

Diseño de sembradora con ancho de siembra variable

Gastón Aquilanti
Matías O'Farrell

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2024

Diseño de sembradora con ancho de siembra variable

Gastón Aquilanti
Matías O'Farrell

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

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Título y nombre del director/a

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

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

Año 2024

"Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,
la electricidad y la energía atómica: la voluntad"

Albert Einstein

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario por brindarnos los conocimientos necesarios para alcanzar nuestro Título.

Resumen

En la agricultura moderna, la capacidad de ajustar y adaptar las configuraciones de siembra a diferentes condiciones de campo es crucial para maximizar la eficiencia y el rendimiento de los cultivos. Tradicionalmente, las sembradoras están diseñadas con configuraciones fijas que limitan la flexibilidad y la capacidad de respuesta ante variaciones en el tipo de suelo, las condiciones climáticas y las necesidades específicas de cada cultivo. Esta rigidez en el proceso de siembra puede llevar a una baja utilización de los recursos y a una reducción en la productividad.

Para abordar esta problemática, el proyecto se centra en el desarrollo de una sembradora de ancho variable, capaz de ajustarse dinámicamente a diferentes configuraciones de siembra.

Este diseño permite modificar el espaciamiento entre hileras y la densidad de siembra, lo que facilita un proceso de siembra más adaptable y eficiente. Al integrar tecnologías avanzadas para el análisis del suelo y la gestión de datos ambientales, la sembradora puede optimizar la disposición de las semillas, asegurando que cada planta tenga el espacio y los recursos necesarios para su óptimo crecimiento.

La implementación de una sembradora de ancho variable representa un avance significativo hacia una agricultura más sostenible y productiva. Esta capacidad de adaptación mejora el rendimiento de los cultivos al minimizar la competencia por recursos. En última instancia, la flexibilidad en las configuraciones de siembra permite a los agricultores responder de manera más efectiva a las cambiantes condiciones del campo, incrementando la sostenibilidad de las prácticas agrícolas.

Palabras clave: Sembradora, Siembra, Distanciamiento, Eficiencia.

Abstract

In modern agriculture, the ability to adjust and adapt planting configurations to different field conditions is crucial for maximizing crop efficiency and yield. Traditionally, seeders are designed with fixed configurations that limit flexibility and responsiveness to variations in soil type, weather conditions, and the specific needs of each crop. This rigidity in the planting process can lead to low resource utilization and reduced productivity.

To address this issue, the project focuses on developing a variable-width seeder capable of dynamically adjusting to different planting configurations. This design allows modification of row spacing and planting density, facilitating a more adaptable and efficient planting process. By integrating advanced technologies for soil analysis and environmental data management, the seeder can optimize seed placement, ensuring each plant has the necessary space and resources for optimal growth.

The implementation of a variable-width seeder represents a significant advancement towards more sustainable and productive agriculture. This adaptive capability enhances crop yields by minimizing resource competition. Ultimately, the flexibility in planting configurations allows farmers to respond more effectively to changing field conditions, increasing the sustainability of agricultural practices.

Keywords: Seeder, Planting, Spacing, Efficiency.

Contenido

Agradecimientos **4**

Resumen **5**

Abstract **6**

Contenido **7**

Índice figuras **8**

Índice de tablas **10**

Introducción **10**
Análisis de la problemática 12

Capítulo 1 – Generalidades **13**
Estado del arte 13
Variables 15
Información recopilada 16
Propósitos 17
Soluciones planteadas 18
Solución 1 18
Solución 2 18
Solución 3 19
Solución 4 20
Solución elegida 20

Capítulo 2 – Diseños preliminares **22**
Objetivos 22
Condiciones límites 23
Ingeniería básica 23
Sistema chasis 24
Sistema soporte cuerpo de siembra 27
Sistema levante 31

Capítulo 3 – Ing. de detalle y validaciones **33**
Ingeniería de detalle 33
Información de materiales 34
Sistema chasis 36
Sistema soporte de cuerpo de siembra 48
Sistema de levante 52
Sembradora en diferentes posiciones 54
Situación transporte 57

Conclusiones y recomendaciones **59**
Conclusiones 59
Recomendaciones 60

Bibliografía **61**

Anexos **62**
Anexo A: Selección de parámetros por tablas 62
Anexo C: Planos 64

Índice figuras

Figura I-1: Modelos sembradora Grano Grueso – Crucianelli & Agrometal **11**

Figura I-2: Modelos sembradora Grano Fino – Crucianelli & Agrometal **11**

Figura 1-1: Modelo de tractor seleccionado para diseñar la sembradora **16**

Figura 2-1: Partes sistema chasis **24**

Figura 2-2: Subsistema chasis central **25**

Figura 2-3: Subsistema brazo **26**

Figura 2-4: Subsistema unión brazos **26**

Figura 2-5: Subsistema rienda telescópica **27**

Figura 2-6: Subsistema carro fijo **29**

Figura 2-7: Opción 1 carro móvil **30**

Figura 2-8: Opción 2 carro móvil **30**

Figura 2-9: Partes sistema levante **32**

Figura 2-10: Subsistema rueda **32**

Figura 2-11: Subsistema enganche al tractor **33**

Figura 3-1: Sistema chasis **36**

Figura 3-2: Subsistema chasis central **36**

Figura 3-3: Resultado tensiones – Estudio estático **37**

Figura 3-4: Resultado deformaciones – Estudio estático **38**

Figura 3-5: Resultado FOS – Estudio estático 38
Figura 3-6: Vinculación cuerpo central 39
Figura 3-7: Resultado tensiones – Estudio estático 40
Figura 3-8: Resultado deformaciones – Estudio estático 41
Figura 3-9: Resultado FOS – Estudio estático 41
Figura 3-10: Distribución de fuerzas en el brazo 43
Figura 3-11: Diagrama corte en el brazo 43
Figura 3-12: Diagrama momento flector en el brazo 44
Figura 3-13: Propiedades de la sección 44
Figura 3-14: Subsistema rienda telescópica 45
Figura 3-15: Resultado tensiones – Estudio estático 46
Figura 3-16: Resultado FOS – Estudio estático 47
Figura 3-17: Sistema soporte cuerpo de siembra 48
Figura 3-18: Resultado tensiones – Estudio estático 50
Figura 3-19: Resultado deformaciones – Estudio estático 50
Figura 3-20: Resultado FOS – Estudio estático 51
Figura 3-21: Subsistema rueda 52
Figura 3-22: Sistema soporte cuerpo de siembra 53
Figura 3-23: Medidas sembradora en condición transporte 58

Índice de tablas

Tabla 3-1: Propiedades AISI 1010 34

Tabla 3-2: Propiedades ASTM A500 34

Tabla 3-3: Propiedades AISI 1045 35

Tabla 3-3: Propiedades AISI 4340 35

Tabla A-1: Selección tubo sección cuadrada para chasis y brazos 62

Tabla A-2: Selección tubo sección rectangular para unión brazos 63

Tabla A-3: Selección tubos para rienda telelescópica 63

Introducción

Una sembradora es una máquina agrícola diseñada para colocar semillas en el suelo de manera uniforme y a una profundidad específica, facilitando la siembra de grandes áreas de cultivo de forma eficiente y precisa. Su uso es esencial en la agricultura moderna, ya que permite ahorrar tiempo y esfuerzo en comparación con la siembra manual, asegurando una distribución homogénea de las semillas, lo que es crucial para el crecimiento uniforme de las plantas y el máximo aprovechamiento del terreno.

Existen varios tipos de sembradoras, cada una adaptada a diferentes necesidades y tipos de cultivos. Las sembradoras de grano fino, por ejemplo, están diseñadas para plantar semillas pequeñas como las de trigo o cebada. Las sembradoras de precisión son utilizadas para cultivos de alta densidad como el maíz y la soja, y permiten un control exacto del espaciamiento y la profundidad de siembra. También existen sembradoras neumáticas, que utilizan aire para transportar y depositar las semillas, y sembradoras combinadas, que pueden sembrar y fertilizar al mismo tiempo, optimizando aún más el proceso de cultivo.



Figura I-1: Modelos sembradora Grano Grueso – Crucianelli & Agrometal



Figura I-2: Modelos sembradora Grano Fino – Crucianelli & Agrometal

En Argentina, los cultivos más comunes incluyen soja, maíz, trigo, girasol y sorgo. La soja y el maíz son especialmente predominantes, debido a su alta demanda tanto en el mercado interno como en el internacional. Otros cultivos importantes incluyen cebada, arroz y varios tipos de hortalizas y legumbres. La elección del tipo de sembradora y las técnicas de siembra varían según el cultivo y las condiciones específicas de la región, como el tipo de suelo y el clima. Cada tipo de cultivo requiere un distanciamiento específico entre las semillas para asegurar un crecimiento óptimo, como se indica en la publicación sobre la importancia del espaciamiento de las hileras de siembra[1]. Por ejemplo, el maíz generalmente se siembra con una distancia entre hileras de 52 cm, mientras que la soja se planta con un espaciamiento de 35 cm entre hileras. El trigo, por otro lado, se siembra con una distancia más estrecha, entre 17 cm. El girasol, debido a su tamaño y requerimientos de espacio, necesita un distanciamiento mayor, típicamente de 52 cm entre hileras. Estas distancias aseguran que cada planta tenga suficiente espacio para desarrollarse adecuadamente, accediendo a los nutrientes, agua y luz solar necesarios.

[1] La importancia del espaciamiento de las hileras de siembra – Maleza en foco

Análisis de la problemática

La agricultura moderna se enfrenta a la creciente demanda de flexibilidad y eficiencia en el proceso de siembra. Este desafío es especialmente crítico en lo que respecta al tratamiento de diferentes tipos de semillas y condiciones de cultivo, que requieren soluciones adaptables y multifuncionales. Esto se ve potenciado por el cambio climático, el cual amenaza nuestra capacidad de garantizar la seguridad alimentaria mundial, como se explica en el artículo publicado por Food and Agriculture Organization[2] .

Tradicionalmente, los agricultores han dependido de múltiples máquinas especializadas para sembrar distintos tipos de granos, lo que no solo resulta en una inversión significativa en equipos, sino también en una complejidad operativa adicional. Cada máquina especializada añade un costo y una capa de gestión que dificulta la operación fluida y eficiente de una explotación agrícola.

Además, la modificación del ancho de siembra en muchas sembradoras existentes puede ser un proceso lento y laborioso. En muchos casos, este ajuste requiere la intervención de varios operarios, lo que prolonga el tiempo de inactividad en el campo. Este tiempo perdido es particularmente problemático durante la temporada de siembra, cuando cada día cuenta para maximizar la productividad y asegurar el éxito de la cosecha. La falta de agilidad en ajustar las sembradoras para diferentes configuraciones de siembra puede resultar en demoras que comprometen la ventana óptima de siembra, afectando la germinación y el crecimiento de los cultivos.

El problema se agrava cuando se consideran las limitaciones de tiempo y recursos disponibles durante la temporada de siembra. Los agricultores deben maximizar la eficiencia operativa para asegurar que todas las tareas se completen en un plazo ajustado. La ineficiencia en los procesos y la falta de flexibilidad en el equipo pueden resultar en una siembra tardía, lo que a su vez conduce a una distribución desigual de las semillas. Esta distribución desigual puede causar una disminución significativa en el rendimiento de los cultivos, afectando la rentabilidad y la sostenibilidad de la operación agrícola.

[2] Labor de la FAO en materia de cambio climático

Por lo tanto, el desarrollo de una sembradora innovadora que pueda manejar tanto grano fino como grueso, y que permita una modificación ágil del ancho de siembra, aborda directamente estos desafíos. Una solución versátil y eficiente mejora la productividad y rentabilidad en la agricultura al reducir la necesidad de múltiples equipos especializados, simplificar los ajustes operativos y minimizar el tiempo de inactividad. Esta capacidad de adaptación no solo facilita una siembra más precisa y eficiente, sino que también optimiza el uso de recursos, asegurando que los agricultores puedan responder de manera efectiva a las diversas demandas y condiciones de cultivo que enfrentan en la agricultura moderna.

Capítulo 1 – Generalidades

Estado del arte

Basándonos en el Dossier de Sembradoras [3], la evolución en el mercado de sembradoras refleja una clara tendencia hacia la adaptación a las necesidades cambiantes de los agricultores y las condiciones del cultivo. En los últimos años, se ha observado un aumento significativo en las ventas de máquinas para grano grueso, con una demanda creciente de sembradoras monograno que ofrecen una mayor versatilidad y eficiencia. Este cambio se debe en gran medida a la preferencia de los productores por sembradoras que puedan manejar una amplia gama de cultivos, incluyendo trigo, soja y maíz, con una sola máquina.

La aplicación de fertilizante durante la siembra está experimentando cambios importantes, con una disminución en la importancia de este factor en la decisión de

[3] Informe completo del rubro de sembradoras elaborado por técnicos del INTA que incluye desde el comportamiento del mercado, aspectos técnicos y mecánicos, hasta las innovaciones y tendencias de la máquina del futuro.

compra de una sembradora. Los productores están optando por métodos alternativos de fertilización, reconociendo que la dosis aplicada durante la siembra es relativamente baja y que el nitrógeno y otros nutrientes pueden ser aplicados de manera más efectiva en forma líquida o en micro granulado concentrado en la línea de siembra. Esta tendencia está impulsando el desarrollo de sembradoras más especializadas y centradas en la siembra, dejando la aplicación de fertilizantes a equipos específicos.

El aumento en la capacidad operativa durante la siembra está generando una demanda creciente de sembradoras con una cobertura más amplia y una mayor capacidad de carga. Si bien la mayoría de los modelos disponibles actualmente tienen anchos de trabajo de 3 a 6 metros, existe un número significativo de sembradoras con versiones de más de 10 metros, lo que refleja la necesidad de cubrir áreas más grandes de manera eficiente y rápida.

En cuanto a la configuración de las sembradoras, se observa una clara orientación hacia la siembra de cultivos como la soja, que requieren distancias más cortas entre hileras. La mayoría de los modelos disponibles en el mercado están diseñados para implantaciones a distancias de 17,5 cm, 19 cm o 21 cm entre hileras, con opciones que permiten adaptarse a las necesidades específicas de cada cultivo y sistema de siembra.

El desarrollo tecnológico también ha influido en el diseño de las sembradoras, con la introducción de características como la cuchilla "Turbo" o cuchilla de ondulaciones tangenciales simétricas, que se utilizan ampliamente en la mayoría de los planteos agrícolas del país. Estas cuchillas están diseñadas para cortar el residuo sin enterrarlo, lo que favorece la colocación de la semilla y permite trabajar con mayor eficiencia en condiciones con muchos rastrojos.

Se muestra una industria en constante evolución, adaptándose a las demandas de los agricultores y las tendencias del mercado. El diseño y desarrollo de una nueva sembradora en este contexto requiere una comprensión profunda de estas innovaciones y tendencias, así como un enfoque centrado en la eficiencia, la versatilidad y la tecnología avanzada para satisfacer las necesidades del sector agrícola en constante cambio.

Variables

Las variables son factores que pueden influir en el rendimiento y éxito de la solución propuesta. Estas variables pueden ser tanto controlables como incontrolables y se utilizan para medir y evaluar el desempeño del equipo innovador bajo diferentes condiciones. Identificar y controlar estas variables es crucial para asegurar que el equipo funcione de manera óptima y cumpla con los objetivos establecidos. En el contexto del desarrollo de una sembradora, las variables específicas incluyen:

- Cantidad de Líneas: Número total de hileras de siembra que la máquina puede plantar simultáneamente.
- Tiempo de Modificación: El tiempo necesario para ajustar la máquina a diferentes configuraciones de siembra.
- Distancias entre Líneas: Las separaciones específicas entre las hileras de siembra.
- Cantidad de Posiciones Intermedias entre Distancia de Siembra: Número de opciones disponibles para ajustar las distancias entre las hileras de siembra.
- Cantidad de Posiciones Intermedias entre Distancia de Siembra: Número de opciones disponibles para ajustar las distancias entre las hileras de siembra.
- Ancho de Siembra: La anchura total cubierta por la máquina durante la siembra.
- Costo: El gasto total asociado con la adquisición, mantenimiento y operación de la sembradora.
- Durabilidad: La vida útil esperada de la máquina y su resistencia al desgaste y deterioro.
- Peso: La masa total de la sembradora, que puede afectar la maniobrabilidad y el consumo de energía.
- Mecanismo de Variación de Ancho de Siembra: El sistema empleado para ajustar la anchura de siembra de la máquina.
- Enganche y Transmisión de Potencia desde el Tractor: El método y eficiencia del sistema de conexión y transferencia de potencia entre el tractor y la sembradora.
- Localización del Sistema de Accionamiento: La ubicación del mecanismo que acciona la sembradora, que puede influir en la eficiencia y facilidad de mantenimiento.

- Cantidad de Operarios: El número de personas necesarias para operar y ajustar la sembradora.
- Tipo de Cultivo: Las diferentes variedades de cultivos que la sembradora puede manejar eficazmente.

Estas variables permiten evaluar la eficiencia, adaptabilidad y costo-efectividad de la sembradora, facilitando el diseño y desarrollo de una máquina que responda de manera óptima a las necesidades y desafíos de la agricultura moderna.

Información recopilada

La base de información utilizada para desarrollar y validar el modelo de la sembradora se compone de datos empíricos, normativas específicas y especificaciones técnicas del equipo seleccionado. Empíricamente, se ha medido una fuerza vertical de 120 kgf, un dato crucial para el dimensionamiento y diseño estructural de los componentes de la sembradora. Según la Norma ASAE D497.4, cada cuerpo de siembra genera una fuerza de tiro de 1820 N, un parámetro fundamental para calcular las demandas de tracción y el dimensionamiento del sistema de enganche y de los sistemas de soporte y transmisión de fuerzas del tractor.

En cuanto a las especificaciones técnicas del tractor elegido, el John Deere 7M230, se ha determinado que la potencia máxima disponible para ser demandada por la sembradora es de 200 HP. Además, la potencia requerida de la toma de fuerza debe ser menor a 170 HP, lo que asegura un margen operativo adecuado para el tractor durante la siembra. Asimismo, es vital que la maquinaria no demande más de 150 Lt/min de caudal hidráulico, una restricción importante para el diseño del sistema hidráulico de la sembradora y para garantizar la compatibilidad con el sistema hidráulico del tractor.



Figura 1-1: Modelo de tractor seleccionado para diseñar la sembradora

Por último, basándonos en diversas publicaciones técnicas y estudios de campo, se ha definido que los distanciamientos de siembra deben ser de 17 cm, 35 cm y 52 cm. Estos valores son críticos para optimizar el uso del terreno y asegurar una adecuada distribución de las semillas, adaptándose a diferentes tipos de cultivos y prácticas agrícolas. Esta información integral, proveniente de fuentes empíricas, normativas y técnicas, es esencial para el desarrollo de una sembradora eficiente, robusta y adaptada a las condiciones operativas y agronómicas específicas.

Propósitos

Los propósitos se entienden como los objetivos específicos y alcanzables que guiarán el desarrollo de la solución. Estos, son esenciales para definir las metas que se pretenden lograr con la solución propuesta y sirven como criterios para evaluar el éxito del proyecto. En particular, los propósitos abordan las necesidades y desafíos identificados en el contexto del problema, estableciendo un marco claro para la creación de una sembradora que maximice la flexibilidad, eficiencia y rentabilidad en el proceso de siembra. A través de estos propósitos, se busca ofrecer una solución práctica y efectiva que mejore significativamente la productividad y sostenibilidad en la agricultura moderna.

En nuestro caso, los propósitos fundamentales que guiaron la exploración y selección de soluciones incluyen garantizar una potencia máxima de 200 HP, limitar la demanda de caudal hidráulico a 150 Lt/min, y asegurar que la potencia requerida de la toma de fuerza no exceda los 170 HP. Además, se priorizó un sistema de control de presión al tren de siembra para un correcto copiado del terreno, junto con una fuerza de tiro de 1820 N por cada cuerpo de siembra. La facilidad de mantenimiento y robustez en condiciones climáticas adversas, así como la eficiencia en la utilización de recursos disponibles, también fueron criterios esenciales en la toma de decisiones.

Para cumplir con las necesidades de transporte en rutas y asegurar una dosificación eléctrica e independiente entre los cuerpos de siembra, se establecieron como objetivos la facilidad de transporte y la innovación en el diseño, ofreciendo una nueva alternativa en el mercado agrícola. La eliminación de marcadores tradicionales y la definición de trazados por software con el tractor completan los propósitos clave para desarrollar una solución que sea eficiente, robusta y adaptada a las demandas del campo moderno.

Soluciones planteadas

Solución 1

La propuesta de la sembradora con distanciamiento individual de cuerpo manual implicaba un diseño ingenioso y práctico que permitía ajustar manualmente la posición de cada cuerpo de siembra de manera independiente. Este sistema se basaba en la presencia de marcaciones o agujeros en el chasis de la sembradora, lo que posibilitaba al operador configurar la distancia entre las líneas de siembra de forma precisa y personalizada. Esta solución ofrecía una flexibilidad notable en el proceso de siembra al permitir adaptar la configuración de la máquina a diversas condiciones de cultivo y tipos de semillas. Además, al no requerir potencia adicional para realizar los ajustes, este modelo era altamente eficiente en términos de consumo energético y mantenimiento, lo que lo hacía atractivo desde un punto de vista económico.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la sembradora con distanciamiento individual de cuerpo manual presentaba algunas limitaciones significativas que llevaron a su descarte. En primer lugar, el proceso de ajuste manual implicaba un tiempo considerable y, en ocasiones, la necesidad de más de una persona para realizar los cambios, lo que podía afectar la eficiencia operativa, especialmente en entornos de siembra donde la rapidez era crucial. Además, aunque este sistema ofrecía cierta precisión, en algunas situaciones, como en distancias muy cortas entre líneas, los cuerpos de siembra podían quedar demasiado comprimidos en la zona central de la sembradora, lo que limitaba su capacidad de aprovechamiento del ancho de trabajo disponible. Estas consideraciones llevaron a buscar alternativas más innovadoras y eficientes para satisfacer las demandas de flexibilidad y rendimiento en el proceso de siembra.

Solución 2

La segunda propuesta presentada fue una sembradora con distanciamiento individual de cuerpo automatizado, caracterizada por su sistema de accionamiento sencillo y su capacidad para cambiar rápidamente entre diferentes distancias de siembra, lo que la hacía una opción innovadora y versátil. Este modelo ofrecía una alta velocidad de ajuste, lo que permitía adaptarse eficientemente a múltiples configuraciones de cultivo y tipos de semillas. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, esta solución presentaba desafíos

significativos que la llevaron a ser descartada. Su mecanismo, basado en un sistema hidráulico para la activación de los cuerpos de siembra, resultaba complejo y costoso, lo que implicaba una mayor demanda de potencia y recursos financieros. Además, la presencia de numerosas piezas móviles contribuía a aumentar la complejidad del modelo y dificultaba su mantenimiento. Esta complejidad también afectaba la precisión del sistema, especialmente durante la operación, donde era crucial lograr que los cuerpos de siembra se ubicaran de manera simétrica y permanecieran estáticos. Asimismo, el movimiento continuo de la línea por el chasis dificultaba la definición de distancias discretas entre líneas, lo que reducía la eficiencia del modelo. En resumen, a pesar de su innovación y versatilidad, las limitaciones técnicas y operativas de este sistema condujeron a su descarte en favor de alternativas más eficientes y viables.

Solución 3

La tercera alternativa considerada consistió en una propuesta que empleaba un chasis dividido en dos partes con un pivote central, lo que permitía obtener diferentes distancias entre líneas de siembra mediante el ajuste de los ángulos entre las mitades del chasis. Este sistema presentaba la ventaja de ofrecer múltiples combinaciones de distancias con un diseño relativamente simple y bajo mantenimiento, lo que lo hacía una opción atractiva en términos de eficiencia y versatilidad. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, esta solución fue descartada debido a varias limitaciones identificadas durante su evaluación. En primer lugar, el modelo presentaba una menor maniobrabilidad en ciertas combinaciones, lo que podría afectar la capacidad de la sembradora para adaptarse a condiciones de terreno irregulares o espacios reducidos. Además, la precisión del sistema se veía comprometida por la dependencia de la dirección de avance para la ubicación de las líneas de siembra, lo que dificultaba mantener todos los cuerpos de siembra paralelos, especialmente en suelos irregulares. Finalmente, la alta precisión requerida para ajustar el chasis bajo diferentes condiciones de siembra constituía un desafío adicional, ya que pequeñas diferencias en los ángulos de giro entre las partes del chasis podían resultar en grandes disparidades en los distanciamientos entre líneas. Estas limitaciones operativas y técnicas llevaron al descarte de esta propuesta en favor de otras alternativas más eficientes y precisas.

Solución 4

Otra solución considerada fue un modelo que buscaba lograr diferentes distanciamientos entre líneas de siembra mediante el uso de un sistema automatizado que levantaba o bajaba los cuerpos de siembra según fuera necesario. Esta propuesta se basaba en la implementación de un pistón neumático de doble acción en cada cuerpo de siembra, que permitía levantarlos cuando no se requerían y bajarlos cuando sí. Una ventaja destacada de este enfoque era su precisión, ya que los cuerpos de siembra permanecían fijos durante el proceso. Además, el sistema era innovador y ofrecía un rápido accionamiento gracias al uso de tecnología neumática para el movimiento de los cuerpos. Sin embargo, esta solución presentaba ciertas limitaciones que llevaron a su descarte. En particular, en los mayores distanciamientos entre líneas no se aprovechaban todos los cuerpos de siembra, ya que muchos de ellos debían permanecer levantados para lograr dichas distancias. Además, la necesidad de añadir un compresor y un sistema de control neumático para accionar los pistones implicaba consideraciones adicionales en términos de mantenimiento, costo y peso, lo que afectaba la viabilidad y eficiencia del modelo en su conjunto. Estas limitaciones, junto con la complejidad operativa y los requisitos adicionales de recursos, llevaron al rechazo de esta propuesta en favor de otras alternativas más efectivas y prácticas.

Solución elegida

La solución final elegida para el proyecto es una variante innovadora de la propuesta con un chasis dividido en dos partes, cada una articulada mediante un pivote central. Este diseño permite ajustar las filas de siembra a diferentes distancias de manera más efectiva y precisa. La sembradora consta de dos filas de cuerpos de siembra, donde cada fila tiene la capacidad de articularse gracias a un pivote central.

La clave de esta solución radica en su capacidad para mantener los cuerpos de siembra más separados y bien distribuidos, lo cual mejora la maniobrabilidad y la precisión durante el proceso de siembra. Al articularse cada fila mediante su pivote central, las filas de siembra pueden ser ajustadas a diferentes ángulos, permitiendo múltiples configuraciones de distancias entre líneas. Este ajuste no solo maximiza el uso del ancho de trabajo, sino que también ofrece una mayor flexibilidad para adaptarse a distintos tipos de semillas y condiciones del suelo.

Además, para garantizar que los cuerpos de siembra se mantengan paralelos y en su posición correcta, el sistema incluye mecanismos de fijación robustos que aseguran la estabilidad de los cuerpos una vez que se ha ajustado el chasis. Estos mecanismos pueden ser de naturaleza mecánica, neumática o hidráulica, según las necesidades específicas del terreno y las condiciones de siembra.

La implementación de esta solución también considera la facilidad de transporte y la minimización del tiempo de ajuste. El diseño modular del chasis permite que la sembradora sea transportada fácilmente en carreteras y ajustada rápidamente en el campo, mejorando así la eficiencia operativa.

En resumen, esta variante del chasis articulado ofrece una sembradora que no solo es fácil de mantener y operar, sino que también proporciona una solución flexible y precisa para los desafíos de la agricultura moderna. Con su capacidad para ajustar las filas de siembra de manera efectiva, esta solución se posiciona como una alternativa innovadora y práctica en el mercado de sembradoras, cumpliendo con los objetivos y propósitos establecidos en el proyecto.

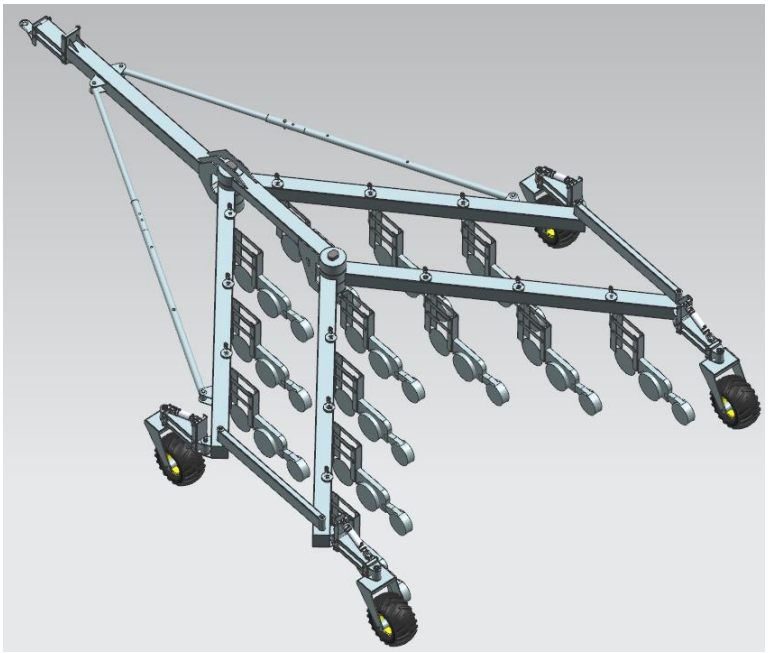


Figura 1-2: Modelo de la solución elegida

Capítulo 2 – Diseños preliminares

Objetivos

En el diseño de la sembradora de ancho variable, nos enfocaremos en varios objetivos clave para garantizar su eficiencia y adaptabilidad.

Primero, la sembradora debe ser capaz de ajustar el ancho de siembra entre un rango de 17 cm a 52 cm, permitiendo así la siembra de una variedad de cultivos con diferentes requisitos de espaciamiento. La modificación del sistema de ancho de siembra debe ser realizable por un solo operario y no debe superar los 120 minutos, lo que optimizará el uso de recursos humanos y minimizará el tiempo de inactividad. Además, la potencia requerida para operar el sistema debe poder ser suministrada por el tractor estándar utilizado en el campo, asegurando que no se necesiten equipos adicionales ni modificaciones significativas al tractor.

Asimismo, la sembradora debe ser adaptable a diferentes tipos de cultivos, ofreciendo versatilidad y aumentando la rentabilidad y eficiencia para los agricultores. La precisión en la distancia de siembra es crucial, con una variación máxima de ±1 cm entre las líneas, para asegurar un crecimiento uniforme y maximizar el rendimiento del cultivo. La sembradora también debe tener buena maniobrabilidad, permitiendo sembrar en menos pasadas, lo que reducirá el tiempo y el consumo de combustible.

Finalmente, el diseño debe resultar en un precio competitivo en el mercado, aproximadamente 150.000 USD, y debe tener un ancho de trabajo adecuado para cubrir grandes áreas de manera eficiente sin comprometer la precisión ni la adaptabilidad. Estos objetivos guiarán el desarrollo del proyecto, asegurando una herramienta eficiente, versátil y accesible para mejorar la productividad y sostenibilidad en la agricultura.

Condiciones límites

En este proyecto, las condiciones límites (CL) son restricciones o parámetros que establecen límites específicos que deben cumplirse durante el diseño, desarrollo y fabricación del equipo innovador. Estas. son fundamentales para garantizar la viabilidad y factibilidad del proyecto, asegurando que se cumplan ciertos criterios mínimos para su implementación y funcionamiento.

En este contexto específico, las condiciones límites son:

- Materiales: Se debe fabricar la sembradora utilizando materiales de gran disponibilidad a nivel nacional. Esto garantiza que los materiales necesarios para la construcción de la máquina estén fácilmente disponibles en el mercado local, lo que ayuda a reducir los costos de producción y simplifica la logística de fabricación.
- Fabricación: Las tecnologías de fabricación utilizadas en la producción de la sembradora deben estar disponibles en el mercado nacional. Esto asegura que los procesos de fabricación empleados sean accesibles y económicos, evitando la dependencia de tecnologías o recursos que puedan estar limitados o sujetos a restricciones externas.

Ingeniería básica

En este punto del proyecto, nos enfocaremos en la ingeniería básica, que implica definir y diseñar los componentes fundamentales y su funcionamiento del modelo. Se elaborarán esquemas y modelos preliminares que establecerán las bases técnicas del proyecto, asegurando que todos los sistemas funcionen para cumplir con los objetivos de eficiencia. Se busca identificar las necesidades específicas, evaluar la viabilidad técnica y económica, y establecer los parámetros de diseño que guiarán las fases posteriores de desarrollo y construcción.

Trabajaremos en el desarrollo de varios sistemas claves: un sistema de chasis dividido y articulado, un sistema de levante para ajustar la altura y posición de los cuerpos de siembra, y un sistema de soporte robusto para mantener la estabilidad y alineación de estos cuerpos.

Nos centraremos en encontrar soluciones que aborden la problemática de flexibilidad y eficiencia, optimizando la productividad y la distribución uniforme en diversas condiciones.

Sistema chasis

El sistema de chasis de la sembradora debe permitir el ajuste de las filas de siembra a diferentes distancias, ofreciendo flexibilidad y eficiencia en el proceso. Se está desarrollando un chasis que no solo sea robusto y resistente, sino también flexible y fácil de ajustar, permitiendo que un solo operario pueda modificar el ancho de siembra rápidamente. Este sistema debe garantizar que la sembradora se adapte a diversos tipos de cultivos y condiciones del suelo.

El chasis proporciona la estructura principal de la sembradora, soportando los esfuerzos generados por las líneas de siembra, las ruedas y la conexión con el tractor. Además, actúa como el punto de unión entre el tractor y los cuerpos de siembra, asegurando una transferencia eficiente de fuerza y movimiento. Los brazos del chasis deben permitir pivotear, variando los ángulos de las líneas de siembra para ajustar el ancho según las necesidades del cultivo, garantizando que las líneas se posicionen correctamente en todas las configuraciones posibles.

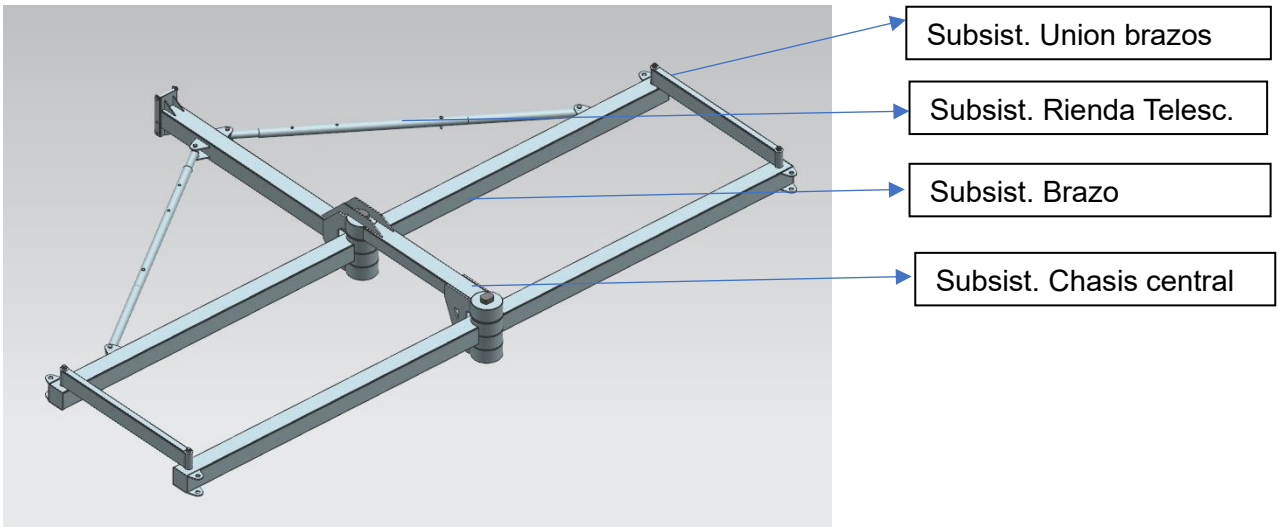


Figura 2-1: Partes sistema chasis

- Subsistema chasis central

El subsistema de chasis central del modelo tiene la función crucial de conectar el subsistema de enganche al tractor con los brazos de siembra. Este chasis debe ser capaz de soportar grandes esfuerzos durante la operación, garantizando la integridad y estabilidad de toda la sembradora. La estructura del chasis central está diseñada para manejar las fuerzas generadas durante el trabajo en el campo. La validación de este subsistema se llevará a cabo en el punto de ingeniería de detalle, donde se analizarán componentes y materiales.

