



Desarrollo de un nuevo modelo de fertilizadora de arrastre

Pozzi, Federico

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

Desarrollo de un nuevo modelo de fertilizadora de arrastre

Pozzi, Federico

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

Directores:

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

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

Dedicatoria

*A mi familia y a mi novia por acompañarme y apoyarme a lo largo de todos
estos años.*

*A mis compañeros de la agrupación 15 de Junio por enseñarme que la
Facultad puede ser mucho más que un lugar de estudio.*

*A mis amigos y compañeros de la Facultad, por las largas horas y momentos
vividos aprendiendo lo que nos apasiona.*

*A la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, su personal
docente y no docente, por el empeño y esfuerzo en sus labores que nutren y
sostienen nuestra Universidad Pública.*

Agradecimientos

A los docentes de Proyecto Final - Ingenieros Pedro Sismondi, Guillermo Rodríguez y Juan Sismondi - por permitirme abordar una temática con alto valor personal.

A mi padre - Ing. Omar Pozzi - por proporcionar la idea inicial y por el know how compartido a lo largo del proyecto.

Al Ing. Gustavo Nardón, docente de Equipos Agroindustriales, por la motivación en las etapas iniciales y la información técnica proporcionada.

Resumen

En el modelo productivo agrícola actual, la fertilización de los cultivos cumple un rol clave permitiendo alcanzar altos rendimientos y reponer los nutrientes extraídos del suelo. En este contexto, la empresa familiar (Pozzi Maquinarias) produce distintos modelos de fertilizadoras de sólidos al voleo con capacidades que van desde los 1000 hasta los 3200 litros. Se detectó en el mercado nacional una demanda de productos con mayor capacidad de carga, que actualmente no es posible satisfacer a través de ningún producto propio de la empresa.

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un nuevo modelo de fertilizadora al voleo que permita ampliar la oferta de la empresa. El alcance involucra la toma de las principales decisiones de diseño del producto, el desarrollo de la ingeniería de detalle y dimensionamiento de un prototipo.

La fertilizadora de arrastre diseñada tiene una capacidad de carga por encima de los modelos ya producidos permitiendo diferenciarse claramente de ellos. Se ofrece un diseño robusto y confiable, optando por soluciones sencillas y de fácil mantenimiento. El diseño se desarrolló contemplando las capacidades productivas de la empresa.

Se presenta además el desarrollo de un modelo para determinar el perfil de distribución del fertilizante en el campo, extrayéndose de él conclusiones cualitativas.

Palabras clave: fertilización, fertilizadora, arrastre, distribución, voleo, coeficiente de variación

Abstract

In the actual agricultural production model, crop fertilization plays a key role, allowing high yields and the replenishment of extracted nutrients from the soil. In this context, the family company (Pozzi Maquinarias) produces different models of fertilizer spreaders with load capacities from 1000 to 3200 liters. It has been detected in the national market an increasing demand for products with a higher capacity, which cannot be satisfied through the firm's current products.

The purpose of this work is the development of a new fertilizer spreader that allows the extension of the company's portfolio. The scope involves making the principal design decisions of the product, the detailed engineering development and the dimensioning of a prototype.

The designed fertilizer spreader has a load capacity higher than the already produced models enabling a clear differentiation. A robust and trustworthy design is offered, choosing simple solutions that require minimal maintenance. The design has been developed considering the productive capacities of the firm.

Furthermore, it is presented the development of a mathematical model for the determination of the distribution profile of the fertilizer, extracting qualitative conclusions from this analysis.

Keywords: fertilization, fertilizer spreader, trailed fertilizer, broadcasting, variation coefficient

Índice

1. Introducción	10
1.1. La fertilización en Argentina	10
1.2. Elección del tema	11
1.3. Alcance del proyecto	11
1.4. Variables y condiciones límite	12
2. Ingeniería conceptual	15
2.1. Tecnologías de aplicación de fertilizante	15
2.2. Sistemas de alimentación y dosificación	17
2.3. Material de la tolva	20
2.4. Regulación del sistema de distribución	22
2.5. Dosis a aplicar	23
2.6. Velocidad del implemento y esfuerzos a soportar	23
3. Ingeniería básica	25
3.1. Diseño de la tolva para rotomoldeo	25
3.1.1. Máxima capacidad obtenible con una tolva	26
3.1.2. Alternativa de tolva modular	27
3.2. Alimentación del fertilizante	28
3.2.1. Definición de la cinta transportadora	28
3.2.2. Transmisión de potencia a la cinta transportadora	30
3.2.3. Caudal para la dosis máxima	31
3.2.4. Velocidad de la cinta transportadora	33
3.2.5. Elementos de la cadena cinemática de la cinta transportadora	35
3.3. Validación del sistema de distribución	37
3.3.1. Variables de la distribución	38
3.3.2. Modelo propuesto para la distribución del fertilizante	41

3.3.3.	Detalles del programa diseñado	54
3.4.	Conclusiones del modelo implementado	57
3.4.1.	Variación del radio de la paleta	57
3.4.2.	Angulo de la paleta	58
3.4.3.	Punto de caída de la boquilla – Angulo	59
3.4.4.	Punto de caída de la boquilla – Radio	61
3.4.5.	Ancho de la boquilla (en el sentido radial)	62
3.5.	Solución validada	63
4.	Ingeniería de detalle	65
4.1.	Diseño del chasis	65
4.1.1.	Estudio estático del chasis	66
4.2.	Tolva	70
4.3.	Tren rodante	73
4.4.	Cinta transportadora	73
4.5.	Sistema de rueda de mando	76
4.6.	Transmisión a la caja de distribución	78
4.7.	Compuerta dosificadora	79
4.8.	Discos	80
4.9.	Aspectos de seguridad	81
4.10.	Vistas completas de la fertilizadora	82
5.	Conclusiones y recomendaciones	84
5.1.	Conclusiones técnicas	84
5.2.	Conclusiones académicas	84
5.3.	Recomendaciones	85
6.	Referencias Bibliográficas	86
7.	Apéndice 1: La empresa y modelos producidos	88

8. Anexo A - Catálogos	91
9. Anexo B - Programa para validación del ancho de labor y co- eficiente de variación	101
10. Anexo C - Planos	110
10.1. Referencia de planos	110

1. Introducción

1.1. La fertilización en Argentina

Desde los primeros usos del estiércol animal como abono hasta los fertilizantes químicos en la actualidad, los fertilizantes han traído una mejora sustancial en los rindes de los cultivos agrícolas. Son uno de los pilares fundamentales sobre el que se sustenta la producción de alimentos, por lo que su correcta aplicación y uso son fundamentales en la economía de nuestro país y el mundo.

Según datos de la asociación civil FERTILIZAR, desde la década de los 90 en nuestro país durante se ha producido un aumento sostenido del consumo de fertilizantes, representando un crecimiento de un 1762 % en el periodo 1990-2020 (Fertilizar AC, 2020) [4].

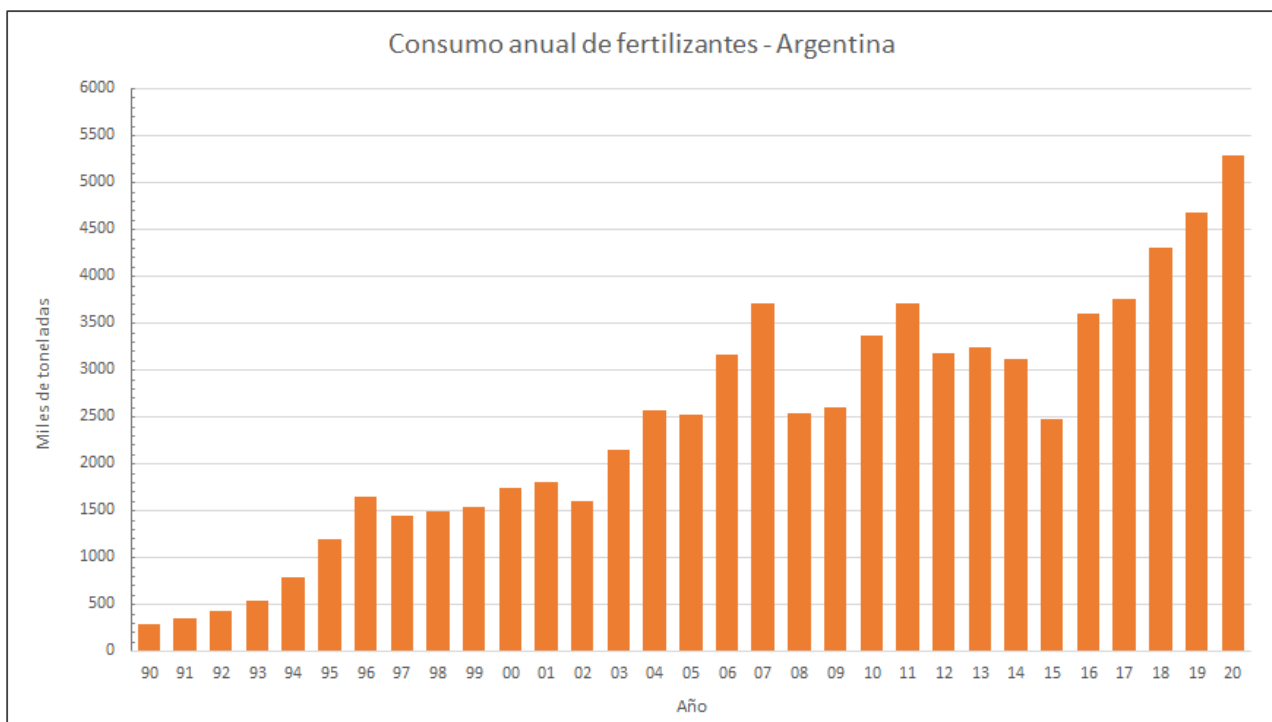


Figura 1: Consumo anual de fertilizantes en Argentina 1990-2020. Elaboración propia en base a datos de Asociación Civil FERTILIZAR [4]

La importancia de los fertilizantes radica en poder devolver al suelo los macro y micro nutrientes extraídos por los cultivos. A pesar de estos datos de crecimiento del uso de fertilizantes, en nuestro país el nivel de reposición de los

tres principales nutrientes (Nitrógeno, Potasio y Azufre) es del orden del 30 %. [14]

1.2. Elección del tema

La empresa familiar (Pozzi Maquinarias) produce distintos modelos de fertilizadoras de sólidos al voleo [ver apéndice 1]. Desde hace tiempo, se detectó a través de clientes, concesionarios y vendedores una demanda de productos con mayor capacidad de carga, que actualmente es absorbida por otras marcas. Es una realidad en los mercados actuales el continuo desarrollo de máquinas de mayor capacidad, que permiten mejorar la productividad del trabajo. Motiva la elección de este tema la posibilidad de desarrollar como trabajo de Proyecto Final un nuevo modelo de fertilizadora de mayor capacidad a las actualmente producidas. Además de aplicar lo aprendido a lo largo de la carrera, se pretende poder optimizar esta máquina para la producción con los recursos con los que cuenta la empresa tanto directa como indirectamente, y realizar mejoras con respecto a los modelos actualmente producidos.

