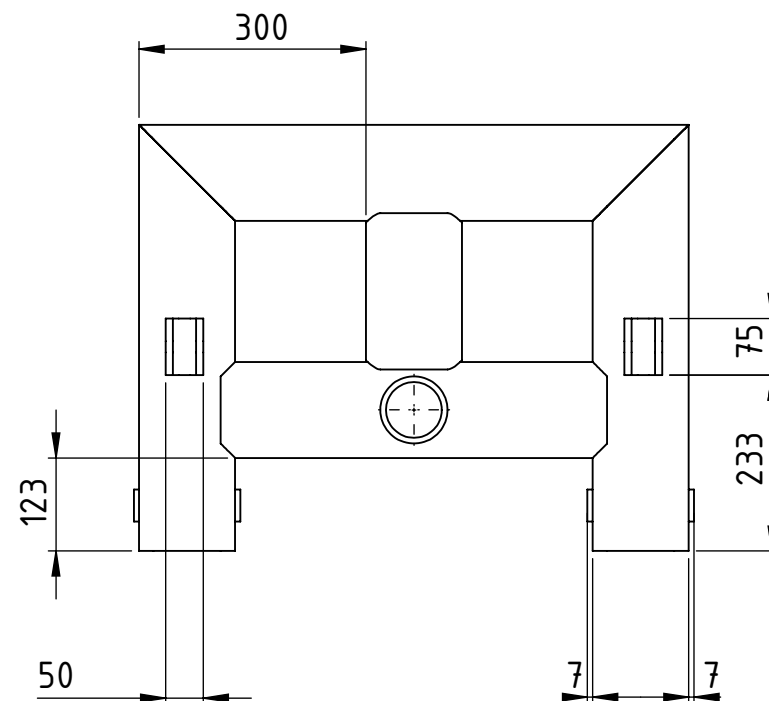
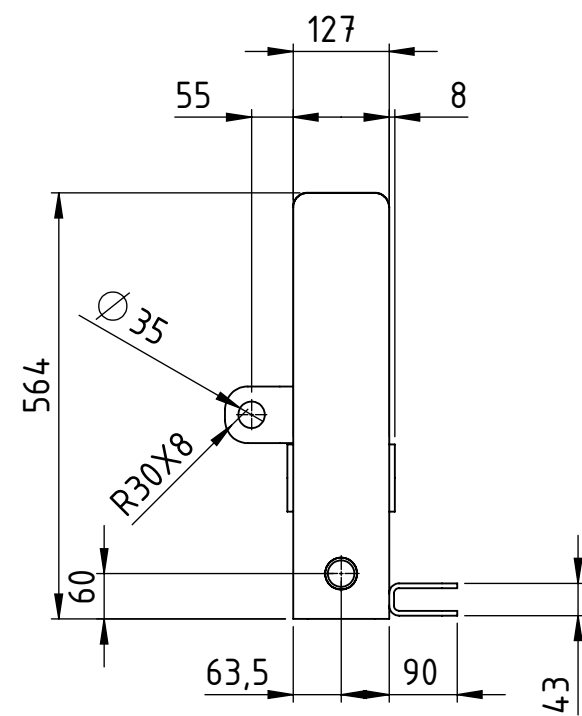


VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:8

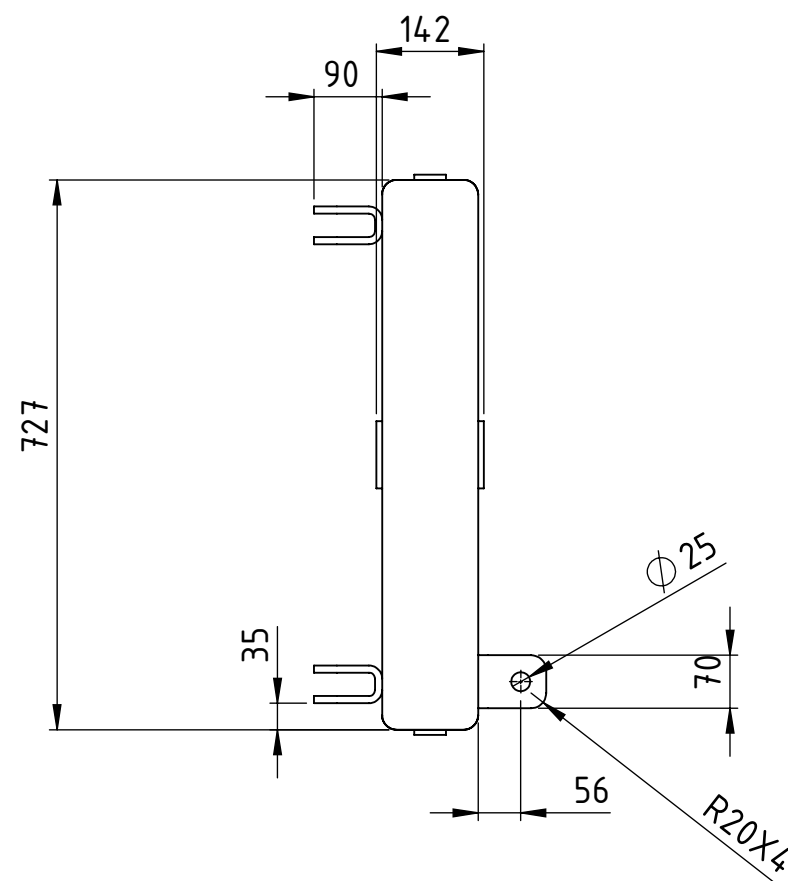
**NOTA:**

- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE  
A = 0.7 DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA
- LA SUPERFICIE DE LA PIEZA (3) ESTA RECUBIERTA POR PIEDRA TEXTURIZADA

| 4                                                                                                                                                     | TUBO CUADRADO 3" x 3" x 3/8" x 870mm | STD                                         | 1                | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                     | TUBO XS 2.5" SCH80 x745mm            | SAE 1020                                    | 1                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/4"                  | SAE 1020                                    | 1                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 3/8"          | SAE 1020                                    | 1                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                         | MATERIAL                                    | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                      | TITULO<br><b>MORDAZA SUPERIOR SOLDADURA</b> |                  |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                       | FECHA                                | FIRMA                                       | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| DIBUJO                                                                                                                                                |                                      |                                             | BRAIN KEVIN      | 1:8                                                                                                   |
| APROBO                                                                                                                                                |                                      |                                             | LEGAJO: B-5952/8 |  <b>01.04.01</b> |



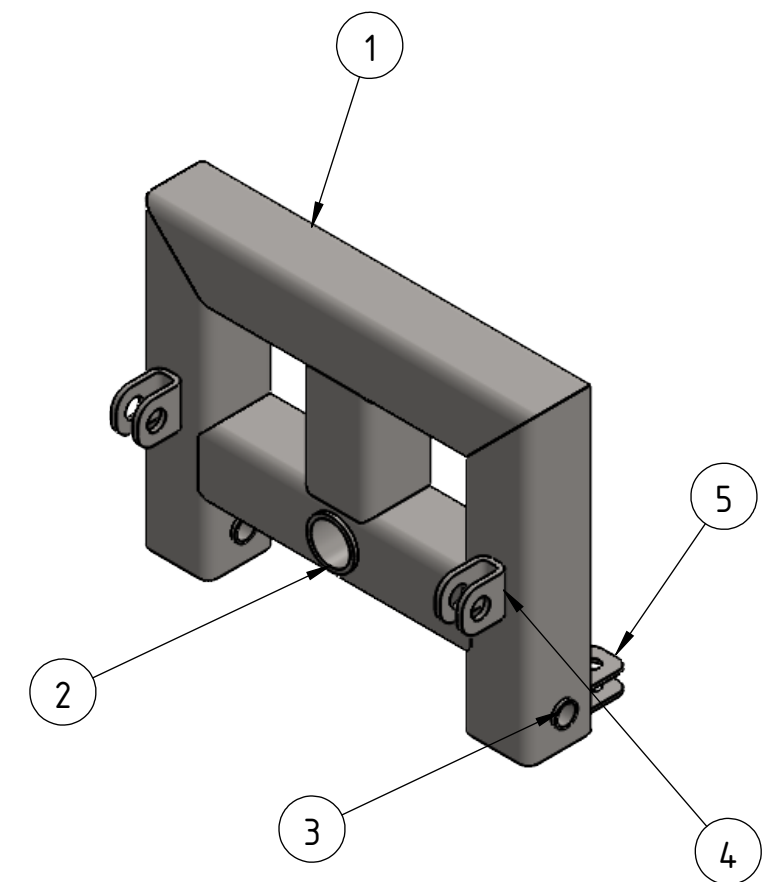
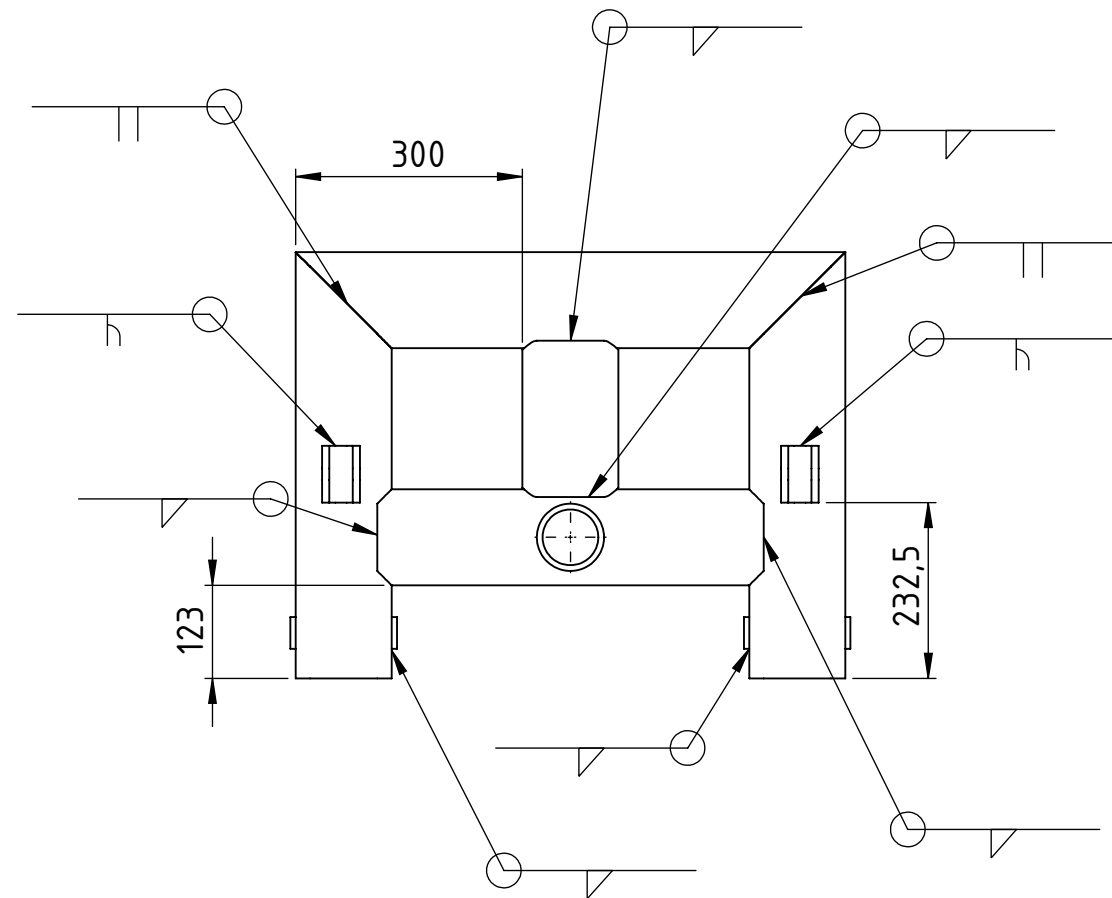
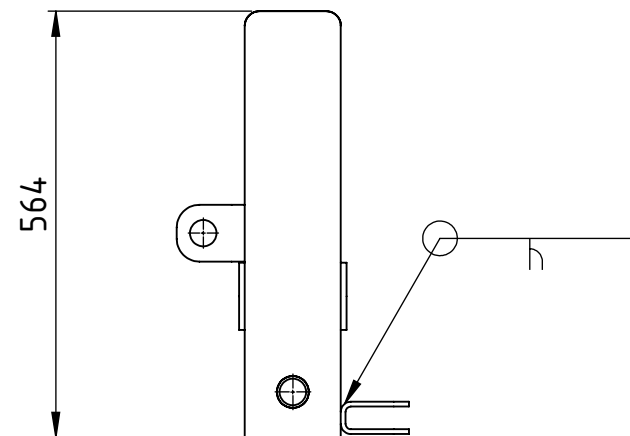
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:10



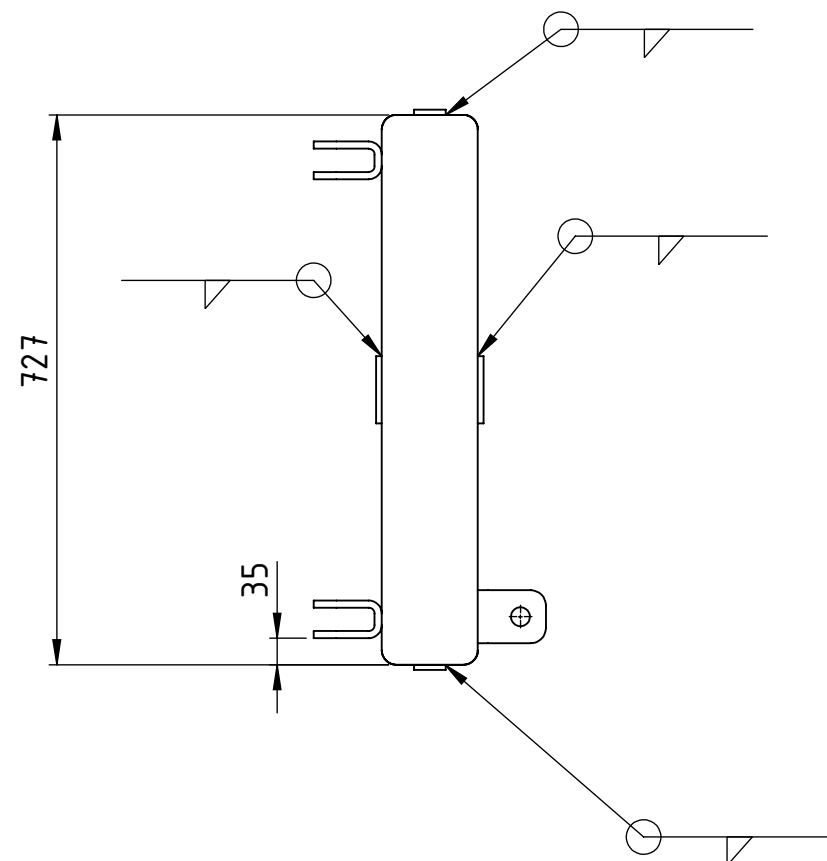
**NOTA:**

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/4" x 230  | AISI 1020                        | 1                | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 3/8" x 210  | AISI 1020                        | 2                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO S 1,25" SCH40 x 147   | STD                              | 2                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO XS 3" SCH80 x 142     | STD                              | 1                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CUADRADO 5" X 5" ESP 5/16" | STD                              | 1                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION               | MATERIAL                         | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                            | TITULO<br><b>FRENTE VOLCADOR</b> |                  |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                       | FECHA                      | FIRMA                            | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| DIBUJO                                                                                                                                                |                            |                                  | BRAIN KEVIN      | 1:10                                                                                                  |
| APROBO                                                                                                                                                |                            |                                  | LEGAJO: B-5952/8 |  <b>01.05.00</b> |