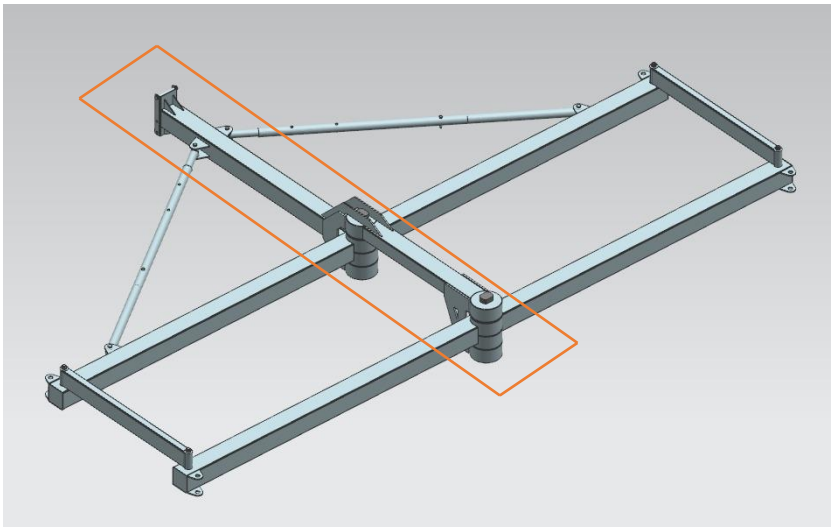


Figura 2-2: Subsistema chasis central

- Subsistema brazo

El subsistema de brazo es el encargado de soportar los esfuerzos generados por los cuerpos de siembra a lo largo del brazo y de vincular estos cuerpos con el chasis central. Este subsistema debe ser robusto y duradero, capaz de manejar las tensiones durante la operación en el campo, asegurando que los cuerpos de siembra mantengan su posición y funcionen correctamente. La ingeniería de detalle validará los materiales y el diseño del subsistema de brazo para garantizar su eficiencia y resistencia.

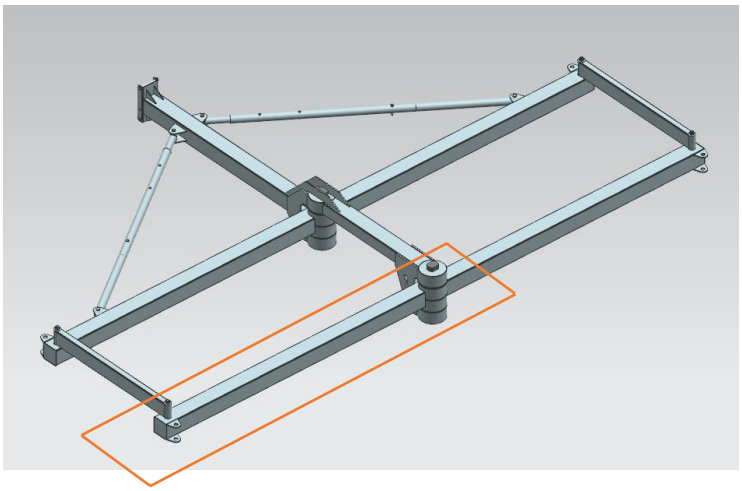


Figura 2-3: Subsistema brazo

- Subsistema unión brazos

El subsistema de unión de brazos es uno de los encargados mantener la integridad estructural de la sembradora, vincula los brazos traseros con los delanteros, asegurando que permanezcan paralelos entre sí. Este subsistema contribuye a evitar deformaciones durante la operación de siembra, cuando los cuerpos de siembra tienden a girar los brazos debido a las fuerzas aplicadas. Garantiza que la estructura de la sembradora se mantenga rígida y funcional, proporcionando estabilidad y precisión en la siembra. La ingeniería de detalle validará los materiales y el diseño de este subsistema para asegurar su eficiencia y resistencia.

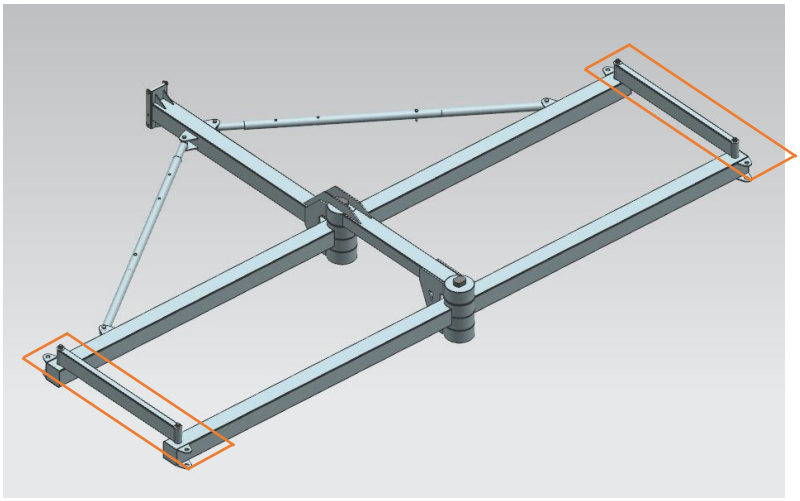


Figura 2-4: Subsistema unión brazos

- Subsistema rienda telescópica

El subsistema de rienda telescópica es clave para la vinculación de los brazos traseros con el chasis central, distribuyendo así los esfuerzos y evitando que todos recaigan sobre los pernos centrales. Este subsistema también incluye un mecanismo de ajuste mecánico que permite regular el ángulo de giro de los brazos, determinando el distanciamiento entre los cuerpos de siembra. Con tres posiciones de ajuste, el sistema posibilita sembrar a distancias de 17.5, 35 y 52 cm. La ingeniería de detalle evaluará la robustez y funcionalidad de este subsistema para asegurar su eficiencia.

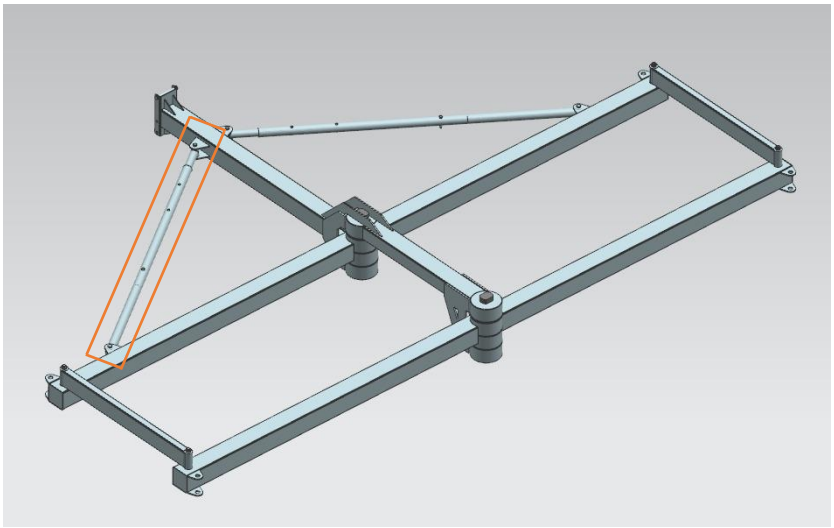


Figura 2-5: Subsistema rienda telescópica

Sistema soporte cuerpo de siembra

El sistema de soporte de cuerpos de siembra está diseñado para garantizar la precisión y estabilidad durante la operación de siembra, optimizando la productividad y la distribución uniforme de las semillas en diversas condiciones de cultivo. Este sistema se encarga de mantener los cuerpos de siembra en la posición correcta, lo que permite una siembra uniforme y precisa, maximizando el rendimiento del cultivo. La robustez del sistema asegura que, incluso bajo condiciones adversas, los cuerpos de siembra permanezcan estables y alineados, evitando cualquier desplazamiento indeseado que pudiera comprometer la calidad de la siembra.

El sistema de soporte actúa como el enlace crítico entre el chasis y las líneas de siembra, facilitando la transferencia eficiente de fuerza y movimiento. Este diseño asegura que la

energía generada por el tractor y otros componentes se transmita de manera efectiva a los cuerpos de siembra, minimizando pérdidas y garantizando una operación fluida. La capacidad de pivotaje del sistema permite ajustar el ángulo y la distancia entre las líneas de siembra, adaptándose a las necesidades específicas de diferentes tipos de cultivos y condiciones del suelo. Esto es fundamental para asegurar una distribución óptima de las semillas y una germinación uniforme.

Además de proporcionar precisión y estabilidad, el sistema de soporte debe ser capaz de soportar los esfuerzos generados durante la operación de siembra. Esto incluye las fuerzas verticales y horizontales que actúan sobre los cuerpos de siembra mientras se desplazan por el campo. El diseño debe garantizar que todos los componentes del sistema puedan manejar estas cargas sin deformarse ni perder su alineación. La fijación segura de los cuerpos de siembra en su posición de trabajo es otro aspecto crucial, evitando movimientos indeseados que puedan afectar la precisión de la siembra. Este sistema asegura que toda la maquinaria funcione de manera estable y eficiente bajo diversas condiciones de campo, contribuyendo al éxito general de la operación de siembra.

- Subsistema carro móvil

Como se mencionó previamente, todos los cuerpos de siembra, excepto uno, deben tener la capacidad de girar para mantener su alineación paralela con respecto al avance del tractor durante la operación de siembra. Al ajustar los ángulos de los brazos, también es necesario que los cuerpos de siembra giren en consecuencia para cumplir con esta condición. Por esta razón, se diseñó un soporte de cuerpo de siembra móvil. En un punto posterior, se presentarán las dos opciones consideradas para este diseño y se explicará la justificación de la opción seleccionada.

- Subsistema carro fijo

También se diseña un soporte para el cuerpo de siembra que se encuentra justo en el centro de la sembradora ya que como está en el centro no debe girar, es decir, tiene que estar fijo.

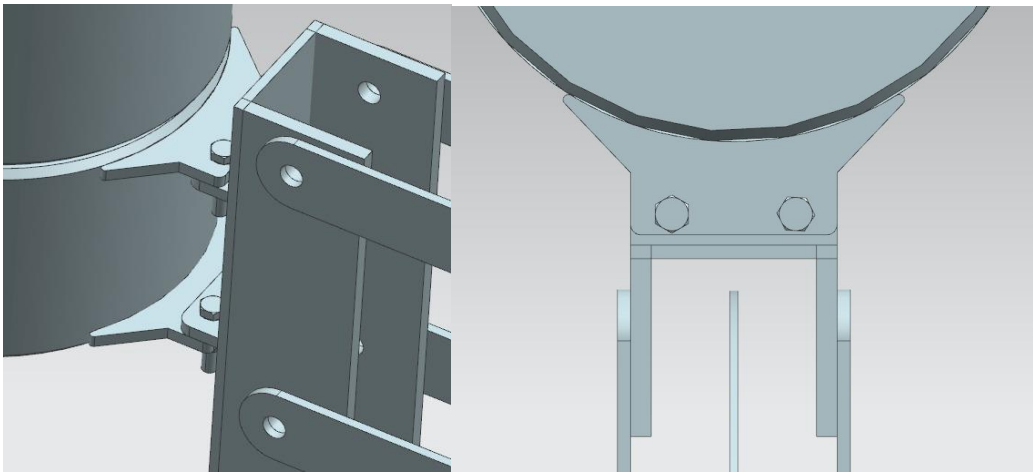


Figura 2-6: Subsistema carro fijo

- Opciones para el diseño del carro móvil

En el desarrollo del sistema de soporte móvil para los cuerpos de siembra, se evaluaron dos opciones diferentes para vincular los cuerpos de siembra con el chasis de la sembradora. Ambas opciones presentan ventajas y desventajas que se analizaron cuidadosamente antes de tomar una decisión final.

Cuerpo de siembra vinculado por soporte de brida el chasis:

El diseño permite que los cuerpos de siembra se coloquen y retiren con facilidad, facilitando ajustes rápidos en el campo sin necesidad de herramientas complejas ni procesos laboriosos. Los cuerpos de siembra pueden ser ubicados en diversas posiciones a lo largo del chasis, proporcionando gran flexibilidad para adaptar la sembradora a diferentes configuraciones y tipos de cultivos.

Además, este método resulta más económico en términos de fabricación y mantenimiento, ya que los soportes que “abrazan” el chasis son menos costosos de producir y mantener, y no deforman el chasis, manteniendo su integridad y prolongando su vida útil.

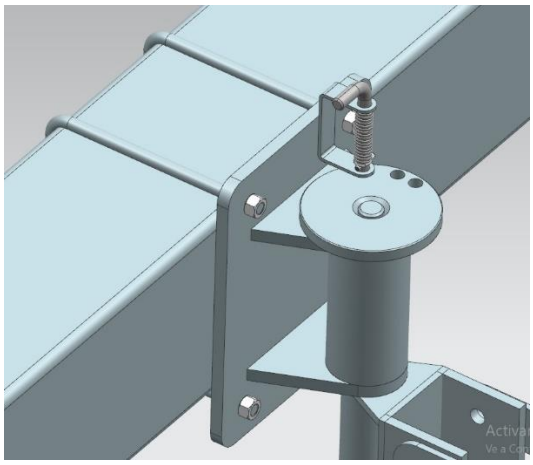


Figura 2-7: Opción 1 carro móvil

Cuerpo de siembra vinculado con agujeros en el chasis:

En esta opción, los cuerpos de siembra solo pueden ser colocados en posiciones fijas predefinidas mediante agujeros en el chasis. Aunque esto limita la flexibilidad, proporciona una mayor estabilidad y rigidez al sistema. Los cuerpos de siembra no pueden moverse una vez instalados, lo que incrementa la rigidez y reduce las vibraciones durante la operación, mejorando la precisión de la siembra. Además, los ejes de rotación de los cuerpos de siembra están alineados con el eje de pivote central de la sembradora, lo cual es crucial para mantener los cuerpos de siembra equidistantes entre sí independientemente del ángulo de ajuste. Esta alineación asegura una distribución uniforme de las semillas y una siembra precisa en cualquier configuración.

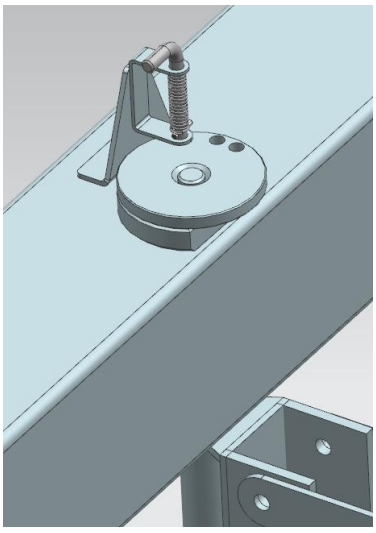


Figura 2-8: Opción 2 carro móvil

Decisión final

Se decidió optar por la segunda opción, donde los cuerpos de siembra están vinculados mediante agujeros en el chasis. La razón principal para esta elección es la importancia de mantener los ejes de rotación de los cuerpos de siembra alineados con el eje de pivote central de la sembradora. Esta alineación es fundamental para asegurar que los cuerpos de siembra permanezcan equidistantes entre sí en todos los ángulos, lo que garantiza una siembra precisa y uniforme. Aunque esta opción limita la flexibilidad de posicionamiento, su rigidez y la precisión que ofrece son esenciales para cumplir con los objetivos de eficiencia y productividad del proyecto.

Sistema levante

El sistema de levante es esencial para el manejo y posicionamiento adecuado de los cuerpos de siembra, asegurando que la sembradora opere de manera eficiente en diversas condiciones de terreno. Este sistema permite ajustar la altura de la sembradora, facilitando el manejo y posicionamiento de los cuerpos de siembra para adaptarse a diferentes tipos de cultivos y condiciones del suelo. El sistema incluye cilindros hidráulicos que permiten regular la altura de manera precisa, manteniendo la sembradora en la posición óptima durante la operación y garantizando una distribución uniforme de las semillas y una siembra precisa.

Se trabaja en desarrollar un sistema de levante que sea robusto y confiable, permitiendo ajustes precisos y rápidos en la altura de la sembradora. La integración de estos subsistemas asegura que un operario pueda realizar estos ajustes de manera eficiente. Este diseño versátil y adaptable es fundamental para maximizar la productividad y eficiencia en la agricultura. La ingeniería de detalle validará los materiales y el diseño del sistema de levante para garantizar su eficiencia y resistencia en diversas condiciones de trabajo.

El sistema de levante está compuesto por dos subsistemas principales: el subsistema de ruedas y el subsistema de enganche con el tractor. Cada uno de estos subsistemas está equipado con cilindros hidráulicos que permiten un ajuste preciso de la altura.

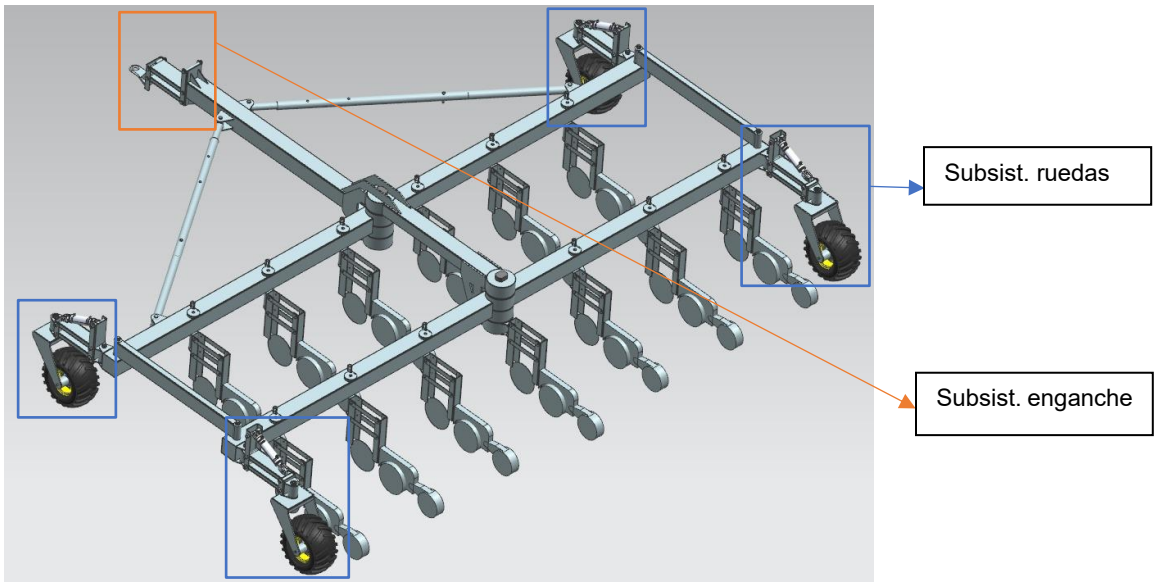


Figura 2-9: Partes sistema levante

- Subsistema ruedas

Permite la regulación de la altura a través de cilindros hidráulicos, asegurando que la sembradora pueda adaptarse a diferentes terrenos y condiciones de cultivo. Este ajuste es esencial para mantener la sembradora en la posición óptima durante la operación, garantizando una distribución uniforme de las semillas y una siembra precisa.

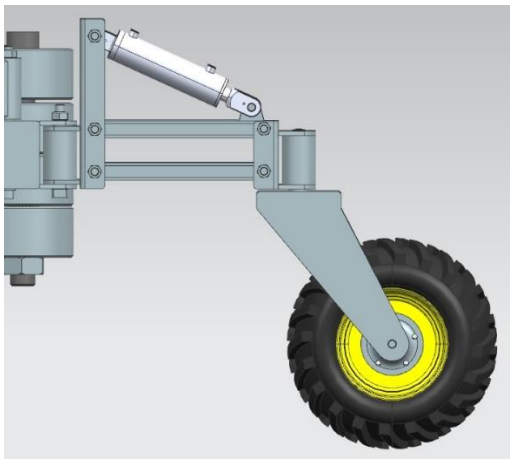


Figura 2-10: Subsistema rueda

- Subsistema de Enganche con el Tractor

Este mecanismo no solo facilita la conexión segura con el tractor, sino que también permite ajustar la altura de la sembradora según las necesidades del terreno y del cultivo.

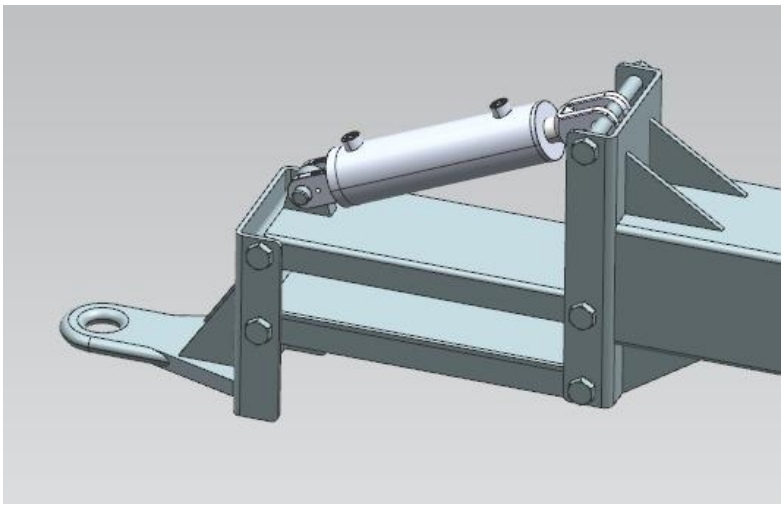


Figura 2-11: Subsistema enganche al tractor

Capítulo 3 – Ing. de detalle y validaciones

Ingeniería de detalle

En esta etapa del proyecto, nos enfocaremos en la ingeniería de detalle, que implica el desarrollo completo y específico de todos los componentes del modelo. Se elaborarán planos detallados y especificaciones técnicas precisas que guiarán la fabricación y ensamblaje del equipo. Esta etapa es crucial para asegurar que todos los sistemas y componentes se integren de manera efectiva y cumplan con los requisitos de desempeño y eficiencia establecidos en la ingeniería básica.

La ingeniería de detalle nos permitirá convertir los diseños preliminares en piezas y sistemas reales, listos para ser fabricados y puestos a prueba. Queremos que cada parte funcione a la perfección y se integre sin problemas con el resto de la sembradora, asegurando que el equipo final sea confiable, eficiente y fácil de usar para los agricultores en el campo.

Información de materiales

En este punto se mostrará la información útil de los diferentes materiales que se utilizaron en la ingeniería de detalle.

- AISI 1010

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+11	N/m^2
Coeficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	8e+10	N/m^2
Densidad de masa	7870	kg/m^3
Límite de tracción	325000000	N/m^2
Límite de compresión		N/m^2
Límite elástico	180000000	N/m^2
Coeficiente de expansión térmica	1.22e-05	/K
Conductividad térmica	51.9	W/(m·K)
Calor específico	448	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 3-1: Propiedades AISI 1010

- ASTM A500

Propiedad	**Valor**
Límite Elástico (Yield Strength)	230 × 10^6 N/m² (315 MPa)
Resistencia a la Tracción (Tensile Strength)	425 × 10^6 N/m² (425 MPa)
Elongación	20-25% en 50.8 mm

Tabla 3-2: Propiedades ASTM A500

- AISI 1045

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.05e+11	N/m^2
Coeficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	8e+10	N/m^2
Densidad de masa	7850	kg/m^3
Límite de tracción	625000000	N/m^2
Límite de compresión		N/m^2
Límite elástico	530000000	N/m^2
Coeficiente de expansión térmica	1.15e-05	/K
Conductividad térmica	49.8	W/(m·K)
Calor específico	486	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 3-3: Propiedades AISI 1045

- AISI 4340

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.05e+11	N/m^2
Coeficiente de Poisson	0.32	N/D
Módulo cortante	8e+10	N/m^2
Densidad de masa	7850	kg/m^3
Límite de tracción	1110000000	N/m^2
Límite de compresión		N/m^2
Límite elástico	710000000	N/m^2
Coeficiente de expansión térmica	1.23e-05	/K
Conductividad térmica	44.5	W/(m·K)
Calor específico	475	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 3-3: Propiedades AISI 4340

Sistema chasis

Se definirán las dimensiones exactas, materiales y métodos de ensamblaje del chasis dividido y articulado. Este sistema debe garantizar robustez y flexibilidad, permitiendo el ajuste preciso de las filas de siembra.

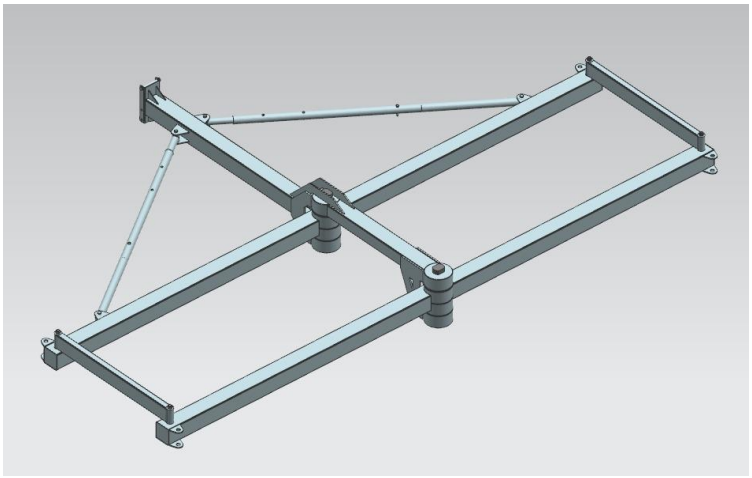


Figura 3-1: Sistema chasis

- Subsistema chasis central

El chasis central es el encargado de conectar los brazos que soportan los cuerpos de siembra y las ruedas al tractor. Su función principal es proporcionar una estructura sólida y estable que permita la articulación y ajuste de las filas de siembra, garantizando la flexibilidad y precisión necesarias durante la operación.

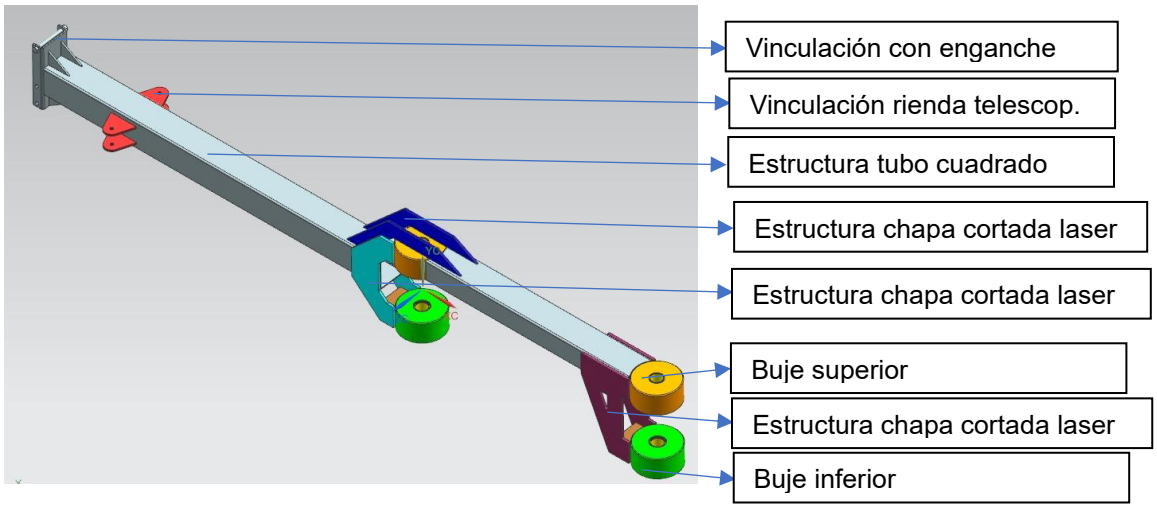


Figura 3-2: Subsistema chasis central

Componentes y Materiales:

Bujes (SAE 1045): Los bujes están fabricados en acero SAE 1045, proporcionando una alta resistencia al desgaste y durabilidad en condiciones de carga y movimiento constantes.

Tubo Cuadrado: ASTM A500 (230 × 10^6 N/m²)

Chapa Soldada: SAE 1010 (180 × 10^6 N/m²)

Función del Chasis Central:

El chasis central es el punto de conexión principal para los brazos vinculados a los cuerpos de siembra y las ruedas, permitiendo que estos brazos pivoten y ajusten su ángulo para diferentes configuraciones de siembra. Al conectar el tractor con los cuerpos de siembra, soporta los esfuerzos generados durante la operación, distribuyendo uniformemente las cargas y asegurando que la estructura se mantenga firme y alineada. Además, permite la articulación de los brazos, asegurando que las filas de siembra puedan ajustarse a distintas distancias con precisión, adaptándose a diferentes cultivos y condiciones de suelo.

Validación mediante SolidWorks:

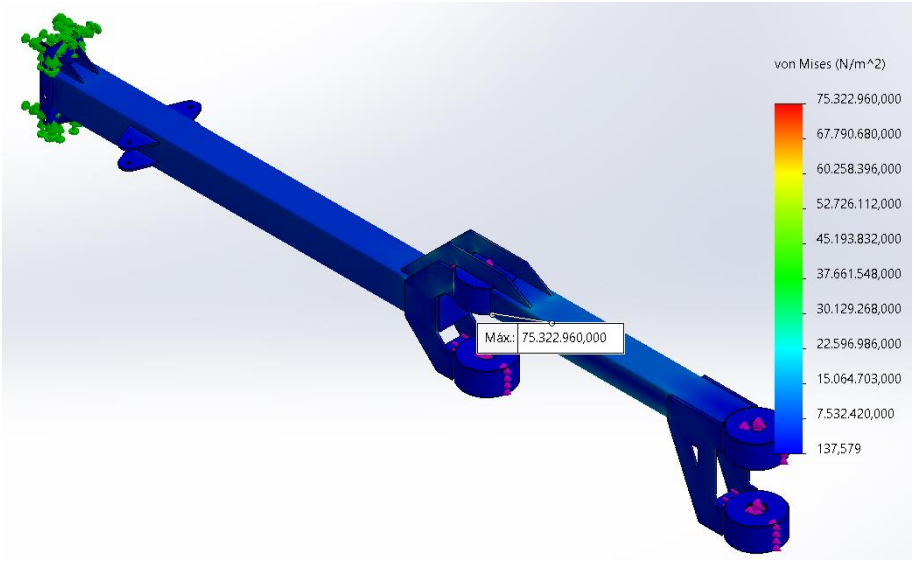


Figura 3-3: Resultado tensiones – Estudio estático

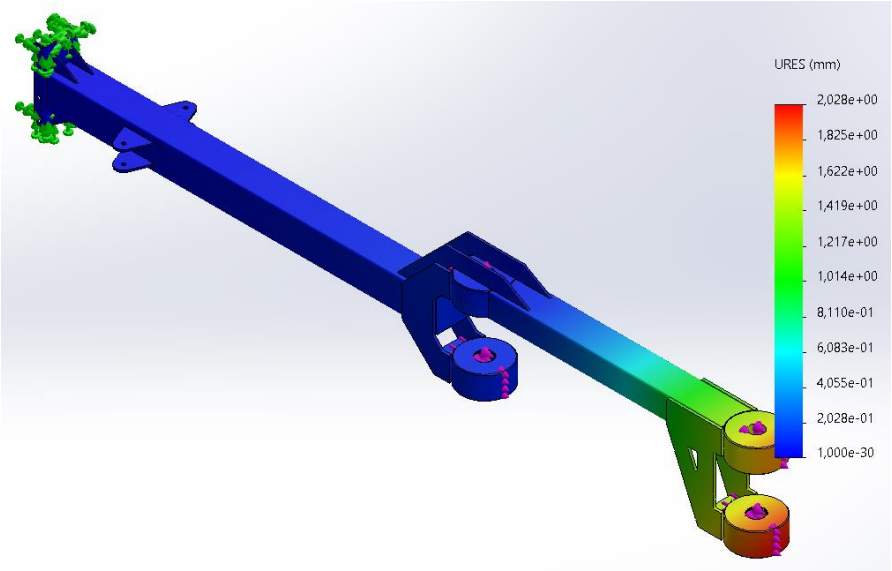


Figura 3-4: Resultado deformaciones – Estudio estático

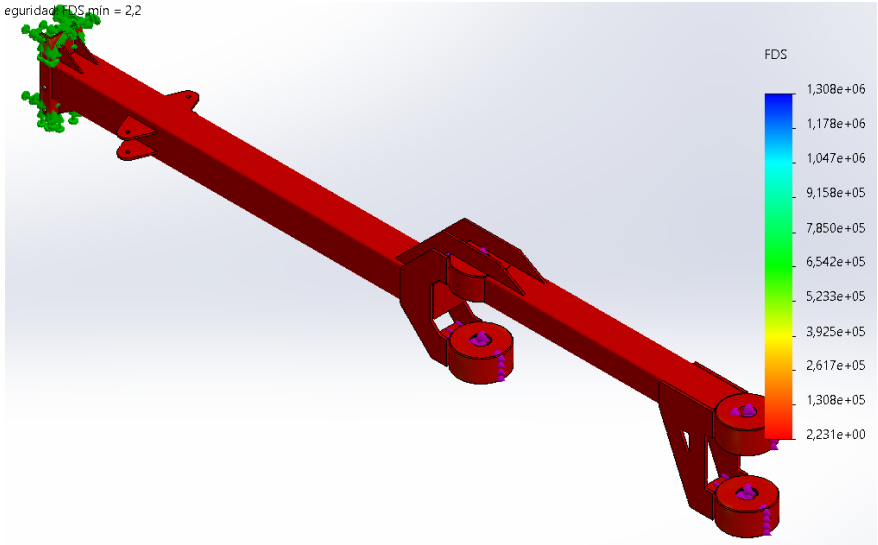


Figura 3-5: Resultado FOS – Estudio estático

La validación del subsistema chasis se realizó mediante una simulación estática en SolidWorks, aplicando una carga total de 23660 N, distribuida equitativamente entre los 4 bujes del chasis central, representando los esfuerzos de los 13 cuerpos de siembra. En la **Figura 3-3**, se observa un esfuerzo máximo de 75 × 10^6 N/m², comparado con el límite elástico del tubo cuadrado ASTM A500 (230 × 10^6 N/m²), del AISI 1045 utilizado en los bujes (530 × 10^6 N/m²), y del AISI 1010 de las chapas cortadas con láser (180 × 10^6 N/m²). Estos valores confirman que los materiales seleccionados pueden soportar las cargas aplicadas sin alcanzar deformaciones plásticas. Al ver la **Figura 3-4**, la

deformación máxima fue de 2 mm en los bujes traseros, un valor manejable que no compromete la funcionalidad del sistema debido a las fuerzas reales que tienden a bajar la sembradora en operación.

Finalmente, como se indica en la **Figura 3-5** el factor de seguridad mínimo en el subsistema fue de 2.231, lo que asegura un margen adecuado para aplicaciones agrícolas. Este resultado valida la robustez y seguridad del diseño del chasis, con los materiales AISI 1010 para las chapas, AISI 1045 para los bujes, y ASTM A500 para el tubo cuadrado, todos demostrando propiedades mecánicas suficientes para mantener la integridad estructural bajo las condiciones operativas previstas.

- Validación vinculación cuerpo central

Función del subsistema:

Este subsistema se encarga de conectar el chasis central con los brazos articulados, permitiendo el ajuste preciso de las filas de siembra. La vinculación se realiza mediante componentes seleccionados para asegurar la resistencia y durabilidad necesarias:

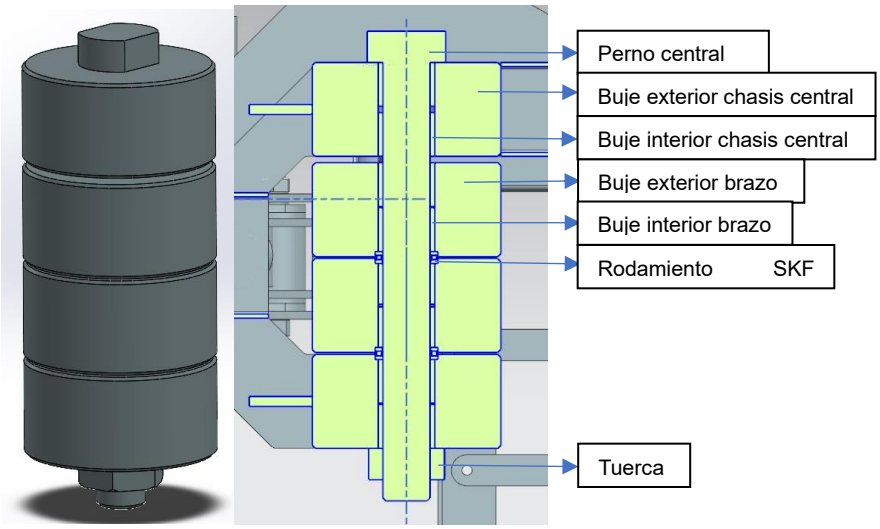


Figura 3-6: Vinculación cuerpo central

Componentes y Materiales:

Perno Central (SAE 1045): El perno central, fabricado en acero SAE 1045, proporciona la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos generados durante la operación de la sembradora.