1.3. Alcance del proyecto

Se propone el desarrollo de un nuevo modelo de fertilizadora al voleo que permita ampliar la oferta actual de la empresa, con una capacidad de carga por encima de los modelos ya producidos, ofreciendo un producto de calidad, robusto y confiable.

El alcance pretendido para el proyecto incluye la toma de las principales decisiones de diseño del producto, el desarrollo y dimensionamiento de un primer prototipo y el cálculo de costos del mismo.

Para poder desarrollar el proyecto, se estudiará concretamente el problema a resolver, analizando las variables y las condiciones límite que se imponen. Se estudiara el análisis de la situación actual en cuanto a las soluciones existentes, y se elegirá una solución propia de entre las distintas alternativas posibles planteadas. Las soluciones o alternativas no viables serán descartadas con un

análisis que involucre el costo económico, la posibilidad de realización, grado de efectividad y otros criterios que apliquen.

Luego, se desarrollará la ingeniería básica y de detalle de la solución elegida.

1.4. Variables y condiciones límite

De acuerdo con el desarrollo de una fertilizadora de arrastre al voleo, se destacan las siguientes variables:

1. **Material o recubrimiento de la tolva:** Existen muchas posibles elecciones de material y el recubrimiento. Se requiere que la tolva soporte el peso del fertilizante, y además resista la acción corrosiva de la urea, los fertilizantes fosforados y las enmiendas a distribuir.
2. **Sistema de dosificación:** Se debe contemplar un mecanismo que permita controlar y variar la dosis a distribuir para adaptarse a los requerimientos del lote.
3. **Sistema de alimentación:** Se deberá definir de qué forma que se realizará la alimentación del fertilizante al sistema de distribución.
4. **Disposición de las paletas:** La posición y cantidad de paletas afecta la distribución de la dosis a lo largo del ancho de labor.
5. **Velocidad de los platos:** Debe ser suficiente para lograr el ancho de labor requerido.
6. **Punto de caída del fertilizante:** El punto de caída del fertilizante modifica el ancho de labor y la distribución de la dosis de fertilizante.
7. **Potencia requerida por la máquina:** Debe optimizarse la potencia requerida para permitir el uso de la fertilizadora con el menor tractor posible, sin perder efectividad en la distribución.
8. **Peso del implemento:** El peso del implemento debe ser el menor posible a fin de reducir el consumo de combustible y la compactación del suelo.

9. **Tren rodante:** El implemento debe permitir la menor compactación posible del suelo. En caso de ser posible se preverá la posibilidad de utilizar un tren de flotación y un tren estilo row crop para uso en cultivos ya establecidos.
10. **Despeje al suelo:** Cuanto mayor sea el despeje del implemento al suelo, será posible fertilizar cultivos con mayor grado de crecimiento. Debe tenerse cuidado con la estabilidad del implemento.

Según las particularidades de la solución pretendida, se definen las siguientes condiciones límite:

1. **Ancho de labor:** Se requiere un ancho de labor que minimice la cantidad de pasadas a realizar para cubrir un lote. Se pretende lograr un ancho de labor de entre 20 y 24 metros.
2. **Coeficiente de variación de dosis:** El coeficiente de variación es una medida de cuanto varia la dosis efectiva en kilogramos por unidad de área. Cuanto menor sea, más homogénea será la dosis en el lote. Se pretende lograr un CV menor al 17 %.
3. **Rango de la dosis:** El rango de variación de la dosis debe ser el adecuado para los principales fertilizantes sólidos que se distribuyen al voleo.
4. **Capacidad mínima de carga:** La capacidad de carga debe ser de 5000 litros para una diferenciación clara con el modelo más grande actualmente fabricado por la empresa.
5. **Tamaño del implemento:** Debe respetar las dimensiones máximas previstas en la legislación Argentina para permitir el transporte del implemento rodando, a fin de no necesitar un carretón o semirremolque.
6. **Toma de potencia:** La toma de potencia para el funcionamiento de los mecanismos de la máquina debe realizarse mediante toma de fuerza de 540 RPM y/o salidas hidráulicas que poseen los tractores existentes en el mercado.

7. **Granulometría del fertilizante:** El implemento debe permitir la correcta distribución de los distintos tipos de fertilizantes sólidos granulados que se ofrecen el mercado.
8. **Adaptación al proceso productivo:** El implemento debe en lo posible poder realizarse con la maquinaria y tecnología con la cuenta la empresa, o mediante proveedores existentes en la zona.

Por último, sin un ordenamiento de prioridad, los objetivos generales que se persiguen con este proyecto son:

1. Diseñar una máquina que permita esparcir al voleo el fertilizante granulado con un CV menor al 17 % y con un ancho de labor de entre 20 y 24 metros.
2. Permitir la regulación de la dosis de una manera sencilla.
3. Permitir el transporte por rutas y caminos.
4. Lograr un producto con una vida útil prolongada, robusto, fiable y con bajo mantenimiento.
5. Lograr un coste del producto menor al del mercado para productos similares.

2. Ingeniería conceptual

En este capítulo se realiza el análisis cualitativo y cuantitativo de los puntos a resolver junto con un desarrollo de las posibles soluciones para el producto. Para cada apartado se empezará estudiando las soluciones existentes.

2.1. Tecnologías de aplicación de fertilizante

El método de aplicación de los fertilizantes (tanto sea para abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. Una mala aplicación del mismo puede generar tanto pérdidas de rendimiento por falta de nutrientes como un perjuicio económico por el fertilizante desperdiciado, por lo que garantizar la mejor aplicación del fertilizantes es un objetivo común a todos los productores.

Existen distintos tipos de fertilizadoras, según el tipo de fertilizantes y diferencias en el método de aplicación, y distintas formas de clasificarlas.

MÁQUINAS PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES		
Cobertura total	No incorporado	Fertilizante sólido
		Fertilizadora al voleo
		Fertilizadora pendular
		Fertilizante líquido
		Pulverizadora
En bandas	Incorporado	Fertilizante sólido
		Sembradoras-fertilizadoras
		Fertilizadoras para sólidos
		Fertilizante líquido
		Fertilizadoras para líquidos
		Fertilizante gaseoso
		Fertilizadoras para gaseosos
	No incorporado	Fertilizante líquido
		Chorreado
Máquinas para la aplicación de abonos orgánicos		
Implementos para la aplicación de inoculantes		

Figura 2: Clasificación de máquinas para la aplicación de fertilizantes. Fuente: Reelaboración propia en base Cátedra de Equipos Agroindustriales - FCEIA - UNR (2021) [15]

Para el presente proyecto, nuestra atención se centrará en las fertilizadoras al voleo. Dentro de estas, existen dos tipos principales: las fertilizadoras monodisco y las bidisco.



Figura 3: Fertilizadora monodisco Yomel - Fertilizadora bidisco Amazone.

La principal diferencia entre ambas, además del ancho de labor es la diferencia en cuanto al perfil de distribución que generan en el campo. Las monodisco tienen tendencia a generar un perfil asimétrico o sesgado a la línea de avance del tractor, lo que genera una dificultad a la hora de regular la máquina con distintos fertilizantes.

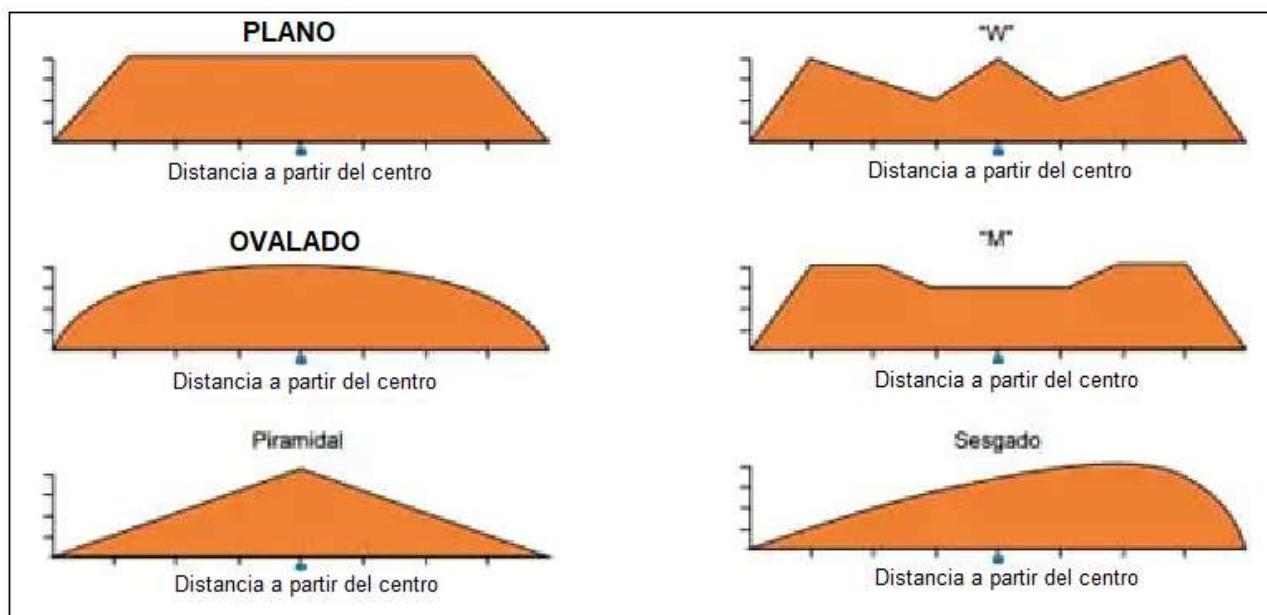


Figura 4: Distintos Perfiles de distribución obtenidos con fertilizadoras al voleo. Fuente: Carciochi y Tourn [5]

En las bidisco, el perfil generado es simétrico ya que los dos discos giran en oposición. Se obtienen perfiles de forma variada, como se ve en la imagen X. Los perfiles deseados son los de tipo triangular para anchos de labor pequeños y trapezoidales para anchos más grandes, ya que esto permite que en el solapamiento de pasadas consecutivas se obtenga de manera sencilla un perfil de distribución más regular.