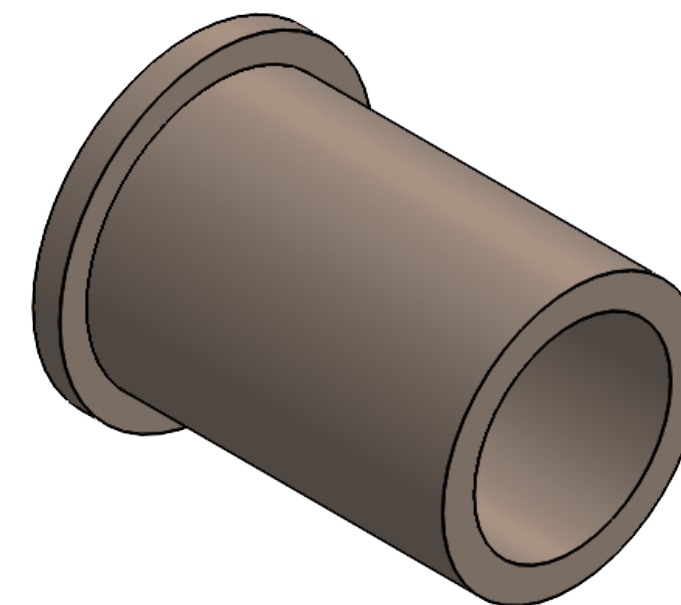
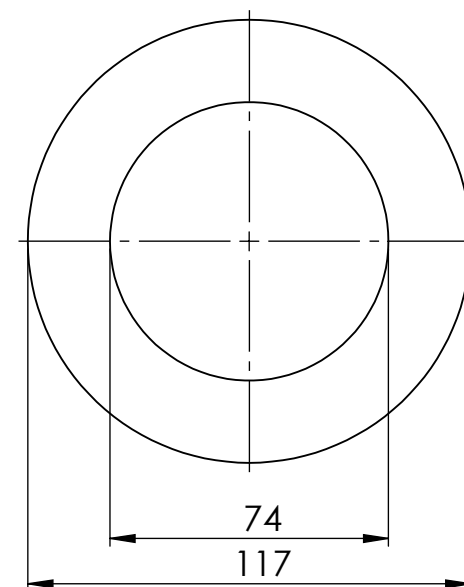
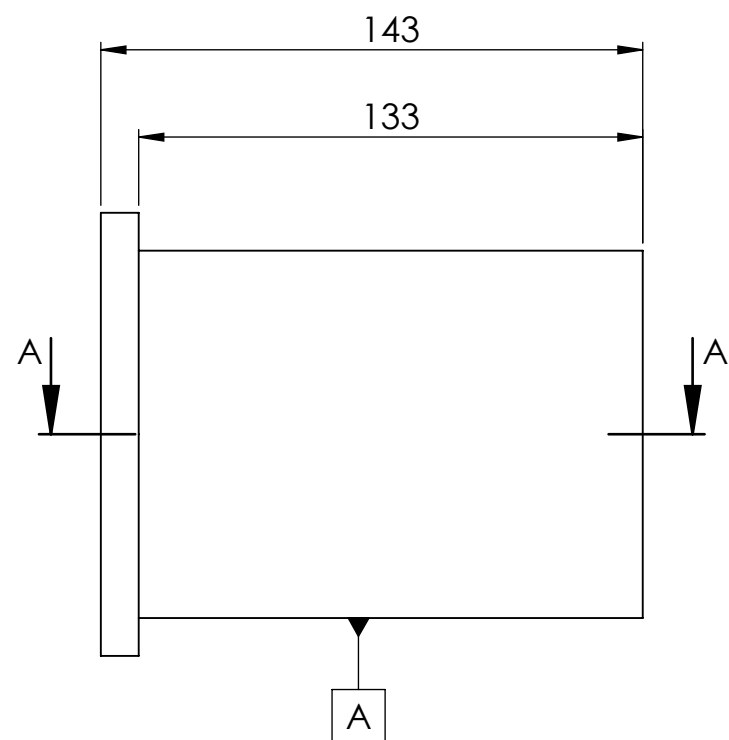
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:10



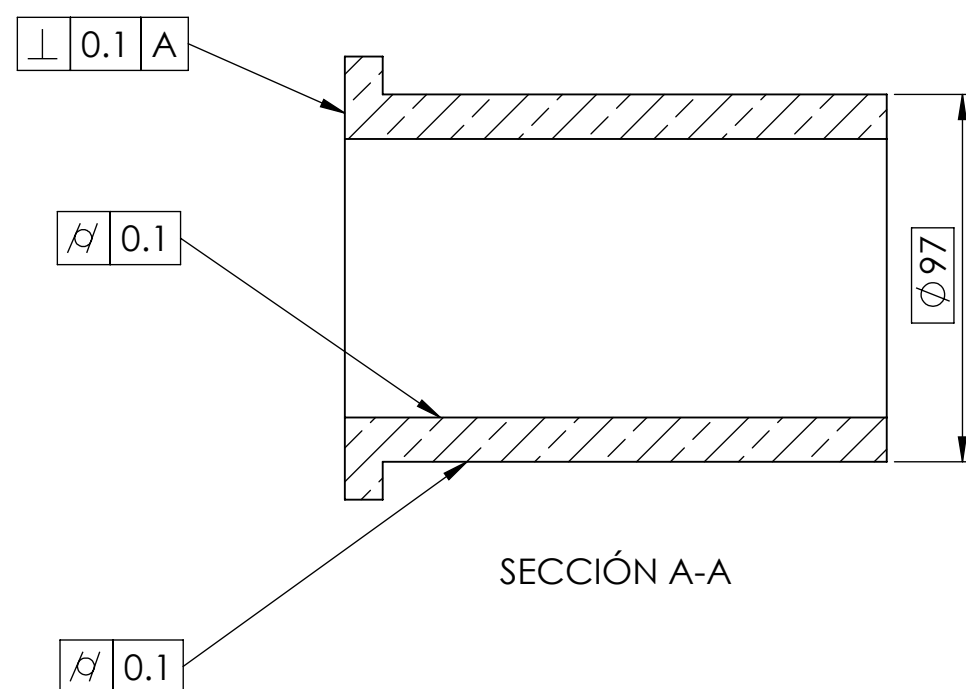
**NOTA:**

- TODOS LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN POR METODO MIG
- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE  $A = 0.7$  DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/4" x 230  | AISI 1020                        | 1                     | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 3/8" x 210  | AISI 1020                        | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO S 1,25" SCH40 x 147   | STD                              | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO XS 3" SCH80 x 142     | STD                              | 1                     | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CUADRADO 5" X 5" ESP 5/16" | STD                              | 1                     | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION               | MATERIAL                         | CANT.                 | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                            | TITULO<br><b>FRENTE VOLCADOR</b> |                       |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                      | FIRMA                            | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:10                                                                                |
| APROBO                                                                                                                                                |                            |                                  | LEGAJO: B-5952/8      |  <b>01.05.01</b> |

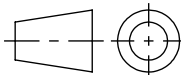


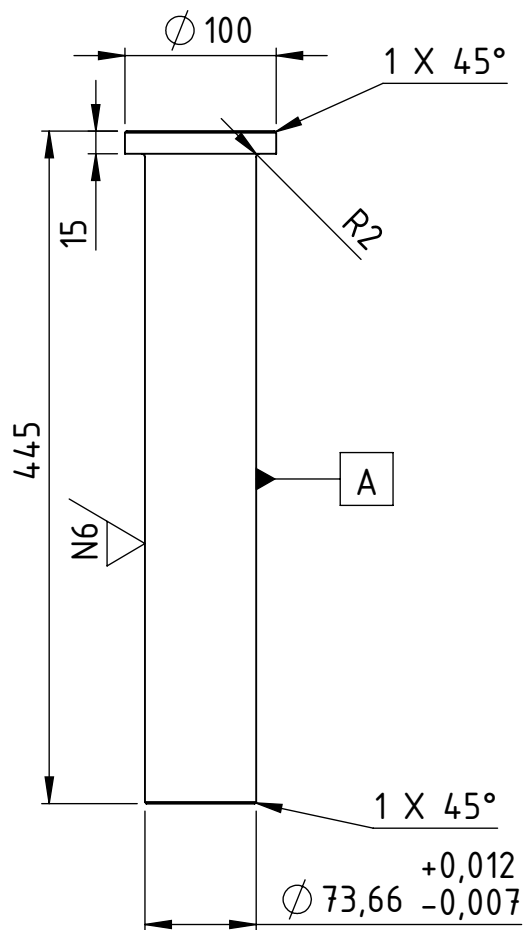
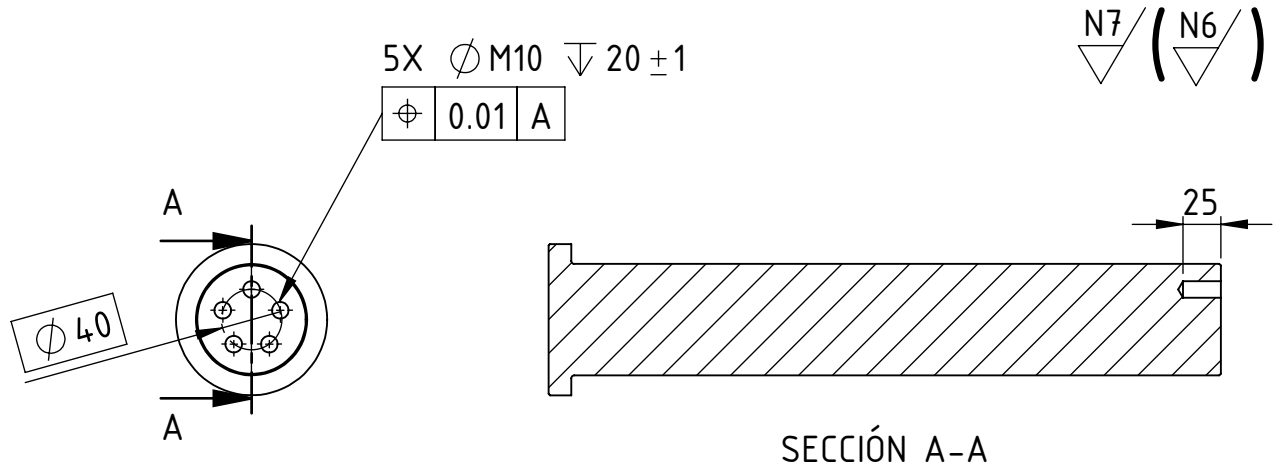
VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:2



SECCIÓN A-A

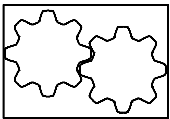
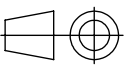
NOTA:  
 -TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M  
 -MEDIDAS EN MILIMETROS, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