Rodamientos (SKF 81115): Los rodamientos SKF 81115 se utilizan para facilitar el movimiento y reducir el desgaste, asegurando una operación suave y eficiente.

Bujes Internos / Externos (SAE 1045): Los bujes internos, también fabricados en acero SAE 1045, se utilizan para soportar los esfuerzos y proporcionar un punto de pivote robusto y confiable.

Además, se incorporan alemites para la lubricación de los bujes, lo que garantiza un mantenimiento adecuado y prolonga la vida útil del subsistema.

Validación con SolidWorks

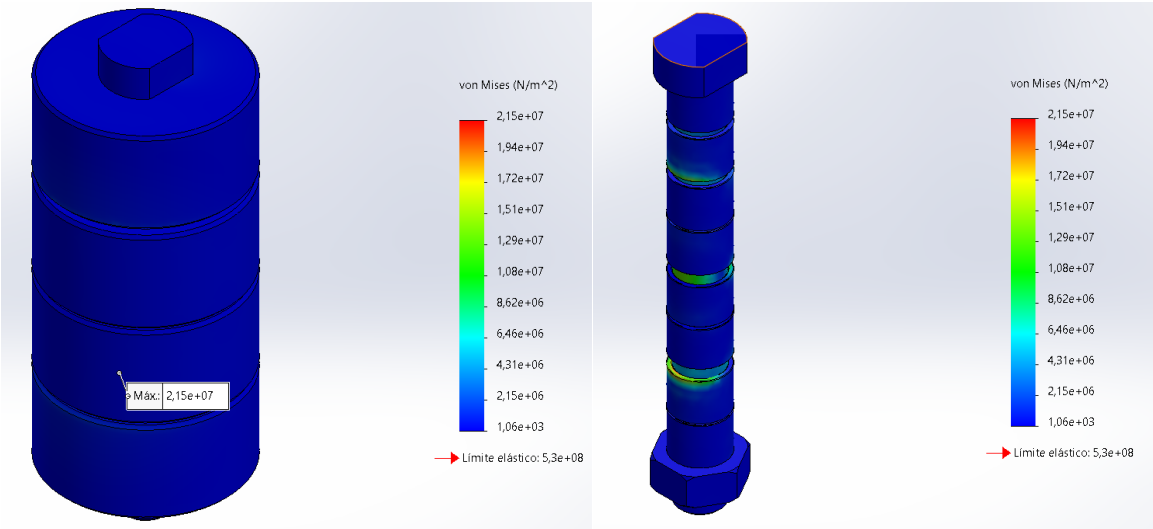


Figura 3-7: Resultado tensiones – Estudio estático

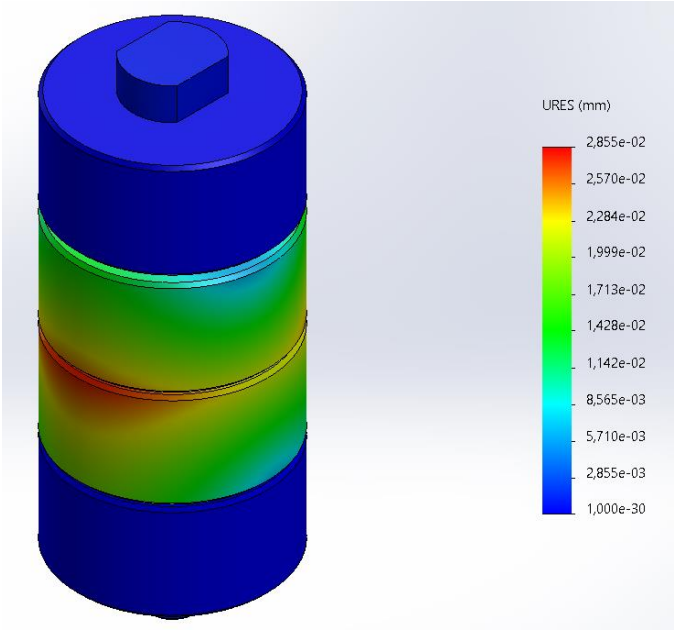


Figura 3-8: Resultado deformaciones – Estudio estático

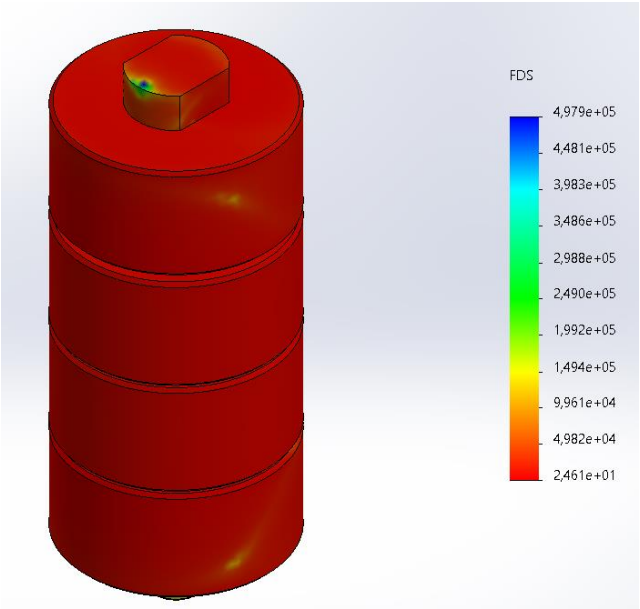


Figura 3-9: Resultado FOS – Estudio estático

La validación de la vinculación del cuerpo central, utilizando una simulación estática en SolidWorks, se realizó bajo condiciones de contacto entre componentes sin penetración. La carga total de 23660 N, correspondiente a los esfuerzos de los 13 cuerpos de siembra (cada uno ejerciendo 1820 N), se distribuyó equitativamente entre los dos bujes de los

brazos. Los bujes y el perno central están fabricados con AISI 1045, cuya resistencia a la tracción es de 310 × 10^6 N/m².

En la **Figura 3-7** se observa un esfuerzo máximo de 21 × 10^6 N/m², lo que está significativamente por debajo del límite elástico del AISI 1045 (310 × 10^6 N/m²). Esto demuestra que tanto los bujes como el perno central están operando dentro de los límites seguros de su capacidad material.

La deformación máxima observada fue de solo 0,02 mm (**Figura 3-8**), un valor tan pequeño que resulta imperceptible y no afecta la funcionalidad del sistema. El factor de seguridad mínimo obtenido fue de 2.461 (**Figura 3-9**), lo que asegura un amplio margen de seguridad para la operación del subsistema. Estos resultados validan el diseño de la vinculación del cuerpo central, confirmando que los componentes seleccionados son adecuados para soportar las condiciones de operación esperadas sin riesgo de fallo estructural.

- Subsistema brazo

El subsistema de brazo es el encargado de soportar los esfuerzos generados por los cuerpos de siembra y vincular estos cuerpos con el chasis central. La robustez y durabilidad de este subsistema son factores importantes para manejar las tensiones durante la operación en el campo, asegurando que los cuerpos de siembra mantengan su posición correcta y funcionen de manera óptima. El brazo se fabrica con un tubo de sección cuadrada de 200x200 mm de espesor 6.35mm, utilizando material ASTM A500, lo que proporciona la resistencia necesaria para soportar las cargas operativas y prolongar la vida útil de la maquinaria agrícola.

El diseño del subsistema de brazo se ha desarrollado teniendo en cuenta la decisión de vincular los cuerpos de siembra mediante agujeros en el chasis, como se mencionó en la ingeniería básica del soporte del cuerpo de siembra. Esta elección permite alinear los ejes de rotación de los cuerpos de siembra con el eje de pivote central de la sembradora, una característica fundamental para mantener los cuerpos de siembra equidistantes entre sí en todos los ángulos de operación. Esta alineación garantiza una siembra precisa y uniforme, y aunque limita la flexibilidad de posicionamiento, proporciona la rigidez y

precisión necesarias para alcanzar los objetivos de eficiencia y productividad del proyecto.

Para asegurar que el subsistema de brazo cumple con los requisitos de resistencia y funcionalidad, se llevará a cabo una validación analítica en el siguiente punto del informe. Este análisis verificará que la estructura puede soportar los esfuerzos sin deformaciones significativas ni fallas estructurales, garantizando así su correcto desempeño en el campo.

Validación analítica del sistema

Se comprobará la tensión de trabajo y la flecha máxima de un brazo de la sembradora, el cual debe soportar los esfuerzos generados por los cuerpos de siembra.

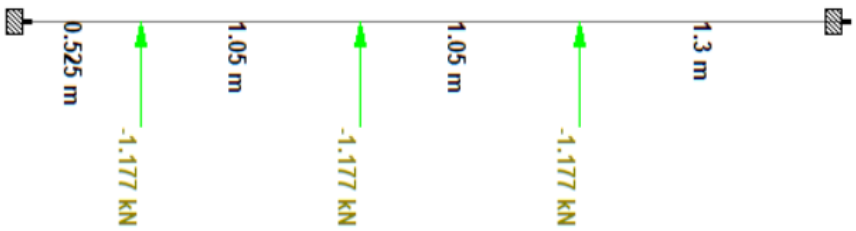


Figura 3-10: Distribución de fuerzas en el brazo

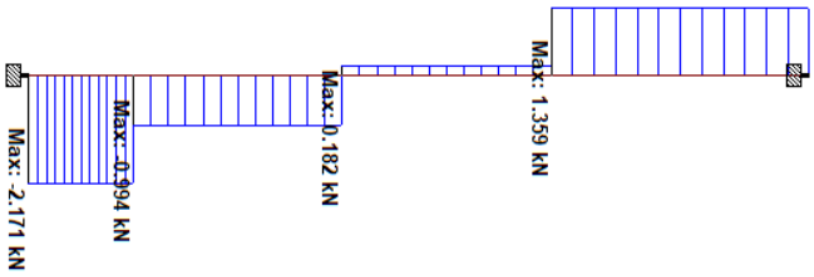


Figura 3-11: Diagrama corte en el brazo

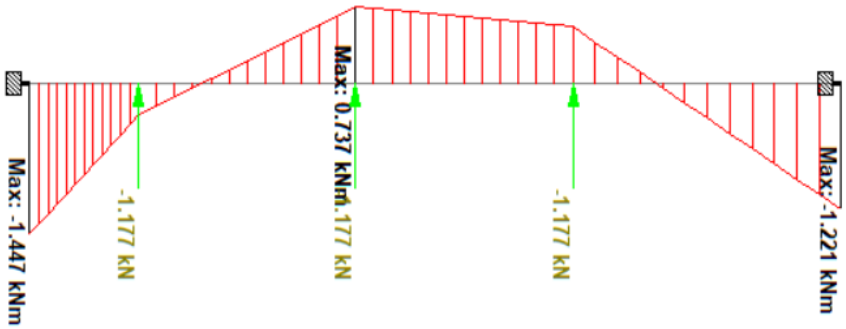


Figura 3-12: Diagrama momento flector en el brazo

De la **Figura 3-12** se observa que el momento flector máximos es de 1,447 kNm.

$$Mf_{max} = 1.447\ kNm$$

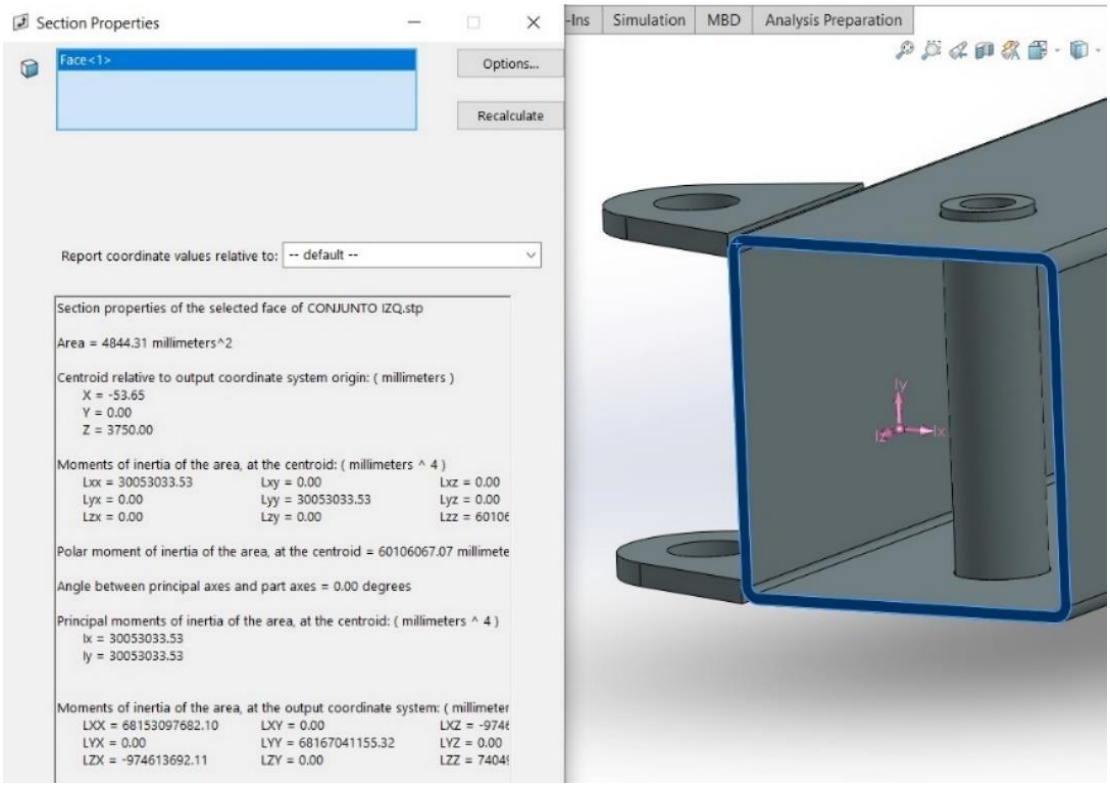


Figura 3-13: Propiedades de la sección

De SolidWorks se obtiene que el momento de inercia es igual a 30053033.53 mm^4

$I_{xx} = 30053033.53\ mm^4$

Sabiendo esto, la tensión máxima de trabajo es:

$$\sigma = \frac{Mf_{max}}{I_{xx}} * c = \frac{1.447\ kNm}{30053033.53\ mm^4} * 100mm = 4.81 \frac{N}{mm^2}$$

Para un tubo de ASTM A500 cuya tensión de fluencia es de 230 × 10^6 N/m², el coeficiente de seguridad será el siguiente:

$$FOS = \frac{\sigma_f}{\sigma} = \frac{180}{4{,}81} \cong 37$$

El FOS es mayor a 3 por lo que concluye que el subsistema es correcto. Lo que asegura un amplio margen de seguridad para la operación del subsistema.

- Subsistema rienda telescópica

El subsistema de rienda telescópica es una parte esencial del sistema de chasis de la sembradora de ancho variable. Este subsistema se encarga de complementar la vinculación entre los brazos que soportan los cuerpos de siembra y el chasis central, permitiendo ajustar el ángulo de giro de los brazos para configurar las diferentes distancias de siembra.

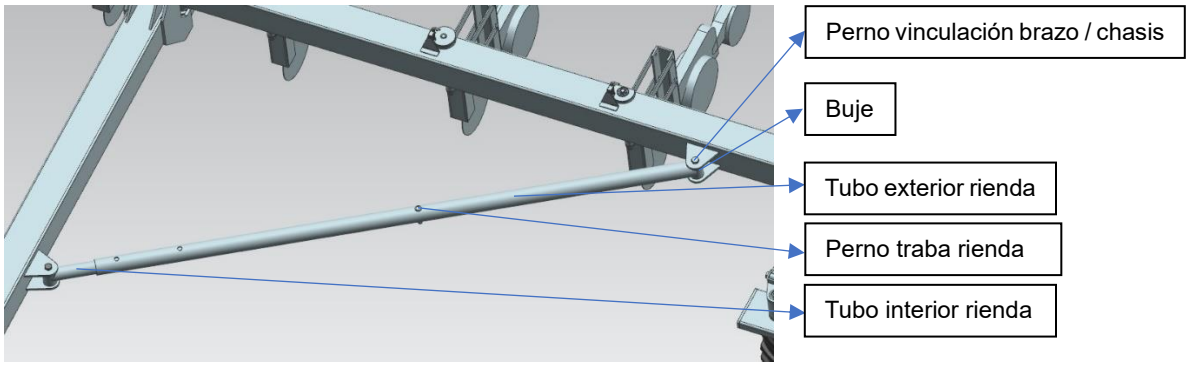


Figura 3-14: Subsistema rienda telescópica

La función del subsistema de rienda telescópica incluye el ajuste del ángulo de giro. La rienda telescópica permite ajustar el ángulo de giro de los brazos, configurando así las distintas distancias de siembra. Este ajuste es crucial para adaptar la sembradora a

diferentes tipos de cultivos y condiciones de siembra, asegurando una flexibilidad óptima. Además del perno central, los brazos están vinculados al chasis central mediante las riendas telescópicas. Esta vinculación adicional proporciona mayor estabilidad y precisión en el ajuste de los ángulos, asegurando que los brazos permanezcan firmemente en la posición deseada durante la operación.

La rienda telescópica está equipada con un sistema de perno y agujeros ubicados estratégicamente para permitir las configuraciones de distancia de siembra especificadas en los objetivos del proyecto. Esto incluye tres combinaciones diferentes, cada una de las cuales corresponde a un ángulo de giro específico que determina la distancia entre las filas de siembra. El diseño telescópico permite extender o retraer la rienda, ajustando así la longitud total y, consecuentemente, el ángulo de los brazos. Esta característica es esencial para una rápida y precisa configuración en el campo.

Para asegurar la robustez y funcionalidad del subsistema de rienda telescópica, se realizó una validación utilizando SolidWorks. Este análisis consideró los esfuerzos presentes en el sistema durante la operación, incluyendo las fuerzas aplicadas por los cuerpos de siembra y las variaciones de ángulo. Los resultados de la validación mostraron que el diseño de la rienda telescópica puede soportar los esfuerzos previstos sin deformaciones significativas ni fallos estructurales. El sistema de perno y agujeros fue verificado para garantizar que las posiciones de ajuste son precisas y estables bajo carga.

Validación con SolidWorks

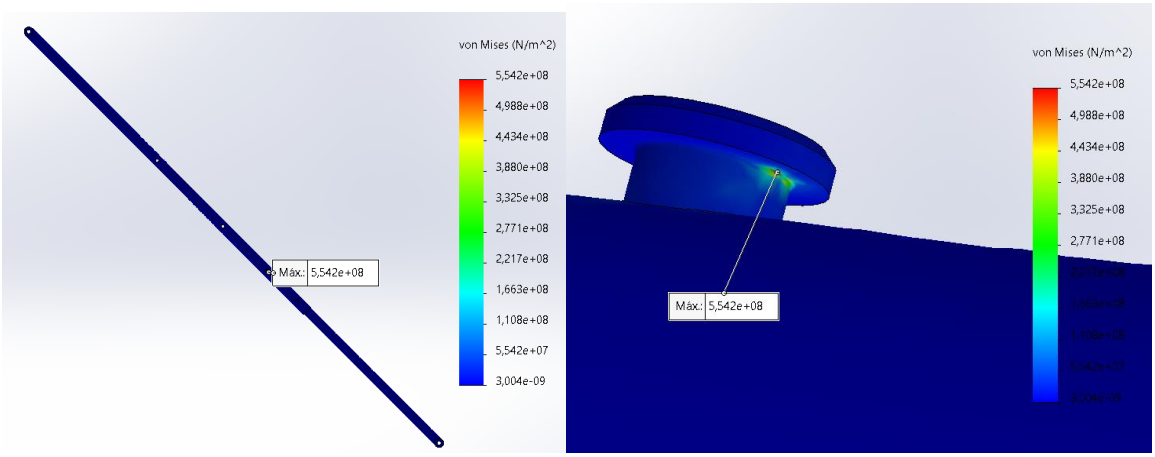


Figura 3-15: Resultado tensiones – Estudio estático

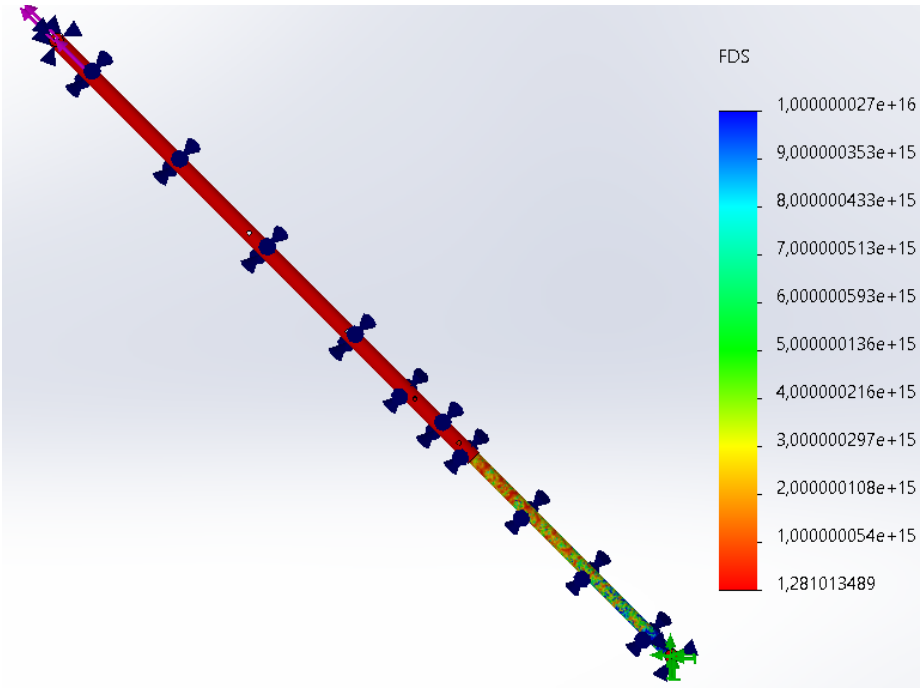


Figura 3-16: Resultado FOS – Estudio estático

La validación del subsistema de la rienda telescópica se llevó a cabo mediante una simulación estática en SolidWorks, considerando el contacto entre componentes sin penetración. Se aplicó una sujeción de bisagra fija en el perno del tubo exterior de la rienda y una fuerza de 8000 N en el perno del tubo interior. Los bujes, están fabricados con AISI 1010, que tiene un límite elástico de 180 × 10^6 N/m², los tubos redondos de un acero ASTM A500 y el perno de traba está hecho de AISI 4340, con un límite elástico de 710 × 10^6 N/m².

En la Figura 3-15 se observa que el estudio dio como resultado un esfuerzo máximo de 5.542 × 10^8 N/m², concentrado en el perno de traba del sistema telescópico. Este valor, aunque alto, es significativo ya que el perno actúa como un fusible mecánico, protegiendo la sembradora en caso de atasco o bloqueo. El factor de seguridad (FOS) en todo el subsistema es mayor que 1.28, lo que indica que, aunque el perno de traba está cerca de su límite, el sistema en general opera dentro de un margen de seguridad aceptable. Estos resultados validan que el diseño de la rienda telescópica es robusto y seguro, y que los materiales seleccionados son adecuados para las condiciones operativas, asegurando la funcionalidad y durabilidad del subsistema bajo las cargas previstas.

Sistema soporte de cuerpo de siembra

Los soportes para los cuerpos de siembra se diseñan asegurando su estabilidad y alineación. Este sistema debe mantener la precisión y durabilidad durante la operación, optimizando la distribución uniforme de las semillas.

- Subsistema soporte de cuerpo de siembra móvil

Para garantizar la funcionalidad y versatilidad de la sembradora de ancho variable, el soporte de cuerpo de siembra móvil juega un papel esencial. Este componente debe facilitar ajustes rápidos y precisos en los cuerpos de siembra, manteniéndolos estables durante toda la operación.

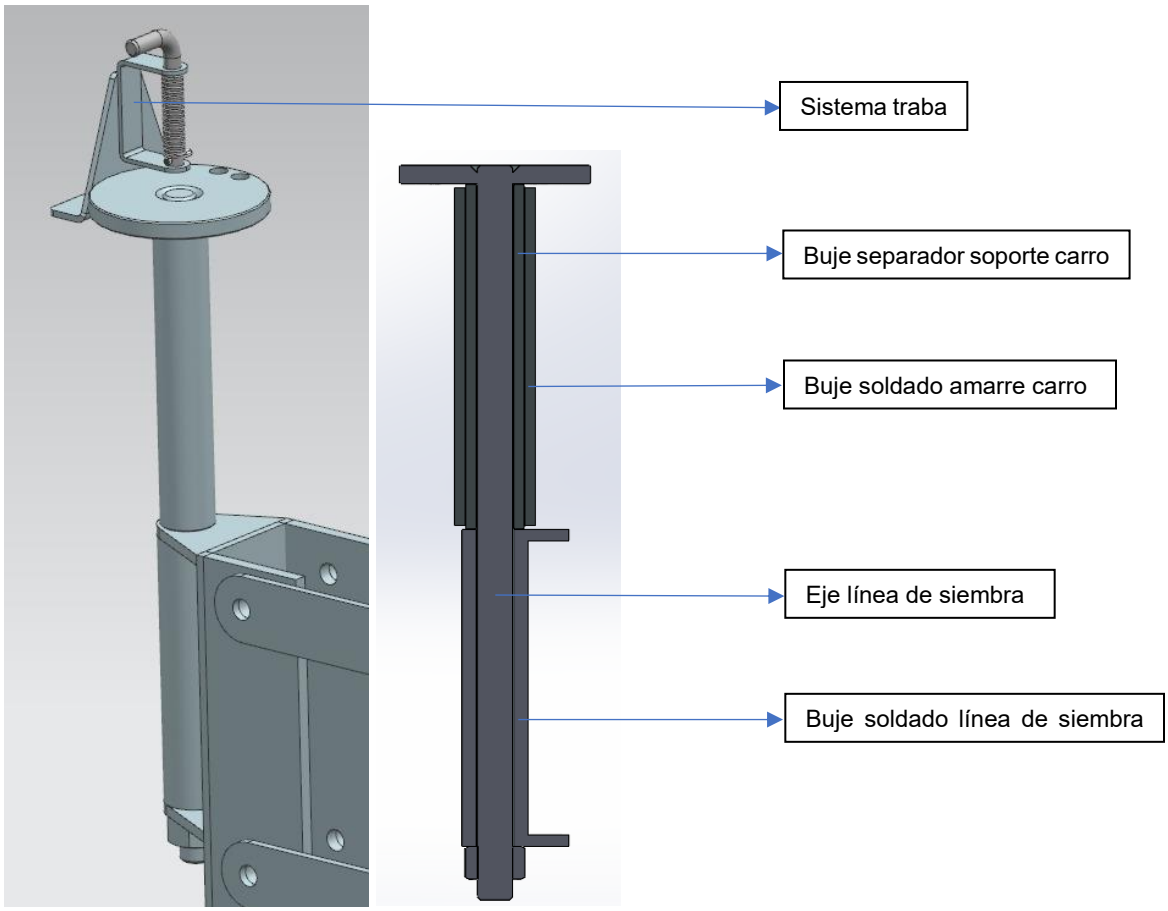


Figura 3-17: Sistema soporte cuerpo de siembra

Componentes del Sistema:

Buje Línea de Siembra Soldado: Proporciona la conexión entre el cuerpo de siembra y el soporte, permitiendo el giro necesario para el ajuste de posición.

Buje Separador Soporte Carro: Mantiene la alineación adecuada entre los diferentes componentes del soporte, garantizando un movimiento suave y preciso.

Buje Soporte Amarre Carro: Conecta el carro de soporte al chasis, proporcionando estabilidad y rigidez al sistema.

Eje Línea de Siembra: Actúa como el eje de rotación para el cuerpo de siembra, permitiendo su ajuste angular y fijación en la posición deseada.

Sistema de traba: Encargado de que el cuerpo de siembra quede en la posición adecuada a la hora de realizar la operación de siembra.

Todas las piezas de este subsistema son de un acero SAE 1045 Acero estirado en frío.

Funciones Principales:

Permitir el Giro del Cuerpo de Siembra: El soporte debe permitir que el cuerpo de siembra gire de manera que, durante la operación, quede paralelo a la dirección de avance del tractor. Este ajuste es esencial para garantizar una siembra precisa y eficiente.

Fijación en Posición: Una vez que el cuerpo de siembra ha girado a la posición indicada, debe quedar fijo en esa posición. Esto se logra mediante un sistema de perno y resorte, que asegura que el cuerpo de siembra permanezca estable durante la operación.

Soporte de Esfuerzos: El soporte debe ser lo suficientemente robusto y sólido para soportar los esfuerzos producidos durante la operación de siembra. Para la verificación, se estima una fuerza de 1820 Nm por cada cuerpo de siembra, basado en datos empíricos.

Validación mediante SolidWorks:

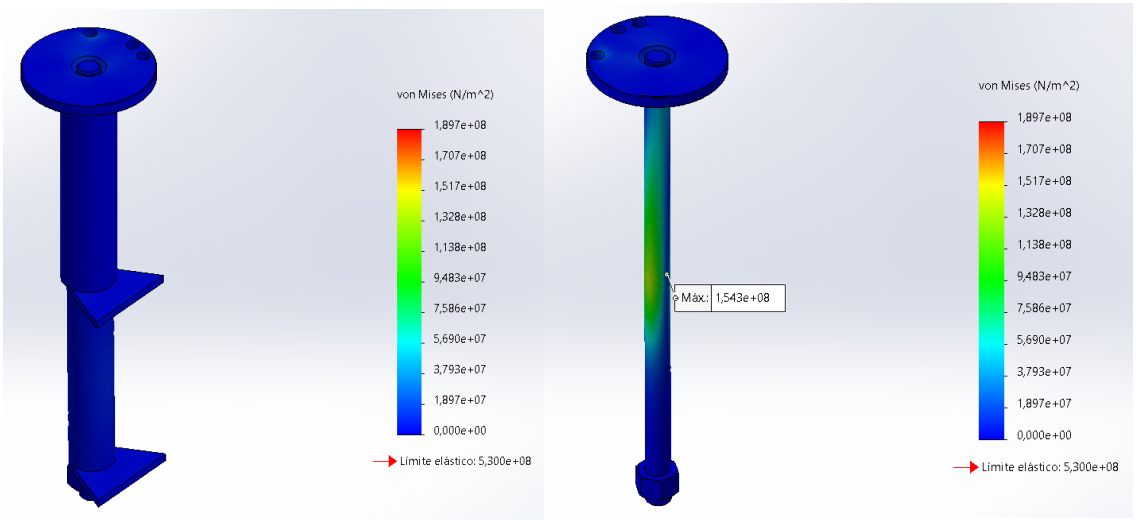


Figura 3-18: Resultado tensiones – Estudio estático

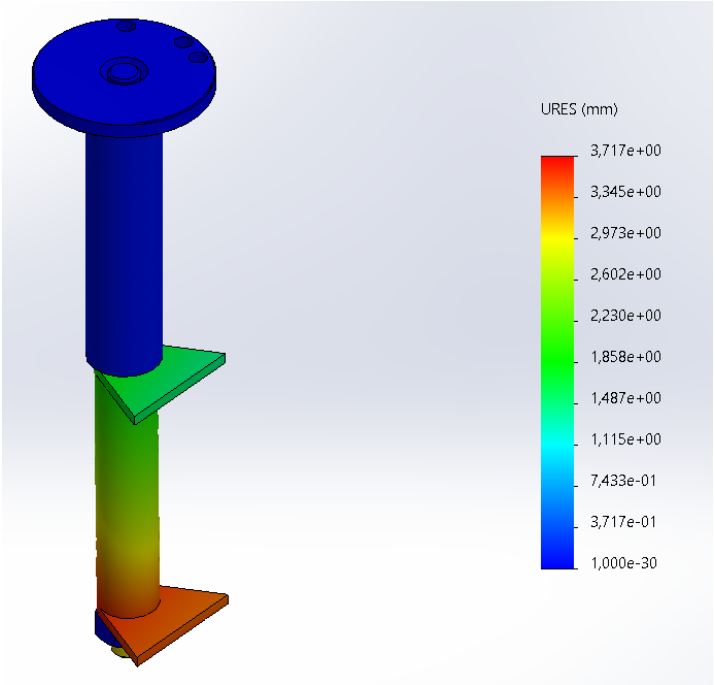


Figura 3-19: Resultado deformaciones – Estudio estático

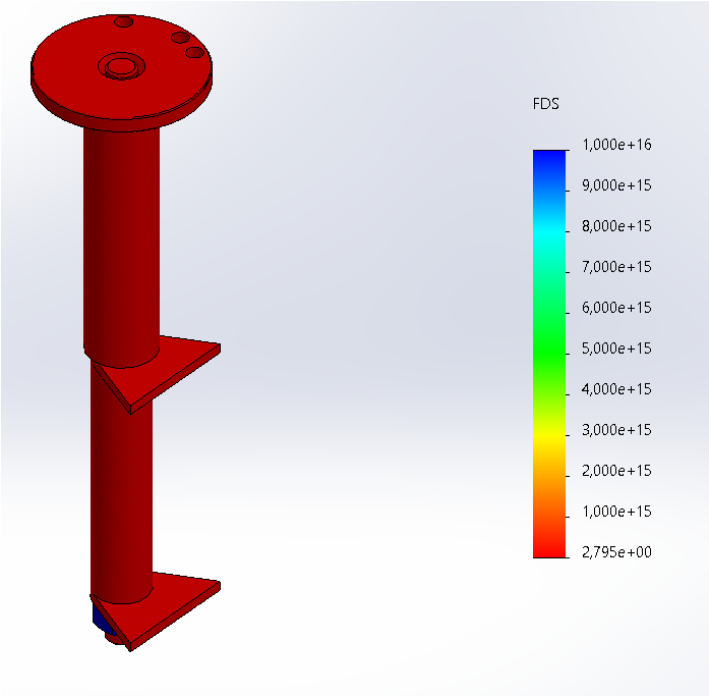


Figura 3-20: Resultado FOS – Estudio estático

La validación del subsistema se realizó mediante una simulación estática en SolidWorks, considerando el contacto entre componentes sin penetración. Se aplicó una sujeción de bisagra fija en el buje soldado al amarre del carro y una fuerza de 1820 N en el buje soldado a la línea de siembra, representando la fuerza generada empíricamente por un cuerpo en trabajo. Todas las piezas del subsistema están fabricadas con acero AISI 1045, cuyo límite elástico es de 530 × 10^6 N/m².

El análisis reveló un esfuerzo máximo de 189 × 10^6 N/m², localizado en el perno que traba el sistema telescópico. Este valor, aunque notable, está considerablemente por debajo del límite elástico del AISI 1045, indicando que el perno y los demás componentes operan dentro de los límites seguros del material, sin riesgo de deformación plástica. El factor de seguridad (FOS) obtenido fue mayor que 2.795 en todo el subsistema, lo que proporciona un amplio margen de seguridad para las condiciones operativas. Estos resultados validan la robustez y fiabilidad del diseño, confirmando que los materiales utilizados son adecuados para mantener la integridad estructural del subsistema bajo las condiciones de operación previstas, asegurando así su funcionalidad y durabilidad.

Sistema de levante

Para un funcionamiento óptimo y adaptable en el campo, es vital contar con un sistema de levante que permita ajustar la altura de la sembradora de manera precisa y eficiente. Este sistema es fundamental para asegurar que la sembradora pueda operar correctamente en distintas condiciones de terreno, garantizando una distribución uniforme de las semillas y una siembra precisa.

Peso y Robustez:

Se consideró el peso total de la máquina, con un objetivo de mantenerlo por debajo de 8500 kg. La selección de componentes estándar y cilindros hidráulicos adecuados asegura que el sistema de levante sea robusto y capaz de soportar el peso de la sembradora, facilitando ajustes precisos y rápidos en su altura.

Ajustes y Operación:

Como se comentó en los objetivos, el sistema de levante se diseña para ser operado por una sola persona, optimizando el tiempo y los recursos durante la siembra. Los ajustes de altura pueden realizarse de manera rápida y eficiente, minimizando el tiempo de inactividad y mejorando la productividad en el campo. La integración de los subsistemas de ruedas y enganche asegura que la sembradora pueda adaptarse a diferentes tipos de cultivos y condiciones del suelo, manteniéndose en la posición óptima durante la operación.