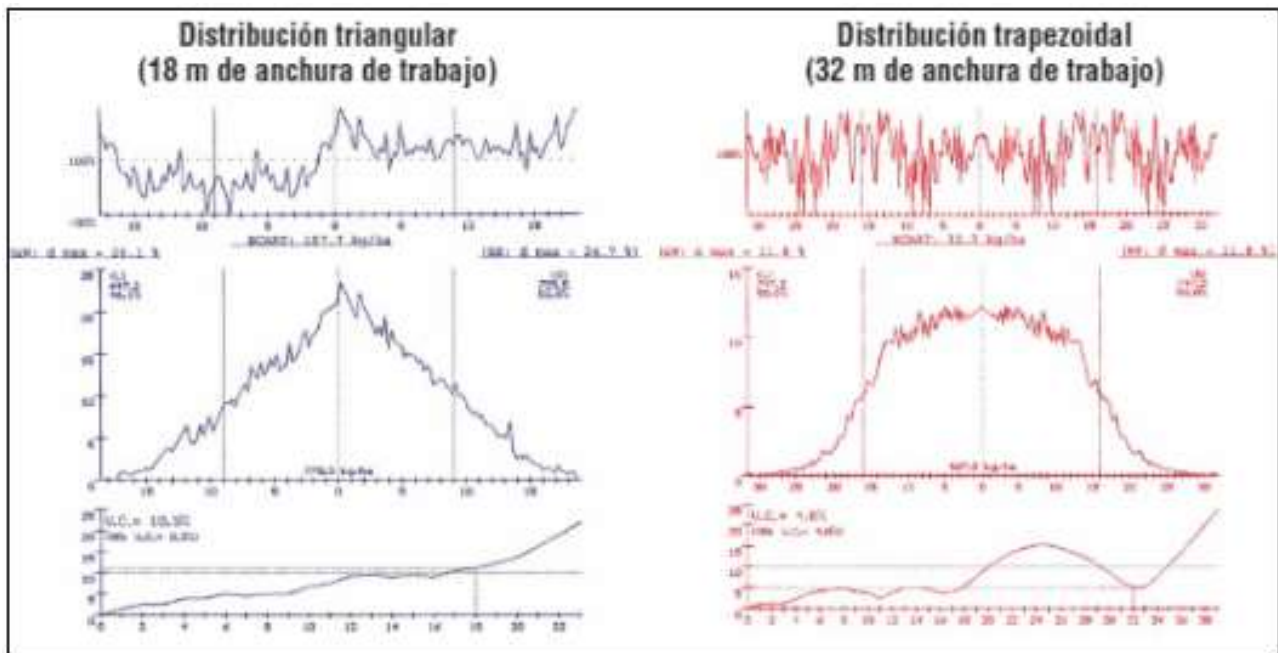


Figura 5: Distribución obtenida para una fertilizadora bidisco configurando un perfil triangular y uno trapezoidal. Fuente: Revista Agrotécnica [7]

Se empleará en este proyecto un sistema bidisco debido a las posibilidades para regular el sistema a fin de obtener una distribución uniforme.

2.2. Sistemas de alimentación y dosificación

Otro punto importante para el desarrollo de la máquina es el sistema de dosificación. Para poder ser distribuido, el fertilizante debe alcanzar los discos que lo lanzarán sobre la superficie a fertilizar. La gran mayoría de las fertilizadoras del mercado permiten la regulación de la dosis, tanto con el mismo mecanismo de alimentación del fertilizante o mediante dispositivos que limitan el flujo del fertilizante.

Es importante notar que para que la dosis en unidad de masa de fertilizante por unidad de superficie sea contante a lo largo del campo, debemos o bien fijar la velocidad de implemento o bien permitir que el sistema de dosificación tenga como variable de entrada la velocidad del tractor. Esto puede lograrse tanto por medios mecánicos como mediante un control lógico a partir de la velocidad del implemento.

Se presenta a continuación un diagrama con las posibles alternativas para realizar la alimentación y dosificación:

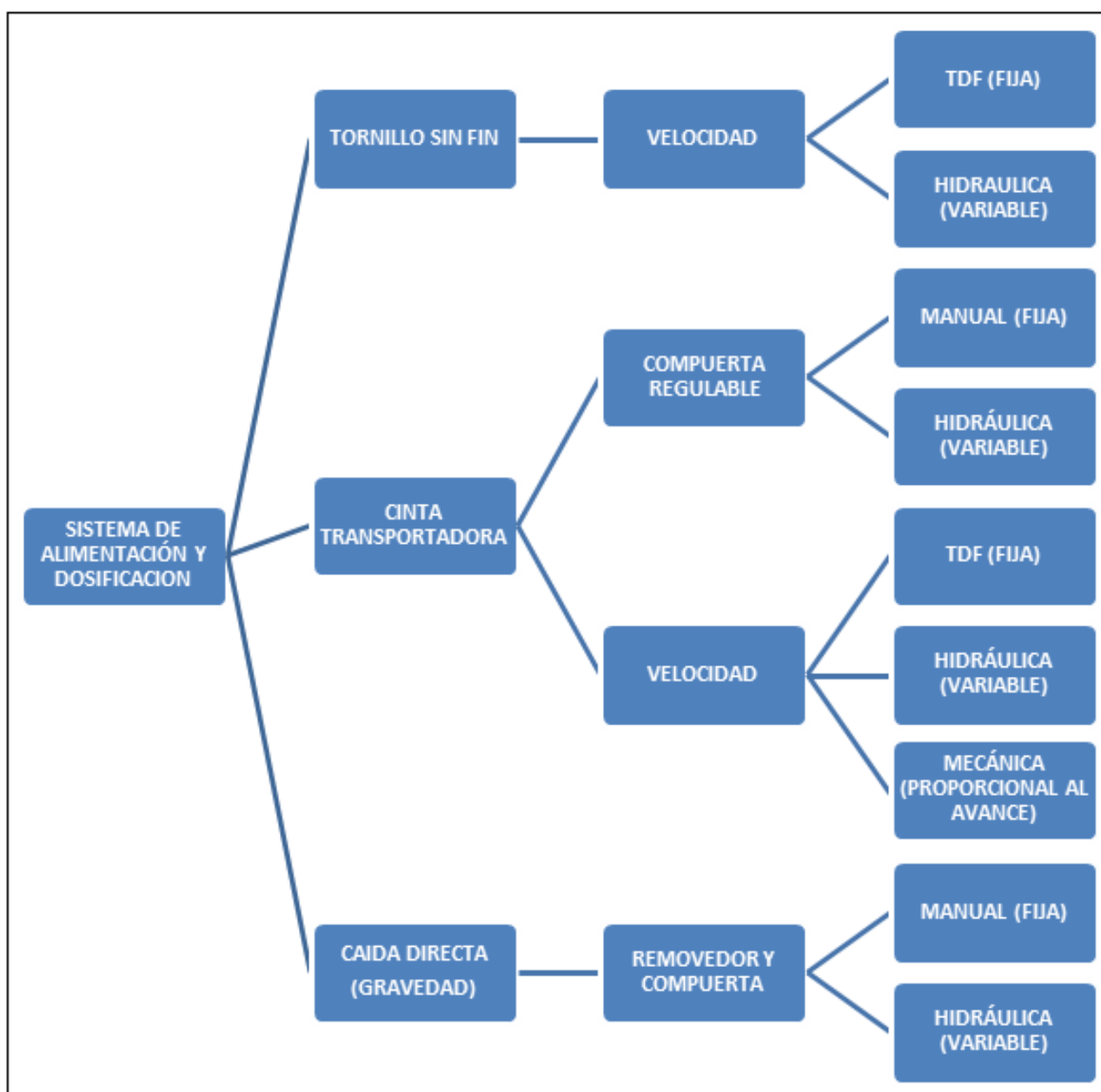


Figura 6: Espectro de conceptos de solución para la alimentación y regulación de la dosis.
Elaboración propia.

La solución que se adopta es la dosificación a través de cinta transportadora. Se descarta la caída directa por gravedad, ya que el diseño de la tolva para esta alternativa involucraría que la misma sea excesivamente alta o ancha para poder cumplir con la capacidad. La dosificación por tornillo sin fin se descarta por ser más agresiva con el fertilizante.

Se propone que la velocidad de la cinta tenga una relación fija con respecto a la de avance del implemento mediante el uso de una rueda de mando conectada al tren de rodante, y la variación de la dosis se proporcione a través de una compuerta por ser un mecanismo más sencillo de operar y construir. En principio esta compuerta se regulara de forma manual, considerando la posibilidad de comandarse de forma hidráulica.