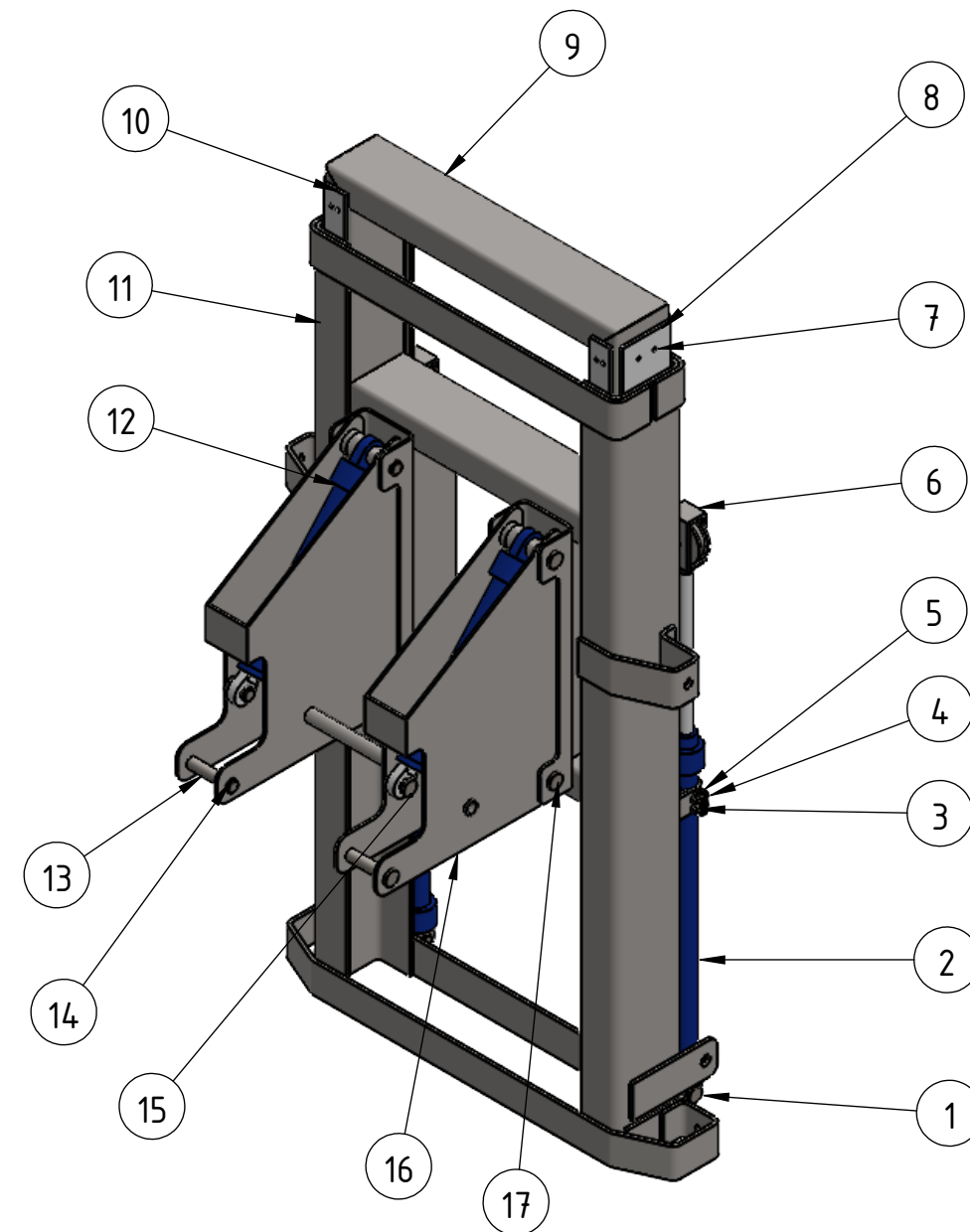
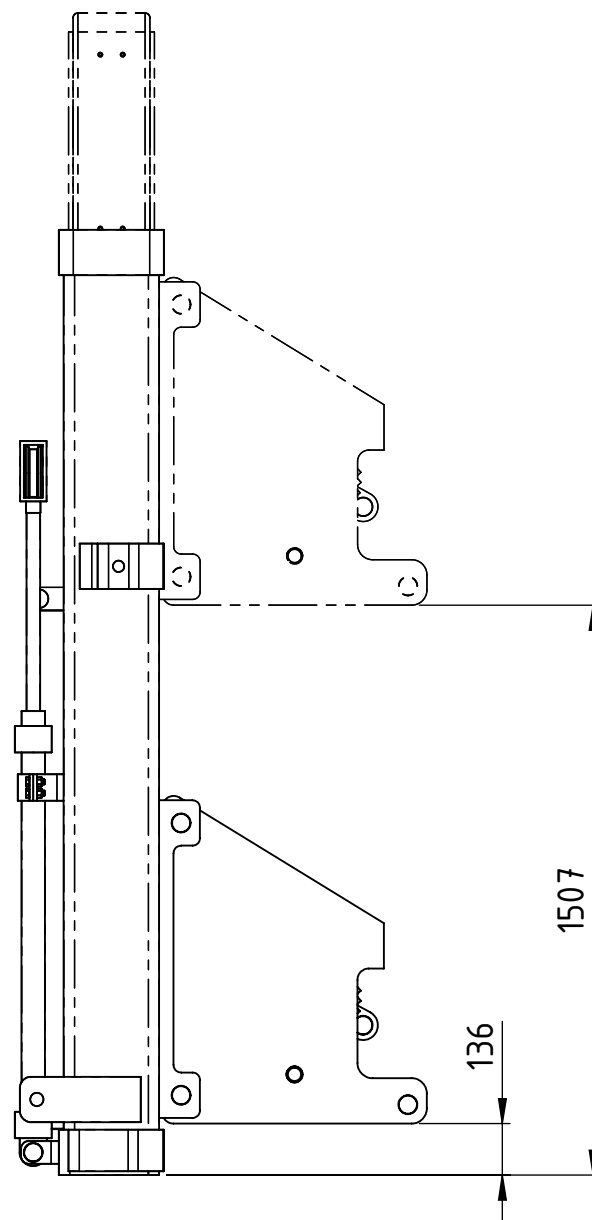
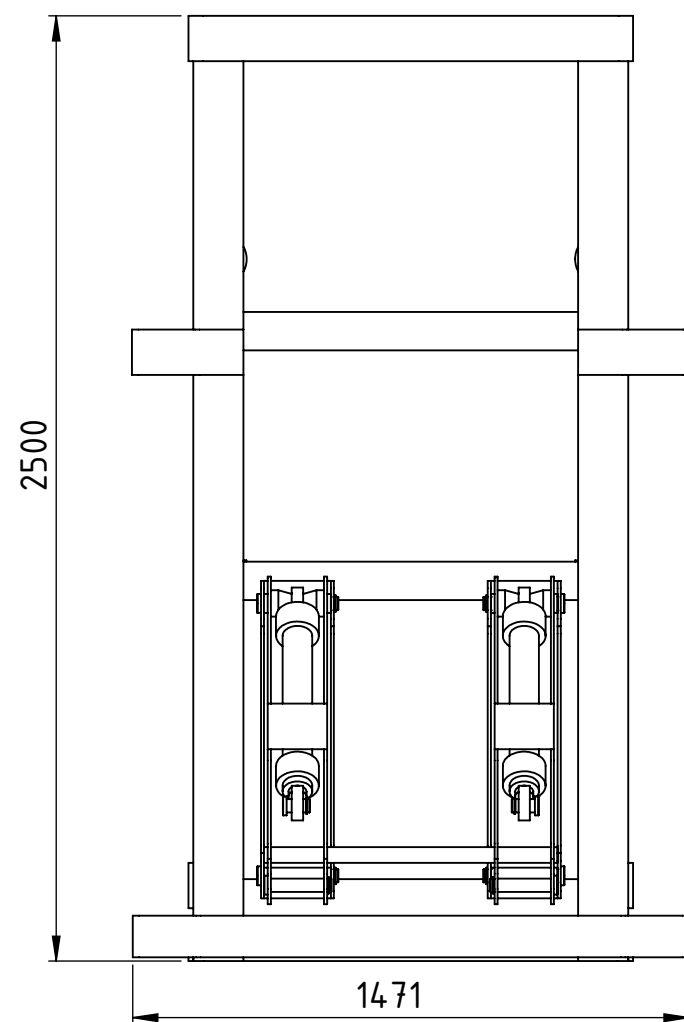
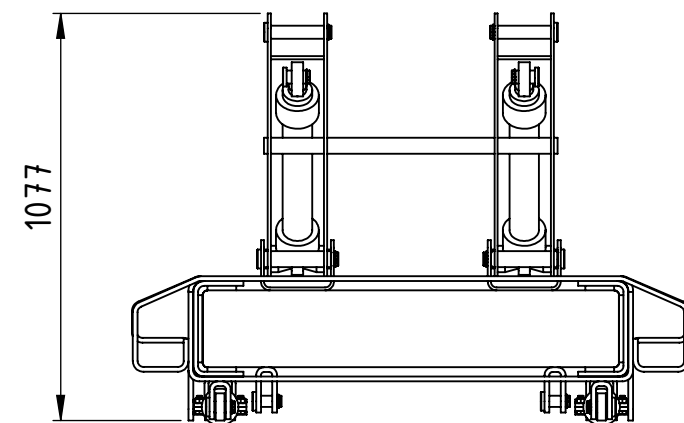
|                                                                                                                                                                        |                 |       |                  |                                |  |                                                                                       |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1                                                                                                                                                                      | REDONDO 120x145 |       |                  | ALEACION DE BRONCE             |  | 1                                                                                     | -        |
| POS.                                                                                                                                                                   | DENOMINACION    |       |                  | MATERIAL                       |  | CANT.                                                                                 | PESO     |
| <div></div> <div>PROYECTO FINAL<br/>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br/>ROSARIO</div> |                 |       |                  | TITULO<br><br>BUJE DE FRICCION |  |                                                                                       |          |
|                                                                                                                                                                        | FECHA           | FIRMA | NOMBRE           | ESCALA GENERAL<br><br>1:2      |  |  | 01.06.00 |
| DIBUJO                                                                                                                                                                 |                 |       | BRAIN KEVIN      |                                |  |                                                                                       |          |
| APROBO                                                                                                                                                                 |                 |       | LEGAJO: B-5952/8 |                                |  |                                                                                       |          |



**NOTA:**

- TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS SEGUN DIN 2768
- MEDIDAS EN MILIMETROS, SALVO INDICACION CONTRARIA

|                                                                                                                                                     |                          |                                                                                      |         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 1                                                                                                                                                   | REDONDO DIAM 100MM X 450 | SAE 4130                                                                             | 1       |          |
| POS.                                                                                                                                                | DENOMINACION             | MATERIAL                                                                             | CANT.   | PESO     |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                          | EJE PRINCIPAL                                                                        |         |          |
|                                                                                                                                                     | FECHA                    | NOMBRE                                                                               | ESCALAS |          |
| DIBUJO                                                                                                                                              | 23/08/25                 | BRAIN                                                                                | 1:2     |          |
| APROBO                                                                                                                                              |                          |                                                                                      |         |          |
|                                                                                                                                                     |                          |  |         | 01.07.00 |



VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:20

|    |                            |                |           |    |      |
|----|----------------------------|----------------|-----------|----|------|
| 17 | PASADOR BASTIDOR           | -              | AISI 4340 | 4  | PESO |
| 16 | BASTIDOR CON BUJES         | PLANO 02.04.00 | AISI 1020 | 1  | PESO |
| 15 | PASADOR ACTUADOR ROTADOR   | -              | AISI 4340 | 2  | PESO |
| 14 | SEEGER EXTERIOR DIN471 D35 | -              | STD       | 10 | PESO |
| 13 | PASADOR INFERIOR VOLCADOR  | -              | AISI 4340 | 2  | PESO |
| 12 | ACTUADOR BOSCH VOLCADOR    | -              | STD       | 2  | PESO |
| 11 | TORRE EXTERNA              | PLANO 02.03.00 | AISI 1020 | 1  | PESO |
| 10 | ANTIDESGASTE FRONTAL       | -              | TEFLON    | 4  | PESO |
| 9  | TORRE INTERNA              | PLANO 02.02.00 | AISI 1020 | 1  | PESO |
| 8  | ANTIDESGASTE LATERAL       | PLANO 02.01.00 | TEFLON    | 2  | PESO |

| 7    | TORNI. CAB AVELL M6X1X25  | -             | STD        | 48    | -    |
|------|---------------------------|---------------|------------|-------|------|
| 6    | ROLDANA                   | -             | AISI 1020  | 2     | -    |
| 5    | SOPORTE ACT ELEVADOR      | -             | AISI 1020  | 2     | -    |
| 4    | TORNILLO CAB HEX M14X2X40 | -             | GRADO 10.9 | 8     | -    |
| 3    | TUERCA HEX M14X2          | -             | STD        | 8     | -    |
| 2    | ACT ELEVADOR BOSCH        | -             | STD        | 2     | -    |
| 1    | PASADOR ACT ELEVADOR      | -             | AISI 4340  | 2     | -    |
| POS. | DENOMINACION              | OBSERVACIONES | MATERIAL   | CANT. | PESO |



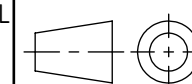
**PROYECTO FINAL**  
ESCUELA INGENIERIA MECANICA  
ROSARIO

TITULO

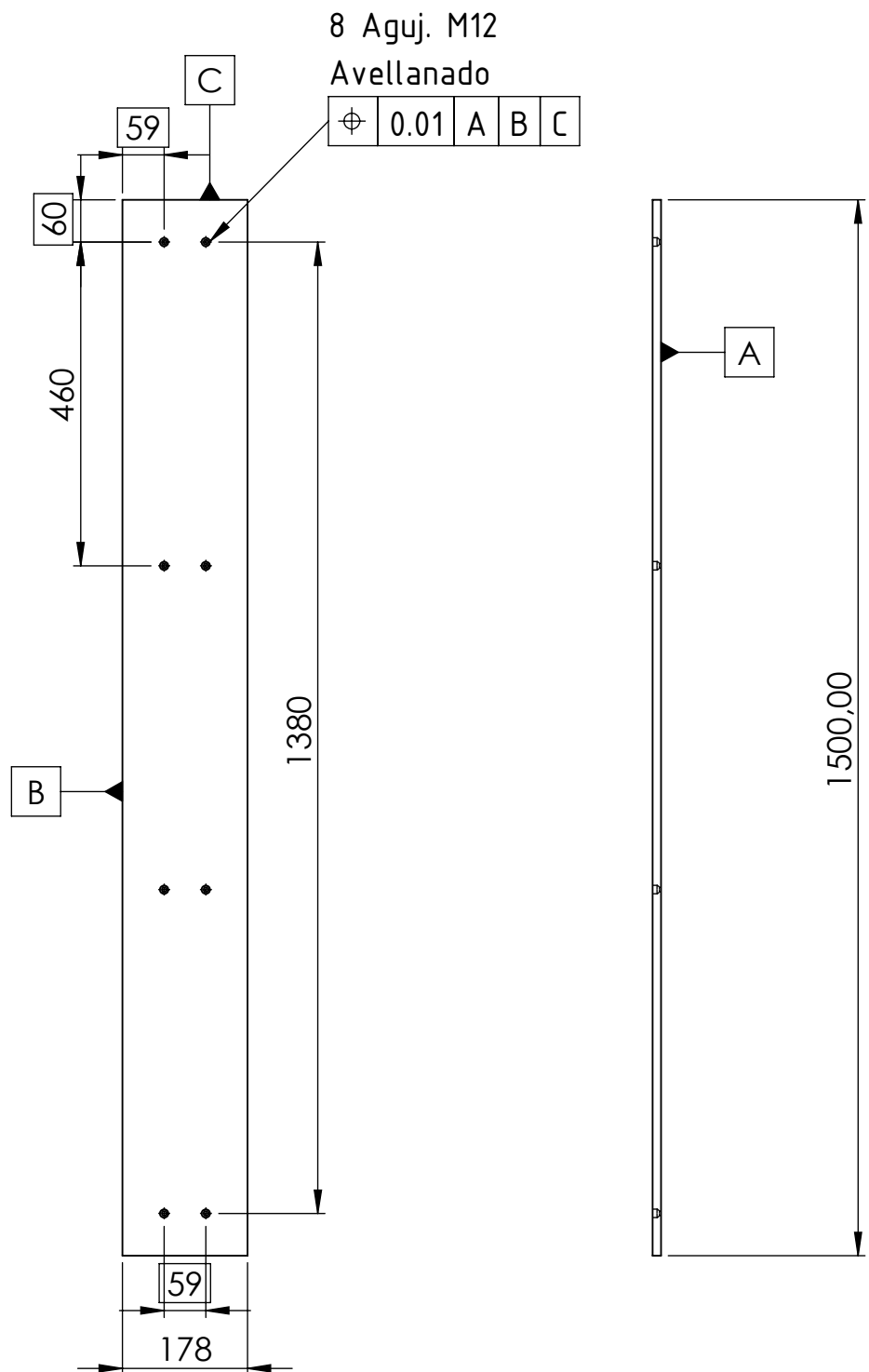
**SUBCTO ELEVACION**

|        |       |       |                       |
|--------|-------|-------|-----------------------|
| DIBUJO | FECHA | FIRMA | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN |
| APROBO |       |       | LEGAJO: B-5952/8      |

ESCALA GENERAL  
1:50

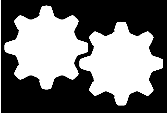
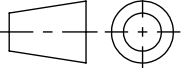