- Subistema rueda

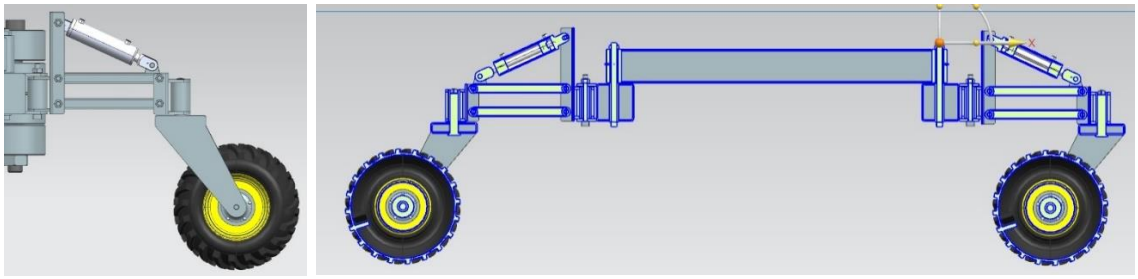


Figura 3-21: Subsistema rueda

Función: Permite la regulación de la altura de la sembradora mediante cilindros hidráulicos, asegurando la adaptación a diferentes terrenos y condiciones de cultivo.

Configuración: Este subsistema consiste en un mecanismo de paralelogramo equipado con un cilindro hidráulico. La selección del cilindro se ha realizado considerando un modelo estándar con una carrera de 8 pulgadas y un diámetro de vástago de 3 pulgadas, capaz de soportar y ajustar el peso de la sembradora de manera eficiente.

- Subsistema enganche

El subsistema de enganche con el tractor es crucial para conectar la sembradora al tractor de manera segura y para permitir el ajuste de la altura de la sembradora según las necesidades del terreno y del cultivo. Este ajuste es esencial para garantizar una operación eficiente y adaptable en diversas condiciones de campo.

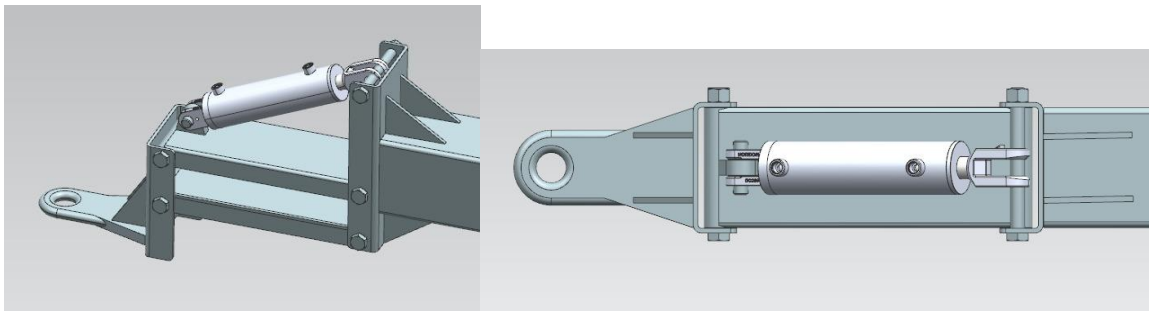


Figura 3-22: Sistema soporte cuerpo de siembra

Configuración:

Este subsistema utiliza un sistema de paralelogramo, similar al subsistema de ruedas, e incorpora un cilindro hidráulico con una carrera de 8 pulgadas y un diámetro de vástago de 3 pulgadas. Esta configuración asegura que ambos subsistemas operen de manera sincronizada y eficiente.

El diseño del sistema de paralelogramo permite que la sembradora mantenga una posición estable y ajustable, independientemente de la altura del tractor. Esto es fundamental para "independizar" la altura de la sembradora de la del tractor, permitiendo que la sembradora opere a la altura óptima para la siembra, adaptándose así a diferentes tipos de terrenos y cultivos.

Ajuste de Altura y Situación de Transporte:

Este subsistema no solo facilita los ajustes de altura durante la operación de siembra, sino que también es fundamental en la situación de transporte. Durante el transporte, se busca elevar todos los cuerpos de siembra con respecto al piso, lo cual se logra eficientemente mediante el ajuste hidráulico del subsistema de enganche.

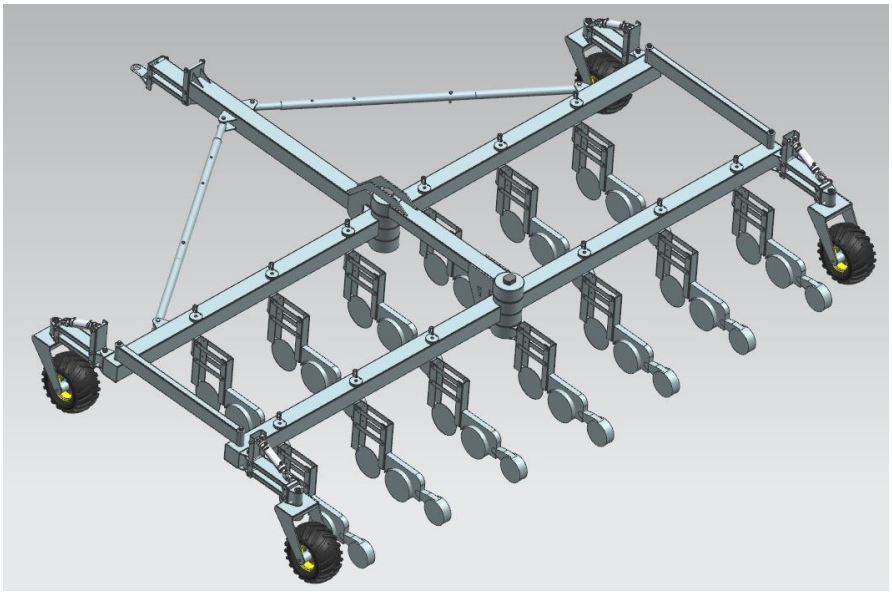
Conclusión:

El subsistema de enganche con el tractor es un componente esencial del sistema de levante de la sembradora, proporcionando la flexibilidad necesaria para ajustar la altura de manera segura y eficiente. Su diseño robusto y la validación técnica aseguran que este subsistema cumpla con las exigencias operativas, mejorando la eficiencia y productividad del equipo en el campo y durante el transporte.

Sembradora en diferentes posiciones

Una vez definidos todos los sistemas del modelo, se muestra como funcionaría el modelo de sembradora en las diferentes posiciones de trabajo deseadas:

- Configuración distancia de siembra 52,5 cm



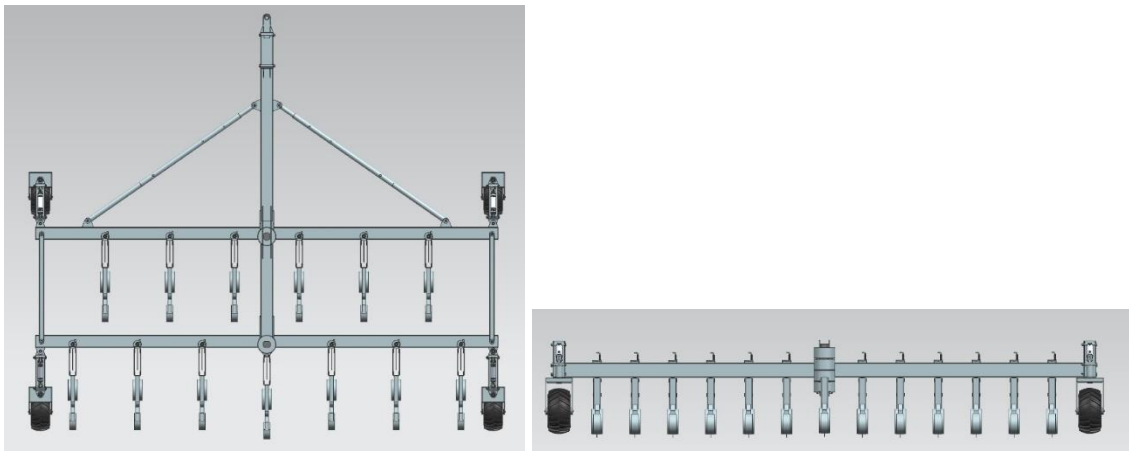
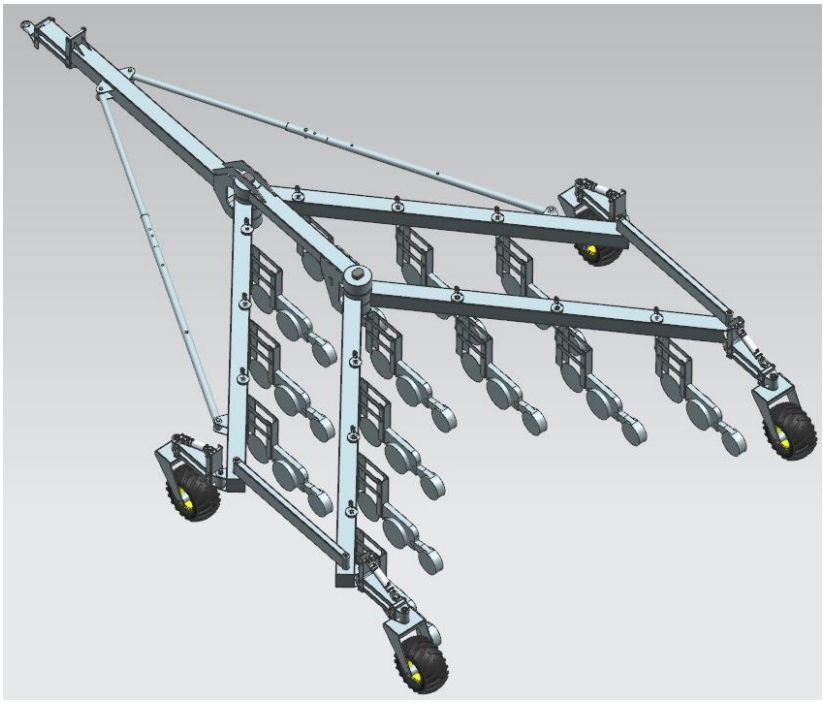


Figura 3-23: Sembradora en configuración 52,5cm

- Configuración distancia de siembra 35 cm



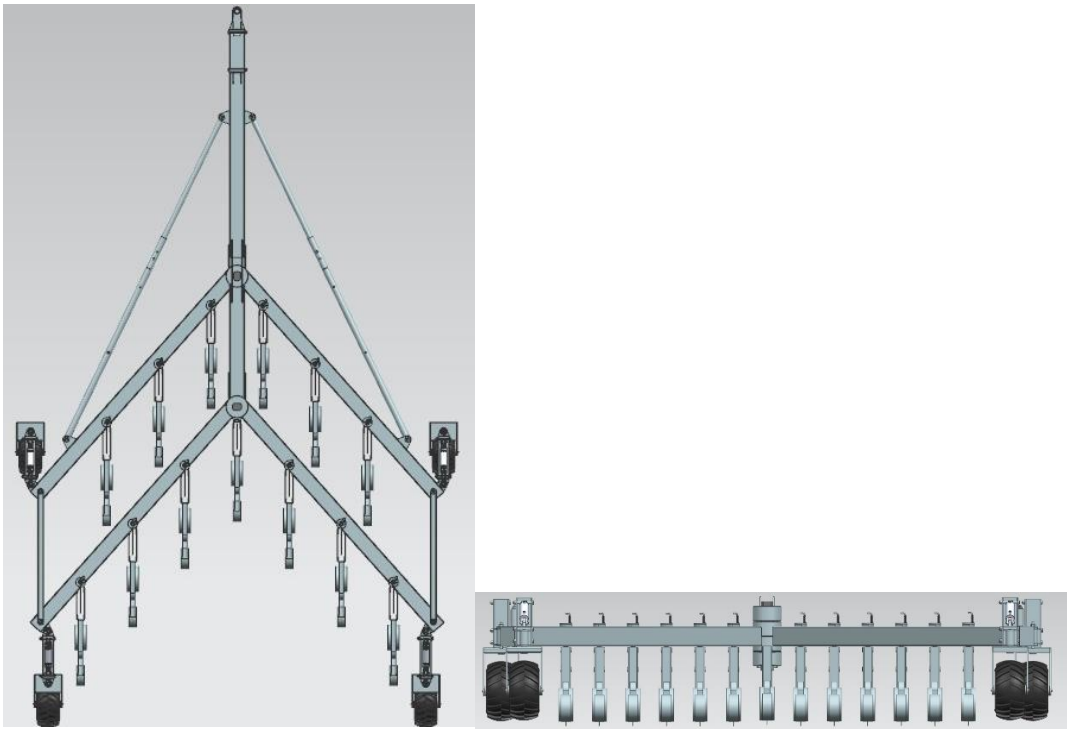


Figura 3-24: Sembradora en configuración 35cm

- Configuración distancia siembra 17,5 cm



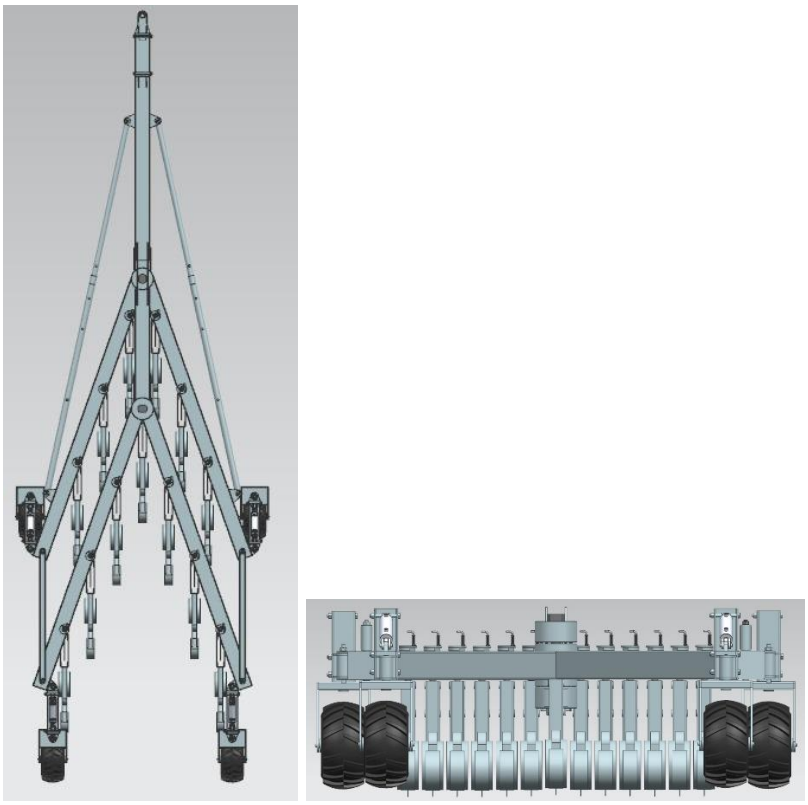


Figura 3-25: Sembradora en configuración 17,5cm

Situación transporte

Como informe[4] el sistema de argentino de información jurídica en un artículo, hay determinadas normas que debe cumplir la sembradora a la hora de ser transportada. En este punto del informe se hará la evaluación si el modelo diseñado cumple con dichas normativas:

[4] Fijación de normas para la circulación de máquinas agrícolas

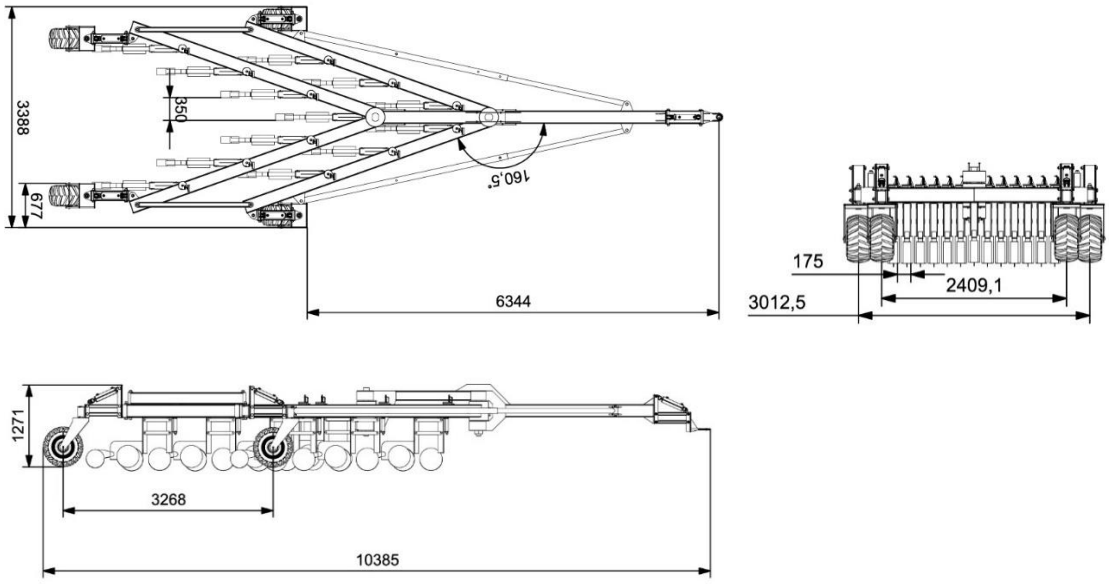


Figura 3-26: Medidas sembradora en condición transporte

Cumplimiento de Normativas:

Ancho: La sembradora tiene un ancho de 3388 mm, cumpliendo con el límite máximo permitido de 3,50 metros según la normativa argentina.

Largo: Con una longitud de 10385 mm, la sembradora cumple con el largo máximo permitido de 25,50 metros para el tren.

Altura: Con una altura de 1271 mm, la sembradora cumple con la altura máxima permitida de 4,20 metros cuando no hay obstáculos que impidan su circulación por el borde derecho de la calzada.

La sembradora diseñada cumple con las normativas establecidas para la circulación de maquinaria agrícola en Argentina. Sus dimensiones (ancho, largo y alto) están dentro de los límites permitidos, lo que asegura que pueda ser transportada de manera segura y legal en las vías públicas del país, cumpliendo así con los estándares de seguridad vial y protección ambiental requeridos.

Este cumplimiento asegura que la sembradora puede operar sin contravenir las normativas vigentes, lo cual es fundamental para evitar sanciones y garantizar un transporte eficiente y seguro en actividades agrícolas en Argentina.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El proyecto de diseño de una sembradora con ancho de siembra variable ha logrado resolver de manera efectiva la necesidad de mayor flexibilidad y eficiencia en las tareas de siembra. Incorporar un sistema de rienda telescópica ha demostrado ser una solución eficaz para ajustar con precisión el ángulo de giro de los brazos, lo cual es clave para configurar diferentes distancias de siembra. Este mecanismo permite que la sembradora se adapte a distintos tipos de cultivos y condiciones del terreno, optimizando la distribución de las semillas y favoreciendo un crecimiento más uniforme y eficiente de los cultivos.

Desde el aspecto técnico, el sistema de chasis pivotante y rienda telescópica ha probado ser robusto y confiable para lograr las configuraciones de siembra necesarias. Este sistema permite tres combinaciones diferentes de ángulos de giro, cada una determinando la distancia entre las filas de siembra. La posibilidad de ajustar la longitud de la rienda de forma telescópica ha sido esencial para una configuración rápida y precisa en el campo, mejorando notablemente la eficiencia operativa de la sembradora. Además, la vinculación adicional de los brazos al chasis central mediante las riendas telescópicas ha proporcionado mayor estabilidad y precisión en el ajuste de los ángulos, asegurando que los brazos se mantengan firmes en la posición deseada durante la operación.

En términos de ingeniería mecánica, diseñar e implementar este sistema requirió una cuidadosa selección de materiales y mecanismos para asegurar la durabilidad y fiabilidad de la sembradora en condiciones de campo. Los componentes y técnicas de fabricación fueron evaluados exhaustivamente para cumplir con los estándares de calidad y rendimiento necesarios. Las simulaciones y pruebas confirmaron la efectividad del diseño, subrayando la importancia de una ingeniería precisa y detallada en el desarrollo de maquinaria agrícola avanzada.

Más allá de los aspectos técnicos, este proyecto también consideró los beneficios económicos y ambientales de adoptar una sembradora con ancho de siembra variable. La capacidad de ajustar rápidamente las configuraciones de siembra reduce la necesidad de varios equipos especializados, lo que disminuye los costos operativos y de

mantenimiento. Además, mejorar la eficiencia de la siembra contribuye a un uso más racional de los recursos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y responsables con el medio ambiente. Reducir la competencia entre plantas y optimizar el uso del suelo y los nutrientes resulta en un aumento de los rendimientos agrícolas, crucial para satisfacer la creciente demanda de alimentos.

En resumen, el diseño de una sembradora con ancho de siembra variable es un avance significativo en la ingeniería agrícola, ofreciendo una solución innovadora y eficiente a las limitaciones de las sembradoras tradicionales. Este proyecto ha demostrado que se puede mejorar tanto la flexibilidad como la eficiencia de las operaciones de siembra mediante la implementación de mecanismos ajustables y precisos, impactando positivamente en la rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura moderna. La integración de tecnologías avanzadas y un enfoque riguroso en el diseño y la fabricación han sido claves para el éxito de este proyecto, destacando la importancia de la ingeniería mecánica en la innovación y mejora continua de la maquinaria agrícola.

Recomendaciones

Consideramos que la problemática abordada en este proyecto ofrece un amplio campo para futuras investigaciones y desarrollos. En primer lugar, se podrían explorar y perfeccionar las soluciones planteadas en los capítulos iniciales, enfocándose en mejorar aún más la flexibilidad y eficiencia del sistema de ajuste de ancho de siembra.

Por otro lado, debido a limitaciones de tiempo y alcance, este proyecto no incluyó el diseño completo del sistema hidráulico ni la implementación de un circuito de control automatizado para el ajuste del ancho de siembra. Estudiar y desarrollar estos componentes críticos permitiría obtener una sembradora con un sistema de ajuste de ancho de siembra completamente automatizado y eficiente, lo que sería un paso importante hacia la comercialización de la máquina.

Además, sería beneficioso realizar un análisis de costos detallado para evaluar la viabilidad económica de la producción a escala de esta sembradora. Considerar estos aspectos financieros permitirá un enfoque más práctico hacia la implementación real de este proyecto en el mercado.

Por último, se podría aprovechar el trabajo realizado para investigar y desarrollar un sistema de amortiguación adaptable que funcione tanto en modo transporte como en modo trabajo. Este sistema podría mejorar significativamente la durabilidad y el rendimiento de la sembradora, garantizando un transporte seguro y eficiente sin comprometer la operatividad en el campo.

Bibliografía

[1] BALBUENA, NARDON, BOTTA. (2009). Sembradoras, generalidades y desempeño.

[2] PISTONI, Leonel. Informe sembradoras. UNR

[3] ING. AGR. JUAN RAGGIO, ING. AGR. EDURADO SOZA. (2021). Complemento sembradoras

[4] Ing. Di Cola, Américo, Ing. Costamagna, Marcelo. (2017). Recolector megafardos.

[5] Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos y máquinas

[6] Bagavathiannan, M.V., Norsworthy, J.K., Smith, K.L., Neve, P. (2011) Growth and reproduction of barnyard grass (Echinochloa crus-galli) under different soybean densities and distances from soybean rows. In: Proceedings of the Southern Weed Science Society Meeting, San Juan, PR.

[7] Bradley, K.W. (2006) A review of the effects of row spacing on weed management in corn and soybean.

[8]Cox, W.J., Cherney, J.H. (2011) Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate.

[9] ONU para la alimentación y la agricultura. Labor de la FAO en materia de cambio climático.

Disponible en: https://www.fao.org/climate-change/es#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones,mediante%20la%20aplicaci%C3%B3n%20en%20el

[10] INTA (2018). Dossier de Sembradoras.

Disponible en: https://www.engormix.com/agricultura/sembradoras/dossier-sembradoras_a41896/

[11] SAIJ. (1999). Fijación de normas para la circulación de máquinas agrícolas.

Anexos

Anexo A: Selección de parámetros por tablas

Dimensiones		Espesor	Peso Teórico	
mm	pulg	mm	kg/m	Kg
200 x 200	8" x 8"	3	18.63	111.76
		4	24.29	145.74
		4.5	27.39	166.64
		4.7	29.21	175.26
		6	35.82	214.92
		8	48.68	292.1
		9	52.34	314.04
		9.5	56.08	336.48

Tabla A-1: Selección tubo sección cuadrada para chasis y brazos

RECTANGULARES

lado x lado	Espesor en mm.											
mm.	3,0	4,0	5,0	6,0 - 6,3	7,1	8,0	10,0	12,0 - 12,5	14,2	16,0	17,5	20,0
160 x 80												
160 x 90												
160 x 100												
160 x 120												
160 x 140												
180 x 60												
180 x 80												
180 x 90												
180 x 100												
180 x 120												
180 x 140												
180 x 150												
200 x 80												
200 x 100												
200 x 120												
200 x 150												
220 x 80												

Tabla A-2: Selección tubo sección rectangular para unión brazos

Tubería Estructural Mecánica Redonda

Rango dimensional

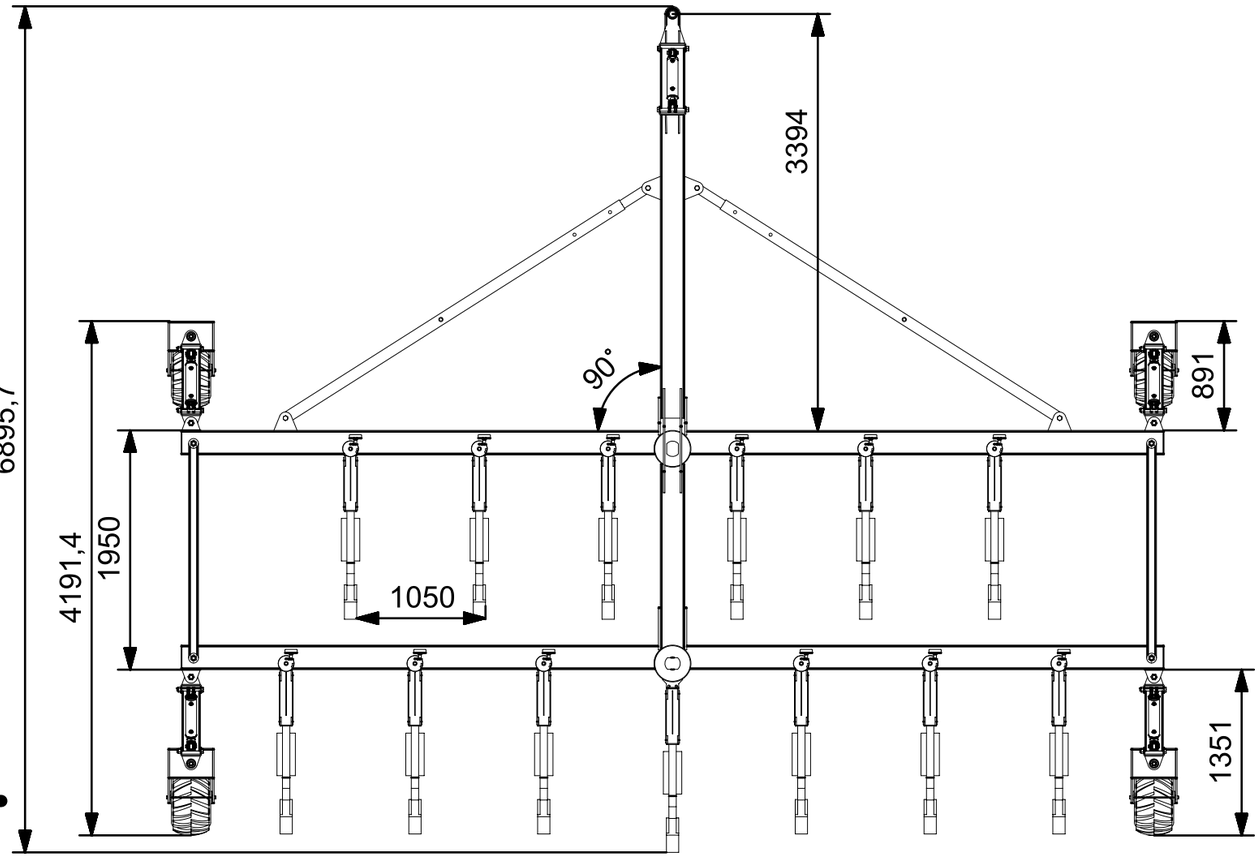
Diámetro nominal	Diámetro exterior		Espesor		Peso teórico	Pieza por paquete
pulgadas	pulgadas	mm	pulgadas	mm	kg/m	PxP
1/2	0.840	21	0.109	2.8	1.26	127
			0.090	2.3	1.06	127
			0.075	1.9	0.89	127
			0.060	1.5	0.72	127
3/4	1.050	27	0.113	2.9	1.72	91
			0.095	2.4	1.46	91
			0.075	1.9	1.18	91
			0.060	1.5	0.94	91
1	1.315	33	0.133	3.4	2.48	61
			0.104	2.6	1.95	61
			0.075	1.9	1.46	61
			0.060	1.5	1.17	61
1 1/4	1.660	42	0.140	3.6	3.41	44
			0.110	2.8	2.71	44
			0.090	2.3	2.25	44
			0.075	1.9	1.88	44
1 1/2	1.900	48	0.145	3.7	4.04	44
			0.114	2.9	3.23	44
			0.090	2.3	2.59	44

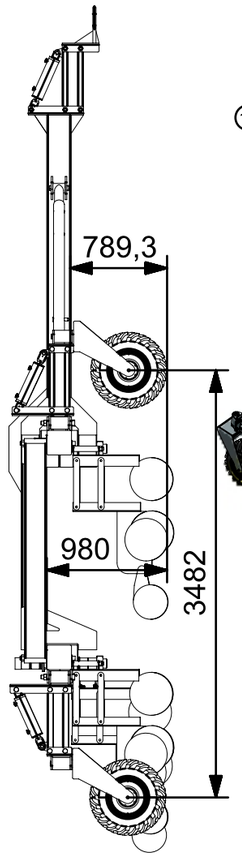
Diámetro nominal	Diámetro exterior		Espesor		Peso teórico	Pieza por paquete
pulgadas	pulgadas	mm	pulgadas	mm	kg/m	PxP
2 1/2	2.875	73	0.203	5.2	8.69	19
			0.145	3.7	6.32	19
			0.125	3.2	5.51	19
			0.105	2.7	4.68	19
			0.090	2.3	4.01	19
3	3.500	89	0.216	5.5	11.33	14
			0.170	4.3	8.98	14
			0.150	3.8	7.98	14
			0.125	3.1	6.57	14
			0.105	2.7	5.75	14
4	4.500	114	0.237	6.0	15.98	10
			0.185	4.6	12.41	10
			0.156	4.0	10.85	10
			0.125	3.1	8.48	10
			0.105	2.7	7.41	10
5	5.000	127	0.250	6.4	19.03	7
	5.563	141	0.188	4.0	13.51	7
			0.156	3.1	10.54	7
			0.125	5.6	18.70	7

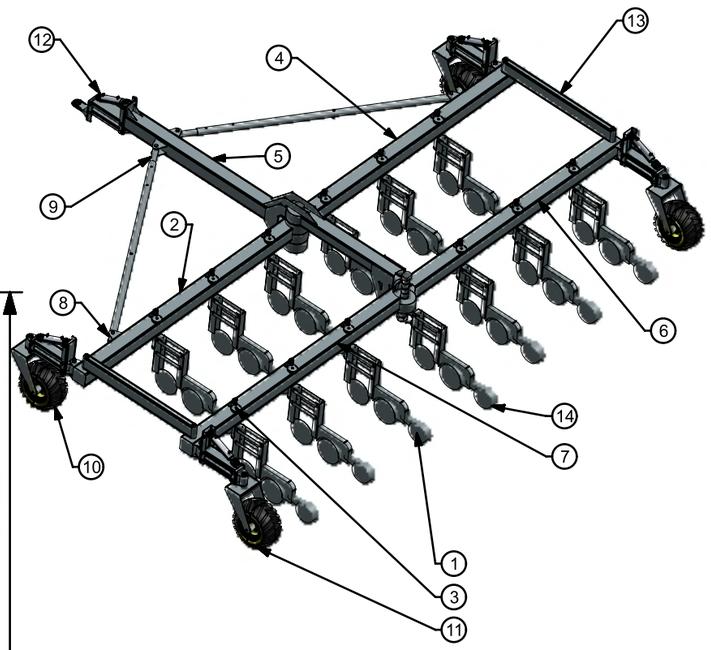
Tabla A-3: Selección tubos para rienda telelescópica

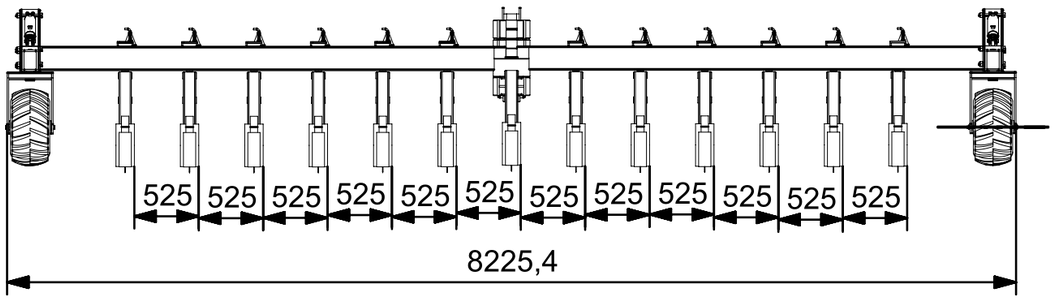
Anexo C: Planos

Se adjuntan a continuación todos los planos realizados junto con la correspondiente tabla donde se identifica cada uno.