2.3. Material de la tolva

Para la tolva se presentan varias opciones, cada una con sus beneficios y desventajas. Se identificaron las soluciones que se presentan en el siguiente diagrama:

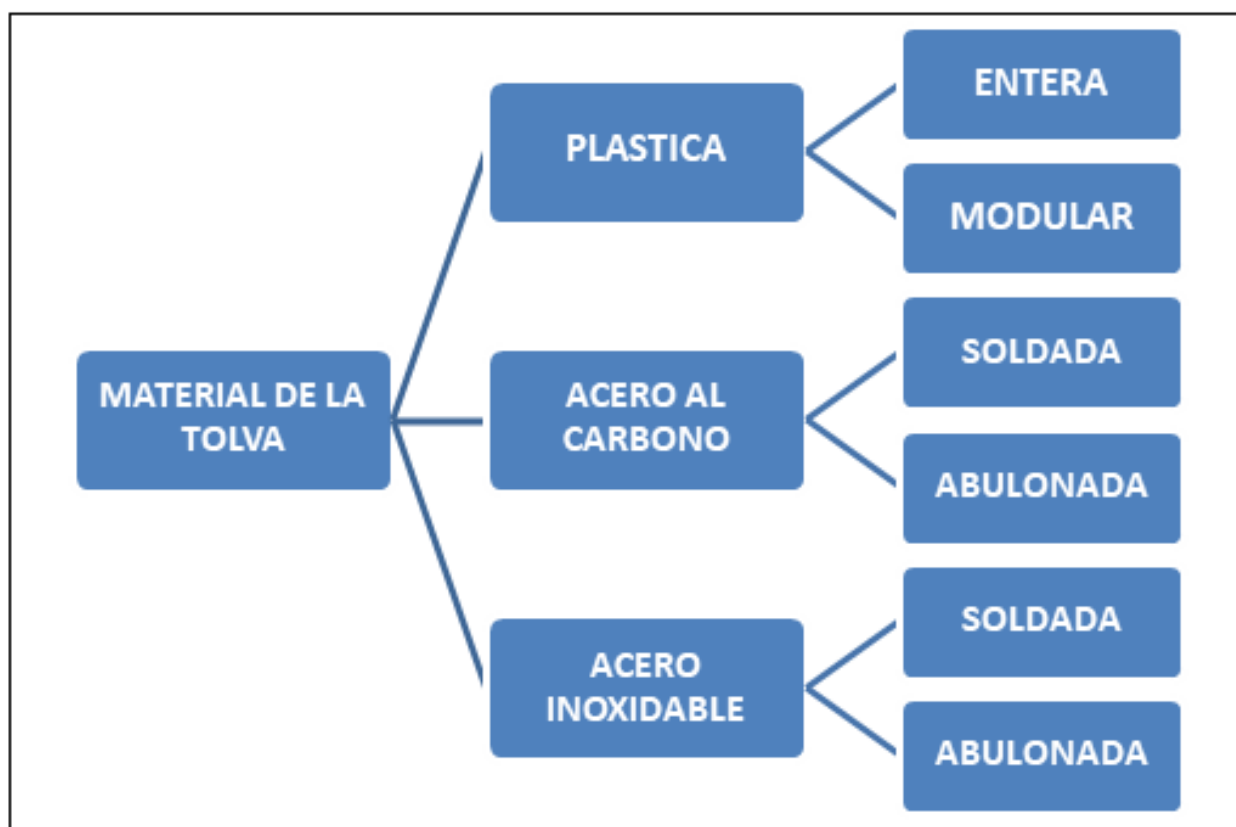


Figura 7: Espectro de conceptos de solución para la construcción de la tolva. Elaboración propia.

La tolva en acero al carbono es susceptible a la corrosión debido a la acción de la urea y el resto de fertilizantes sólidos. Si bien es una alternativa utilizada actualmente en el mercado, una tolva de acero implica la aplicación de una protección o recubrimiento como por ejemplo una pintura con capacidad de protección frente al impacto del fertilizante. Este proceso requiere de mano de obra capacitada y de procesos largos de pintado y secado al no disponerse actualmente en la empresa de una cabina de secado.

La tolva de acero inoxidable soluciona el problema de la corrosión, pero es un material más costoso que el acero al carbono. Al igual que el anterior, la tolva

de acero inoxidable no puede fabricarse en una pieza por el gran tamaño de la misma y el proceso productivo en sí, sino que requiere la fabricación de varias partes y luego el montaje de las mismas por soldadura o uniones atornilladas, con el consiguiente costo de mano de obra para la fabricación de cada pieza y el montaje de las mismas.

La tolva de plástico tiene la ventaja de ser resistente a los fertilizantes, no requerir aplicación de recubrimientos y poder ser fabricada en una pieza entera con escaso uso de mano de obra. Además, es bastante más liviana que las tovas en materiales metálicos. Como desventajas encontramos que necesita de un chasis o bastidor que ayude a soportar los esfuerzos sin deformaciones excesivas, y que a largo plazo el material puede debilitarse y fisurarse.

Se selecciona para este proyecto el plástico como material para la tolva, debido a que es la que presenta mayores ventajas frente a las otras dos. Mediante el diseño de la tolva y el bastidor se tratará de minimizar las desventajas que pueda poseer la misma.

2.4. Regulación del sistema de distribución

La distribución se realizará mediante un sistema bidisco para poder cumplir con los anchos de labor y la uniformidad de la distribución pretendida. Se presentan a continuación las posibles formas de regulación:

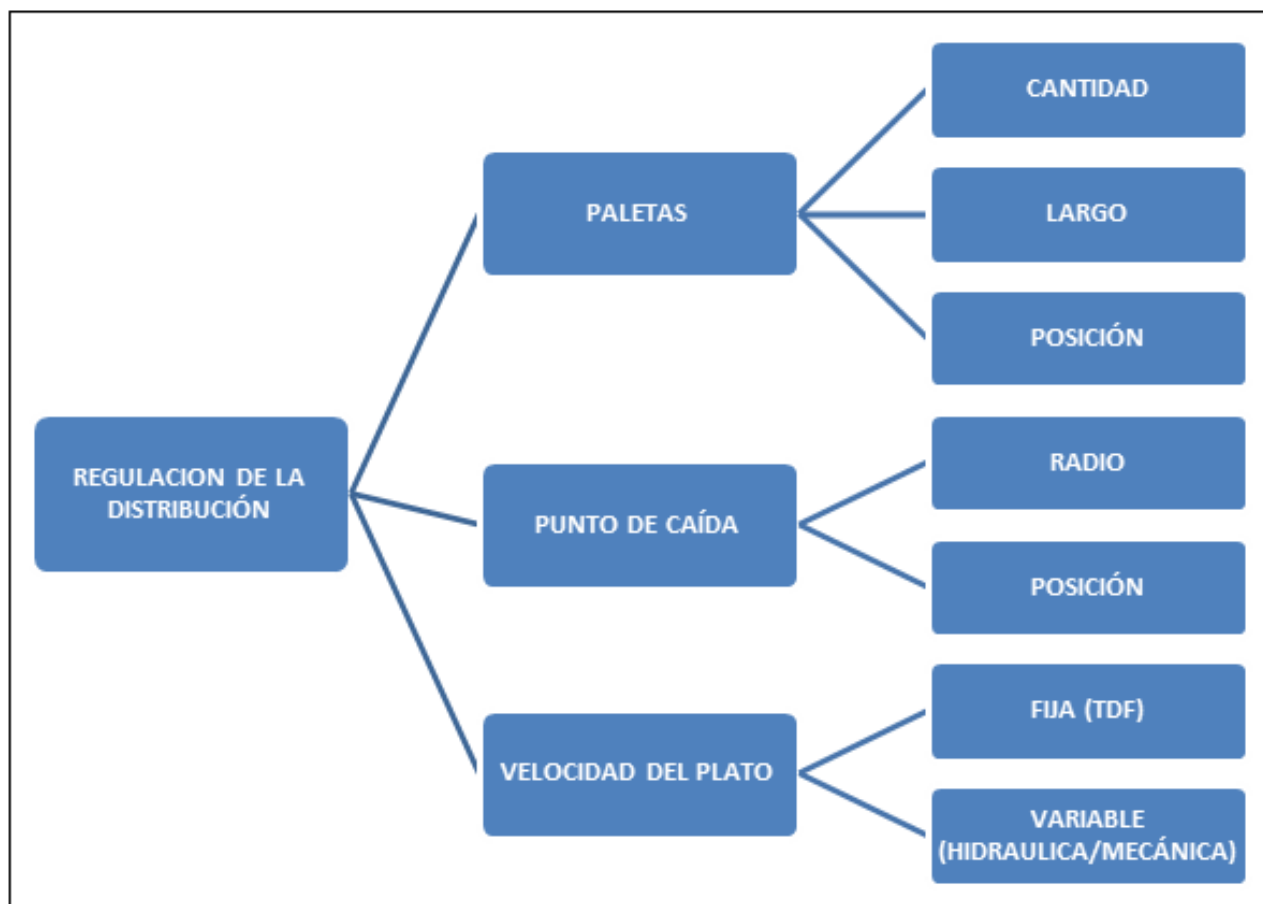


Figura 8: Espectro de conceptos de solución para la regulación de la distribución. Elaboración propia.

Además, es posible incorporar actuadores a cada una de las regulaciones de forma de realizar una regulación variable a lo largo de la aplicación. Para este proyecto no se considerará dicha posibilidad debido a que se quiere lograr un implemento con amplias posibilidades de regulación pero manteniendo un equipo simple y robusto.

Se implementará un plato con posibilidad de variar el ángulo de las paletas, y un sistema para regular tanto el radio como la posición del punto de caída.

Se deberá tener en cuenta que la posibilidad de regulación en un implemento conlleva también a la necesidad del fabricante de definir puntos de operación y un instructivo detallado para orientar al usuario en la puesta a punto y regulación del sistema para la obtención de una distribución óptima del fertilizante.

2.5. Dosis a aplicar

Se define como dosis máxima a aplicar 700 kg/ha. Esta cantidad es el doble de la dosis máxima a aplicar en maíz de urea [11]. Se considera el doble dado a que en ciertas ocasiones - debido al estado particular del suelo, historial de cultivos sembrados, condiciones climáticas, u otras razones de distinta índole - puede ser necesario aplicar más cantidad que la dosis útil.

2.6. Velocidad del implemento y esfuerzos a soportar

Otro punto relevante para diseñar la fertilizadora es determinar la velocidad de trabajo. Este valor es importante ya que dependiendo de la velocidad el implemento recorrerá más distancia (y por lo tanto, más superficie), lo que implica que el caudal de fertilizante a distribuir será mayor.