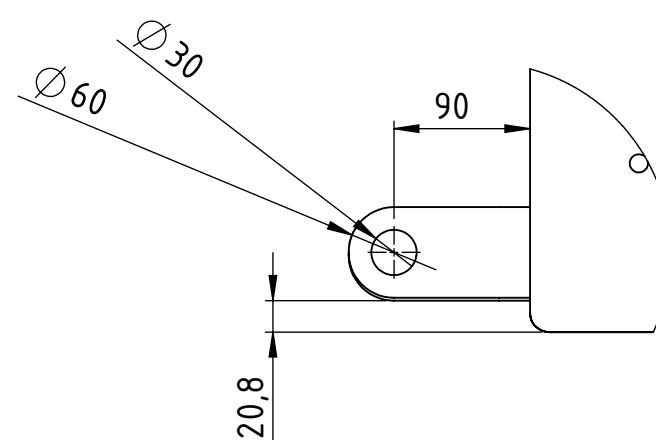
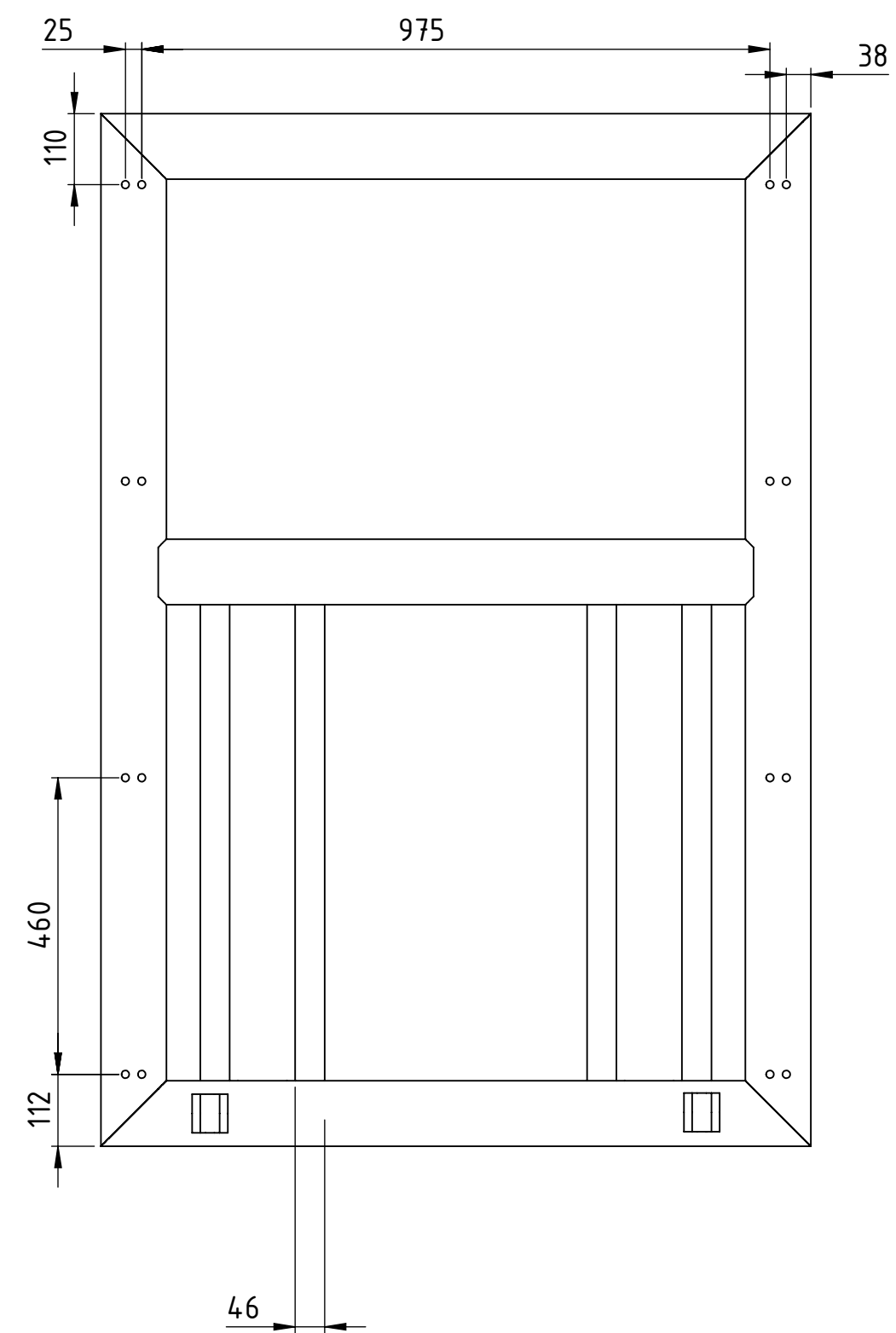
CTO 02.00.00



**NOTA:**

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MILIMETROS, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

|                                                                                                                                                     |                  |                                                                                       |                  |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| 1                                                                                                                                                   | PLANCHA ESP 12mm | TEFLON                                                                                | 1                | -        |
| POS.                                                                                                                                                | DENOMINACION     | MATERIAL                                                                              | CANT.            | PESO     |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                  | TITULO<br><b>SUPERFICIE ANTIDESGASTE LAT</b>                                          |                  |          |
|                                                                                                                                                     | FECHA            | FIRMA                                                                                 | NOMBRE           |          |
| DIBUJO                                                                                                                                              |                  |                                                                                       | BRAIN KEVIN      |          |
| APROBO                                                                                                                                              |                  |                                                                                       | LEGAJO: B-5952/8 |          |
| ESCALA GENERAL                                                                                                                                      |                  |  |                  | 02.01.00 |
| 1:10                                                                                                                                                |                  |                                                                                       |                  |          |



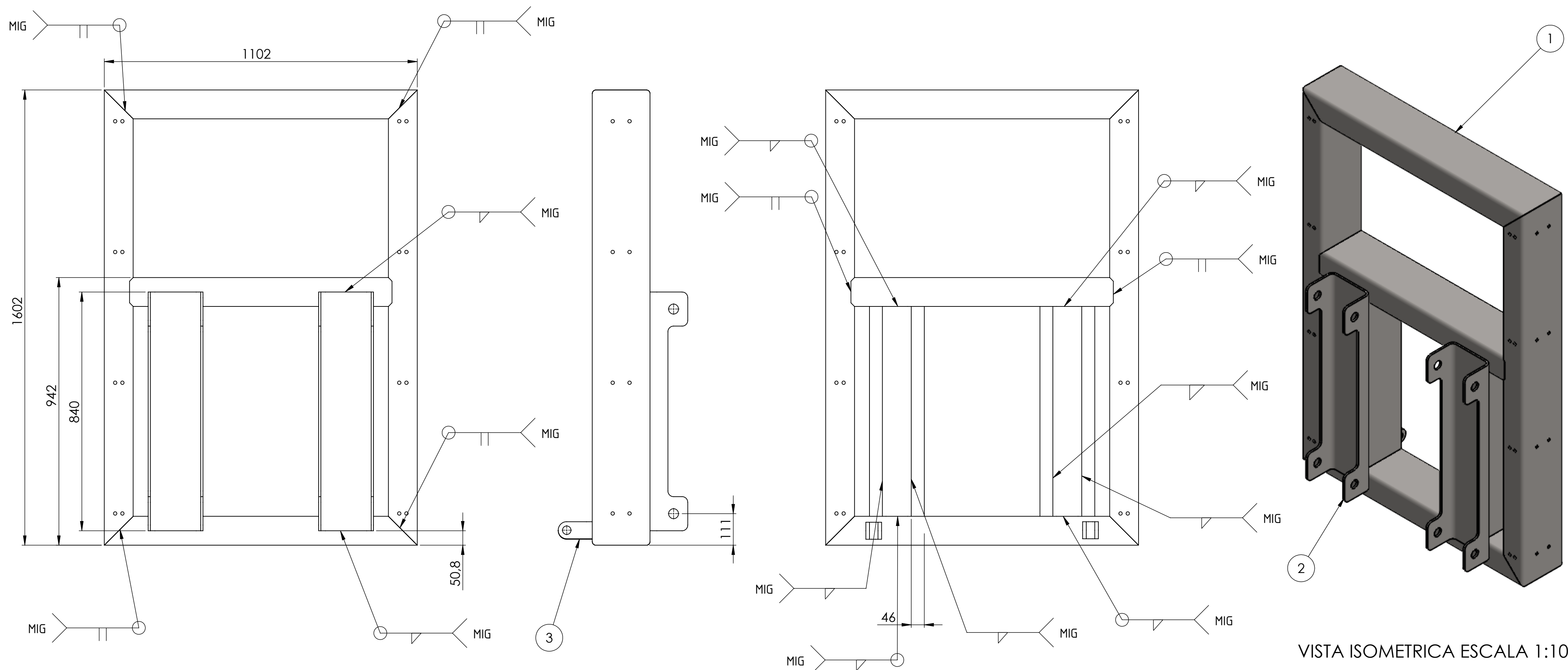
DETALLE B

ESCALA 1:5

NOTA:

- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

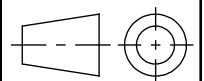
|                                                                                                                                                                |                                 |                                           |                  |                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                                                                                                                                                              | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020                                 | 2                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                              | CHAPA METALICA 5/16"            | AISI 1020                                 | 2                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                              | TUBO RECTANGULAR 8" X 4" X 1/4" | STD                                       | 1                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                           | DENOMINACION                    | MATERIAL                                  | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <p><b>PROYECTO FINAL</b><br/>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br/>ROSARIO</p> |                                 | <p>TITULO</p> <p><b>TORRE INTERNA</b></p> |                  |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                         | FECHA                           | FIRMA                                     | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| APROBO                                                                                                                                                         |                                 |                                           | BRAIN KEVIN      | 1:10                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                |                                 |                                           | LEGAJO: B-5952/8 |  <p>02.02.00</p> |

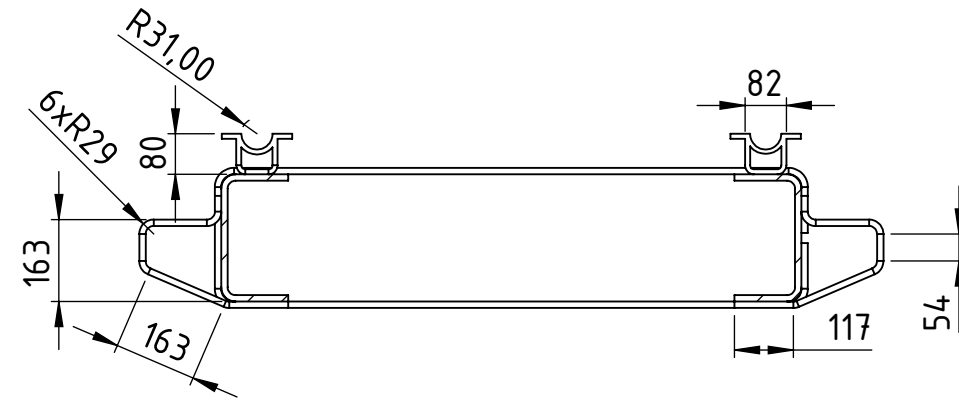
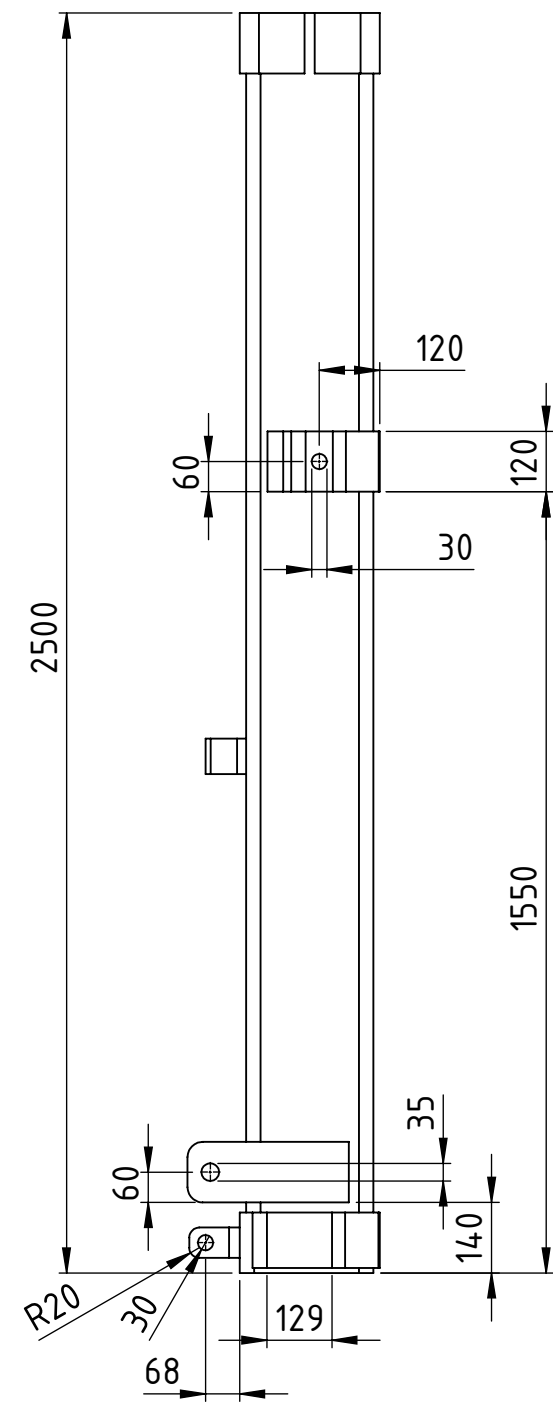


VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:10

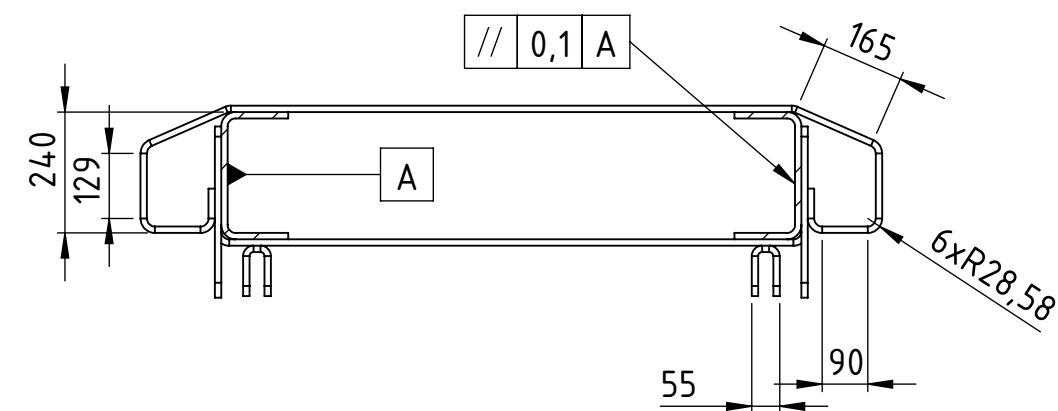
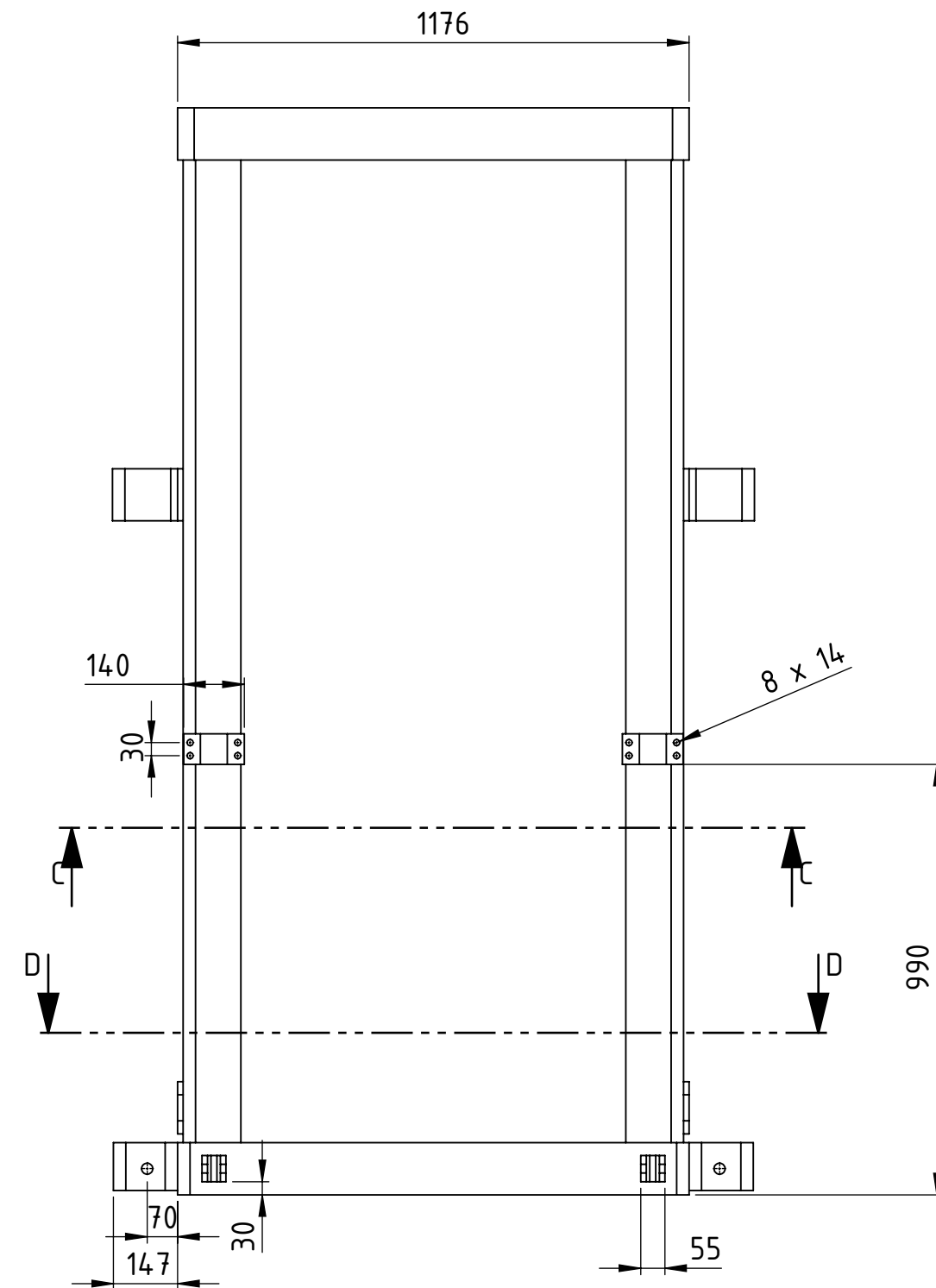
**NOTA:**

- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE A = 0.7 DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

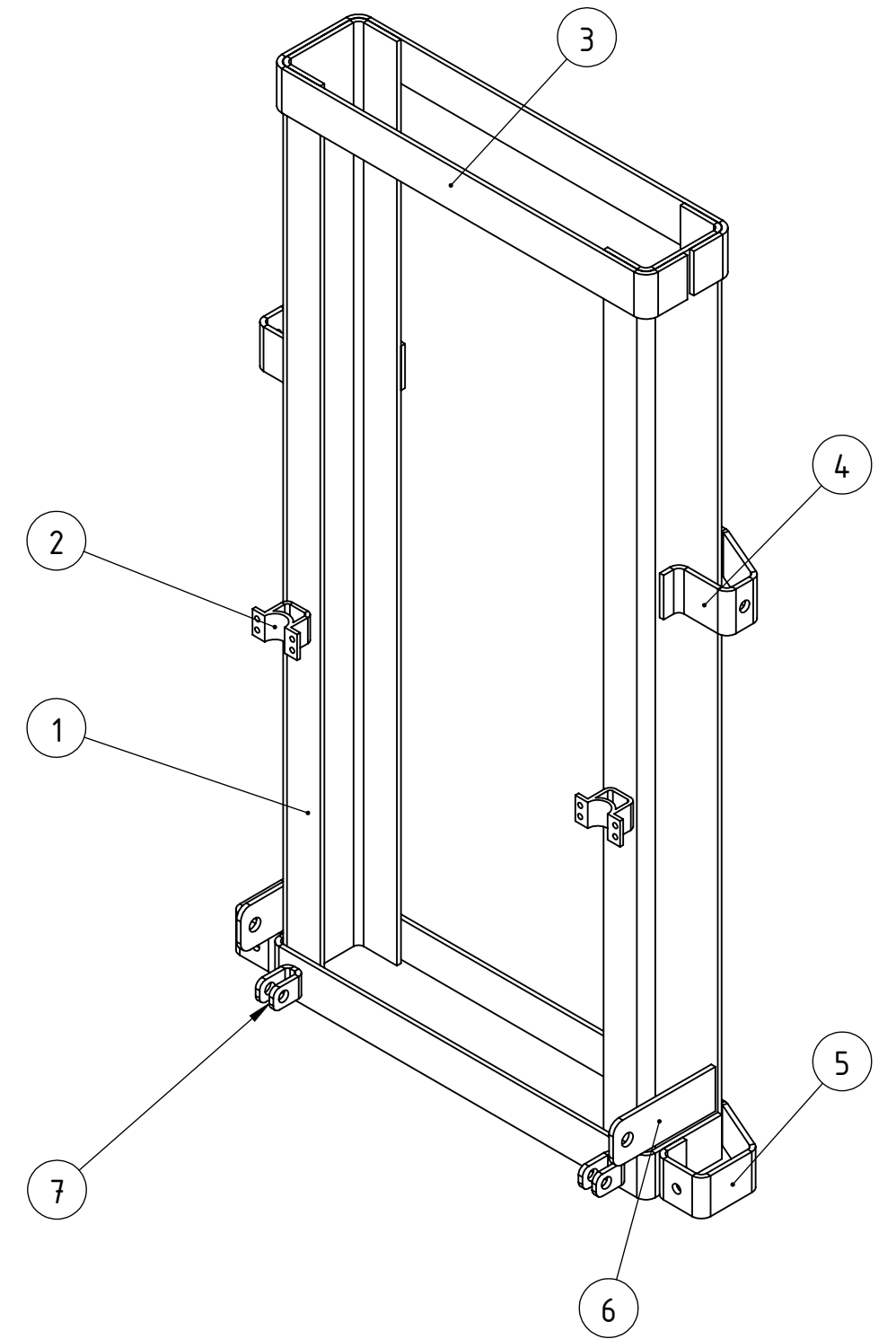
|                                                                                                                                                       |                                 |                                          |                       |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 5/16"            | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | TUBO RECTANGULAR 8" X 4" X 1/4" | STD                                      | 1                     | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                    | MATERIAL                                 | CANT.                 | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                 | TITULO<br><b>TORRE INTERNA SOLDADURA</b> |                       |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                       | FECHA                           | FIRMA                                    | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:10                                                                                |
| DIBUJO                                                                                                                                                |                                 |                                          | LEGAJO: B-5952/8      |  <b>02.02.01</b> |
| APROBO                                                                                                                                                |                                 |                                          |                       |                                                                                                       |



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 15

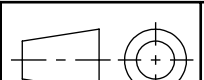


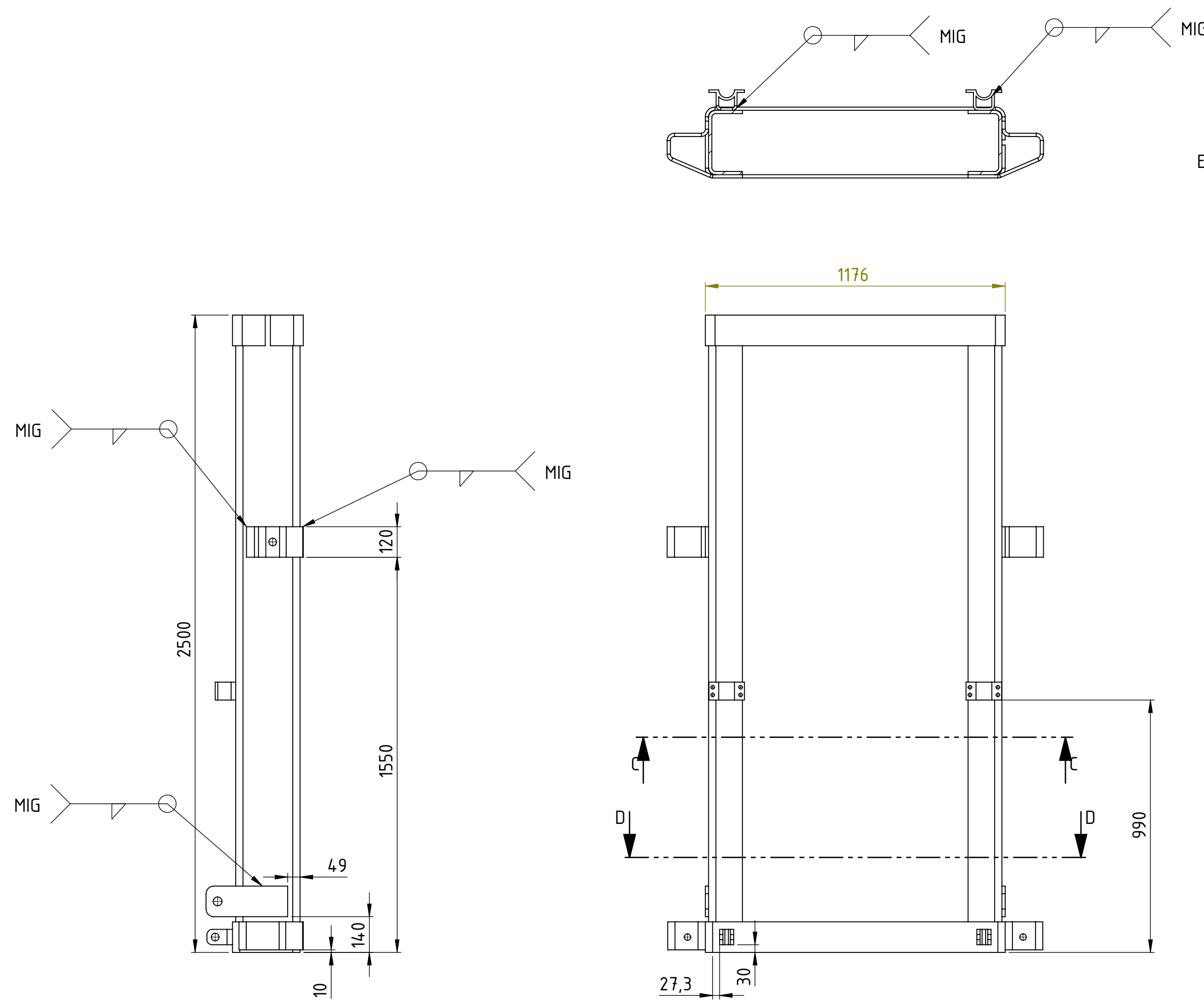
SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 15



VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:10

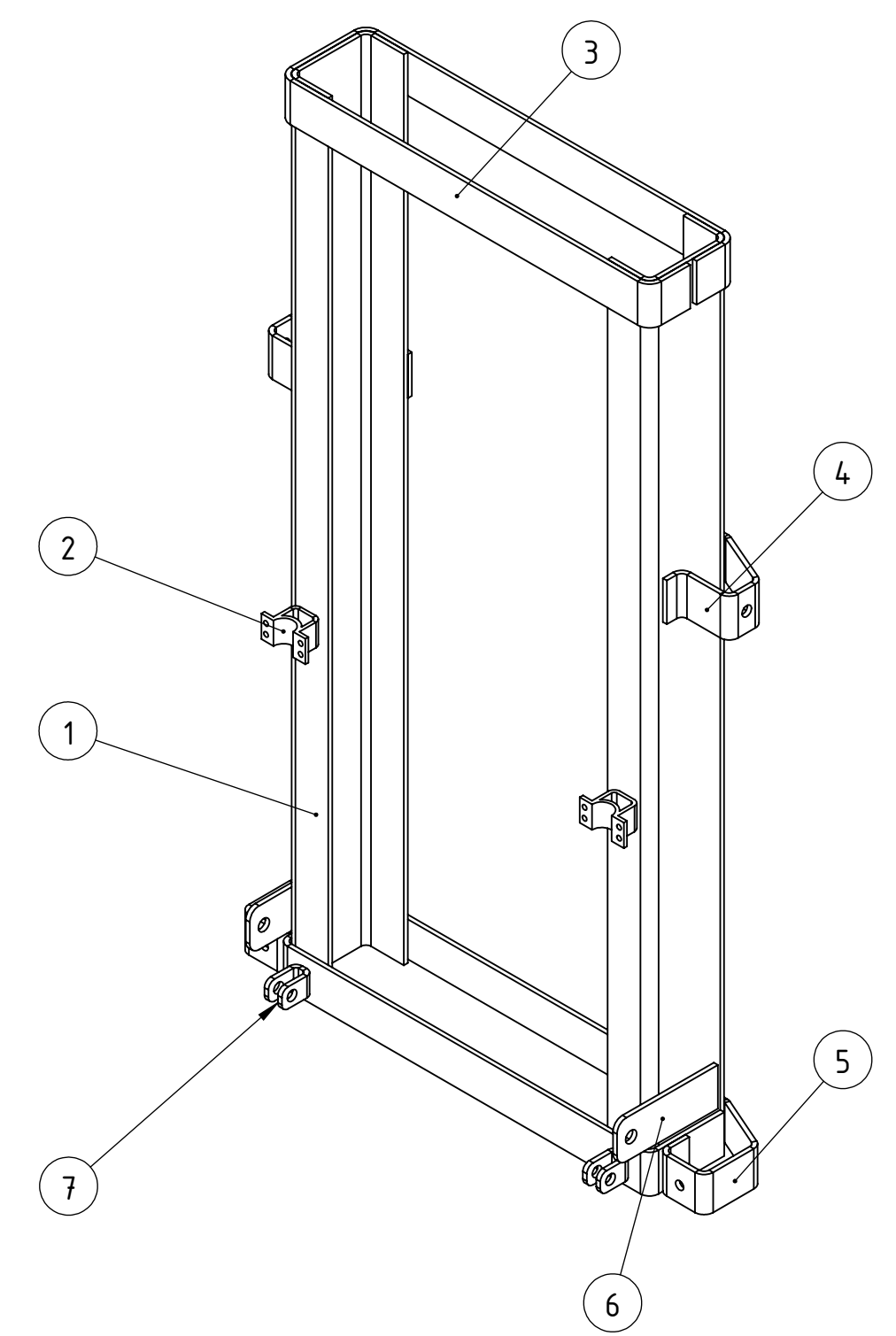
NOTA:  
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M  
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

|                                                                                                                                                       |                                    |                                |                       |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 230          | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| 6                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 320          | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2" x 2230 | AISI 1020                      | 1                     | -                                                                                                     |
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2" x 585  | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 1600         | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2"        | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2"x2500   | AISI 1020                      | 2                     | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                       | MATERIAL                       | CANT.                 | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                    | TITULO<br><b>TORRE EXTERNA</b> |                       |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                              | FIRMA                          | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:10                                                                                |
| APROBO                                                                                                                                                |                                    |                                | LEGAJO: B-5952/8      |  <b>02.03.00</b> |