POS.	PIEZA	CANT.
14	LINEA DE SIEMBRA ESPECIAL	1
13	UNION LARGUEROS	2
12	ENGANCHE	1
11	RUEDA TRASERA	2
10	RUEDA DELANTERA	2
9	TELESCOPICO INTERIOR	2
8	TELESCOPICO EXTERIOR	2
7	CONJUNTO IZQ TRASERO	1
6	CONJUNTO DER TRASERO	1
5	CONJ LANZA	1
4	CONJUNTO DER	1
3	SOPORTE CARRO	12
2	CONJUNTO IZQ	1
1	LINEA DE SIEMBRA	12

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768 CALIDAD MEDIA
RADIOS NO ACOTADOS 1/MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA 0.7 X ESPESOR MINIMO DE LA CHAPA A UNIR

ALL DIMENSIONS IN MM

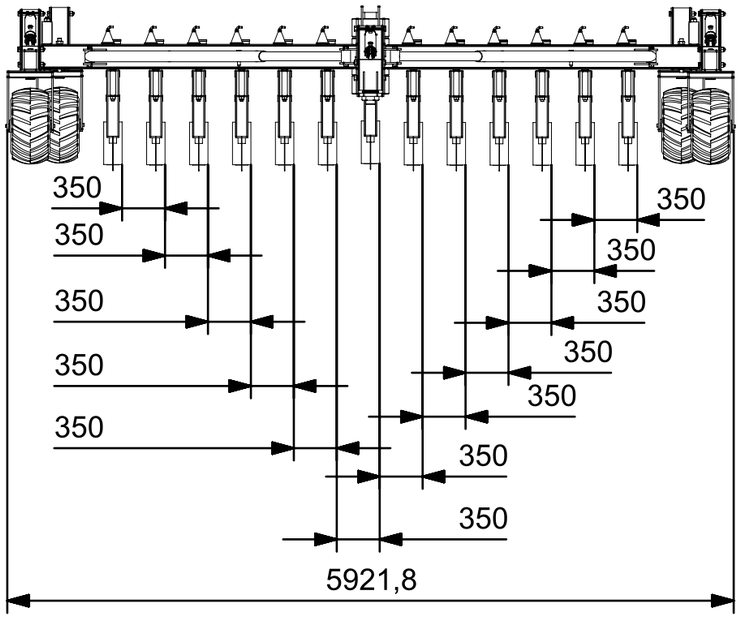
ESCUELA DE INEGIERA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

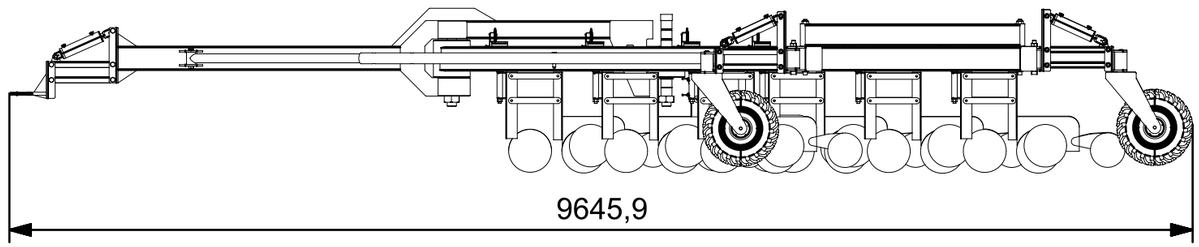
FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

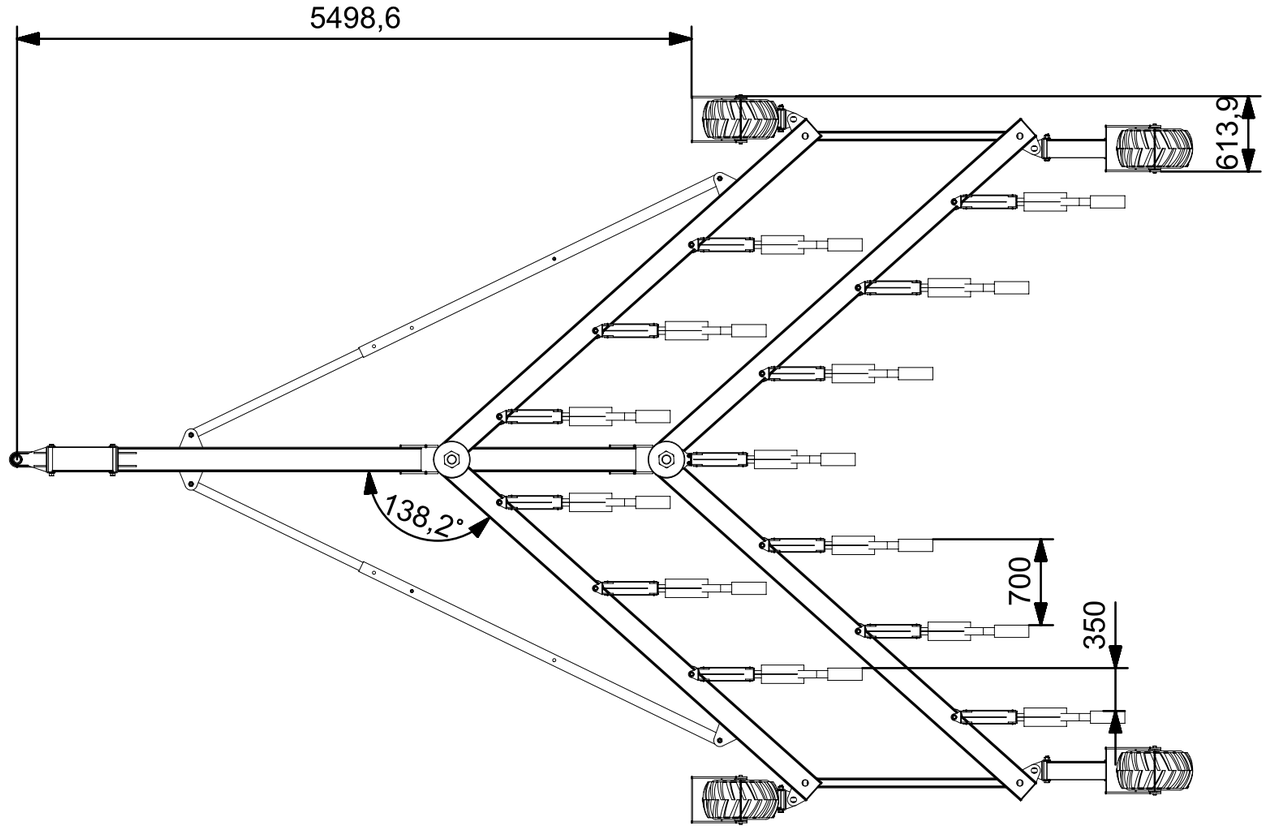
TITLE

CONJUNTO ARMADO COMPLETO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	MODELO TIJERA	A
ESCALA 1:50		SHEET 1 OF 1



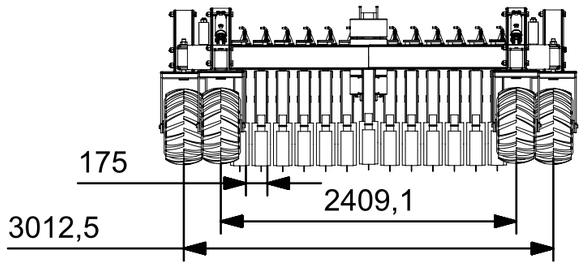


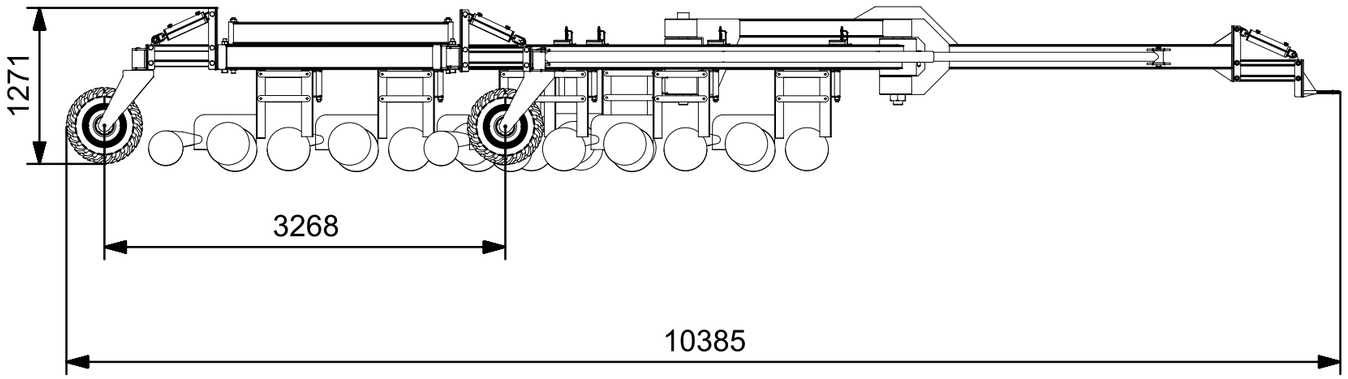


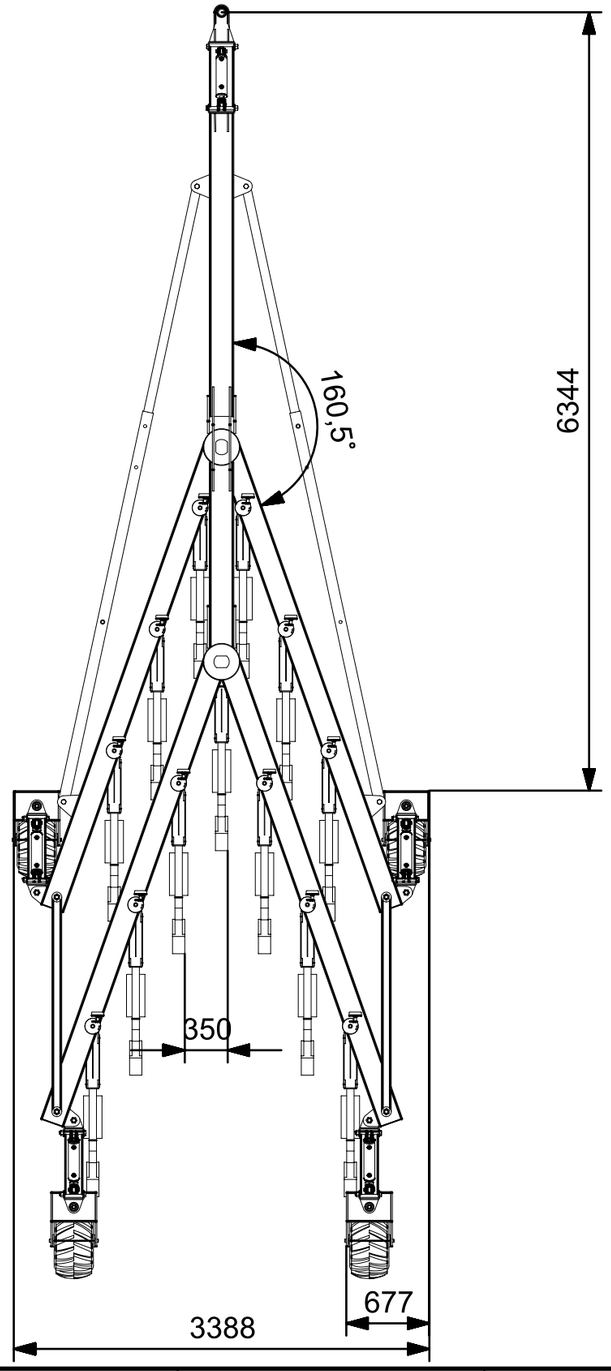
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768 CALIDAD MEDIA
RADIOS NO ACOTADOS 1/MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA 0.7 X ESPESOR MINIMO DE LA CHAPA A UNIR

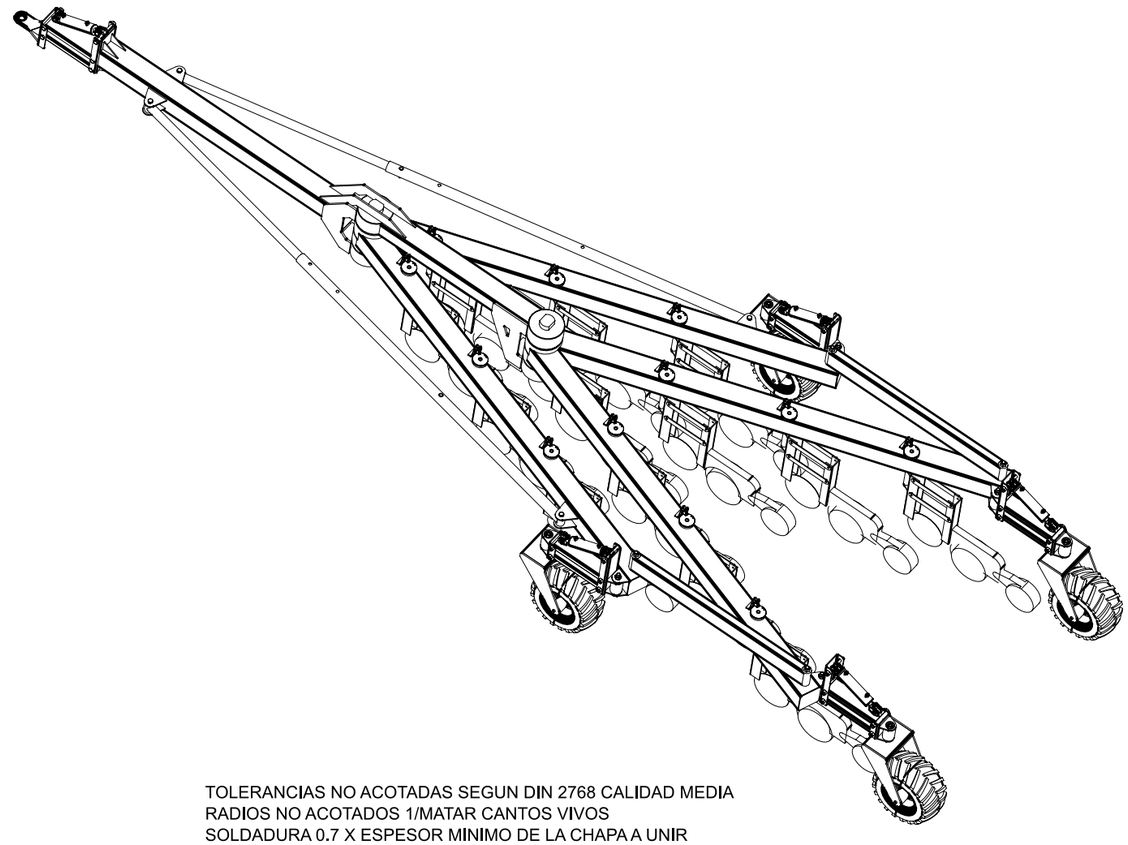
ALL DIMENSIONS IN MM

eim		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FIRST ISSUED	20/06/24	TITLE
DRAWN BY	OFARRELL	MODELO TIJERA A 35CM
CHECKED BY	AQUILANTI	
APPROVED BY	SISMONDI	SIZE A3 / DRG NO. MODELO TIJERA / SHEET REV A
		ESCALA 1:50 / 1







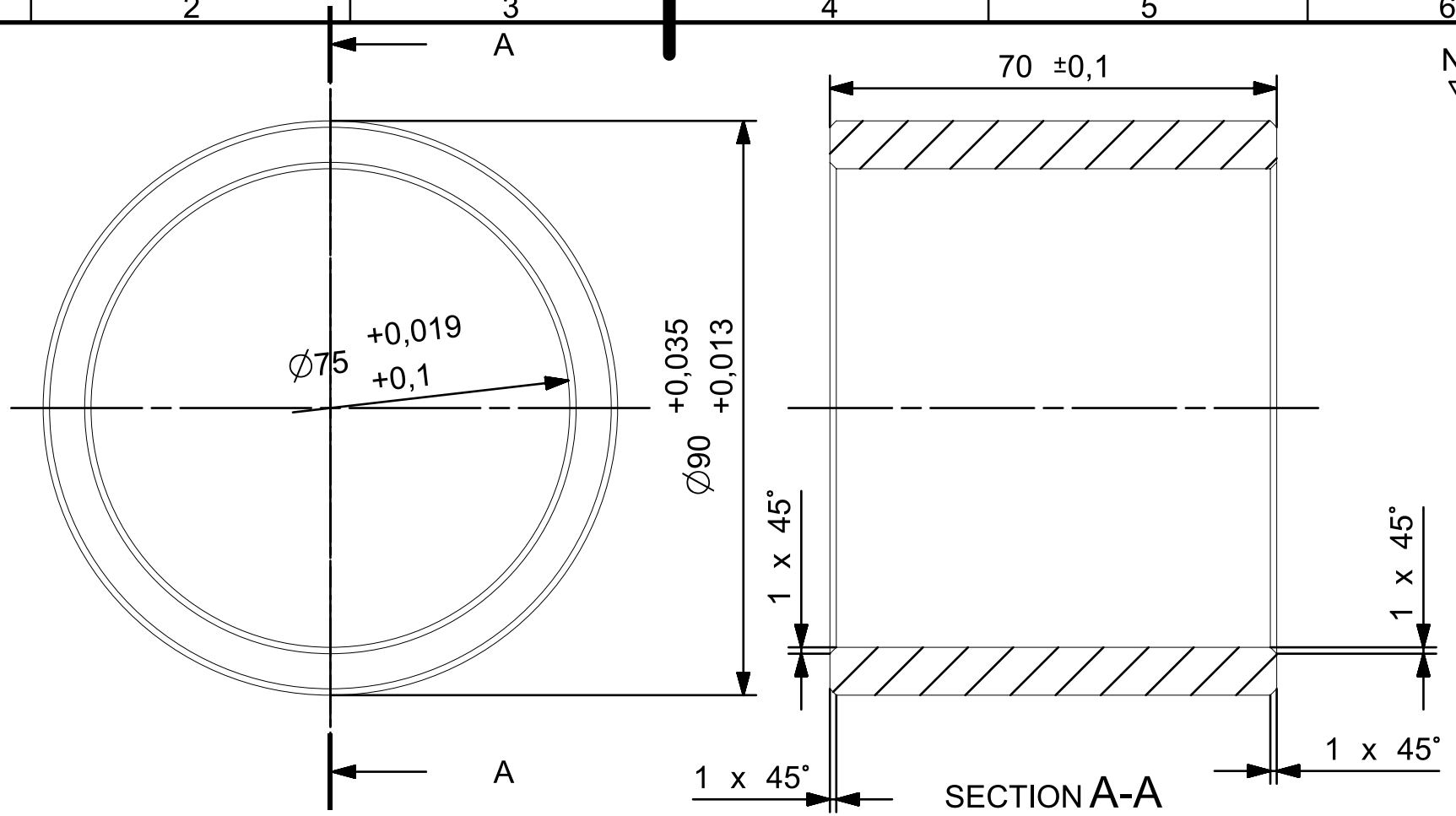


TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768 CALIDAD MEDIA
RADIOS NO ACOTADOS 1/MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA 0.7 X ESPESOR MINIMO DE LA CHAPA A UNIR

ALL DIMENSIONS IN MM

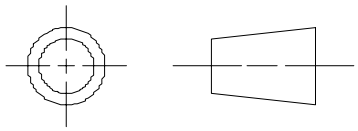
eim		ESCUALA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FIRST ISSUED	20/06/24	TITLE
DRAWN BY	AQUILANTI	MODELO TIJERA A 17.5CM
CHECKED BY	OFARRELL	
APPROVED BY	SISMONDI	SIZE A3 / DRG NO. MODELO TIJERA / SHEET REV A
		ESCALA 1:50 / 1

1 2 3 4 5 6 7 8 — A3



REDONDO DIAM. 95,25 X 71 LARGO	SAE 1045	8	1KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

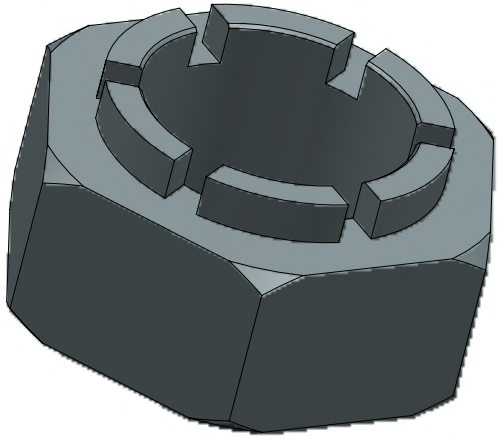
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

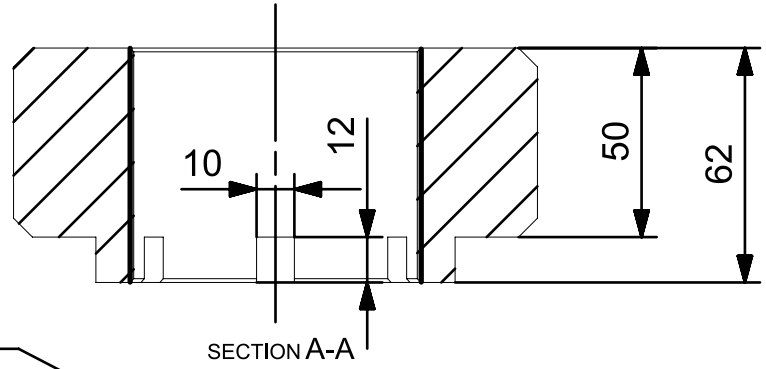
TITLE

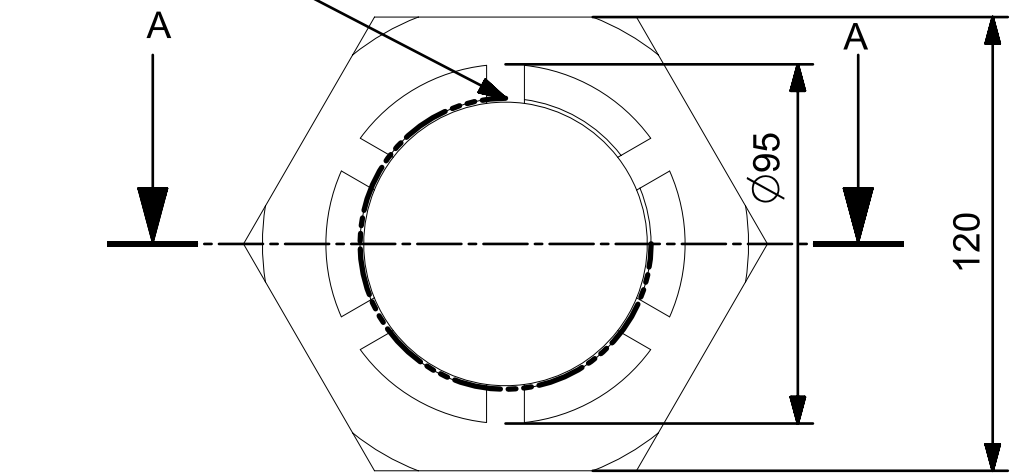
BUJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	buje perno union chasis_dwg1	A

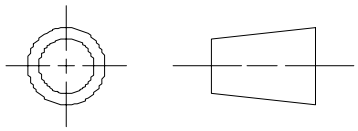
SCALE 1:1 | 1







RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

REDONDO DIAM. 139.7 X 62 LARGO	SAE 1045	2	3.3KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

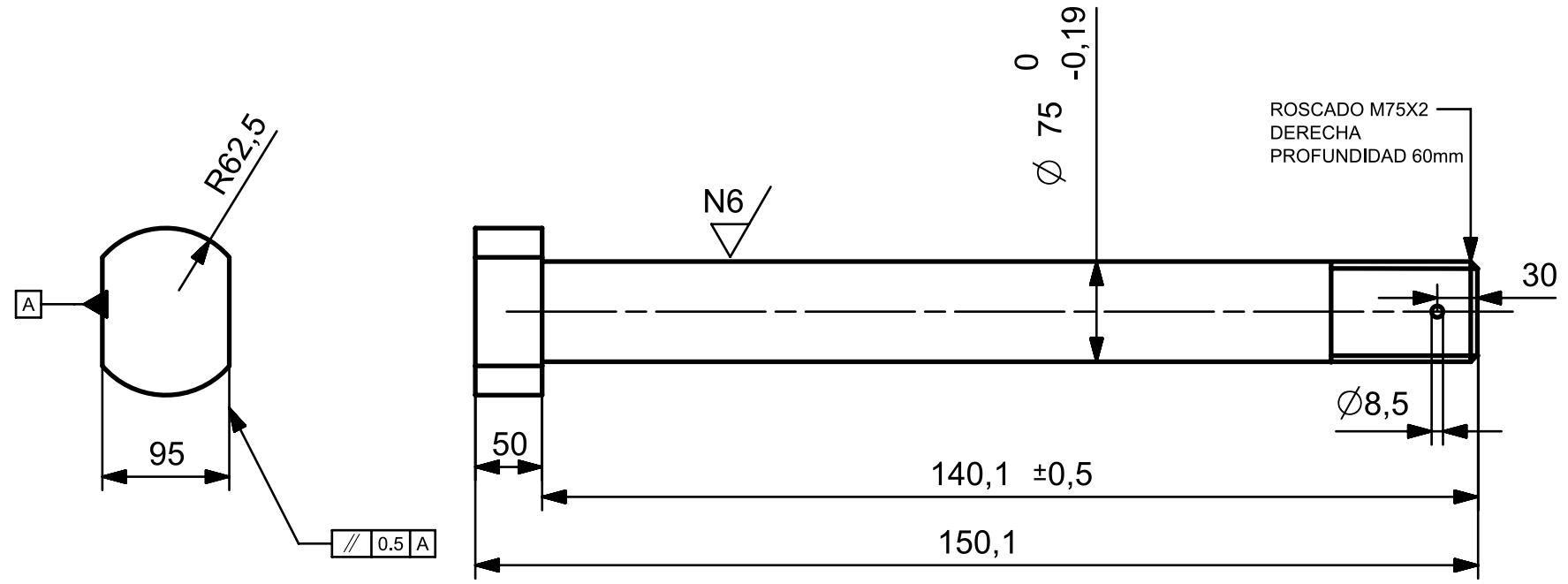
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

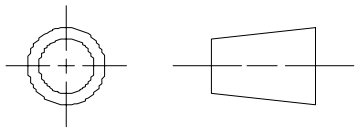
TUERCA CASTILLO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Tuerca perno pivot_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

REDONDO DIAM. 127 X 150.1 LARGO	SAE 1045	2	28KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

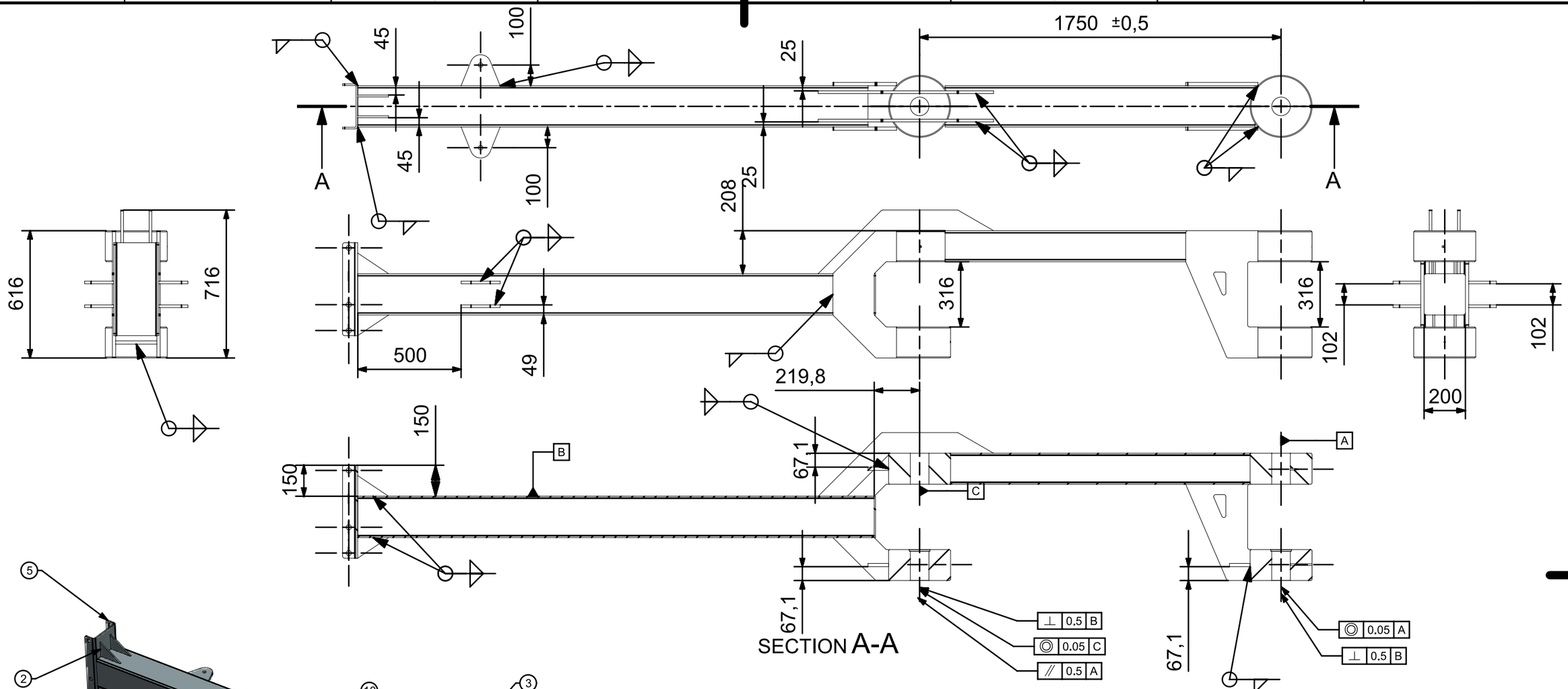
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

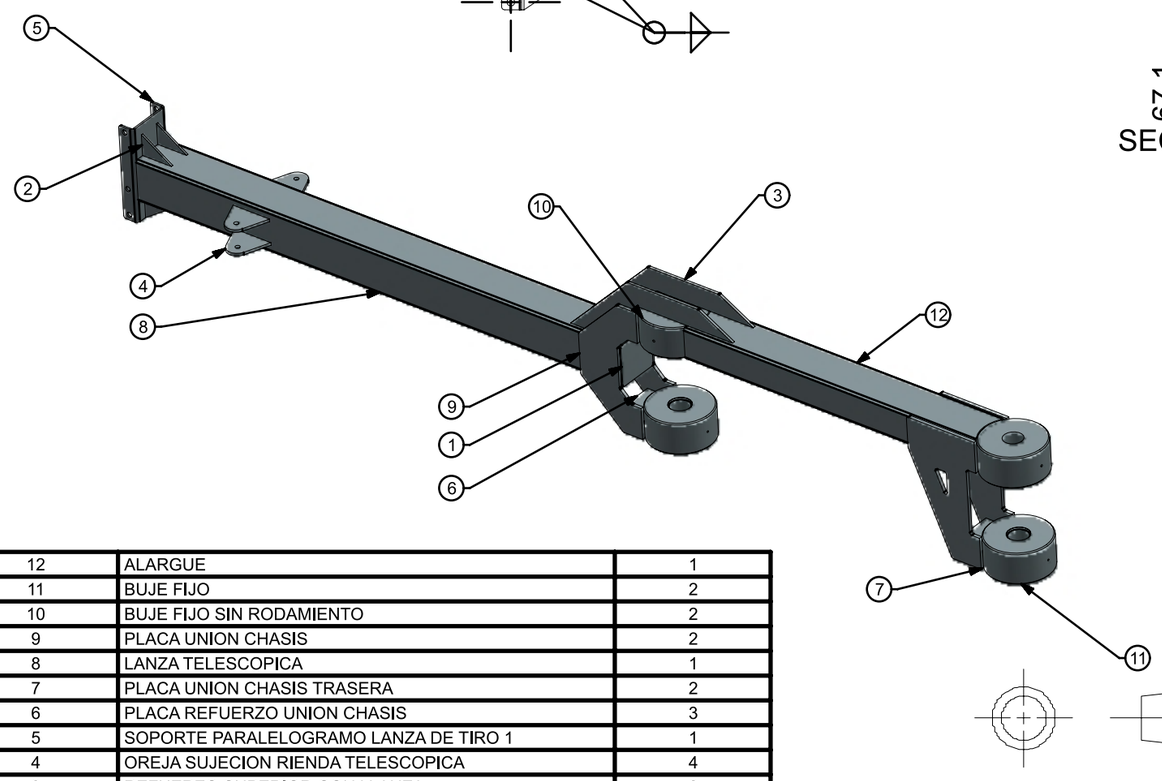
TITLE

EJE PIVOT

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Eje pivot_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4





POS.	PIEZA	CANT.
12	ALARGUE	1
11	BUJE FIJO	2
10	BUJE FIJO SIN RODAMIENTO	2
9	PLACA UNION CHASIS	2
8	LANZA TELESCOPICA	1
7	PLACA UNION CHASIS TRASERA	2
6	PLACA REFUERZO UNION CHASIS	3
5	SOPORTE PARALELOGRAMO LANZA DE TIRO 1	1
4	OREJA SUJECION RIENDA TELESCOPICA	4
3	REFUERZO SUPERIOR CONJ LANZA	2
2	ESCUADRA ENGANCHE	4
1	TAPA LATERAL LARGUERO	1

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA CHAPA DE MENOR ESPESOR X 0.7
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA
RESPETAR POSICION DE ALEMITES EN PIEZAS 10-11

ALL DIMENSIONS IN MM

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

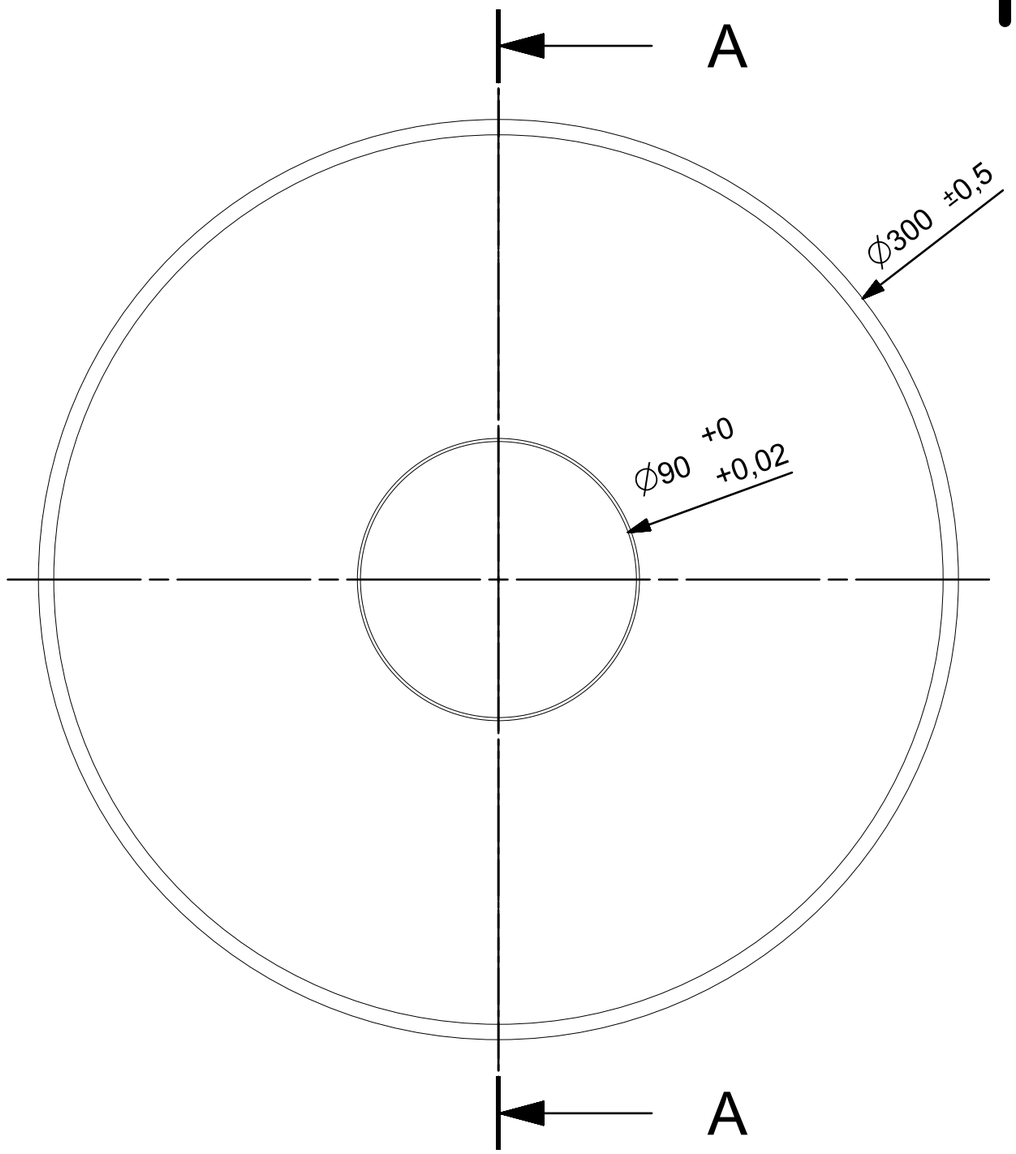
FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

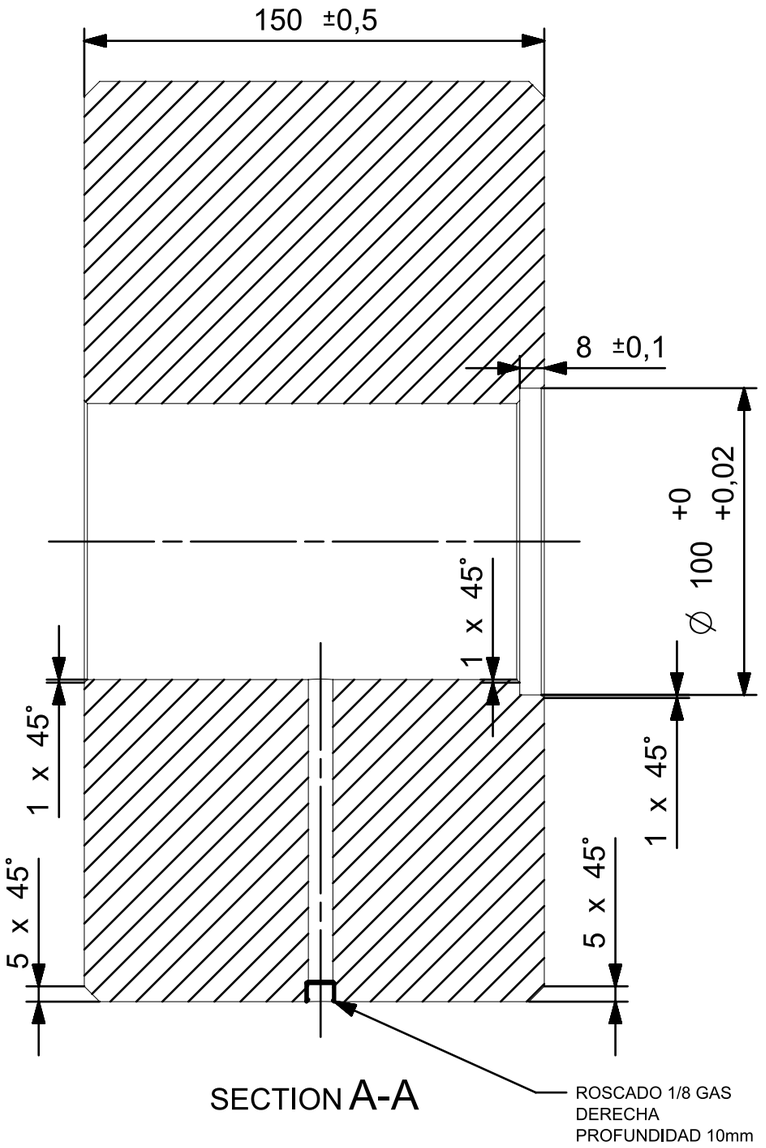
TITLE

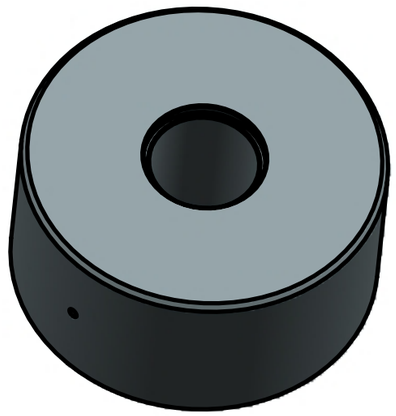
CONJUNTO SOLDADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	CONJ LANZA_dwg2	A