Las velocidad de trabajo para fertilización al voleo son de alrededor de 10 km/h. En este proyecto en particular, definiremos como velocidad de trabajo 12 km/h. Para el transporte de implementos por rutas nacionales, el ANEXO II Dec. 79/98 "NORMAS PARA LA CIRCULACION DE MAQUINARIA AGRI-COLA" [16] establece que los implementos en transporte deberán circular a una velocidad mayor a 20 km/h y menor a 30km/h. Para los cálculos que lo ameriten, se utilizará el valor de 30 km/h como velocidad máxima de circulación.

En cuanto a los esfuerzos a soportar, debemos considerar la capacidad de carga de la máquina y el peso propio del equipo.

ABONO	Densidad aparente [kg/m ³]	Densidad absoluta [kg/m ³]	H.R. crítica [%]	Forma	Granulometría
Urea	750	1335	72,5	esférica	80% - 3,0 - 4,0 mm
Sulfato amónico	1120	1769	79,2	esférica	90% - 0,5 - 2,5 mm
Nitrato cálcico	1010	2020	46,5	esférica	90% - 1,4 - 3,0 mm
Nitrato amónico	1000	1725	89,4	esférica	90% - 1,4 - 3,0 mm
Cloruro potásico	990	2000	65,4	irregular	80% - 0,7 - 3,5 mm

Figura 9: Características de los principales fertilizantes. Elaboración propia en base a Cátedra de Equipos Agroindustriales (2021) [15].

Se toman en consideración los fertilizantes más comunes. Si bien el sulfato amónico tiene una densidad aparente de 1120 kg/m³, el resto de los fertilizantes no superan los 1000 kg/m³, por lo que definiremos como límite de carga 5000 kg.

Dado que como fabricantes y/o diseñadores no podemos controlar la utilización que pueda hacer el usuario de la máquina, es necesario informar este valor máximo a fin de salvaguardar la integridad del equipo y de las personas que puedan verse afectadas por su operación.

3. Ingeniería básica

En este apartado realizaremos la ingeniería básica del proyecto, definiendo los principales elementos de los sistemas de alimentación, dosificación, distribución y tolva.

Las ideas y definiciones respecto a las características del producto serán la base del posterior desarrollo de la ingeniería de detalle.

3.1. Diseño de la tolva para rotomoldeo

Para poder fabricar las la tolva en rotomoldeo en las instalaciones asociadas a la empresa, debe poder realizarse en el horno que se dispone. Los hornos de rotomoldeo consisten en un recinto cerrado calefaccionado (llamado horno o cabina) donde se introduce el molde. Una máquina diseñada para tal fin, mantiene el molde en constante rotación, a fin de que a medida que el plástico fluye por gravedad vaya formando una película de espesor constante con la forma del molde. Pasado un tiempo determinado por el material y el tamaño de la pieza, se apaga el horno y se deja enfriar mientras se continúa la rotación. Posteriormente, cuando la pieza ya enfrió se procede a desmoldarla.



Figura 10: Horno para rotomoldeo. Se observa la maquina que rota el molde (afuera de la cabina, que se ve detrás).

Según el producto a realizar (si es un objeto con una dimensión mucho mayor que la otra como un tubo, o si sus dimensiones son similares entre sí) la máquina

que lo rota puede tener uno o dos ejes de rotación.

En particular, el horno al que se puede acceder tiene una capacidad una capacidad de 2600 mm de diámetro en un eje y 1900 mm en otro. Estas medidas son las que limitan el molde que se puede introducir en la máquina, y por tanto son las medidas límite de la tolva. Debe tenerse en cuenta que las esquinas del molde queden comprendidas dentro de los límites de rotación y el despeje al suelo para que el mismo no colisione.

3.1.1. Máxima capacidad obtenible con una tolva

Se comenzó intentando realizar la tolva en una sola pieza. Se presenta a continuación un primer intento de modelado:

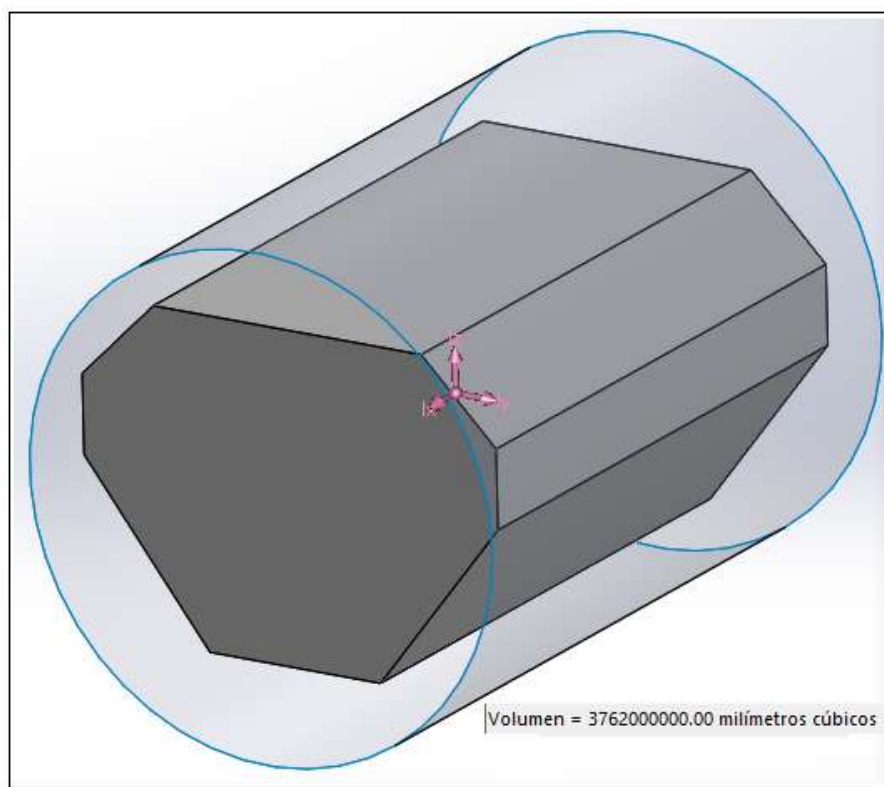


Figura 11: Primera aproximación de la tolva.

Como puede observarse, empleando un tamaño muy cercano al máximo (se acotó para el modelado la altura de la tolva a un máximo de 1600 mm para mantener la altura del implemento en valores razonables) la capacidad obtenida

es de 3760 litros, un valor alejado de los 5000 litros a obtener, por lo que no es posible obtener una tolva del tamaño necesario en este horno.

3.1.2. Alternativa de tolva modular

Como alternativa se propone lograr la capacidad a través de dos tolvas iguales montadas simétricamente. Esto permite que se logre la capacidad deseada, pero de igual forma se sigue utilizando un mismo molde, lo que reduce el costo frente a dos moldes diferentes.

Se presenta a continuación un modelado preliminar de la tolva modular, que permite lograr la capacidad deseada. Además, se consideró una altura de 1300 mm, dejando margen para agrandar la tolva o hacer modificaciones en caso de ser necesarias. Para este caso el objetivo a cumplir es alcanzar un volumen de 2500 litros. Se presenta a continuación el boceto realizado:

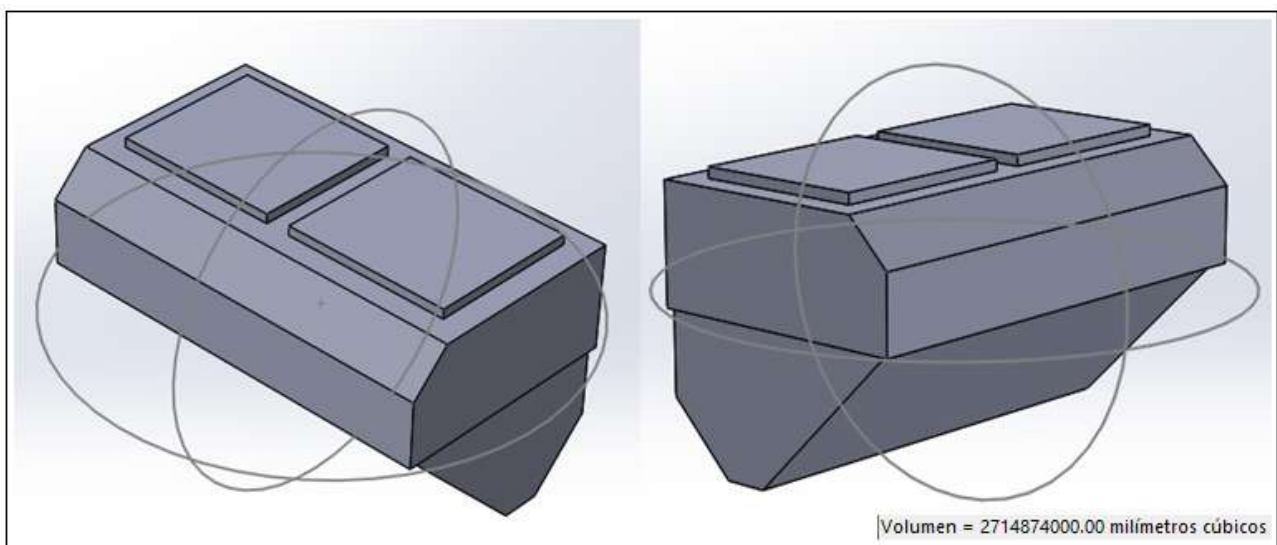


Figura 12: Boceto de tolva modular.

La capacidad lograda es de 2715 litros, 200 litros mayor a la requerida. Aun así, debe considerarse que el espesor, nervios o refuerzos y la forma final de la tolva disminuirán este valor, por lo que se considera que la capacidad sobrante es un margen para el diseño definitivo posterior. Las medidas de la tolva se presentan en la figura 13.