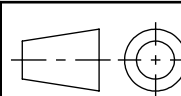


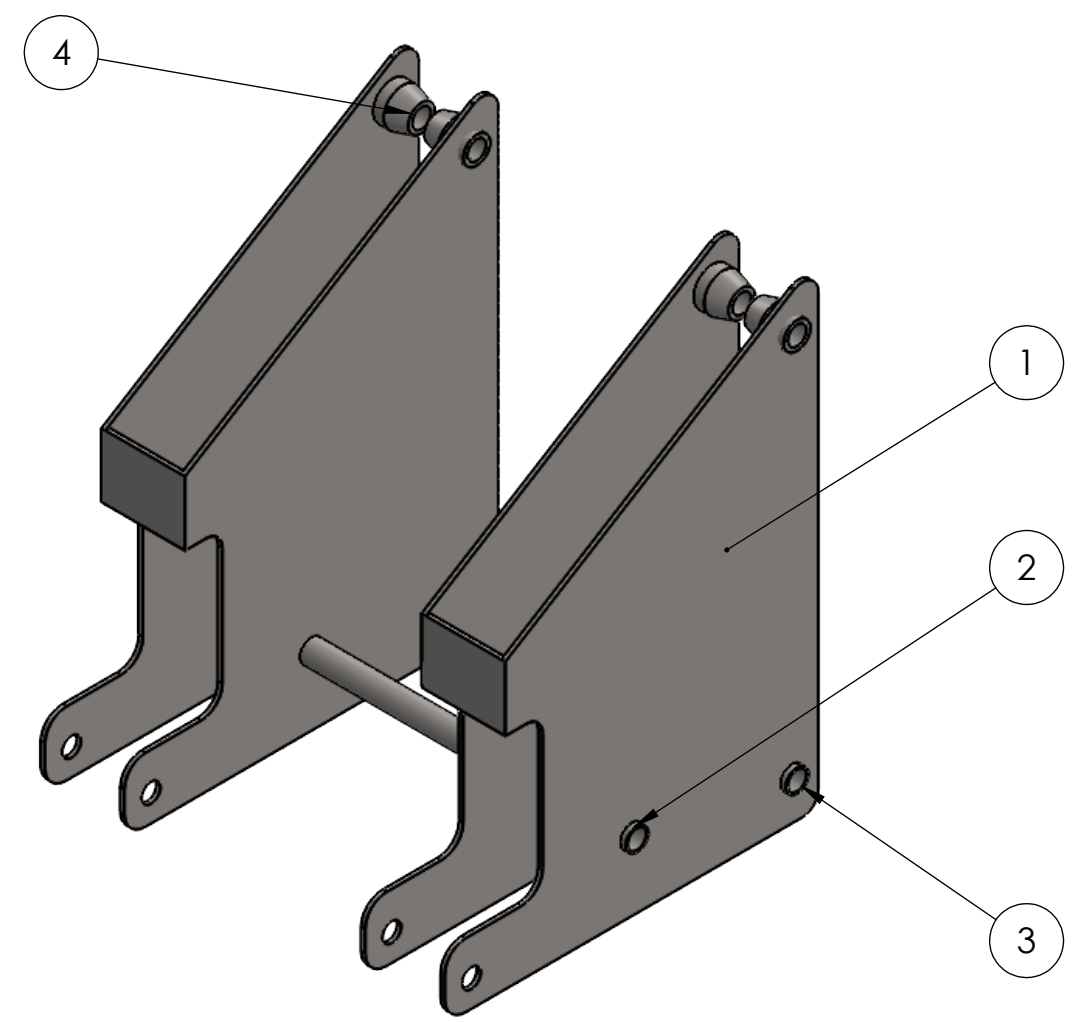
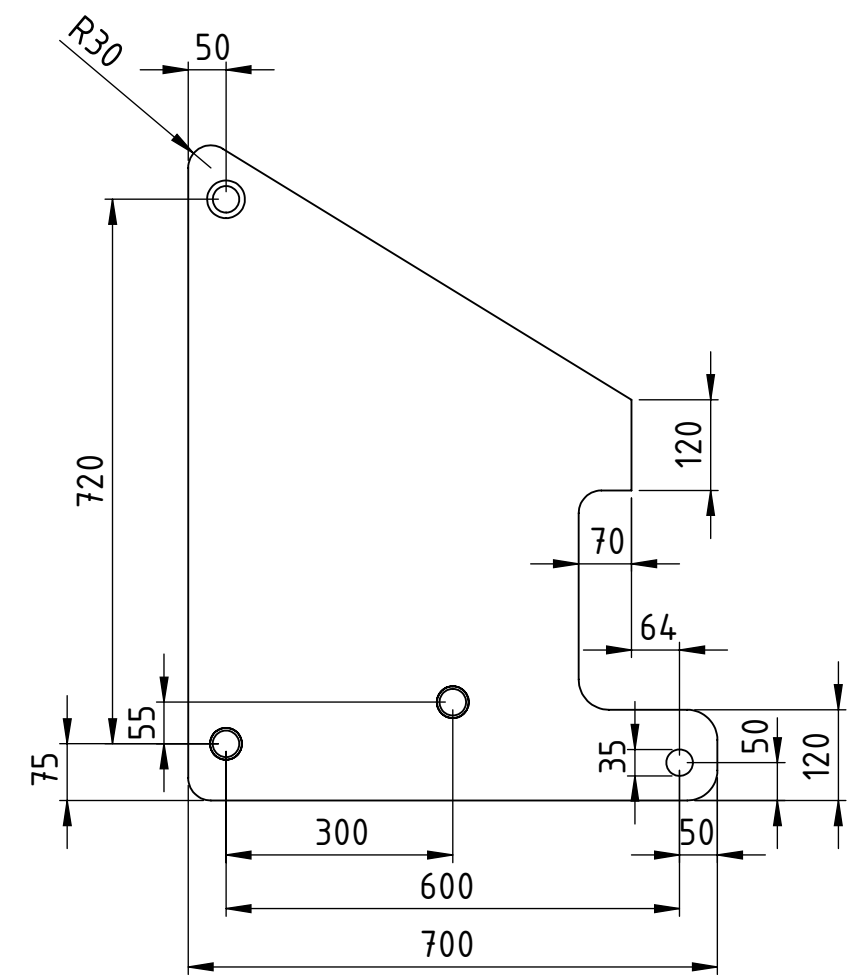
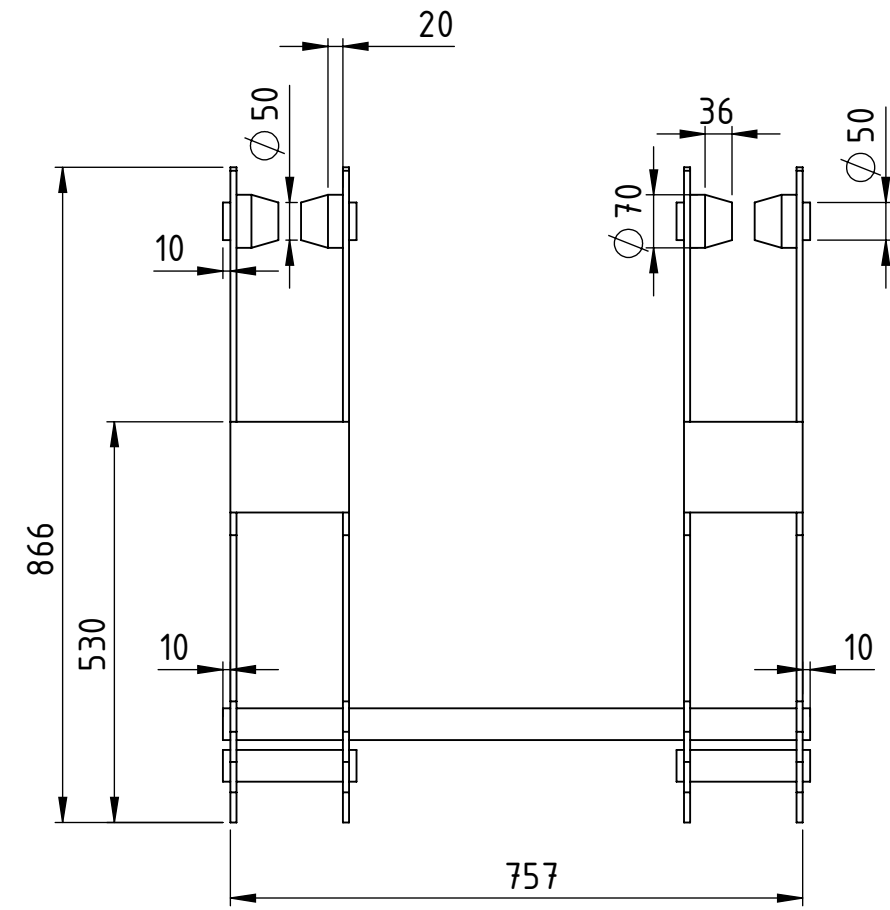
SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 15

SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 15

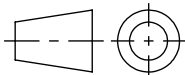


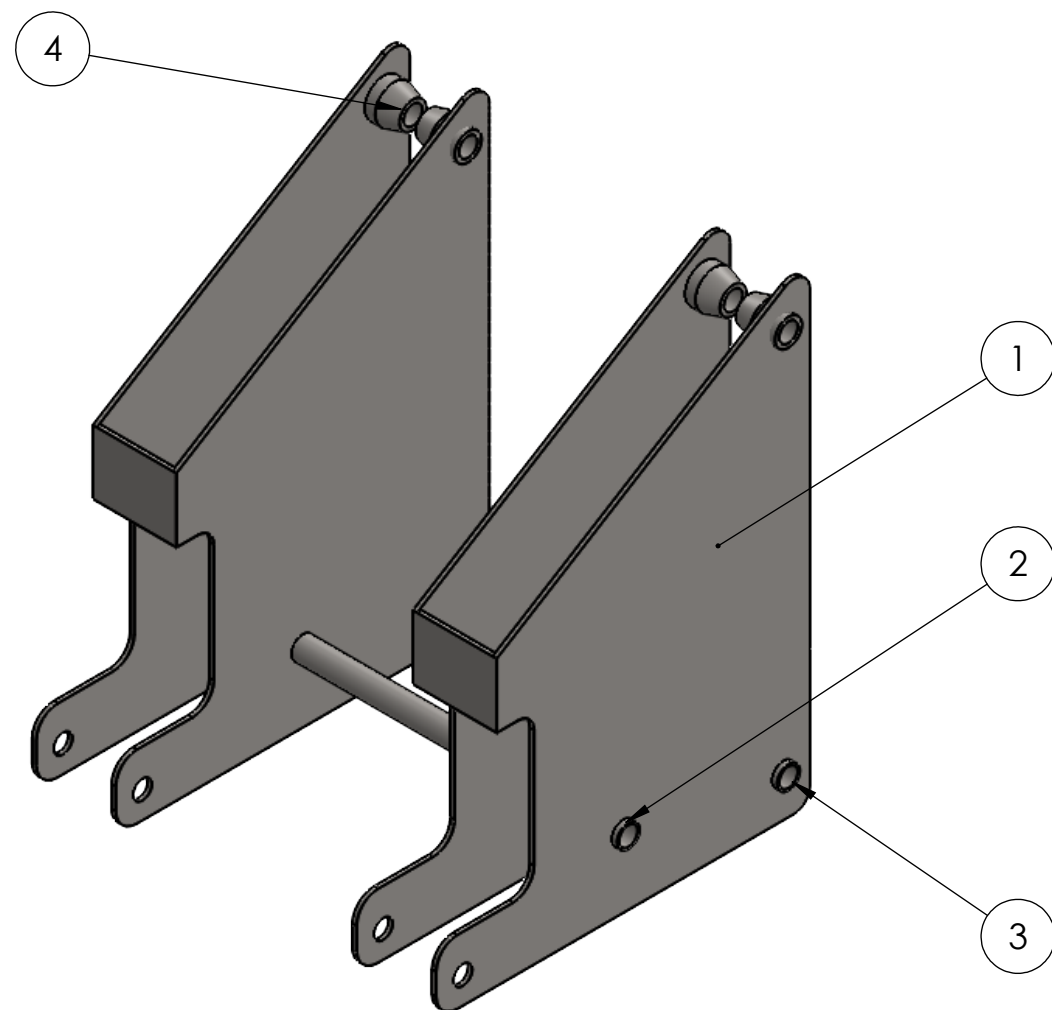
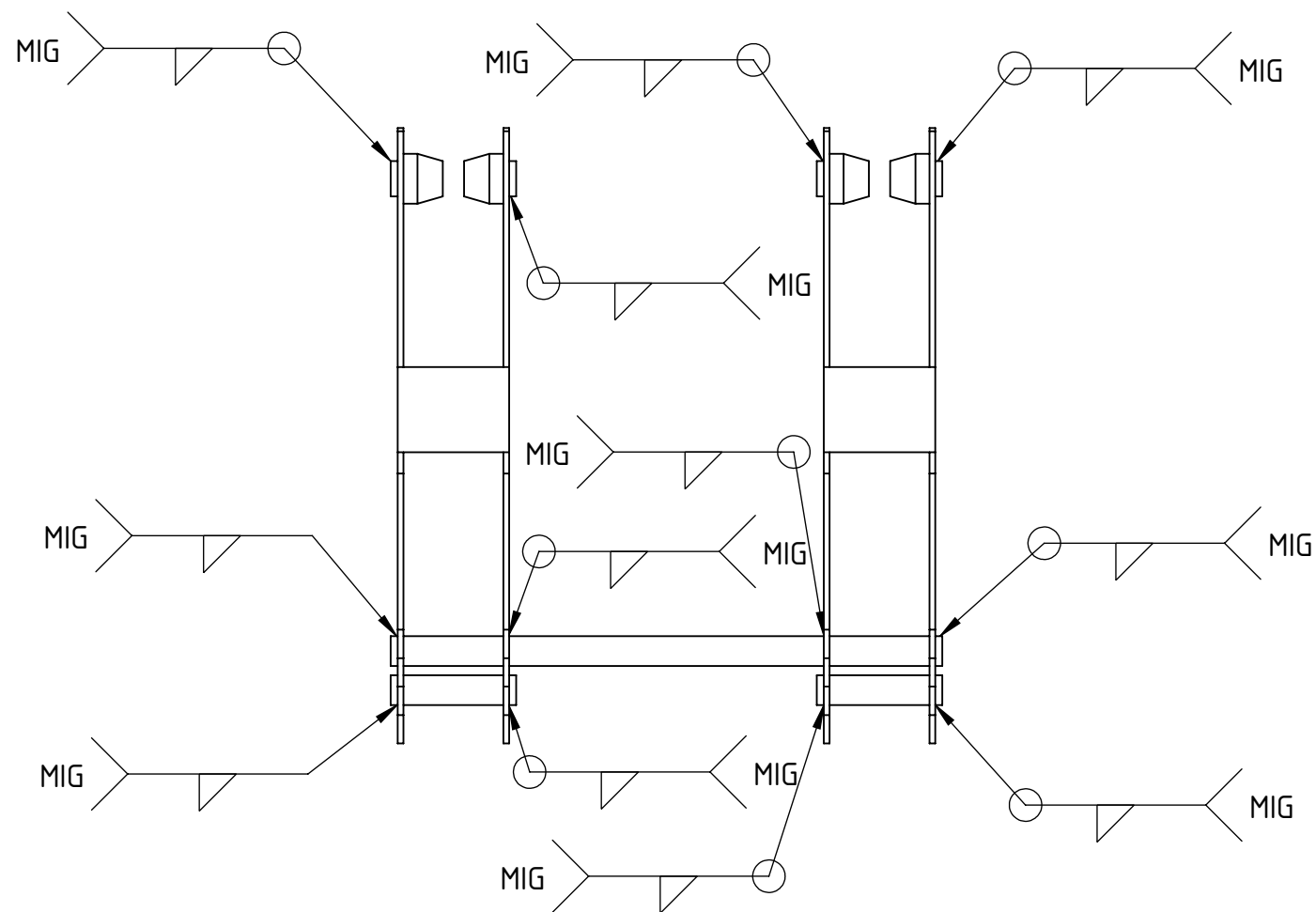
NOTA:  
- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE A = 0.7 DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1  
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M  
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

|                                                                                                                                                       |                                    |                                          |                       |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 230          | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 6                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 320          | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2" x 2230 | AISI 1020                                | 1                     | -                                                                                                     |
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2" x 585  | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2" x 1600         | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2"        | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 1/2"x2500   | AISI 1020                                | 2                     | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                       | MATERIAL                                 | CANT.                 | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                    | TITULO<br><b>TORRE EXTERNA SOLDADURA</b> |                       |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                              | FIRMA                                    | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:10                                                                                |
| APROBO                                                                                                                                                |                                    |                                          | LEGAJO: B-5952/8      |  <b>02.03.01</b> |