ESCALA 1:25 | 1







RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

ACERO FUNDIDO DIAM. 310mm X 155mm LARGO	SAE 1045	2	70KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

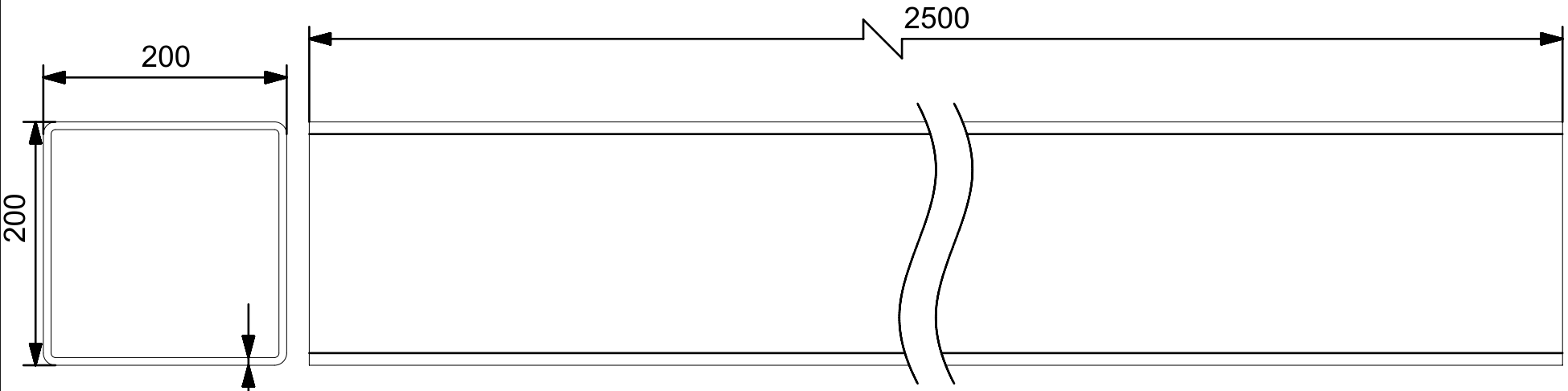
TITLE

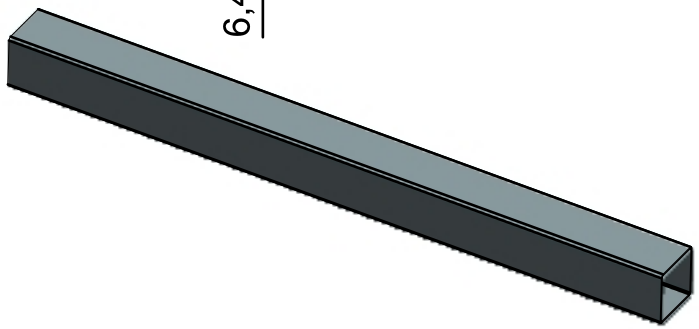
BUJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	Buje fijo_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A3

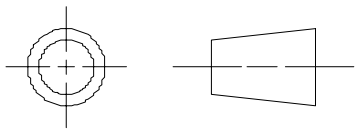
ALL DIMENSIONS IN MM





TUBO CUADRADO 200X200X6.35 X 2500 LARGO	SAE 1010	1	95KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

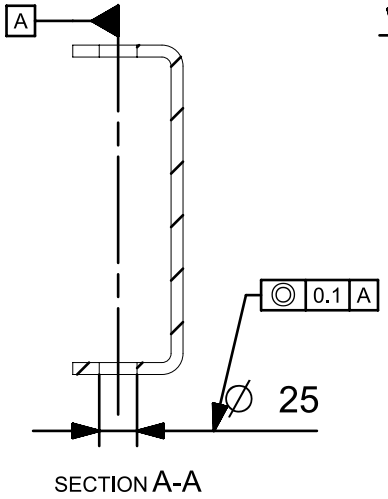
TITLE

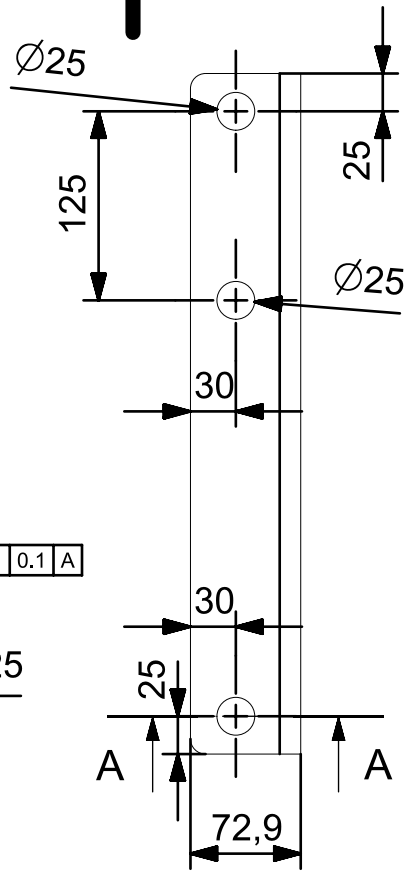
TUBO CUADRADO

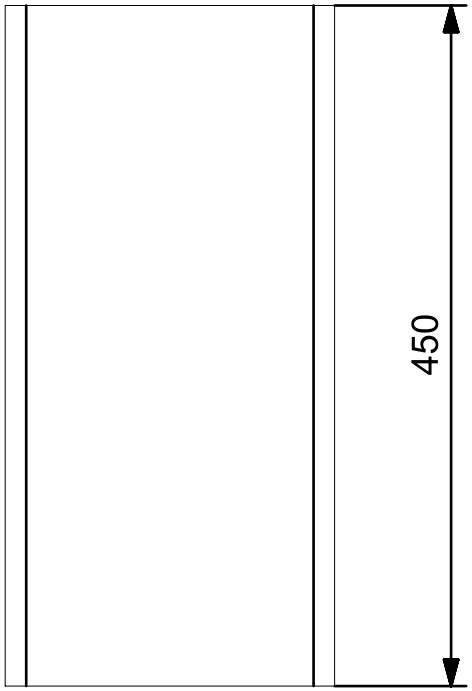
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	lanza telescopica_dwg1	A

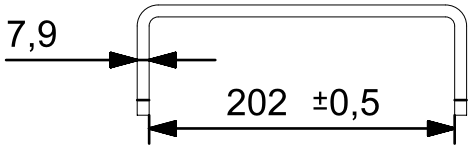
ESCALA 1:5 | 1





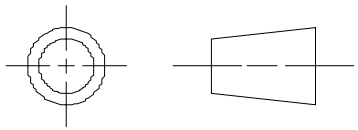






CHAPA LAM. EN CAL. ESP. 7.9	SAE 1010	1	9.2KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

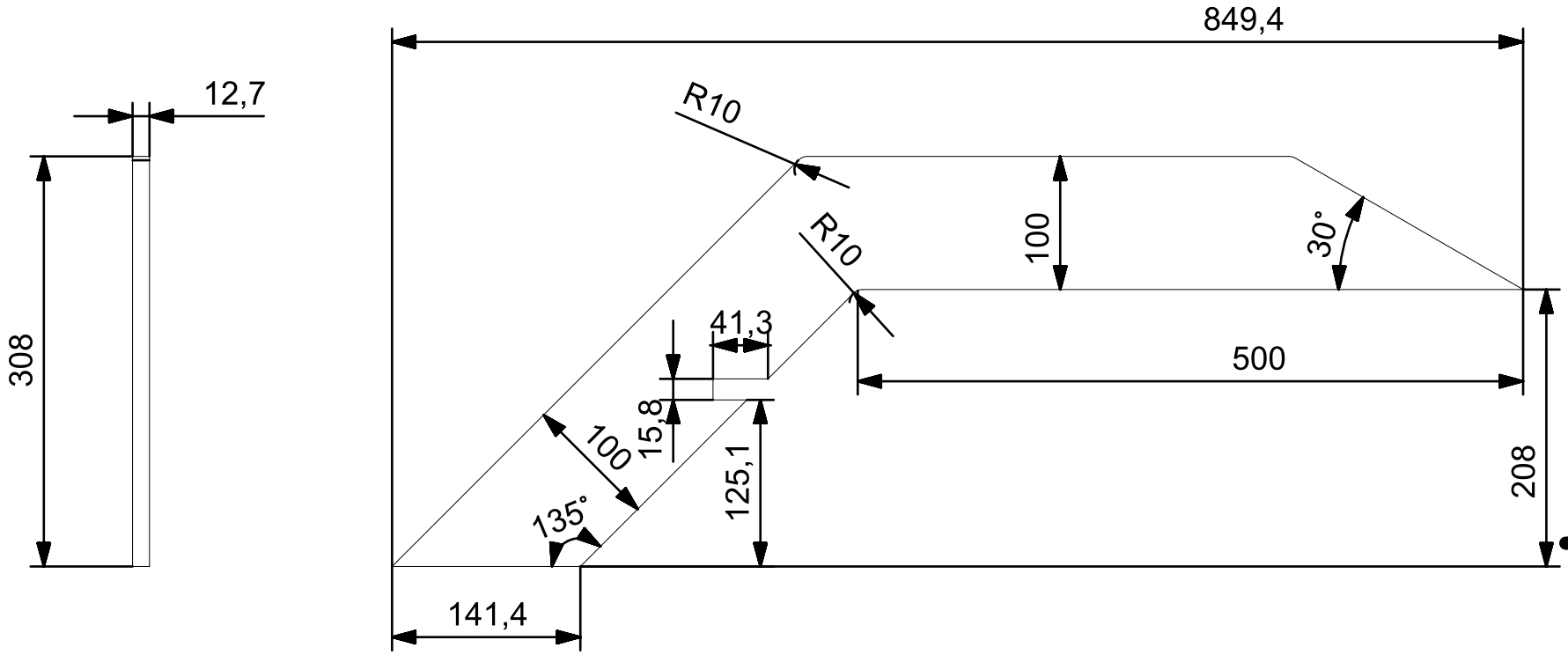
FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

TITLE

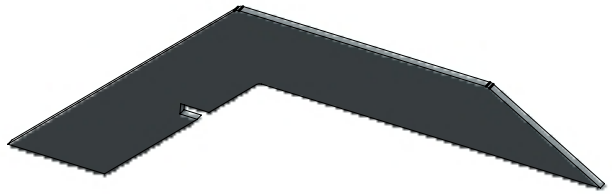
SOPORTE

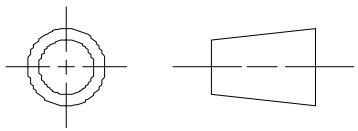
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Soporte paralelogramo lanza de tiro 1_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA





ALL DIMENSIONS IN MM

CHAPA LAM. EN CAL. ESP. 1/2"	SAE 1010	2	7.8KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

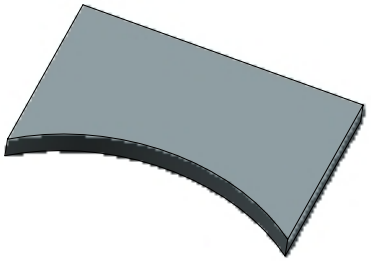
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

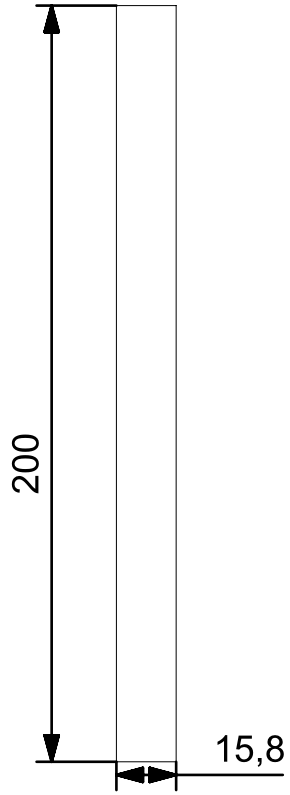
TITLE

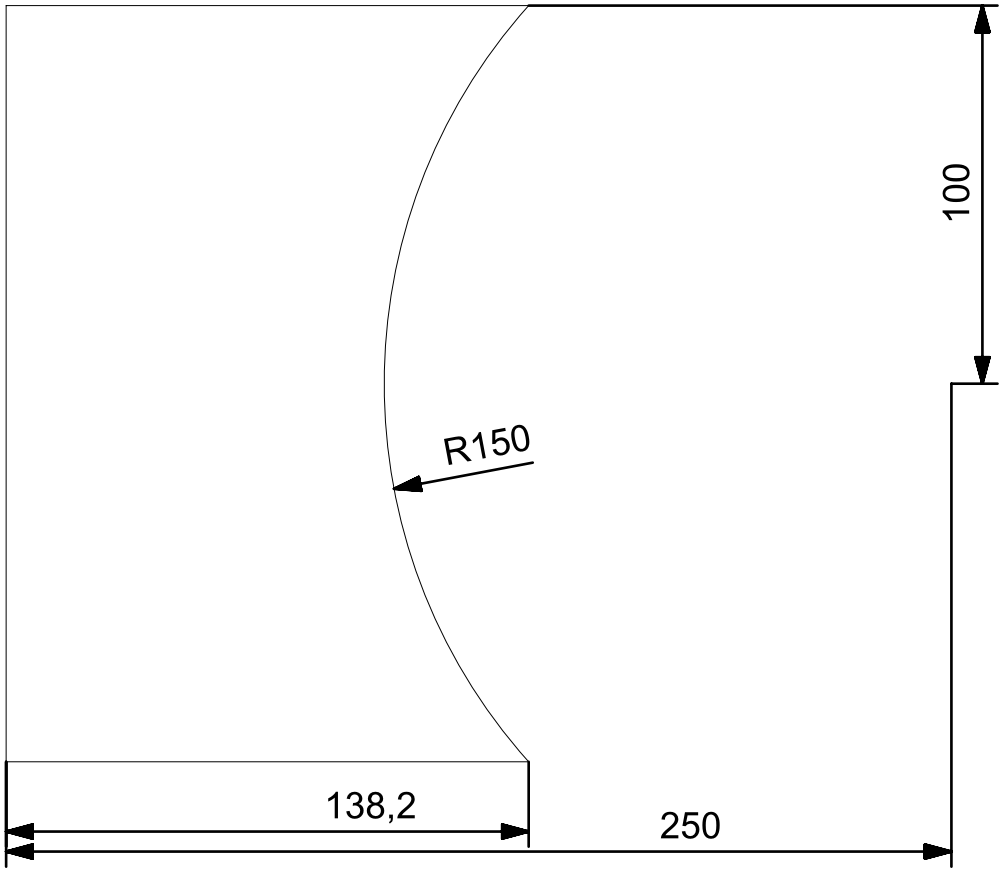
PLACA

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Refuerzo superior conj lanza_dwg1	A

ESCALA 1:5 | 1

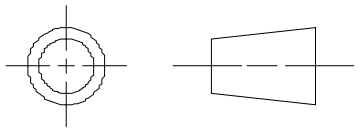






CHAPA LAM. EN CAL. ESP. 5/8"	SAE 1010	3	2.7KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

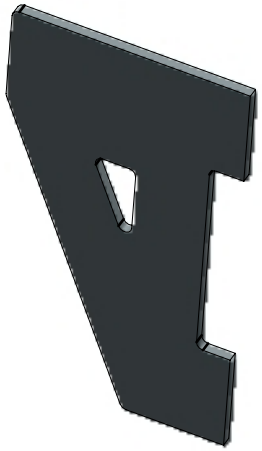
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

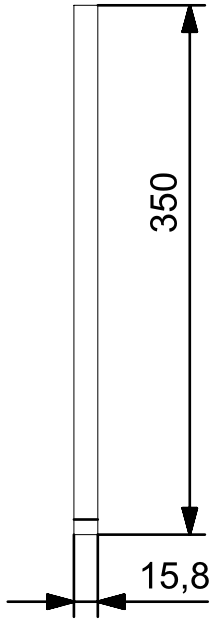
TITLE

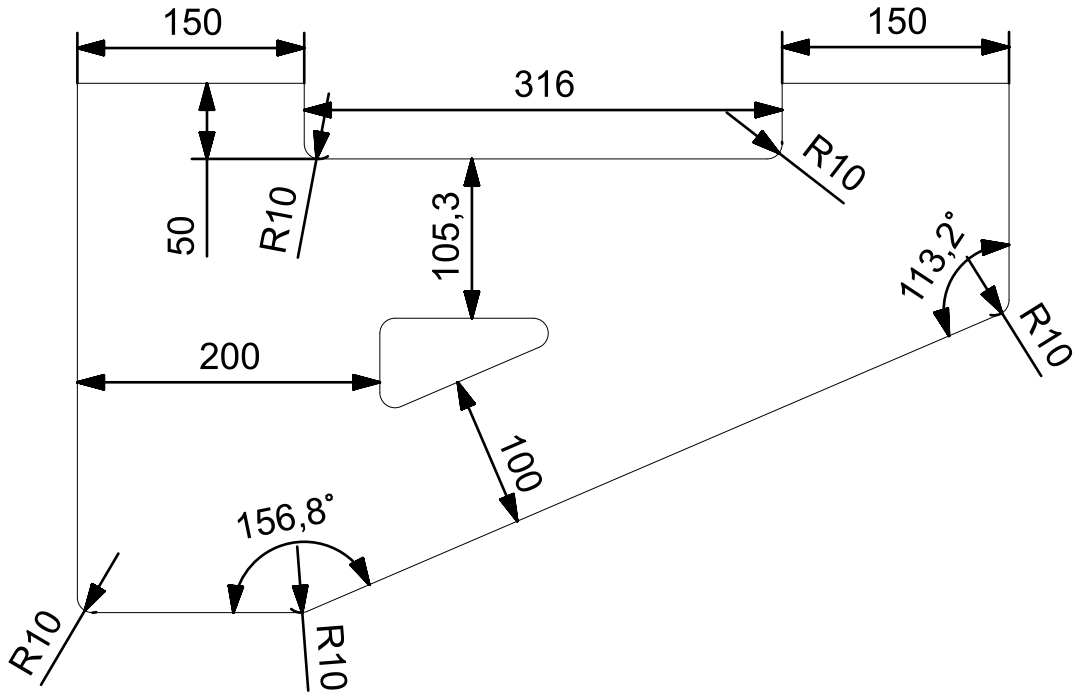
CHAPA REFUERZO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	placa refuerzo union chasis_dwg1	A

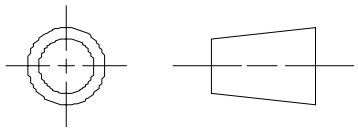
ESCALA 1:2 | 1 | A4







RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

CHAPA LAM. EN CAL. ESP. 5/8"	SAE 1010	2	18KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	23/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

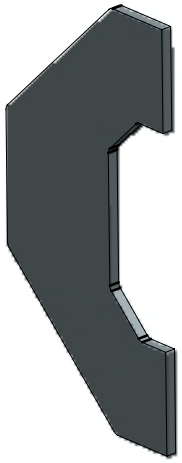
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

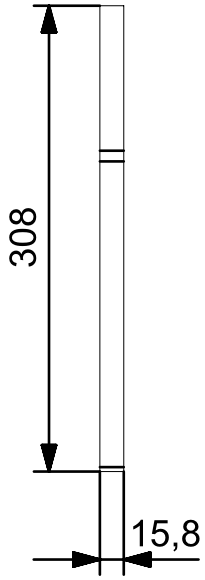
TITLE

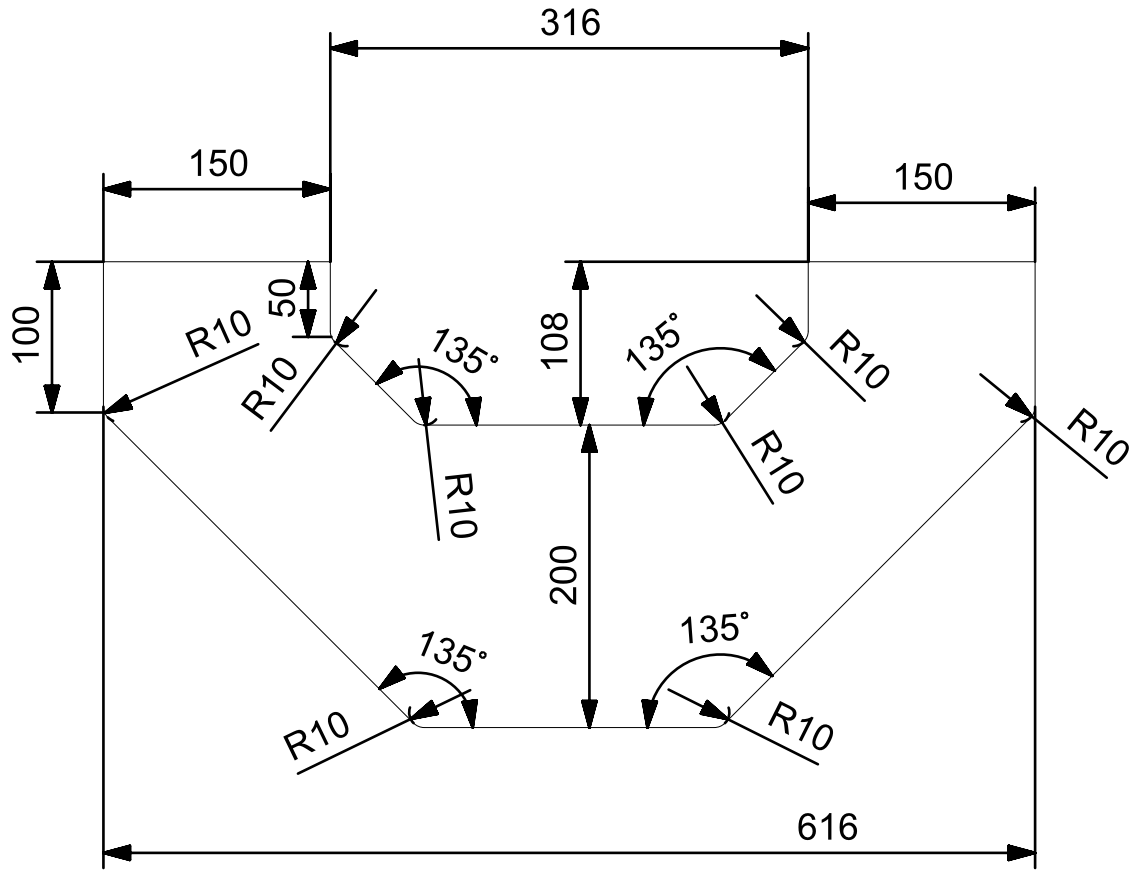
CHAPA UNION

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	placa union chasis trasera_dwg1	A

ESCALA 1:5 | SHEET 1 OF 1

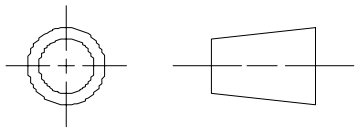






CHAPA LAM. EN CAL. ESP. 5/8"	SAE 1010	2	14KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

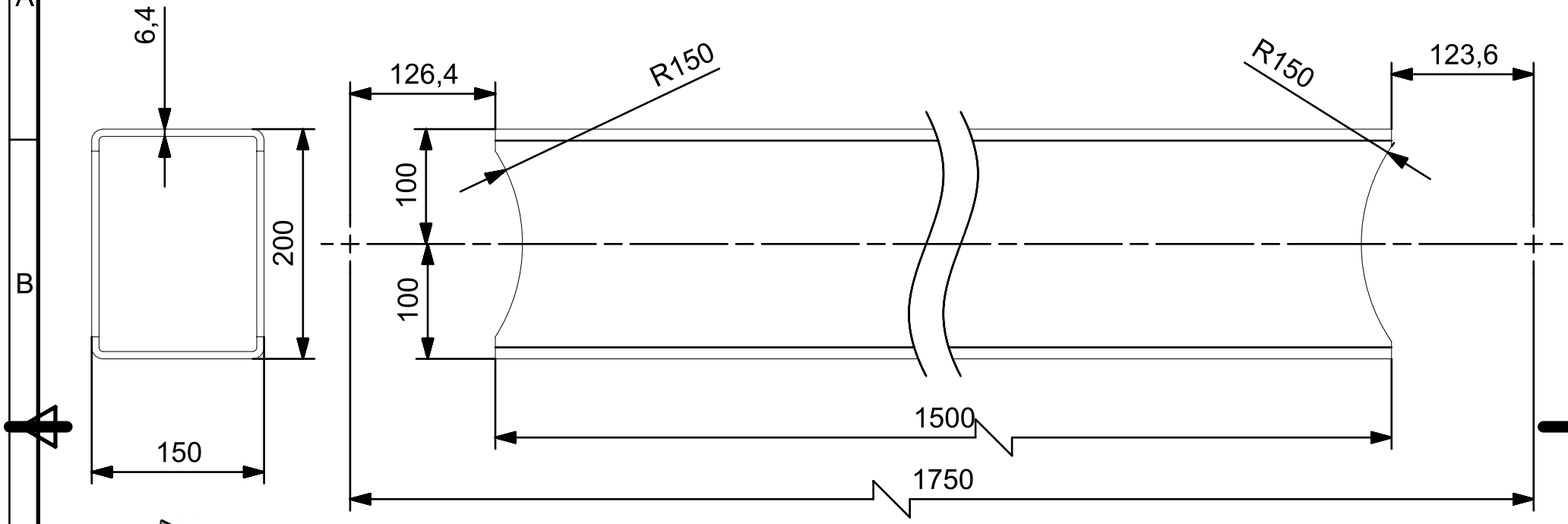
TITLE

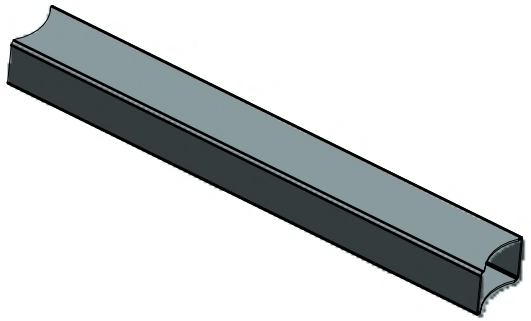
CHAPA

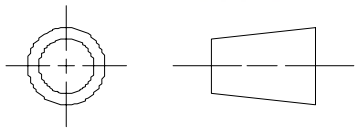
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	placa union chasis_dwg1	A

ESCALA 1:5 | SHEET 1 OF 1

A4







RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

TUBO RECTANGULAR 150 X 200 X 6.35 X 1750 DE LARGO	SAE 1010	1	48KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGNIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

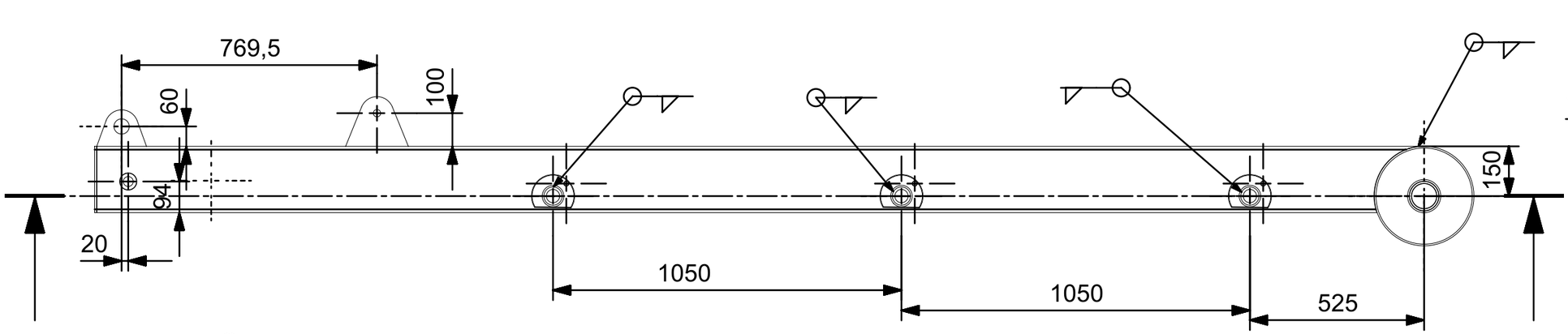
TITLE

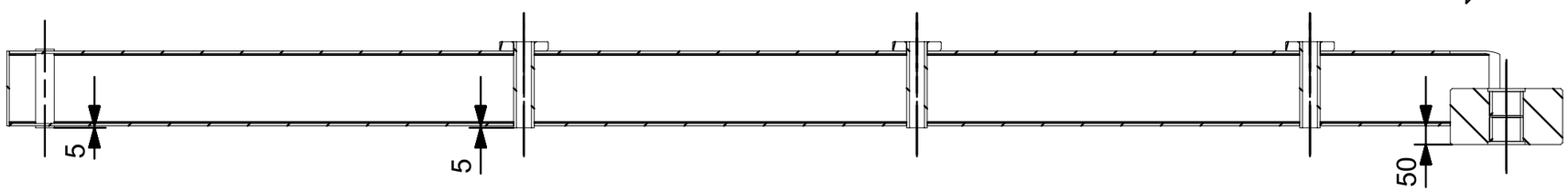
TUBO CUADRADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	alargue_dwg1	A

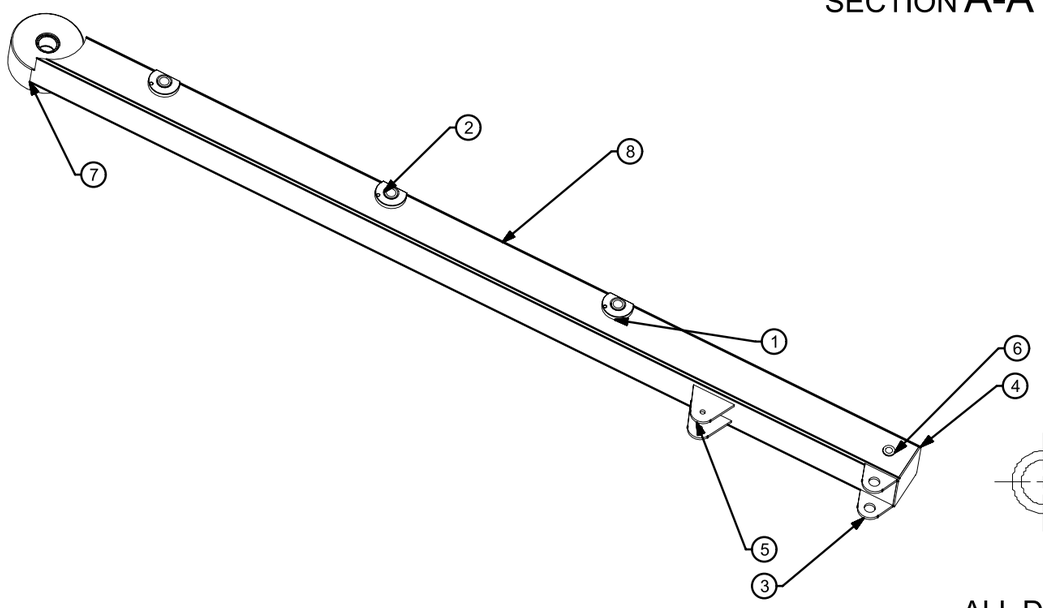
ESCALA 1:5 | 1

ALL DIMENSIONS IN MM





SECTION A-A



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA: ESPESOR MINIMO DE CHAPA X 0,7
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

POS.	PIEZA	CANT.
8	LARGO DERECHO	1
7	BUJE IZQ	1
6	BUJE SOLDADO UNION ENTRE LARGUEROS	1
5	OREJA SUJECION RIENDA TELESCOPICA	2
4	TAPA LATERAL LARGUERO	1
3	AGARRE BOTELLA RUEDA	2
2	BUJE SOLDADO AMARRE CARRO	3
1	PLACA FIJACION CARRO EN CHASIS	3

ALL DIMENSIONS IN MM

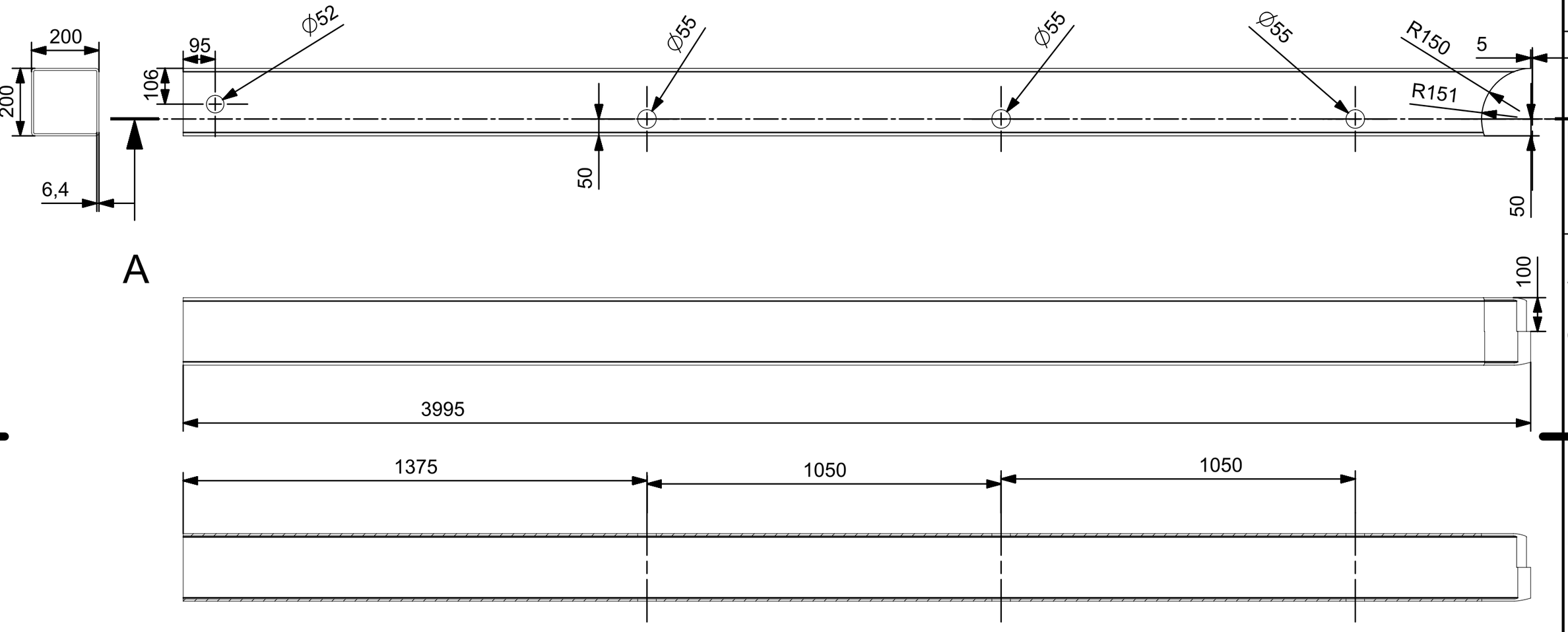
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

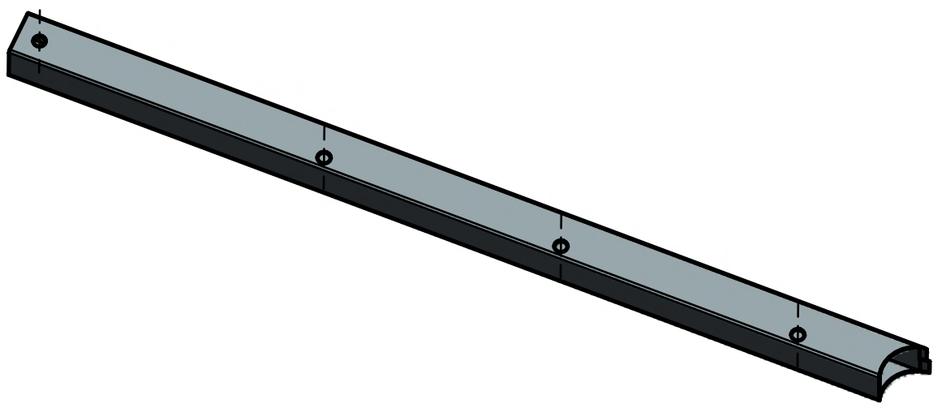
TITLE: BRAZO IZQUIERDO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	CONJUNTO IZQ_dwg2	A