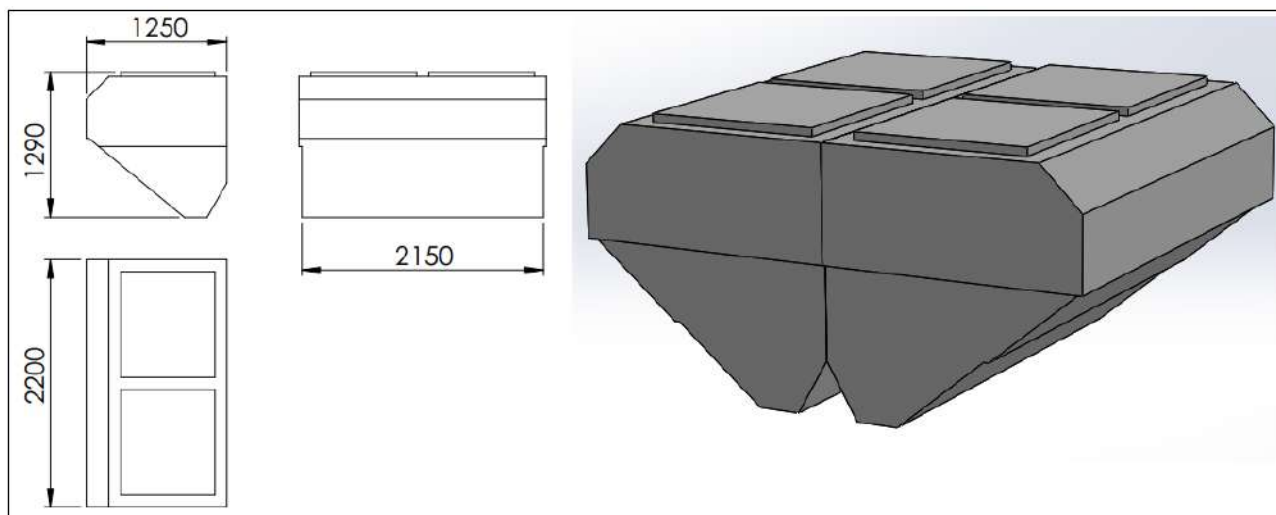


Figura 13: Medidas base para el diseño final de la tolva.

3.2. Alimentación del fertilizante

Para proveer a las paletas un flujo constante de fertilizante, se planteó anteriormente emplear una cinta transportadora colocada por debajo de la tolva. Esta cinta transportadora se ubica por debajo de las tolvas y traslada el fertilizante hacía la parte posterior donde se ubican los discos.

3.2.1. Definición de la cinta transportadora

Inicialmente se consideró emplear una cinta transportadora que recoja el fertilizante por gravedad desde la parte inferior de la tolva. El fertilizante cae sobre la cinta, sale hacia la parte posterior formando una capa con la altura de la distancia entre la cinta y la tolva. Un esquema de esta alternativa se presenta en la figura 14.

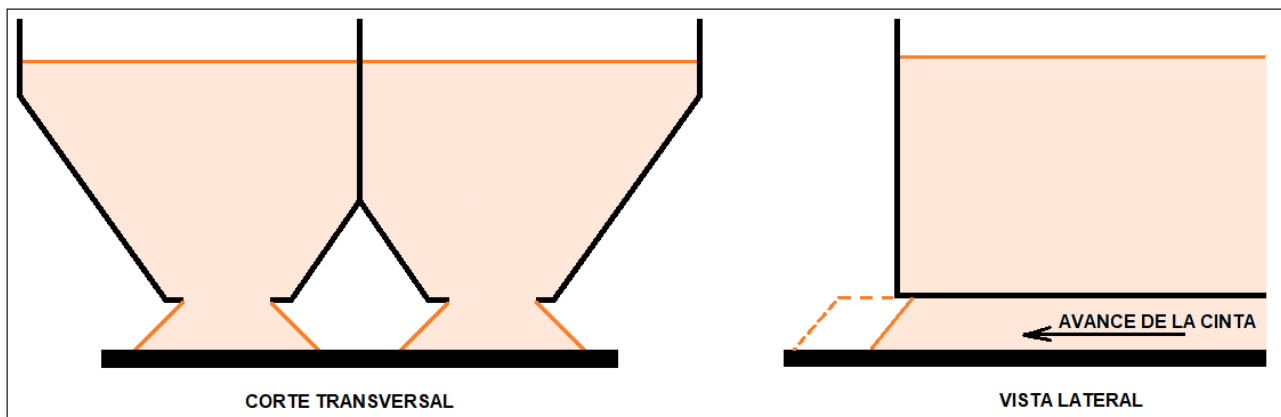


Figura 14: Primera idea para el diseño de la cinta.

Colocando la cinta de esta forma, si cortamos la tolva en el sentido transversal podemos ver que bajo la tolva se forma una pila de fertilizante con forma de trapecio. Esta pila de fertilizante forma con la cinta hacia cada lado un ángulo, llamado ángulo de deslizamiento del material. Éste es característico de cada material granulado, y depende además de las propiedades físicas de la forma, tamaño, uniformidad y grado de compactación en que se halle el fertilizante.

Si bien es posible calcular el volumen que entregaría la cinta si el material adopta esta forma, lo cierto es que no podemos saber a ciencia cierta si en la realidad el material se comportara de esta forma, o si se desparramara a los lados o concentrara en alguna zona. Esto nos impide poder garantizar que entregaremos la misma cantidad de fertilizante a ambas paletas, y por lo tanto no podremos garantizar que la distribución del fertilizante será uniforme.

Como alternativa a esta problemática, se plantea el uso de una cinta que haga de “fondo” de la tolva. El fertilizante apoya sobre la misma, pero el despeje entre la cinta y la tolva no permite que se forme una pila por debajo y que pueda moverse libremente hacia los lados. Este despeje debe ser el mínimo necesario para impedir que la tolva haga contacto con la cinta. En cambio, el material saldrá por la parte trasera de las tolvas, a través de una abertura que se realiza para tal fin. En el medio de las tolvas se plantea colocar un divisor para que en la salida de la tolva, donde el material si formara una pila, podamos asegurar que lo que sale de cada tolva se dirija hacia la boquilla correspondiente.

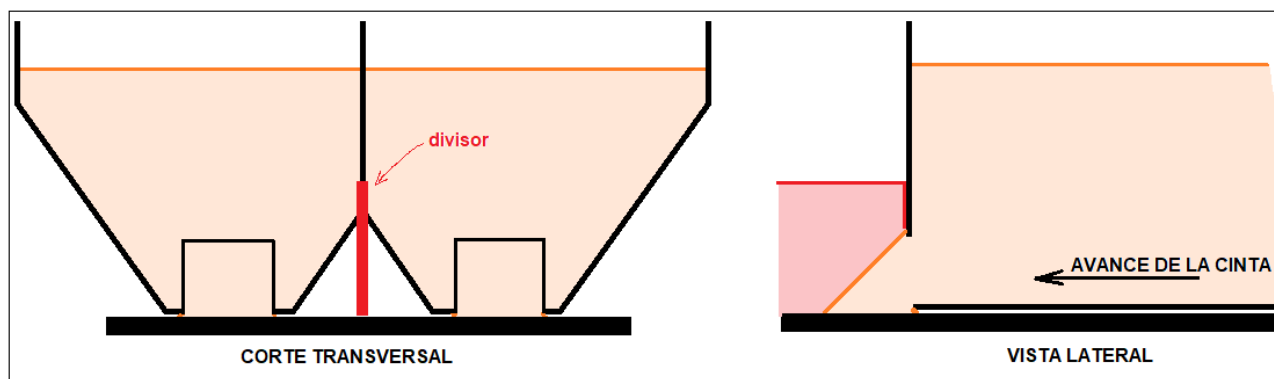


Figura 15: Diseño de cinta con abertura trasera.

Para garantizar que el material no se escape hacia los lados, o caiga de la cinta, se situaran los rodillos a una distancia muy inferior a la que se utiliza normalmente en las cintas transportadoras. De esta forma no se permite que la cinta ceda hacia abajo separándose del borde de la tolva. Se avanzará más en concreto cuando se realice la ingeniería de detalle.

3.2.2. Transmisión de potencia a la cinta transportadora

Se definió que la cinta se debe moverse en relación directa a la velocidad de trabajo del implemento, de modo que a pesar de los posibles cambios de velocidad la dosis en kg/ha se mantenga constante.

Para esto se opta por utilizar un sistema de transmisión que toma movimiento a partir de una de las ruedas del implemento a través de una rueda de mando. La rueda de mando se vincula a una caja escuadra que permite cambiar el eje de rotación, y de allí se transmite a partir de una barra cardánica al reductor que moviliza el tambor motriz de la cinta. El reductor permite transformar la velocidad angular obtenida de la rueda de contacto en un valor acorde al necesario para garantizar el caudal de fertilizante requerido.

Un esquema de la transmisión propuesta se presenta en la figura 16.