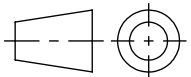
NOTA:  
— TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M  
— MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

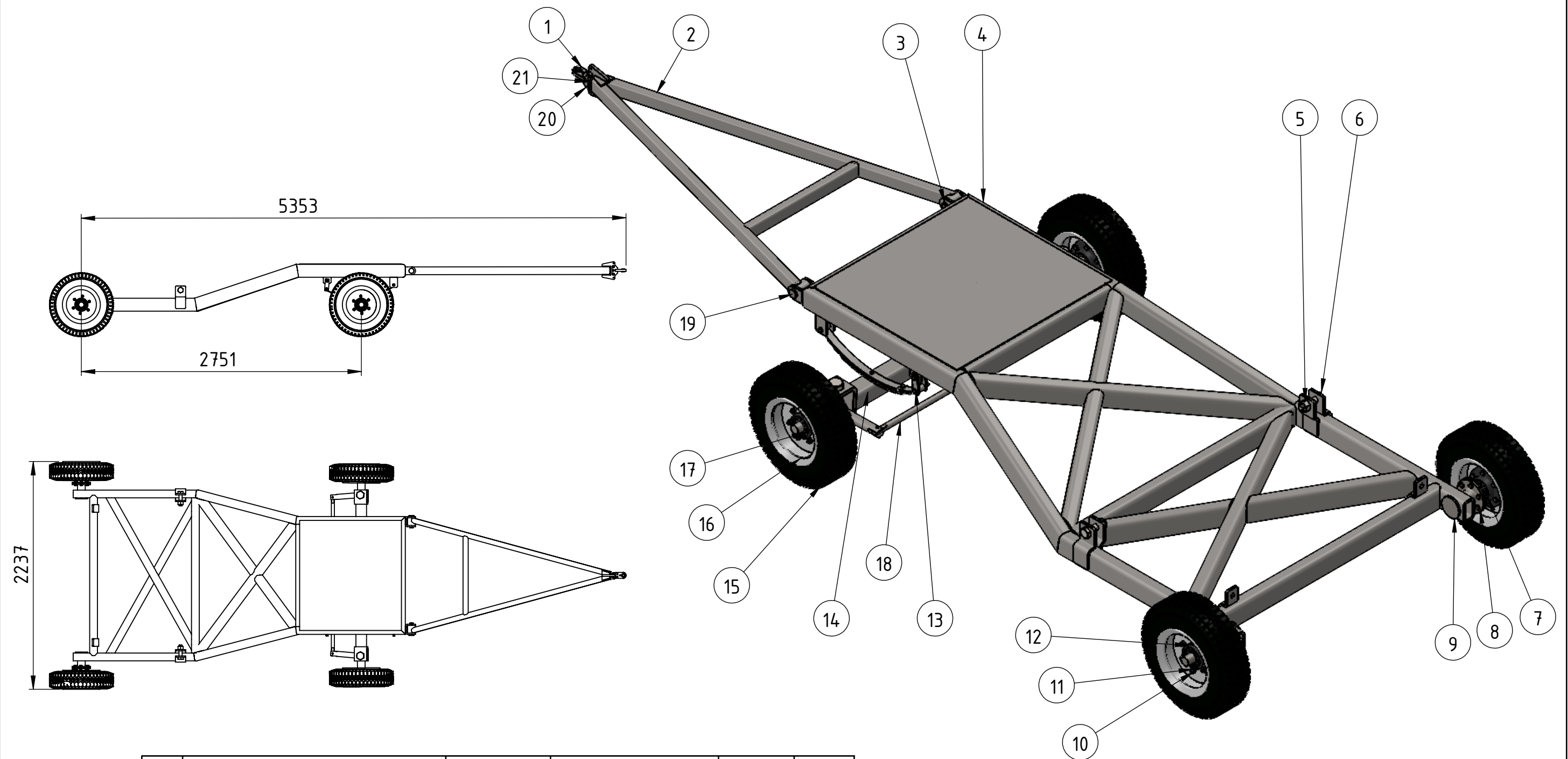
|                                                                                                                                                                                  |                             |                                       |                  |                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                                                                                                                                                                                | REDONDO 70mm x 75mm         | SAE 1020                              | 4                | -                                                                                                                              |
| 3                                                                                                                                                                                | TUBO S 1.25" SCH40 x 180mm  | STD                                   | 2                | -                                                                                                                              |
| 2                                                                                                                                                                                | TUBO S 1.25" SCH40 x 780mm  | STD                                   | 1                | -                                                                                                                              |
| 1                                                                                                                                                                                | CHAPA METALICA PLEGADA 3/8" | SAE1020                               | 2                | -                                                                                                                              |
| POS.                                                                                                                                                                             | DENOMINACION                | MATERIAL                              | CANT.            | PESO                                                                                                                           |
| <div><div></div><div>PROYECTO FINAL<br/>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br/>ROSARIO</div></div> |                             | <div>TITULO</div> <div>BASTIDOR</div> |                  |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                  | FECHA                       | FIRMA                                 | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                                                 |
| DIBUJO                                                                                                                                                                           |                             |                                       | BRAIN KEVIN      | 1:10                                                                                                                           |
| APROBO                                                                                                                                                                           |                             |                                       | LEGAJO: B-5952/8 | <div><div></div><div>02.04.00</div></div> |



**NOTA:**

- LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE  $A = 0.7$  DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

| 4                                                                                                                                                     | REDONDO 70mm x 75mm         | SAE 1020                            | 4                | -                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                     | TUBO S 1.25" SCH40 x 180mm  | STD                                 | 2                | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO S 1.25" SCH40 x 780mm  | STD                                 | 1                | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA PLEGADA 3/8" | SAE1020                             | 2                | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                | MATERIAL                            | CANT.            | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                             | TITULO<br><b>BASTIDOR SOLDADURA</b> |                  |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                       | FIRMA                               | NOMBRE           | ESCALA GENERAL                                                                                        |
| APROBO                                                                                                                                                |                             |                                     | BRAIN KEVIN      | 1:10                                                                                                  |
|                                                                                                                                                       |                             |                                     | LEGAJO: B-5952/8 |  <b>02.04.01</b> |



| 21   | TUERCA M10x1                   | -             | GRADO 10.9    | 5     | PESO |
|------|--------------------------------|---------------|---------------|-------|------|
| 20   | TORNILLO CAB HEX M10x1x60      | -             | GRADO 10.9    | 3     | PESO |
| 19   | PASADOR LANZA                  | -             | AISI 4340     | 2     | PESO |
| 18   | BARRA DE DIRECCION             | -             | AISI 1045     | 1     | PESO |
| 17   | RODAMIENTO 6212-2RS1           | -             | STD           | 8     | PESO |
| 16   | NEUMATICO 7.50/16              | -             | MULTIMATERIAL | 4     | PESO |
| 15   | LLANTA 16" AGRICOLA            | -             | AISI 1020     | 4     | PESO |
| 14   | EJE 2" 1,3TN CON MOV. MARCIBUR | -             | MULTIMATERIAL | 1     | PESO |
| 13   | PAQ. ELASTICO MARCIBUR         | -             | MULTIMATERIAL | 2     | PESO |
| 12   | MASA RUEDA                     | -             | FUNDICION     | 4     | PESO |
| 11   | TUERCA M14X2                   | -             | AISI 1020     | 36    | PESO |
| 10   | TORNILLO CAB HEX M14X2X60      | -             | STD           | 24    | PESO |
| 9    | EJE TRASERO                    | -             | AISI 4340     | 2     | PESO |
| 8    | TORNILLO CAB HEX M14X2X40      | -             | GRADO 10.9    | 12    | PESO |
| 7    | PUNTA DE EJE                   | -             | AISI 4340     | 2     | -    |
| 6    | TUERCA M30                     | -             | STD           | 2     | -    |
| 5    | TORNILLO CAB HEX M30x120       | -             | GRADO 10.9    | 2     | -    |
| 4    | CHASIS                         | PLANO         | AISI 1020     | 1     | -    |
| 3    | ARO SEEGER DIN 471 D25         | -             | STD           | 2     | -    |
| 2    | LANZA                          | -             | MULTIMATERIAL | 1     | -    |
| 1    | ENGANCHE CON ROTULA            | -             | MULTIMATERIAL | 1     | -    |
| POS. | DENOMINACION                   | OBSERVACIONES | MATERIAL      | CANT. | PESO |



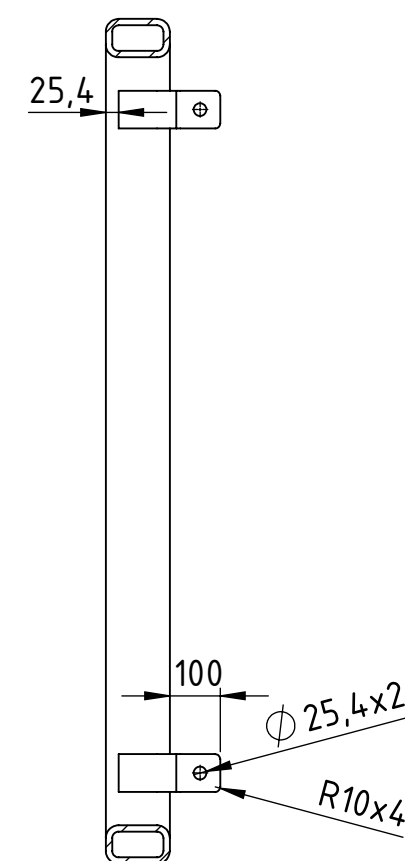
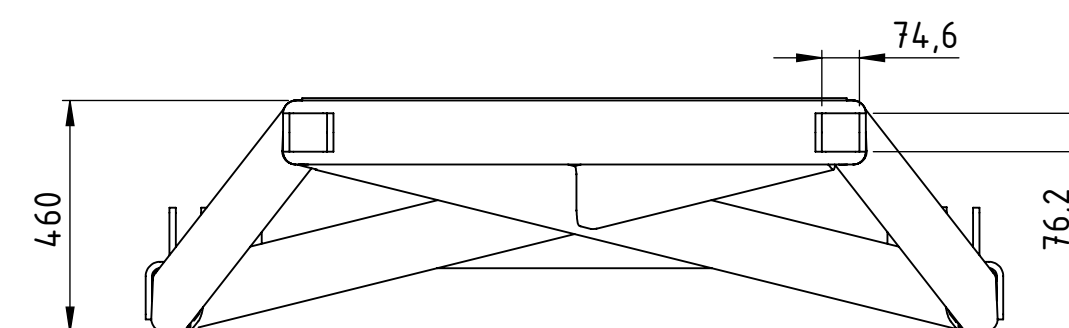
PROYECTO FINAL