ESCALA 1:5 | HOJA 1



SECTION A-A



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

ALL DIMENSIONS IN MM

TUBO CUADRADO 200X200X6.35X 4000LARGO	SAE 1010	2	146KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

FIRST ISSUED	21/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

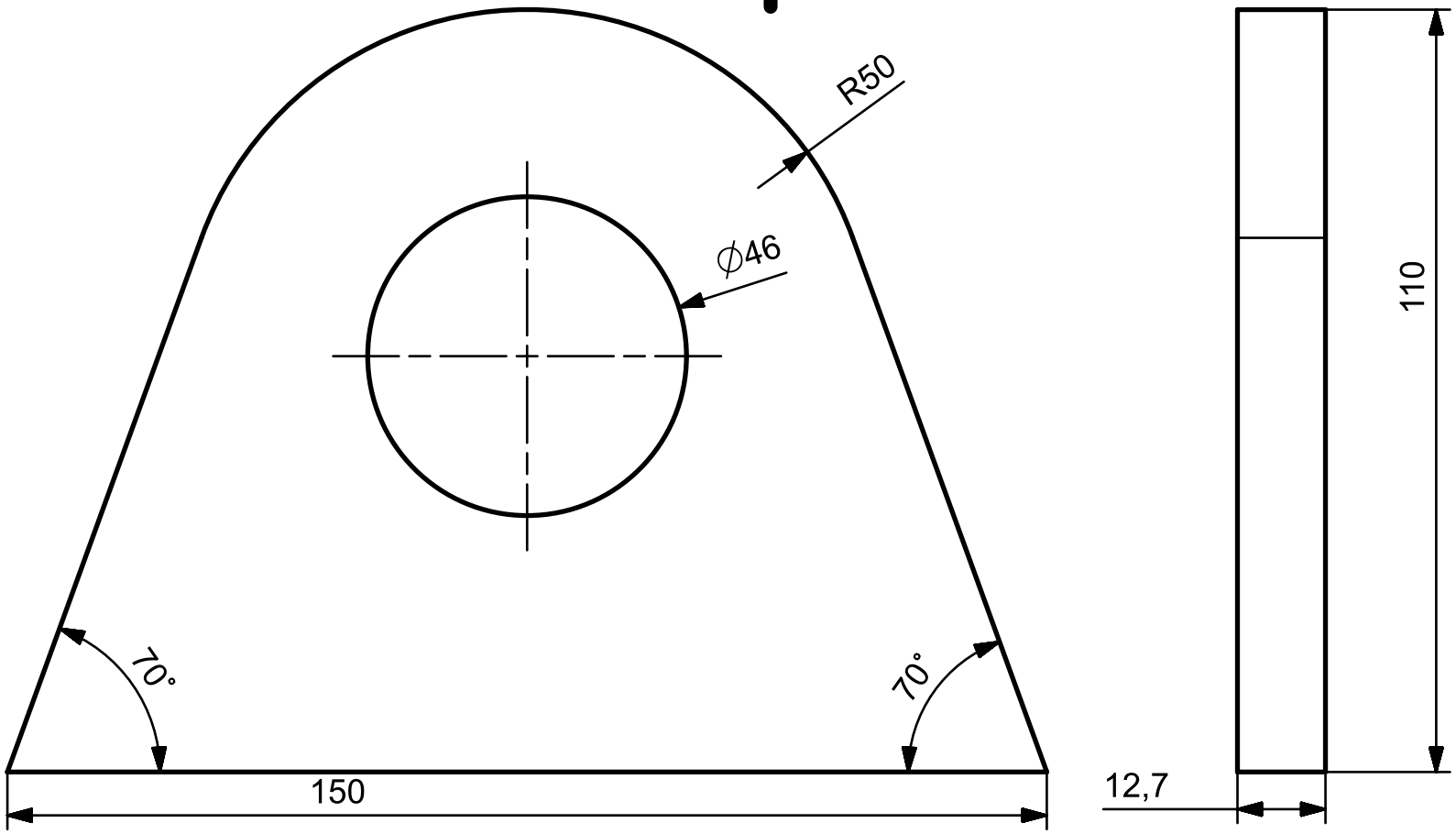
TITLE

TUBO CUADRADO

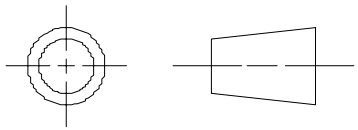
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	LARGO DERECHO_dwg1	A

ESCALA 1:5 | SHEET 1 OF 1

A3



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

CHAPA LAM. EN CALIENTE ESP. 12.7mm	SAE 1010	8	1KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	21/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

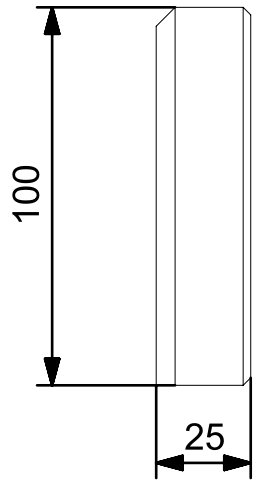
TITLE

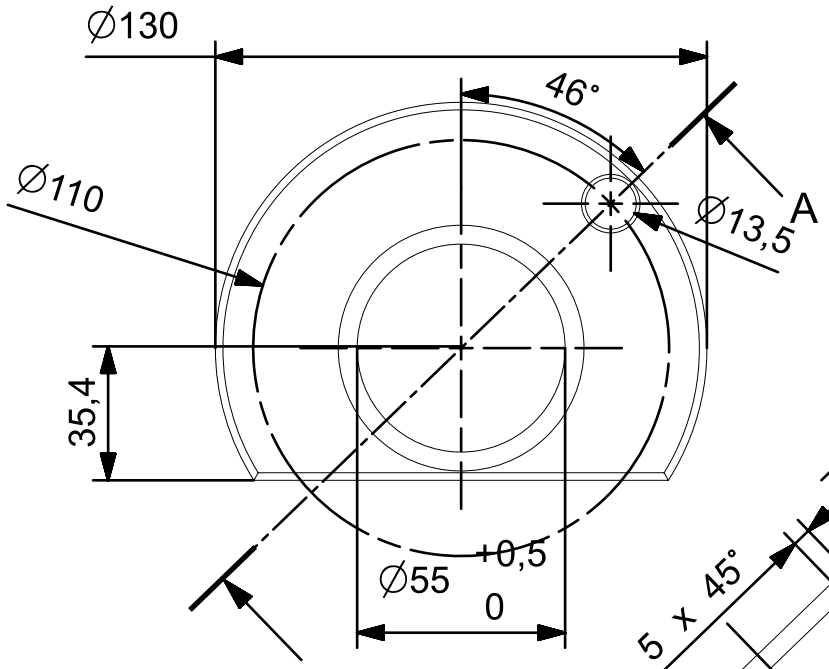
AGARRE

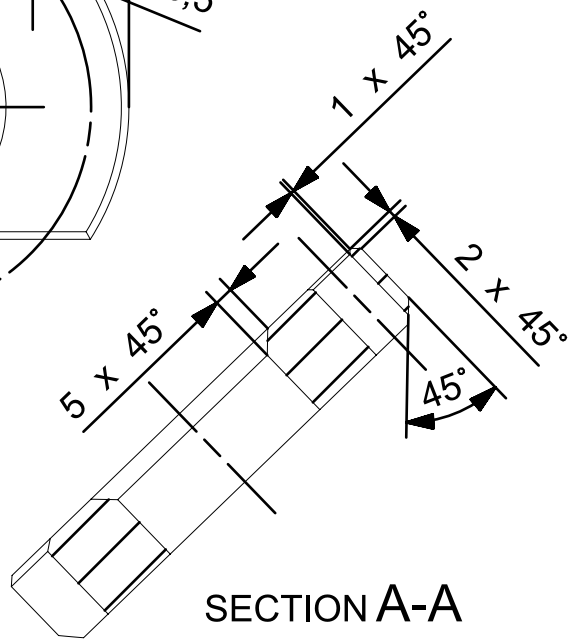
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Agarre botella rueda_dwg1	A

ESCALA 1:1 | SHEET 1 OF 1

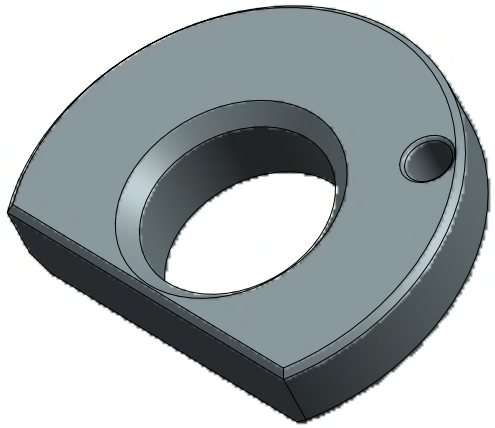
A4

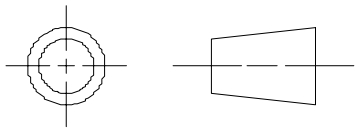






SECTION A-A





RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 139.7 X 25 LARGO	SAE 1045	12	1.5KG

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

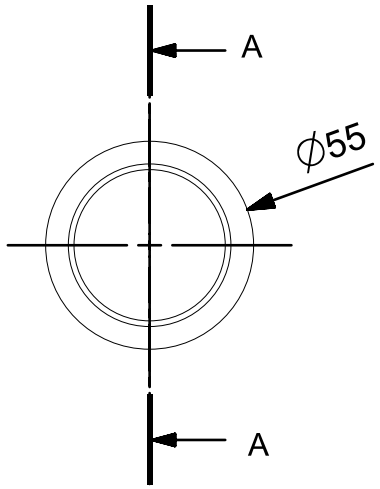
TITLE

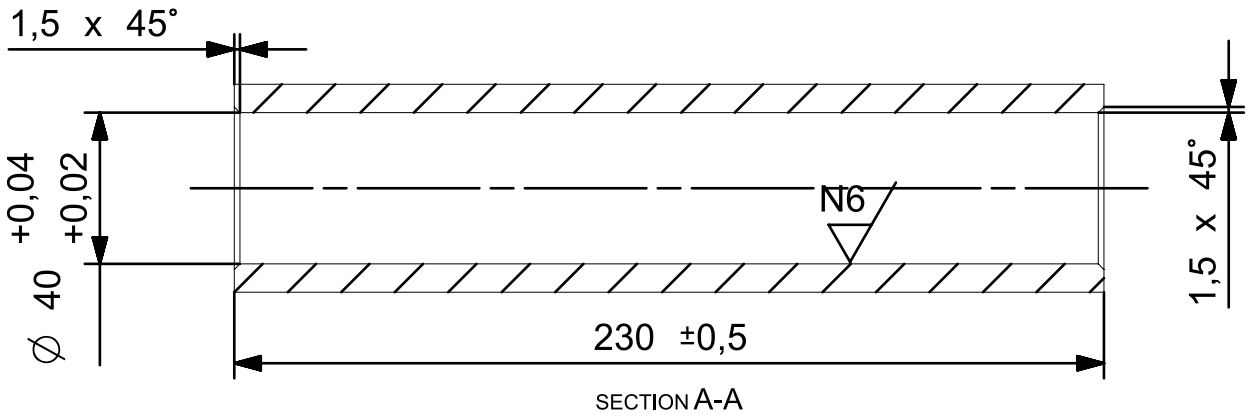
PLACA FIJACION SOLDADA

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Placa fijacion carro en chasis_dwg1	A

ESCALA 1:2 | SHEET 1 OF 1

N8 (N6)



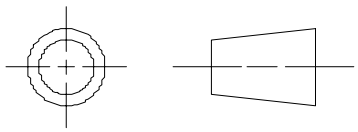


SECTION A-A



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 57.15 X 230 LARGO	SAE 1045	12	2KG.



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	20/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

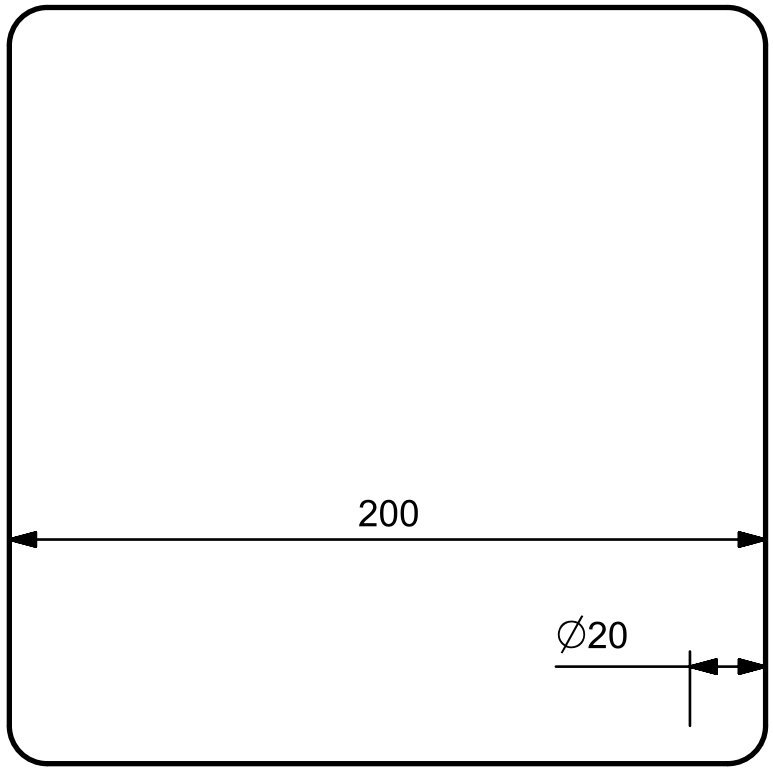
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

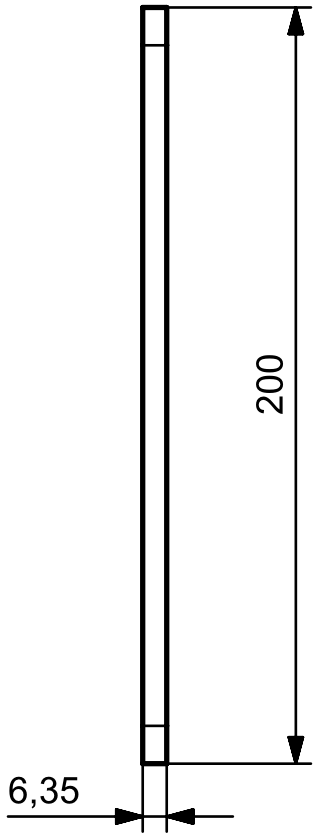
TITLE

BUJE

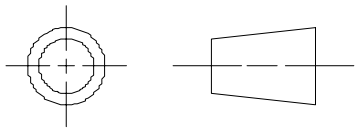
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	buje soldado amarre carro_dwg1	A

ESCALA 1:2 | SHEET 1 OF 1





RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

CHAPA LAM. CAL. ESP. 6.35mm	SAE 1010	4	1.9KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	21/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

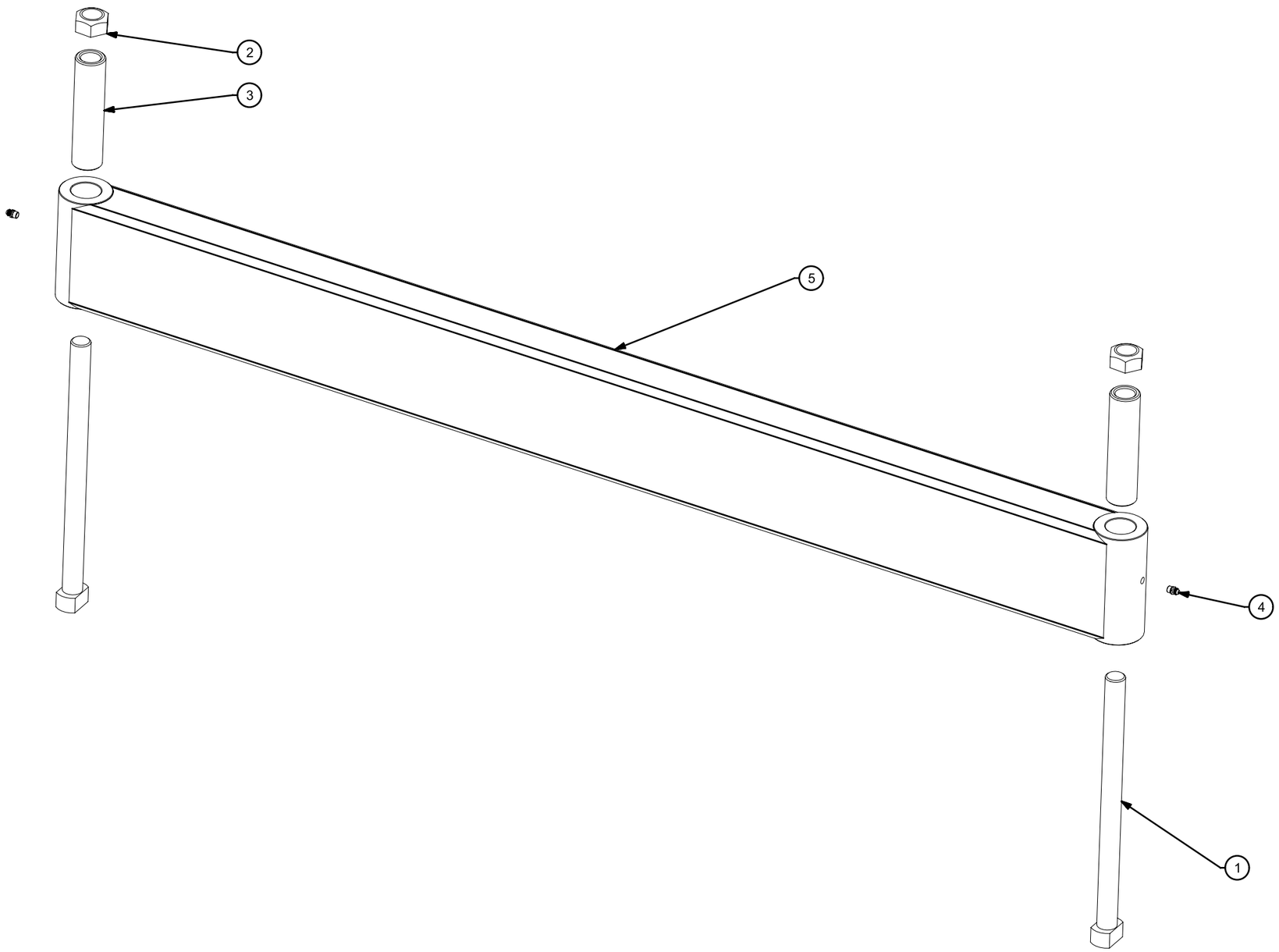
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

TAPA

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Tapa lateral larguero_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4

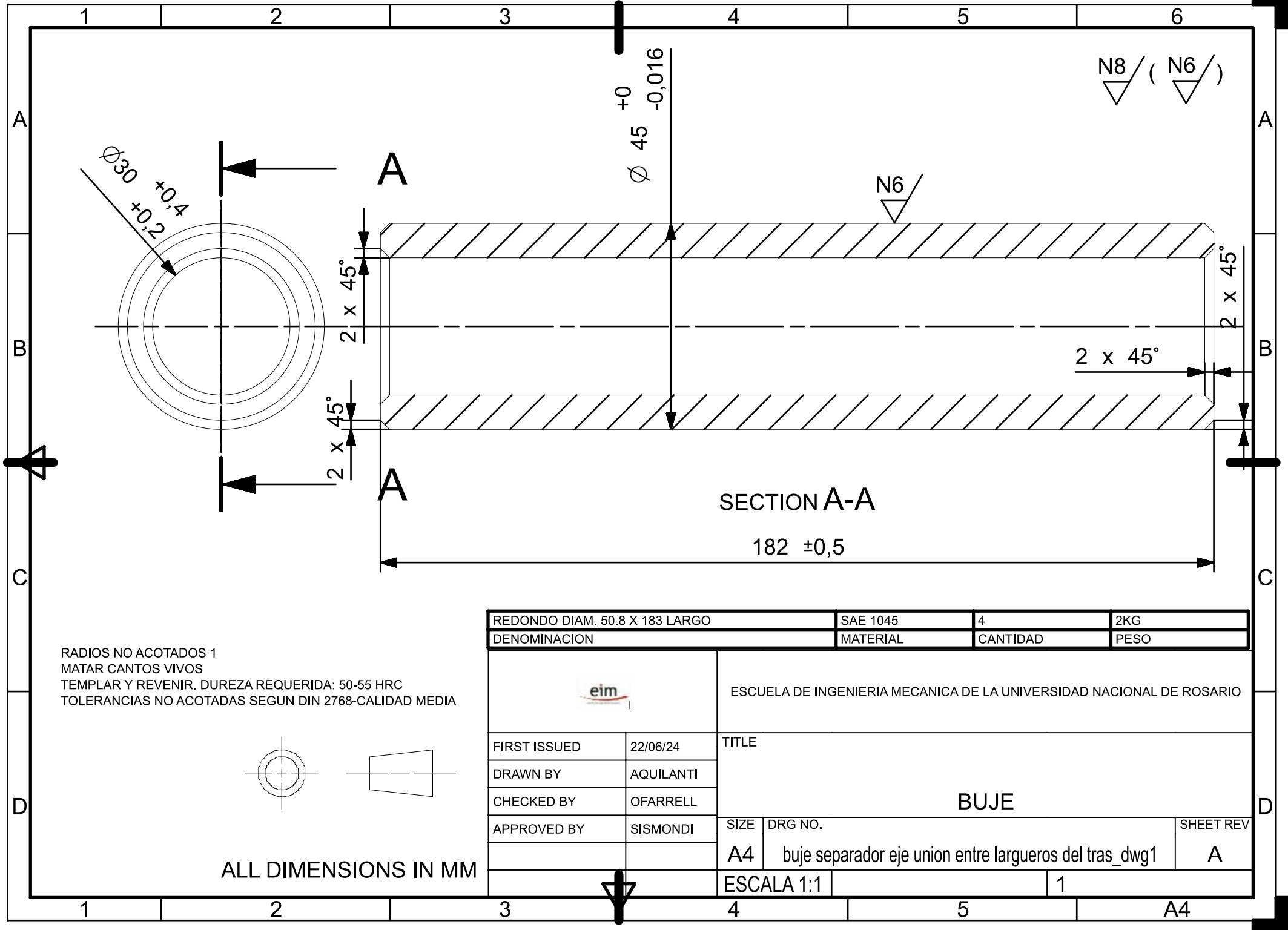


5	SOLDADO LARGUEROS	1
4	1_8_PTF_FITTINGS_1610-BL_X_T	2
3	BUJE SEPARADOR EJE UNION ENTRE LARGUEROS DEL TRAS	2
2	TUERCA M30	2
1	EJE UNION LARGUEROS DEL Y TRAS	2
POS.	PIEZA	CANT.

ALL DIMENSIONS IN MM

CONJUNTO ARMADO	VER LISTA	2	58KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

eim		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	
FIRST ISSUED	21/06/24	TITLE	
DRAWN BY	OFARRELL	CONJUNTO UNION LARGUEROSO	
CHECKED BY	AQUILANTI		
APPROVED BY	SISMONDI	SIZE: A3	DRG NO.: UNION LARGUEROS
			SHEET REV: A
		1:2	SHEET 1 OF 1



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 50,8 X 183 LARGO	SAE 1045	4	2KG

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

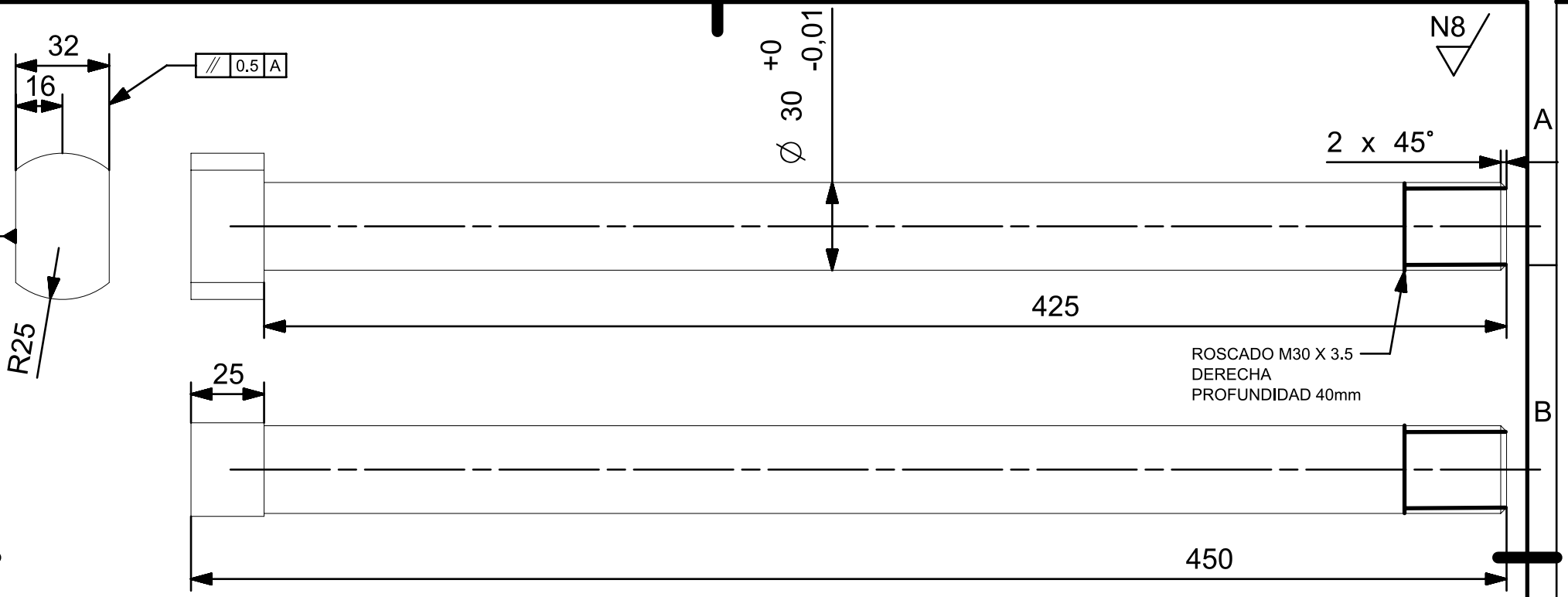
FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

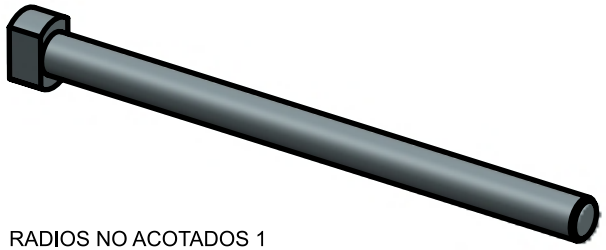
TITLE

BUJE

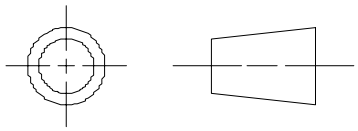
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	buje separador eje union entre largueros del tras_dwg1	A

ESCALA 1:1 | 1





RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 50.8 X 450.1 LARGO	SAE 1045	4	2.3KG

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

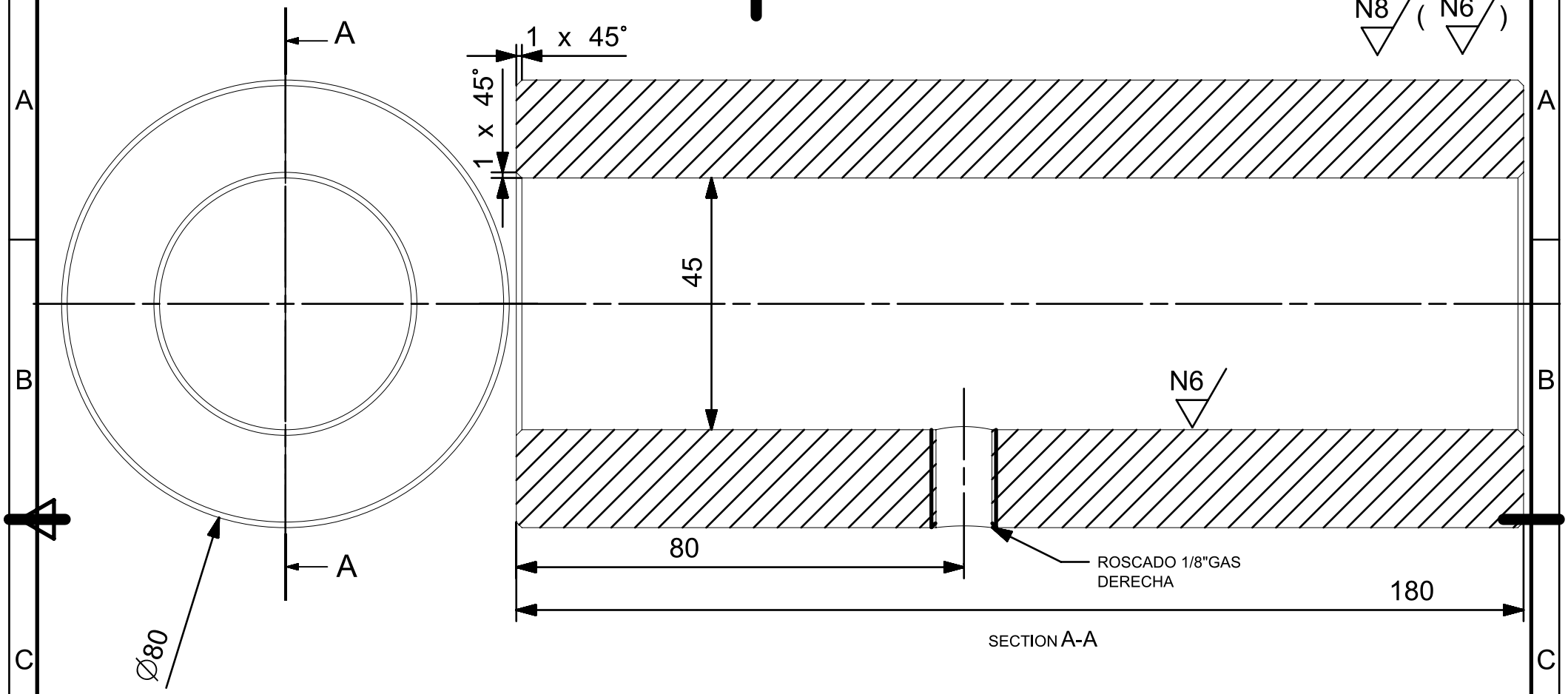
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

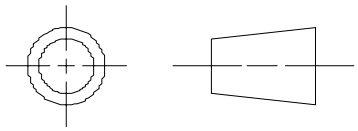
EJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Eje union largueros del y tras_dwg1	A

ESCALA 1:1 | 1 | A4



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 82,55 X 180 LARGO	SAE 1045	4	4.8KG

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

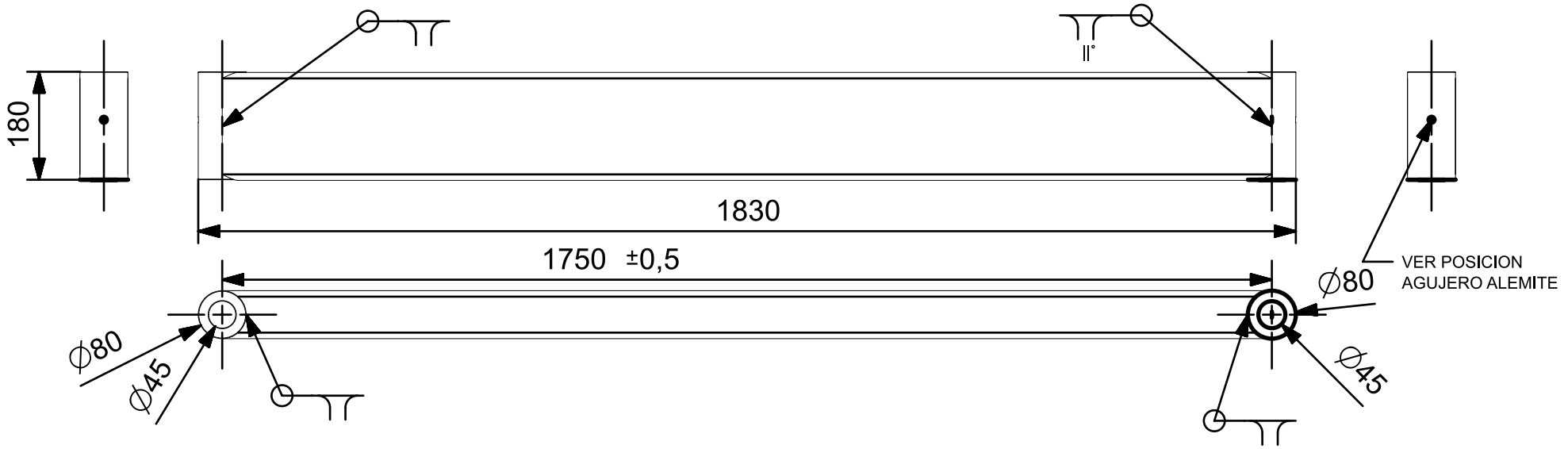
TITLE

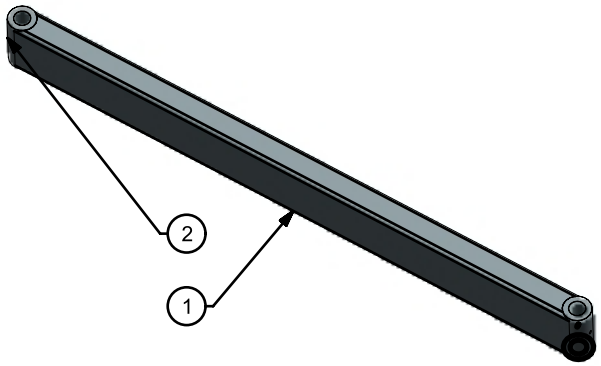
BUJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Buje union entre largueros_dwg1	A

ESCALA 1:1 | SHEET 1 OF 1

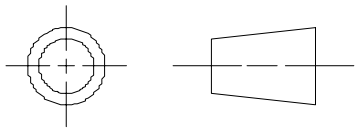
A4





RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
SOLDADURA 0.7 X ESPESOR MINIMO DE CHAPA
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

POS.	PIEZA	CANT.
2	BUJE UNION ENTRE LARGUEROS	2
1	UNION ENTRE LARGUEROS	1



ALL DIMENSIONS IN MM

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

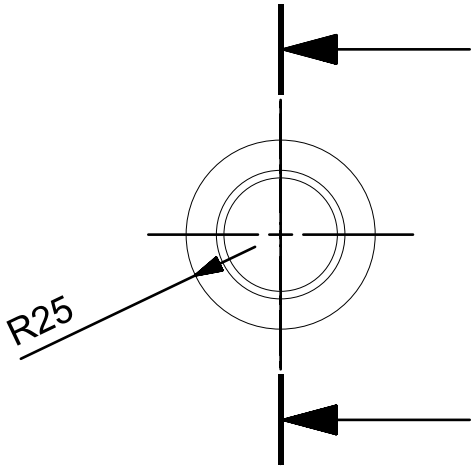
TITLE

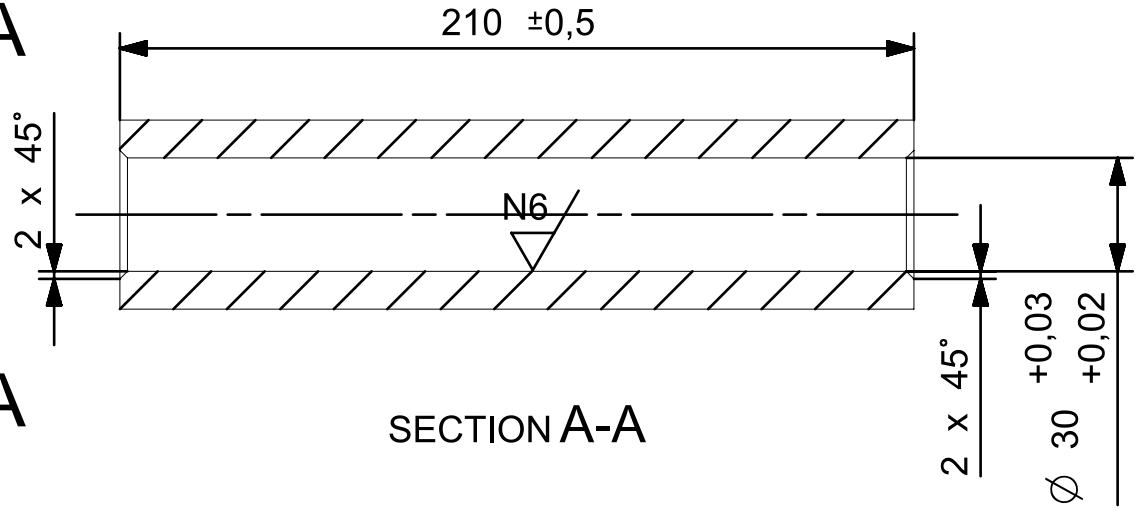
CONJUNTO SOLDADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	SOLDADO LARGUEROS_dwg1	A