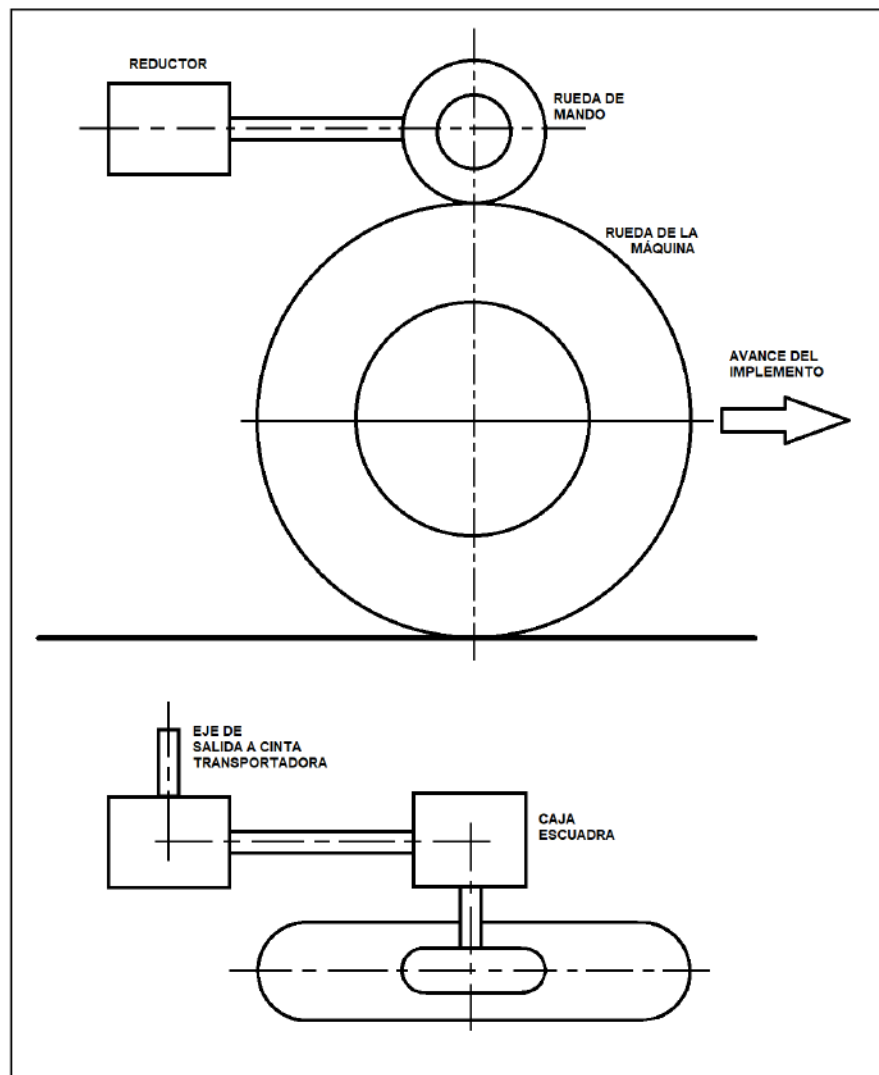


Figura 16: Transmisión de potencia a la cinta propuesta.

3.2.3. Caudal para la dosis máxima

La cinta transportadora debe ser capaz de transportar al sistema de distribución la cantidad necesaria de fertilizante en un tiempo determinado. Esta cantidad es variable para cada caso concreto de aplicación, y debe poder ser fácilmente configurada por el usuario del equipo. En este apartado se calculará el caudal máximo que debe proporcionar la cinta.

Para poder dimensionar la cinta, se toma como referencia a la urea, uno de los fertilizantes nitrogenados simples más comunes. La urea tiene una densidad aparente de 750 kg/m^3 , y se distribuye principalmente en forma de pequeñas esferas con un determinado grado de homogeneidad. En buenas condiciones, el

fertilizante no presenta o presenta escasamente polvo, aunque es común que por deficiencias durante la cadena de transporte hasta el productor se genere un porcentaje de los mismos por la abrasión y absorción de humedad de parte del medio. La dosis de urea a aplicar dependerá de cada ocasión, pero en función de las condiciones límite definidas anteriormente se emplea como dosis máxima a aplicar 700 kg/ha. Esta es la capacidad en base a la cual se dimensionará la cinta.

Se parte del cálculo del cálculo de la superficie trabajada:

$$S_{trab} = AL \times Dist_{rec}$$

Donde:

S_{trab} = Superficie trabajada

AL = Ancho de labor efectivo

$Dist_{rec}$ = Distancia recorrida

Para fertilizar 1 ha, y tomando el ancho de labor efectivo definido (24 metros), se obtiene la distancia que debe recorrer el implemento:

$$1 \text{ ha} = 24 \text{ m} \times Dist_{rec}$$

$$Dist_{rec} = \frac{10000 \text{ m}^2}{24 \text{ m}}$$

$$Dist_{rec} = 416,7 \text{ m}$$

Esta distancia será recorrida en un tiempo t determinado por la velocidad de trabajo:

$$Dist_{rec} = t_{1ha} * V_{imp}$$

$$t_{1ha} = \frac{Dist_{rec}}{V_{imp}}$$

$$t_{1ha} = \frac{416,7 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\text{min}}}$$

$$t_{1ha} = 2,08 \text{ min}$$

Donde:

t_{1ha} = Tiempo para trabar una superficie de 1 ha

V_{imp} = Velocidad de trabajo de la máquina

El caudal másico, para lo dosis máxima será entonces:

$$Dosis_{max} = \dot{m} \times t_{1ha}$$

$$\dot{m} = \frac{Dosis_{max}}{t_{1ha}}$$

$$\dot{m} = \frac{700 \text{ kg}}{2,08 \text{ min}}$$

$$\dot{m} = 336 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

Donde:

$Dosis_{max}$ = Dosis máxima, en kg/ha

$\dot{m}$ = Caudal másico

Se muestra en la tabla 1 la hoja de cálculos utilizada para obtener los valores anteriormente presentados.

Dosis maxima requerida	dosis_max	700	kg/ha
Ancho efectivo de labor	AL	24	m
Velocidad implemento	V_imp	12	km/h
	V_imp	200	m/min
Distancia para 1 ha	dist_rec	416,67	m
Tiempo 1 ha	t_1ha	2,08	min
Caudal masico requerido	$\dot{m}$	336	kg/min

Tabla 1: Cálculo del caudal másico requerido para la dosis máxima

3.2.4. Velocidad de la cinta transportadora

El fertilizante sale por el extremo trasero de la tolva, donde se deja una abertura para salida del mismo. Se define que esta abertura es un rectángulo de ancho a y altura b.

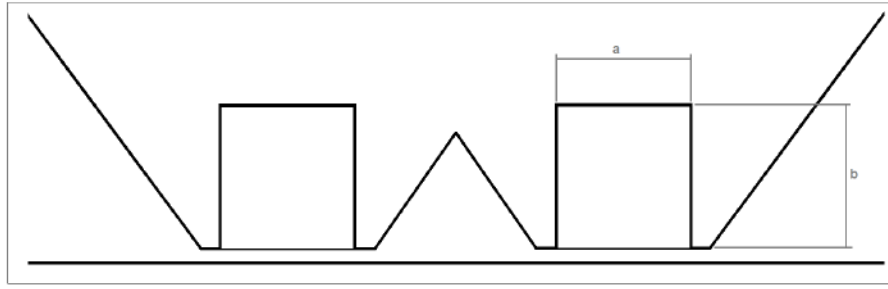


Figura 17: Diagrama aberturas de salida de la tolva.

El caudal másico de fertilizante transportado por la cinta depende de las siguientes variables:

- **Ancho y altura de la abertura:** Determinan el área de la abertura de salida.
- **Densidad del fertilizante:** Fertilizantes menos densos necesitarán mayor caudal volumétrico para igual dosis en kg/ha. Se toma como referencia la urea.
- **Velocidad de la cinta:** El volumen de material que llega a los discos es proporcional a la velocidad de la cinta.

El caudal volumétrico de fertilizante puede calcularse entonces como:

$$\dot{Q} = 2 \times A_{abertura} \times V_{cinta}$$

$$\dot{Q} = 2 \times a \times b \times V_{cinta}$$

Donde:

$\dot{Q}$ = Caudal volumétrico

a = ancho de la abertura

b = alto de la abertura

V_{cinta} = Velocidad de la cinta transportadora

El caudal másico será el caudal volumétrico por la densidad del fertilizante:

$$\dot{m} = \dot{Q} \times \rho_{fert}$$

$$\dot{m} = 2 \times a \times b \times V_{cinta} \times \rho_{fert}$$

Donde:

ρ_{fert} = Densidad aparente del fertilizante

Este caudal másico de la cinta deberá ser igual o mayor al caudal másico correspondiente a la dosis máxima.

En base al boceto realizado anteriormente, definimos la abertura en la tolva con un ancho = 200 mm y alto = 300 mm.

Se muestra en la tabla 2 la hoja de cálculos utilizada para obtener los valores anteriormente presentados.

Altura abertura	b	0,3	m
Ancho abertura	a	0,2	m
Area abertura	A_abertura	0,06	m2
Densidad aparente del fertilizante	rho_fert	750	kg/m3
m cinta	$\dot{m}$	336	kg/min
Q cinta	Q	0,448	m3/min
Velocidad de la cinta	V_cinta	3,73	m/min

Tabla 2: Cálculo de la velocidad necesaria en la cinta

Se obtiene una velocidad mínima de 3,73 m/min.

3.2.5. Elementos de la cadena cinemática de la cinta transportadora

Según el esquema mostrado anteriormente en la figura 16, la velocidad se puede determinar a partir de los componentes que componen la cadena cinemática de la misma.

La rueda del implemento permite transmitir la velocidad del implemento a la rueda de mando, por lo que la velocidad tangencial de ambas es igual a la

velocidad del implemento.

$$V_{rm} = V_{rimp} = V_{imp}$$

Donde:

V_{rm} = Velocidad tangencial de la rueda de mando

V_{rimp} = Velocidad tangencial de la rueda del implemento

V_{imp} = Velocidad del implemento

Por lo tanto, la velocidad de angular de la rueda de mando será:

$$\omega_{rm} = \frac{V_{rm}}{R_{rm}}$$

Donde:

ω_{rm} = Velocidad angular de la rueda de mando

R_{rm} = Radio exterior de la rueda de mando

La velocidad angular en el tambor motriz corresponde a la velocidad angular en la entrada multiplicada por la relación de transmisión:

$$\omega_{tm} = rel \times \omega_{rm}$$

Donde:

ω_{tm} = Velocidad angular del tambor motriz

rel = Relación de transmisión del reductor

Y la velocidad lineal de la cinta es función del radio del tambor:

$$V_{cinta} = \omega_{tm} \times R_{tm}$$

Donde:

R_{tm} = Radio del tambor motriz

La expresión final de la velocidad de la cinta es:

$$V_{cinta} = V_{imp} \times rel \times \frac{R_{tm}}{R_{rm}}$$

En base a la velocidad de la cinta mínima obtenida anteriormente, se pre dimensionan los elementos para poder obtener una velocidad superior y garantizar que se obtiene el caudal requerido.

En caso de que alguna de estas medidas deba variar al momento de realizar la ingeniería de detalle, será necesario alterar alguno de los otros valores a fin de compensar el cambio y obtener una velocidad mayor o igual a la mínima.