ESCUOLA INGENIERIA MECANICA ROSARIO

TITULO

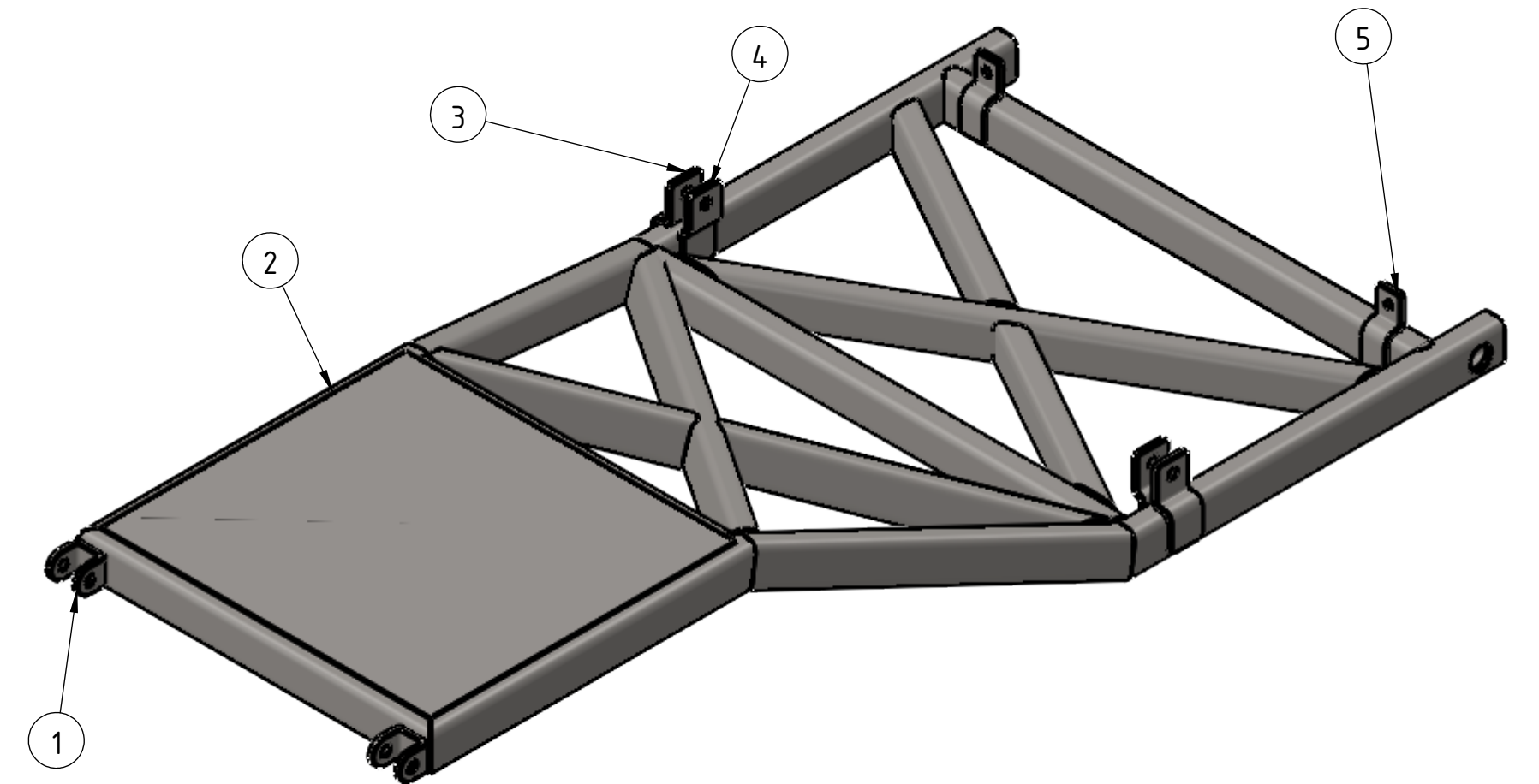
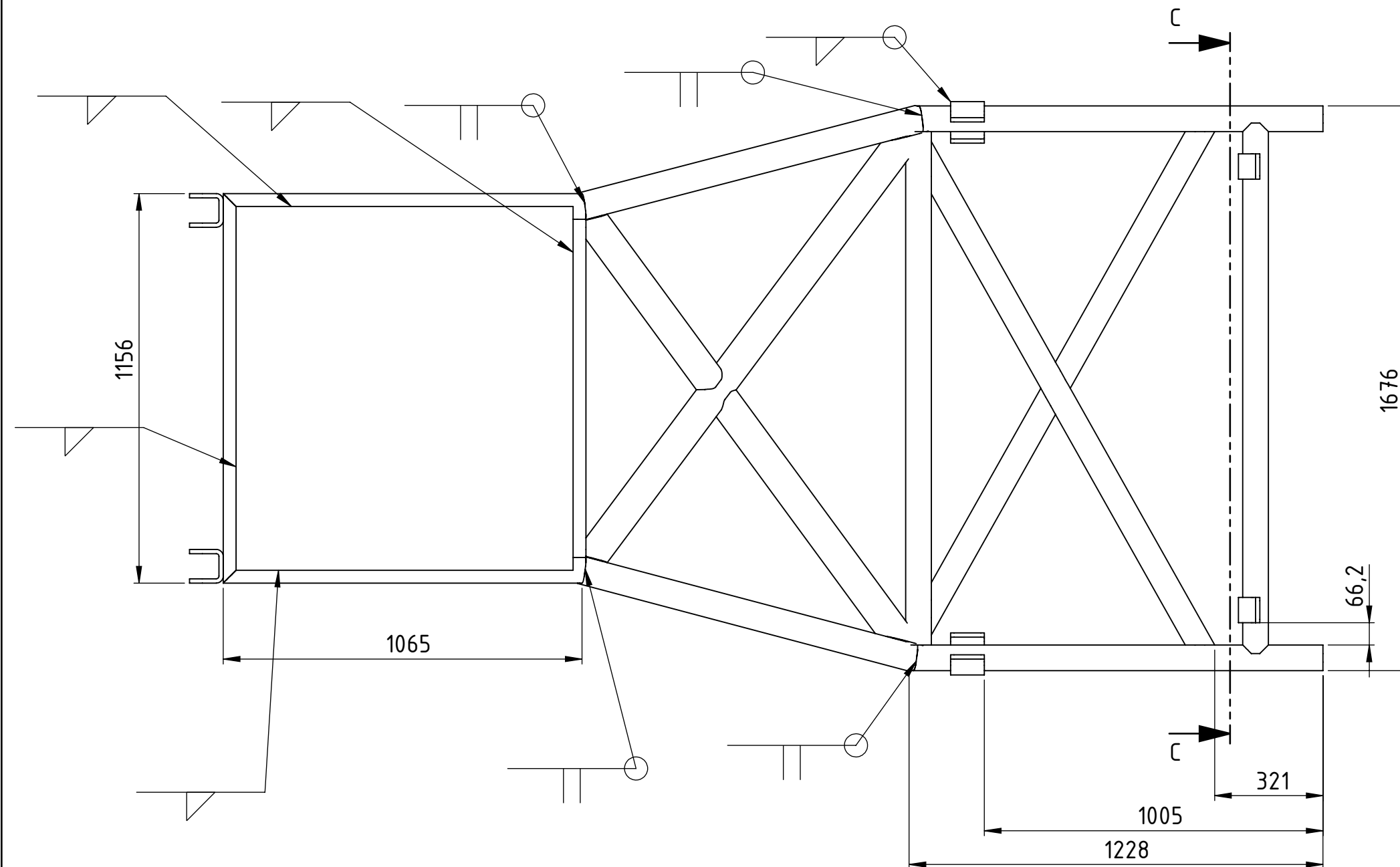
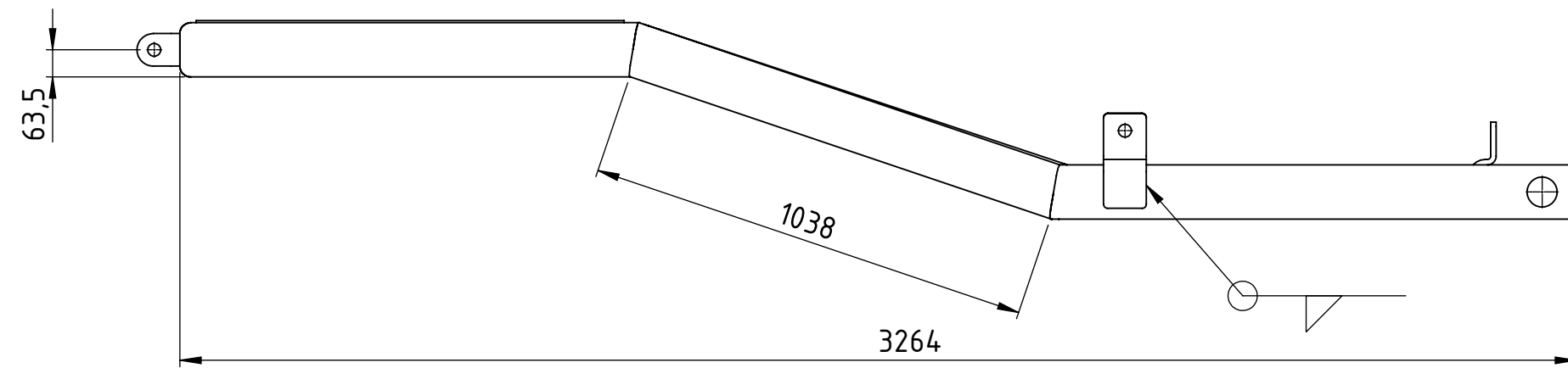
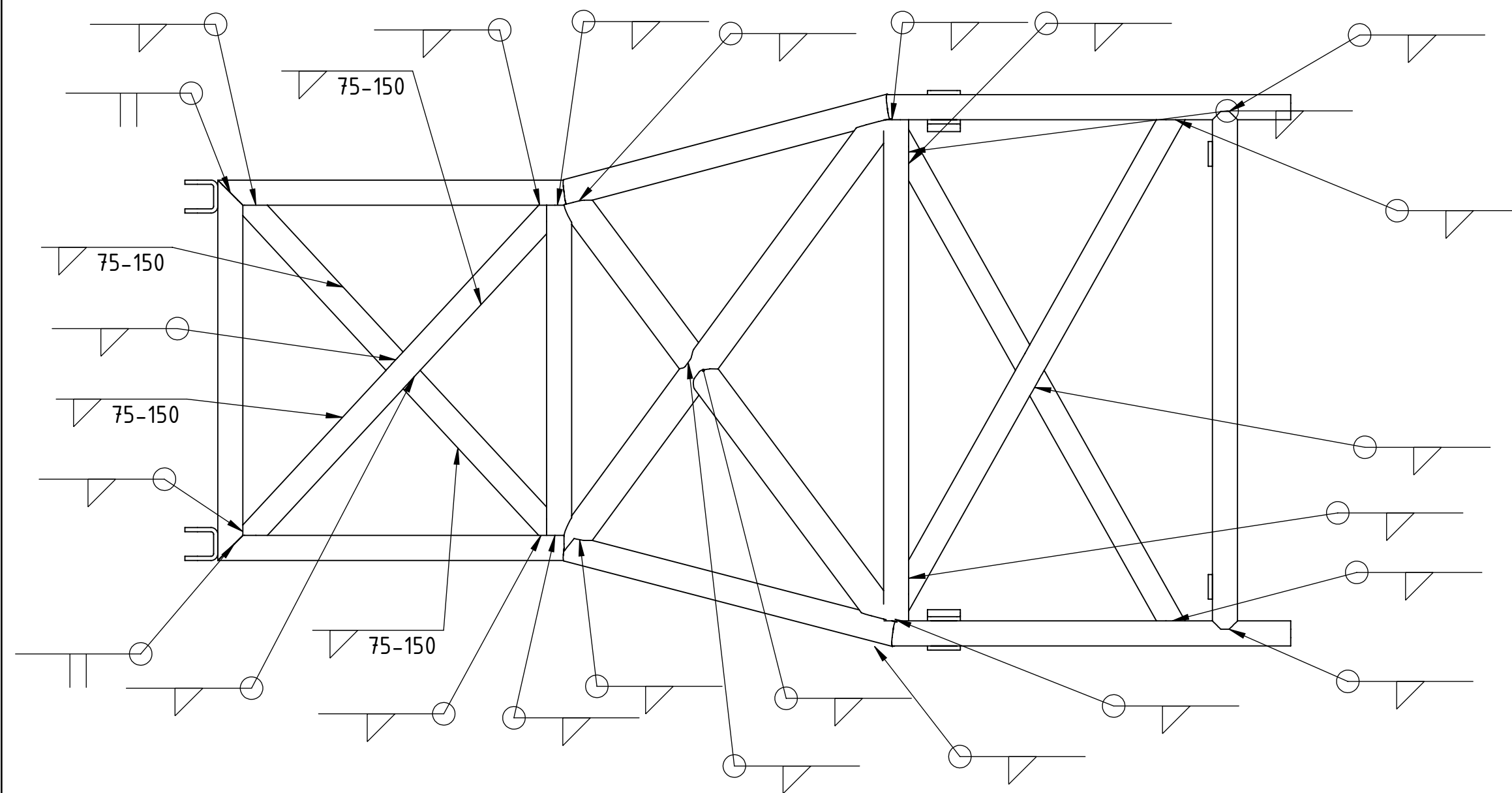
SUBCTO CHASIS

|        |       |       |                       |                        |                                                                                                               |
|--------|-------|-------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIBUJO | FECHA | FIRMA | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:50 |  <div>CTO 03.00.00</div> |
| APROBO |       |       | LEGAJO: B-5952/8      |                        |                                                                                                               |

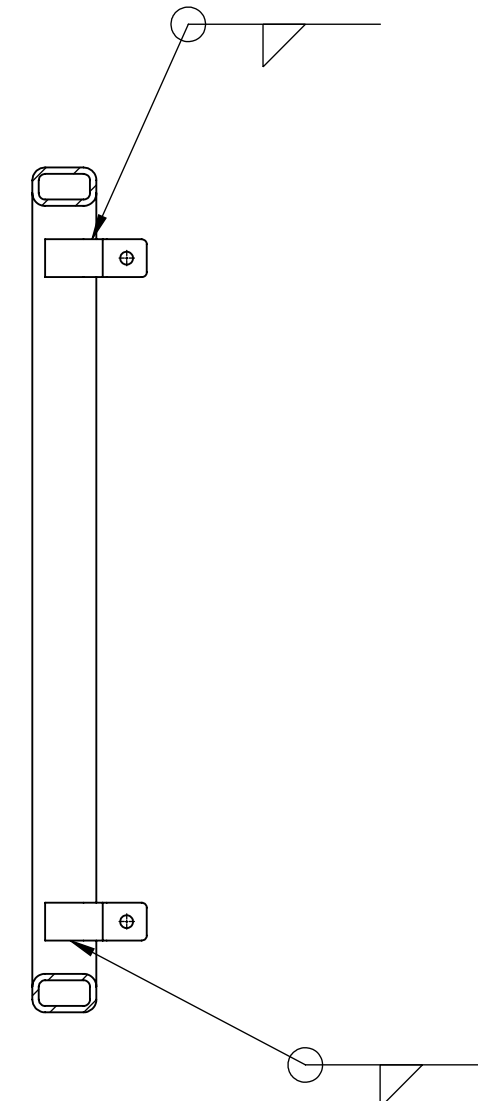
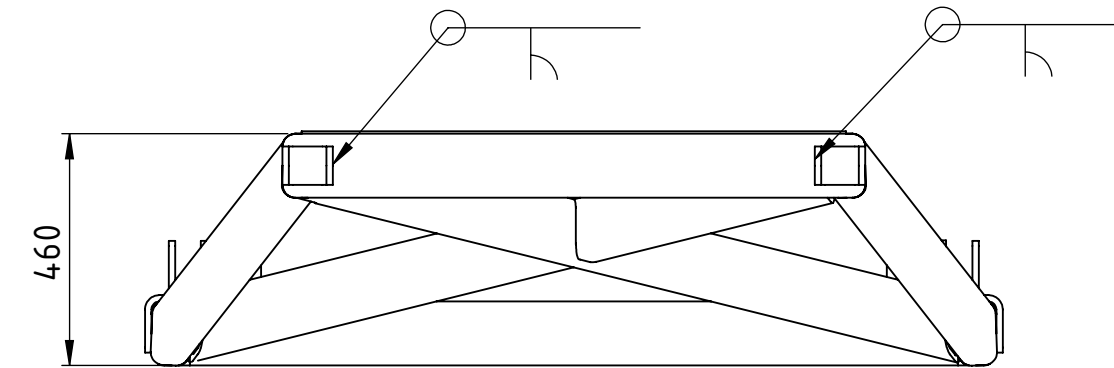


A detailed 3D perspective diagram of a folding table assembly. The table is shown in a partially folded state, revealing its internal truss structure. Five numbered callouts identify key components: 1 points to a corner bracket at the front-left; 2 points to the table's top surface; 3 points to a central hinge joint; 4 points to a hinge joint on the upper right; and 5 points to a hinge joint on the lower right.

NOTA:  
- TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M  
- MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

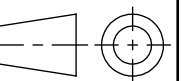


VISTA ISOMETRICA ESCALA 1:15



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 15

- NOTA:**
- TODOS LOS CORDONES DE SOLDADURA SERAN POR METODO MIG
  - LOS CORDONES DE SOLDADURAS NO ACOTADAS SERAN CONTINUOS Y DE ESPESOR DE FILETE  $A = 0.7$  DEL ESPESOR MINIMO A SOLDAR, SEGUN NORMA AWS D1.1
  - TOLERANCIAS GENERALES SEGUN DIN 2768-M
  - MEDIDAS EN MM, SALVO INDICACION ESPECIFICADA

|                                                                                                                                                       |                                 |                         |                       |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 3/16"x1000x1080  | AISI 1020               | 2                     | -                                                                                                     |
| 5                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020               | 2                     | -                                                                                                     |
| 4                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020               | 2                     | -                                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020               | 2                     | -                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                     | TUBO RECTANGULAR 5" X 3" X 1/2" | STD                     | 1                     | -                                                                                                     |
| 1                                                                                                                                                     | CHAPA METALICA 1/2"             | AISI 1020               | 2                     | -                                                                                                     |
| POS.                                                                                                                                                  | DENOMINACION                    | MATERIAL                | CANT.                 | PESO                                                                                                  |
|  <b>PROYECTO FINAL</b><br>ESCUELA INGENIERIA MECANICA<br>ROSARIO |                                 | TITULO<br><b>CHASIS</b> |                       |                                                                                                       |
| DIBUJO                                                                                                                                                | FECHA                           | FIRMA                   | NOMBRE<br>BRAIN KEVIN | ESCALA GENERAL<br>1:15                                                                                |
| APROBO                                                                                                                                                |                                 |                         | LEGAJO: B-5952/8      |  <b>03.01.01</b> |