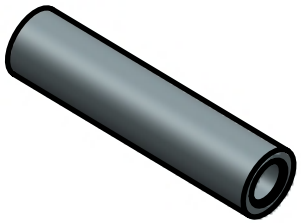
ESCALA 1:5 | SHEET 1 OF 1

N8 (N6)

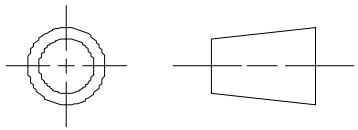




SECTION A-A



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

REDONDO DIAM. 50,8 X 210 LARGO	SAE 1045	4	2KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

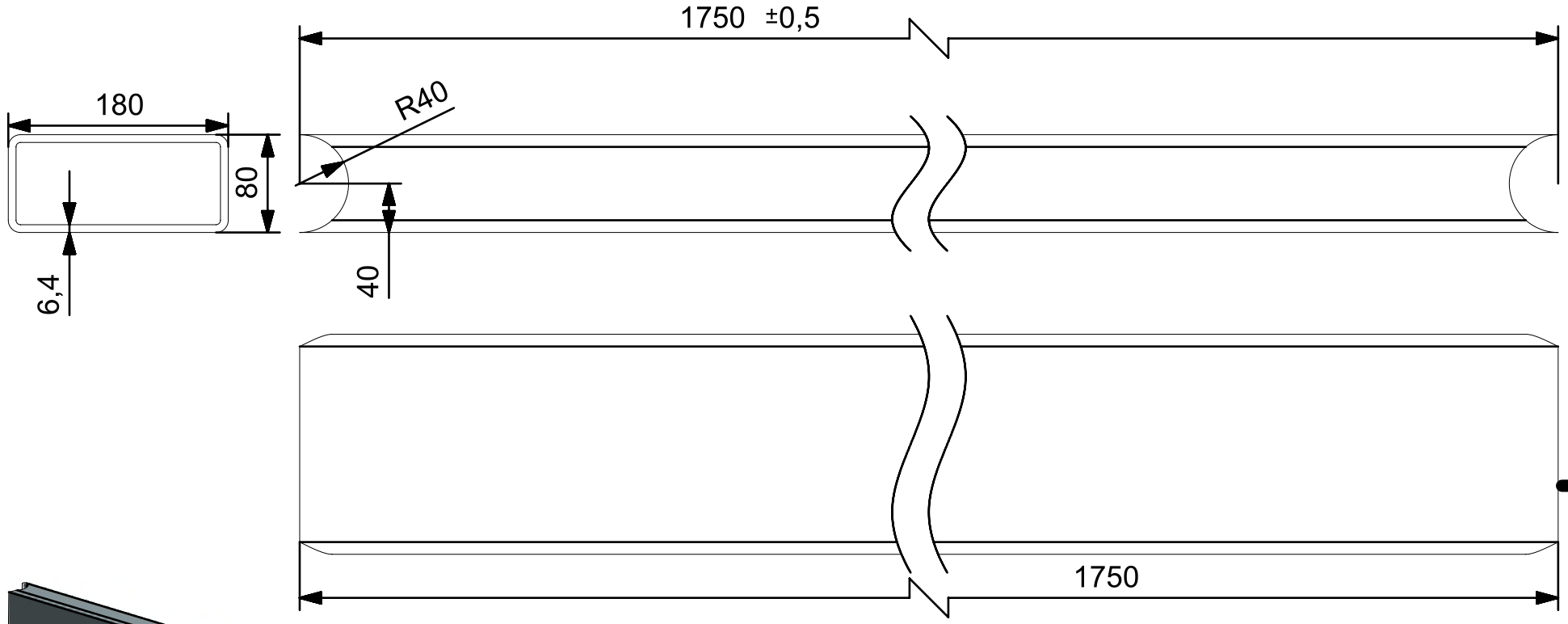
FIRST ISSUED	21/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

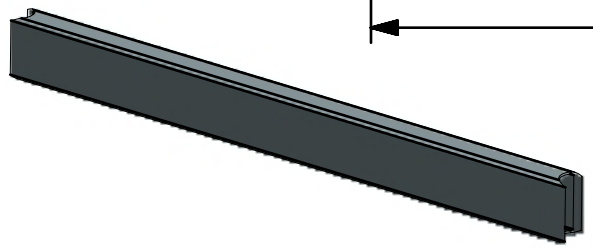
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

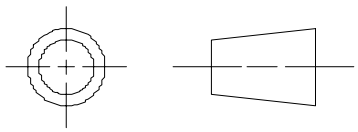
BUJE SOLDADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	buje soldado union entre largueros_dwg1	A
1:2		SHEET 1 OF 1





RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
TUBO RECTANGULAR 180X 80 X 1750 LARGO	SAE 1010	2	41KG

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

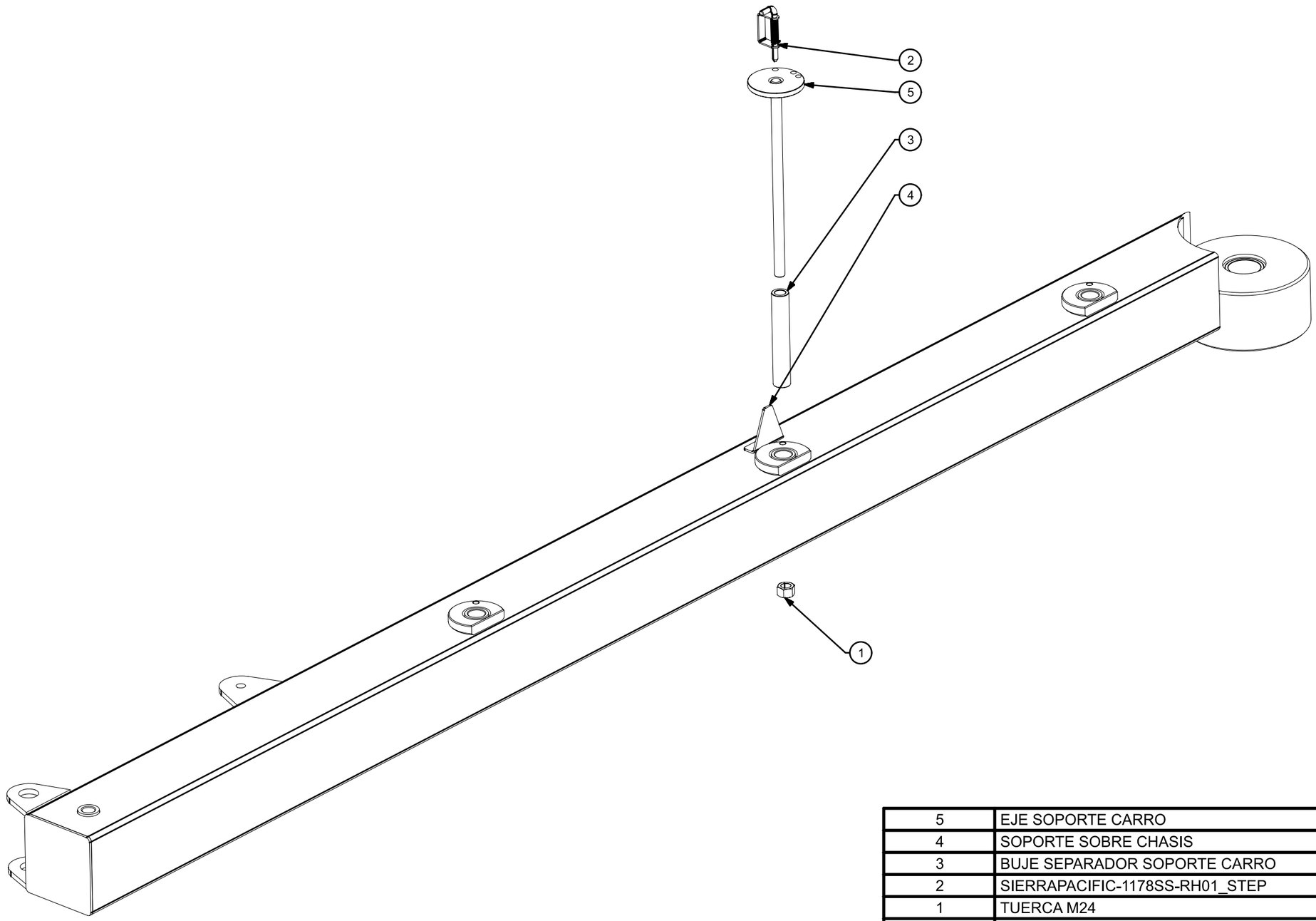
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

TUBO RECTANGULAR UNION

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	union entre largueros_dwg1	A

ESCALA 1:5 | 1 | A4



POS.	PIEZA	CANT.
5	EJE SOPORTE CARRO	1
4	SOPORTE SOBRE CHASIS	1
3	BUJE SEPARADOR SOPORTE CARRO	1
2	SIERRAPACIFIC-1178SS-RH01_STEP	1
1	TUERCA M24	1

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

ALL DIMENSIONS IN MM

ESCUELA DE INGENIERA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

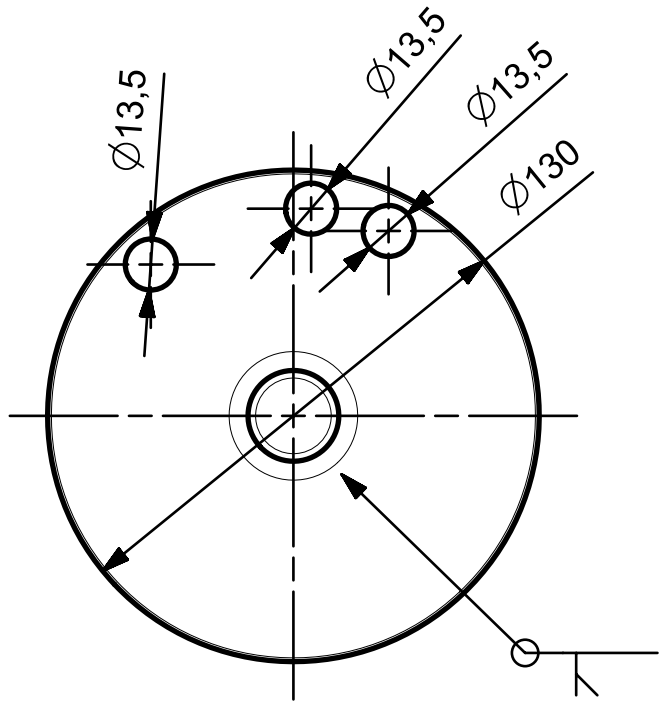
FIRST ISSUED	23/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

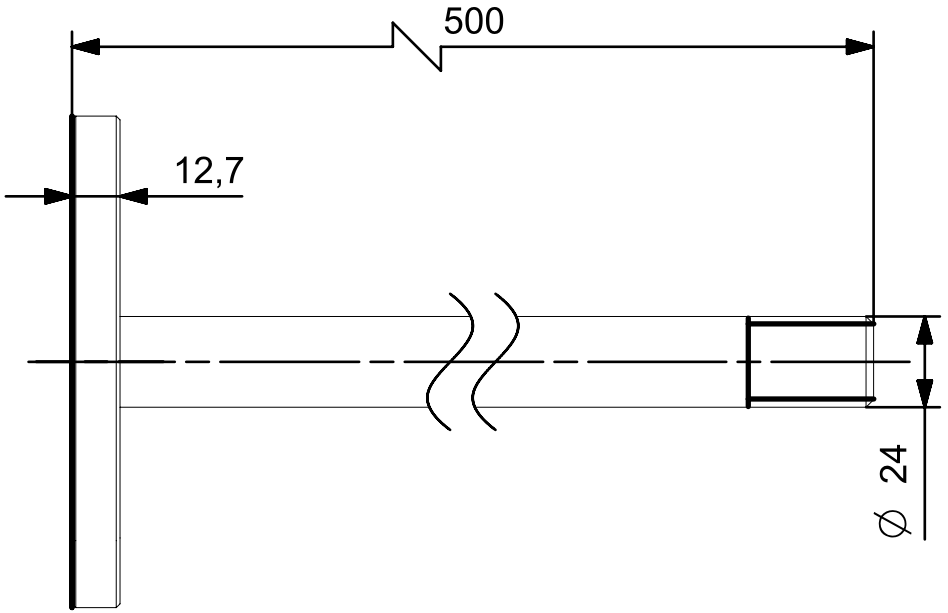
TITLE

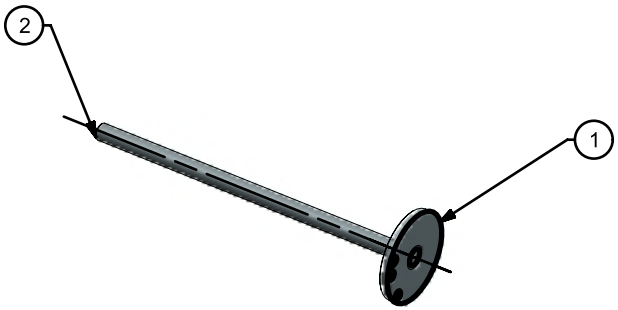
CONJUNTO ARMADO

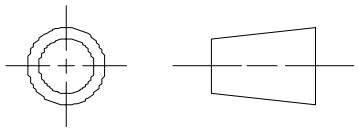
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A3	SOPORTE CARRO	A

SCALE 1:10 | 1 | A3









ALL DIMENSIONS IN MM

POS.	PIEZA	CANT.
2	EJE LINEA DE SIEMBRA	1
1	PLACA FIJACION CARRO EN DISTINTAS DISTANCIAS	1

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

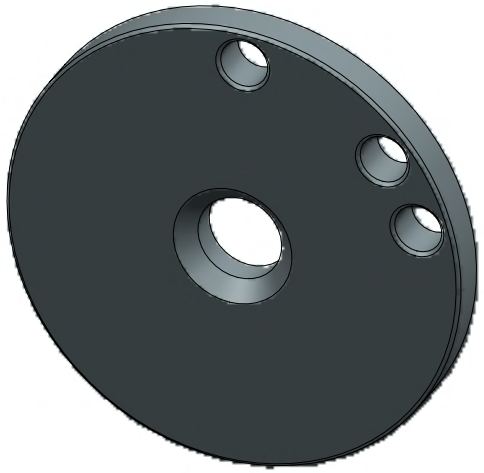
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

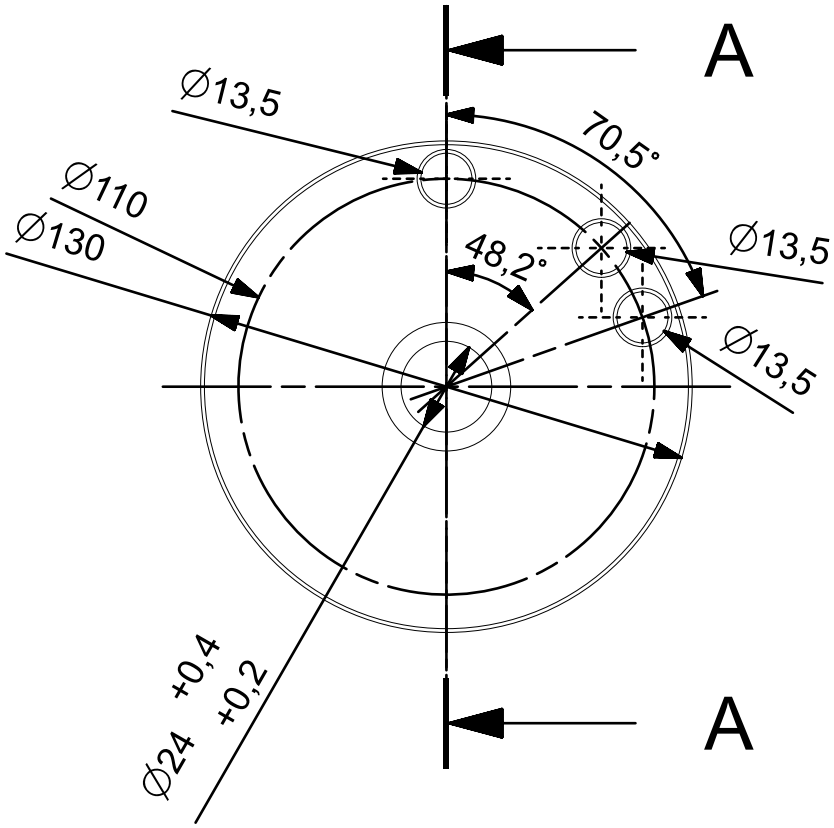
TITLE

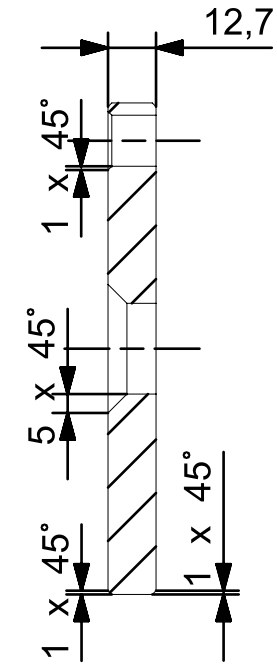
CONJUNTO SOLDADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	EJE SOPORTE CARRO_dwg1	A

ESCALA 1:2 | SHEET 1 OF 1



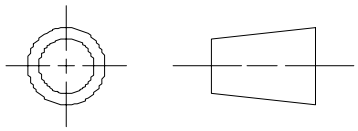




SECTION A-A

N8

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

REDONDO DIAM. 139.7 X 13 LARGO	SAE 1045	12	1.2KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

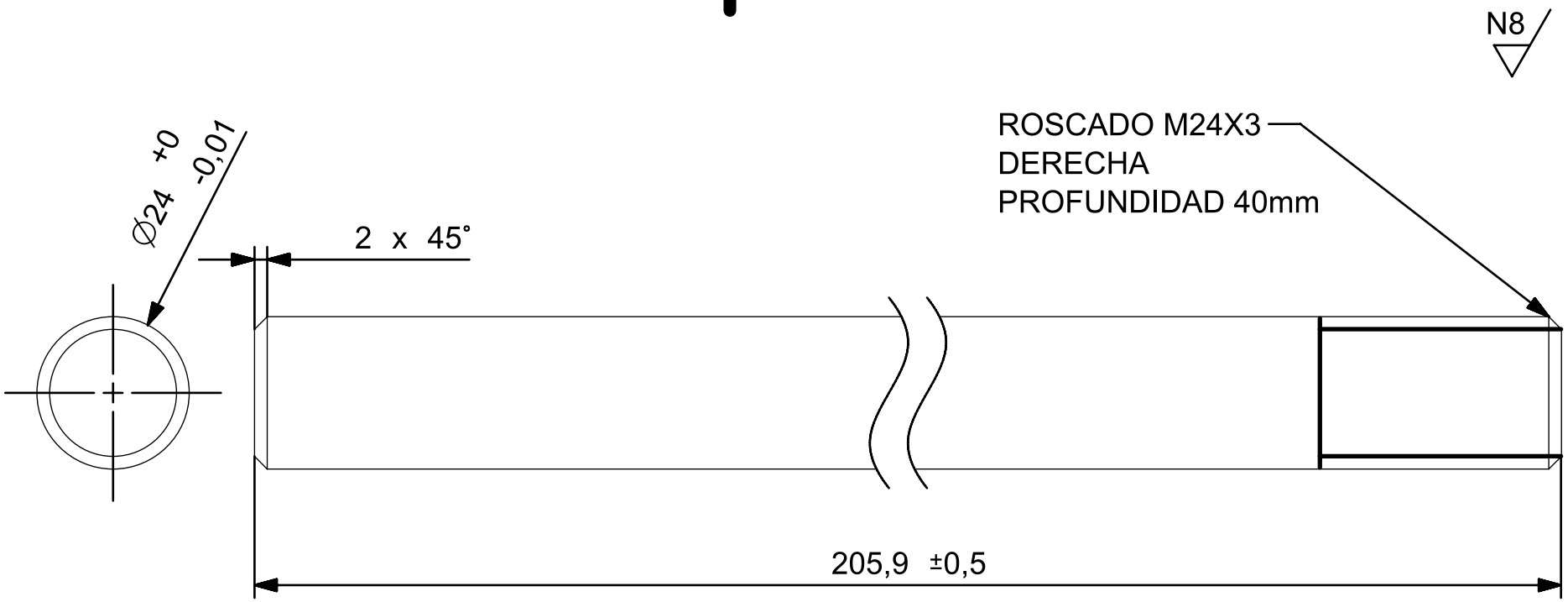
FIRST ISSUED	23/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

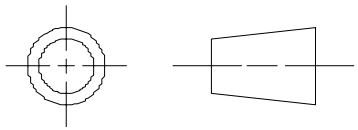
TITLE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Placa fijacion carro en distintas distancias_dwg1	A

ESCALA 1:1 | 1 | A4



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 25,4 X 206 LARGO	SAE 1045	12	1.7KG

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

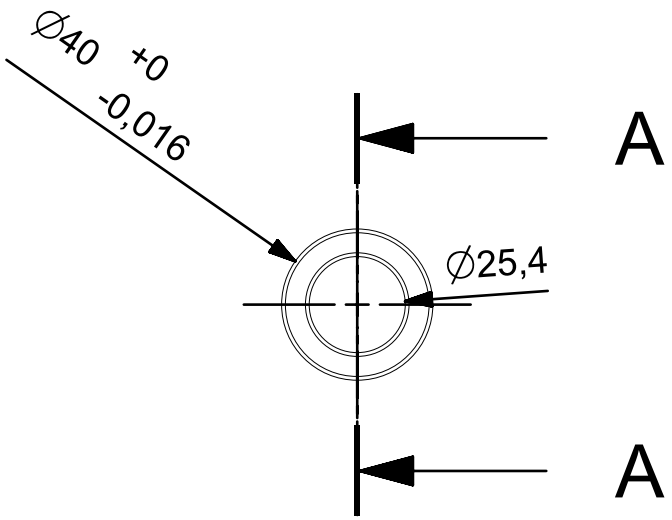
TITLE

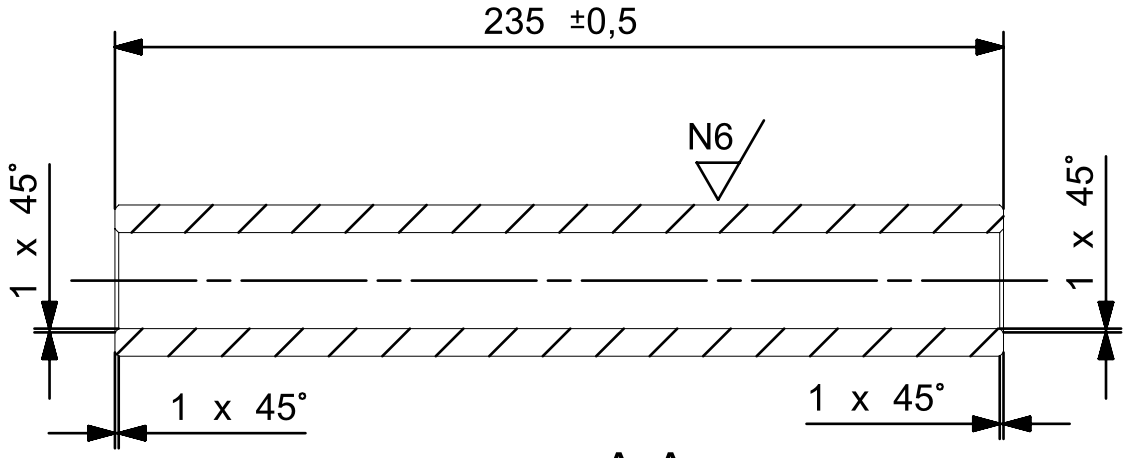
EJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	eje linea de siembra_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4

N8 (N6)

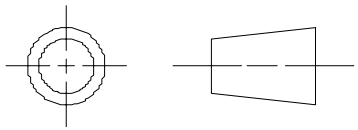




SECTION A-A



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
REDONDO DIAM. 44,45 X 235LARGO	SAE 1045	12	1.3KG

FIRST ISSUED	23/06/24
DRAWN BY	OFARRELL
CHECKED BY	AQUILANTI
APPROVED BY	SISMONDI

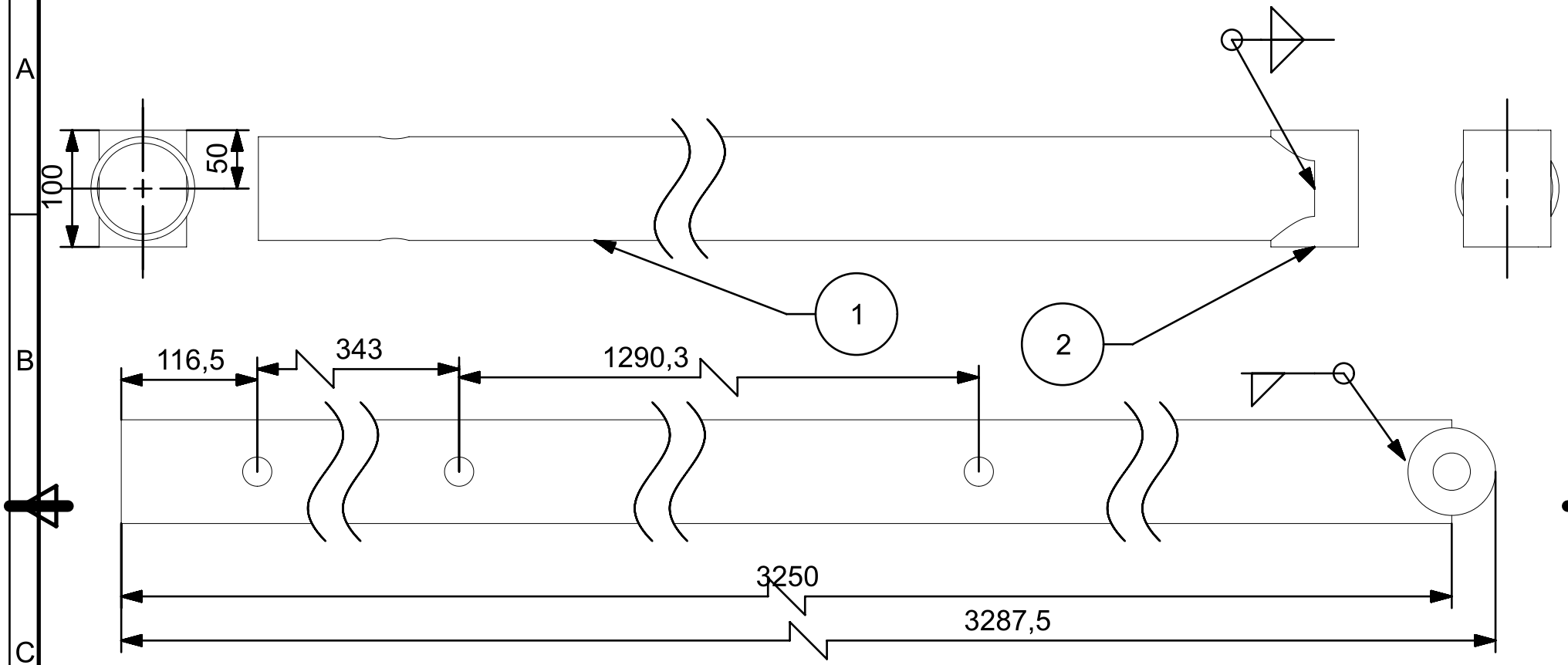
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERISDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

BUJE

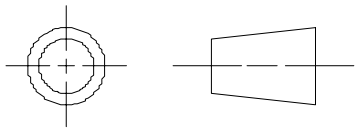
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	Buje separador soporte carro_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4



POS.	PIEZA	CANT.
2	BUJE EXTREMO DE RIENDA TELESCOPICA	1
1	TUBO TELESCOPICO EXTERIOR RIENDA	1

RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

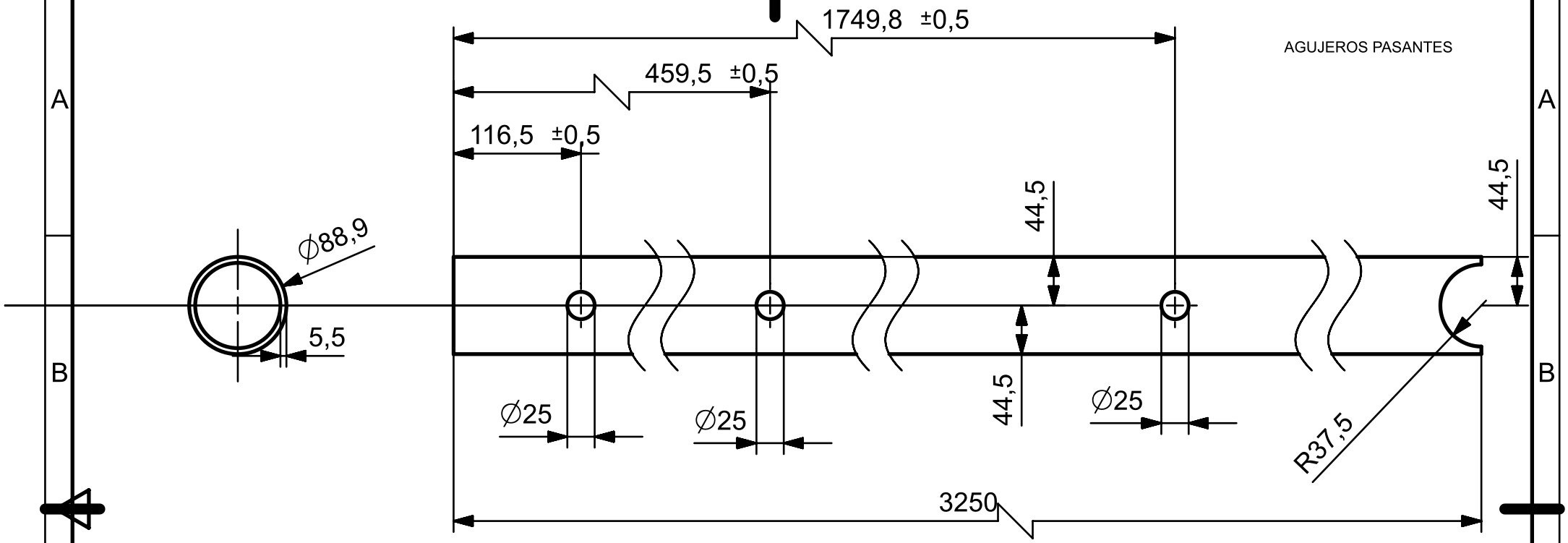
FIRST ISSUED	23/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

TITLE

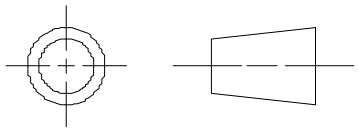
CONJ. SOLDADO

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	TELESCOPICO EXTERIOR_dwg1	A

ESCALA 1:2 | 1 | A4



RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA



ALL DIMENSIONS IN MM

TUBO 88.9 X 5.5 X 3250 DE LARGO	SAE 1010	2	36KG
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

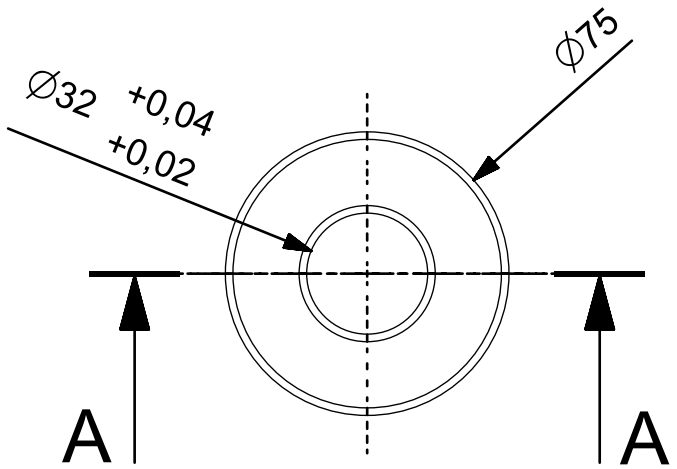
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

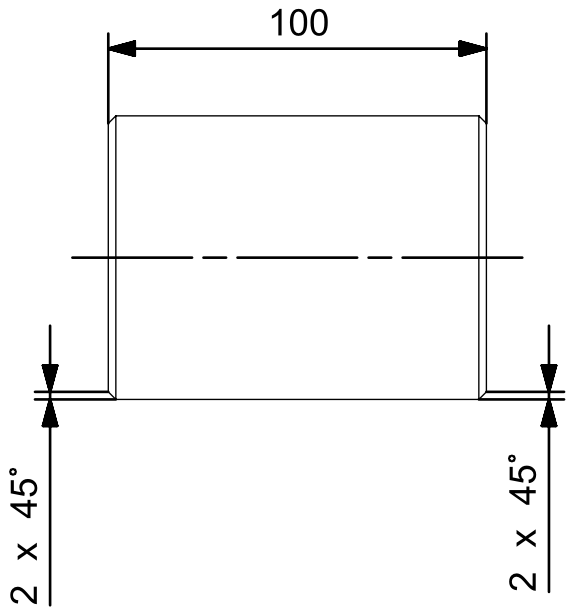
TITLE

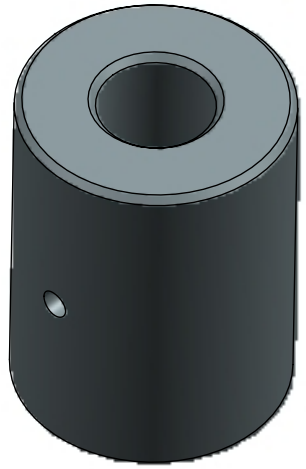
TUBO

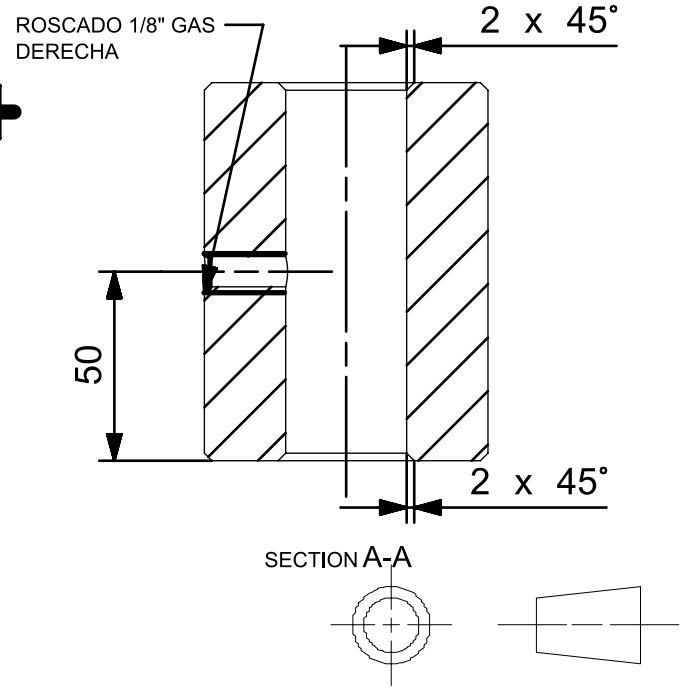
SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	tubo telescopico exterior rienda_dwg1	A

ESCALA 1:5 | 1 | A4









RADIOS NO ACOTADOS 1
MATAR CANTOS VIVOS
TEMPLAR Y REVENIR. DUREZA REQUERIDA: 50-55 HRC
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768-CALIDAD MEDIA

REDONDO DIAM. 76,2 X 100 LARGO	SAE 1045	4	2.8KG.
DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD	PESO

FIRST ISSUED	22/06/24
DRAWN BY	AQUILANTI
CHECKED BY	OFARRELL
APPROVED BY	SISMONDI

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

TITLE

BUJE

SIZE	DRG NO.	SHEET REV
A4	buje extremo de rienda telescopica_dwg1	A
ESCALA 1:2		1

ALL DIMENSIONS IN MM