Se selecciona para la rueda de mando una de uso habitual y disponibilidad en el mercado. El neumático elegido es 16 x 6,5 x 8, que tiene un diámetro exterior de 406,4 mm.

De las relaciones de transmisión estándar, elegimos un reductor de corona y sin fin con relación 1:25. Con estos datos, el tambor motriz debe tener un radio de al menos 100 mm.

Velocidad implemento	V_imp	12	km/h
	V_imp	200	m/min
Reductor preseleccionado	1 en	25	
Relación de transmisión	rel	0,04	
Radio tambor motriz	R_tm	0,1	m
Radio rueda de contacto	R_rc	0,2032	m
Velocidad de la cinta	V_cinta	3,94	m/min

Tabla 3: Pre dimensionamiento elementos de la transmisión de la cinta

3.3. Validación del sistema de distribución

Para poder validar la propuesta, se necesitaría construir un prototipo y realizar pruebas en campo. Como no se dispone de tiempo ni recursos, se desarrolla a continuación un modelo matemático para modelar la distribución del fertilizante en función de los parámetros relevantes del sistema.

Este modelo se desarrolla íntegramente en el software de cálculo numérico computacional Matlab, y se probarán distintas disposiciones hasta poder alcanzar una que satisfaga las condiciones definidas para el sistema.

3.3.1. Variables de la distribución

La distribución del fertilizante se realiza al voleo, con un sistema de dos discos con giro opuesto. El ancho de labor efectivo a alcanzar son 24 metros. Además, dentro de los 24 metros, la distribución del material debe ser lo más homogénea posible, para que no haya zonas con concentración o falta de fertilizante.

Se analizan a continuación las distintas variables que afectan a la distribución del fertilizante. Es importante aclarar que nuestro modelo será una aproximación a la realidad. Es imposible diseñar un modelo que contemple *todas* las variables que afectan a la distribución, por lo que en función de la disponibilidad de recursos computacionales, tiempo y alcance del proyecto tomaremos en cuenta las que sean relevantes.

Las variables que afectan a la distribución son:

- **Velocidad de giro de los discos:** Cuanto más rápido giren los discos, más velocidad se transmitirá a los granos de fertilizante y más lejos caerán estos de la máquina.
- **Largo de las paletas:** Cuanto más largas sean las paletas, el grano permanecerá más tiempo sobre la misma y adquirirá mayores velocidades radiales. Además, si la paleta es más larga el fertilizante tardará más tiempo en alcanzar el borde, por lo que el ángulo que recorrerá la paleta hasta la salida del fertilizante será mayor.
- **Cantidad de paletas:** Un sistema con varias paletas nos permite hacer ajustes en cada una de las paletas, pudiendo lograr una distribución más plana si esto se hace correctamente.
- **Ángulo de las paletas:** Si consideramos como referencia una línea coincidente con un radio de la circunferencia del disco, que pase por la arista interior de la paleta, se puede medir el ángulo que forma ésta con el radio. La paleta podrá estar adelantada o atrasada respecto al radio, y esto modificará la dirección de la trayectoria del fertilizante al salir del disco.

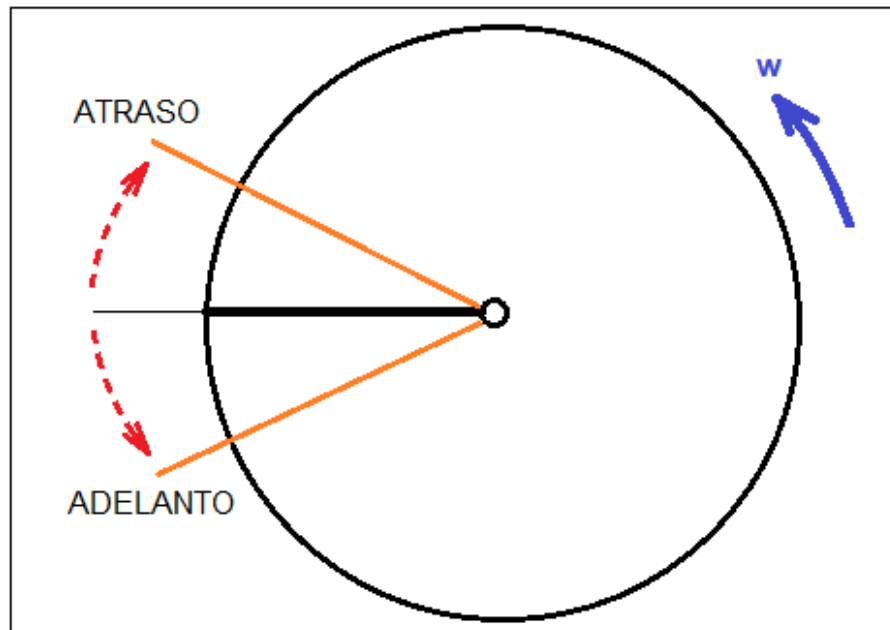


Figura 18: Variación en el ángulo de la paleta.

- **Punto de caída del fertilizante sobre el disco:** El punto de caída puede medirse en función del radio a partir del eje del plato y del ángulo a partir de la línea que une los ejes de ambos platos.

A mayor radio, menor tiempo de permanencia del fertilizante en la paleta y por lo tanto menor velocidad radial transmitida al grano de fertilizante. Además, al acortar el tiempo, el ángulo recorrido por la paleta hasta la salida del fertilizante por el borde será menor.

El ángulo será la posición de ingreso del fertilizante al disco, y por lo tanto determina a partir de donde medimos el ángulo que recorre la paleta 8y por lo tanto su posición) a la salida del fertilizante.

- **Tamaño y forma de la boquilla:** Afectará la cantidad y distribución de la caída del fertilizante sobre el disco. Cuanto más chica sea la boquilla más será la caída del fertilizante alrededor del punto central de la misma.
- **Obstáculos físicos:** Los parantes, protectores y bordes de la máquina impiden que a partir de ciertos ángulos el fertilizante pueda ser despedido del disco, por lo cual deben considerarse estos obstáculos y garantizar que el material salga despedido del disco antes. A priori, es de suponerse que estos límites estén fuera de la zona de salida deseada para el fertilizante.

- **Peso, tamaño, forma y estado del grano de fertilizante:** El fertilizante no será perfectamente homogéneo. Como vimos en la tabla X, cada fertilizante tiene su forma, granulometría y densidad. Además, si el fertilizante no se encuentra en perfectas condiciones también habrá polvo y podrá presentarse apelmazamiento en la tolva.

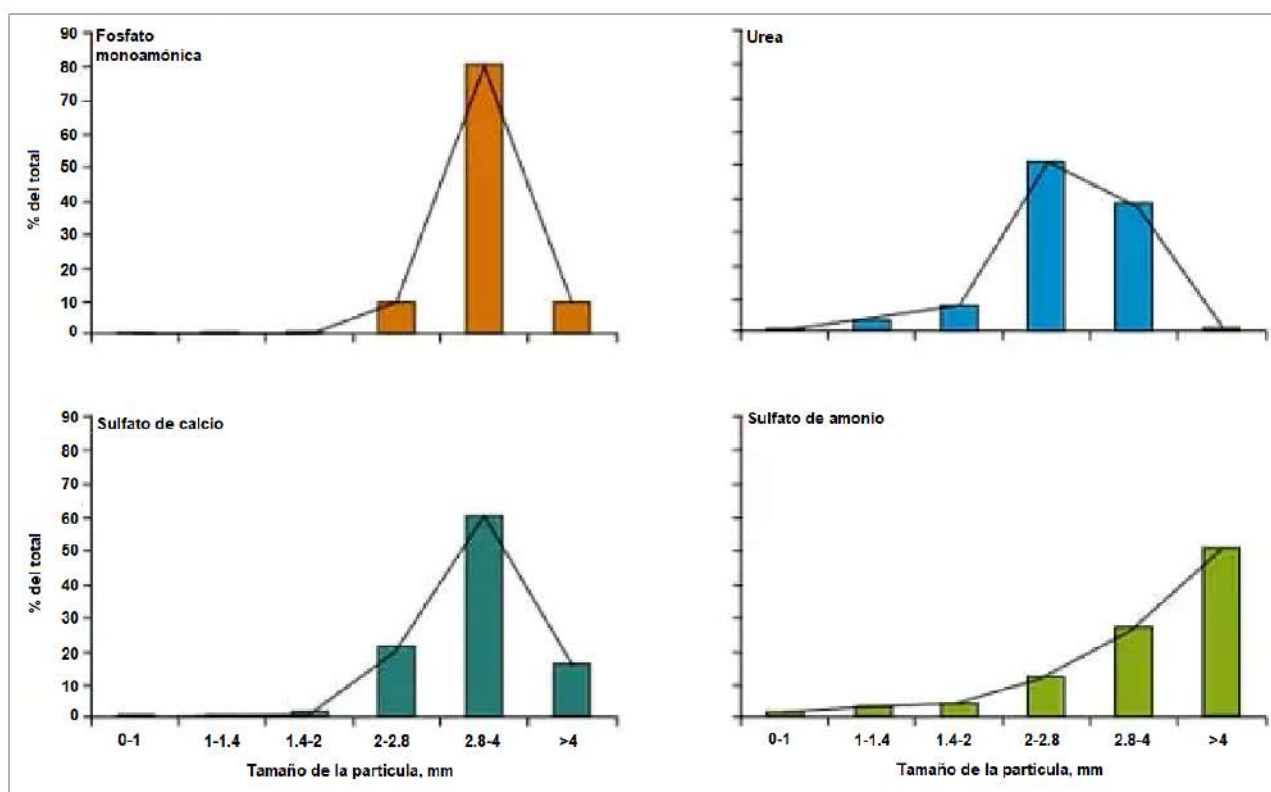


Figura 19: Histogramas de granulometría de distintos fertilizantes.

- **Segregación:** Los materiales granulados tienen a segregarse. En la siguiente imagen se presenta la forma de segregación en una boquilla o tolva. Como se observa, los granos más grandes tienden a irse hacia los lados. La segregación causará una diferencia en el tamaño de los granos de fertilizante a medida que la tolva se vaya vaciando.

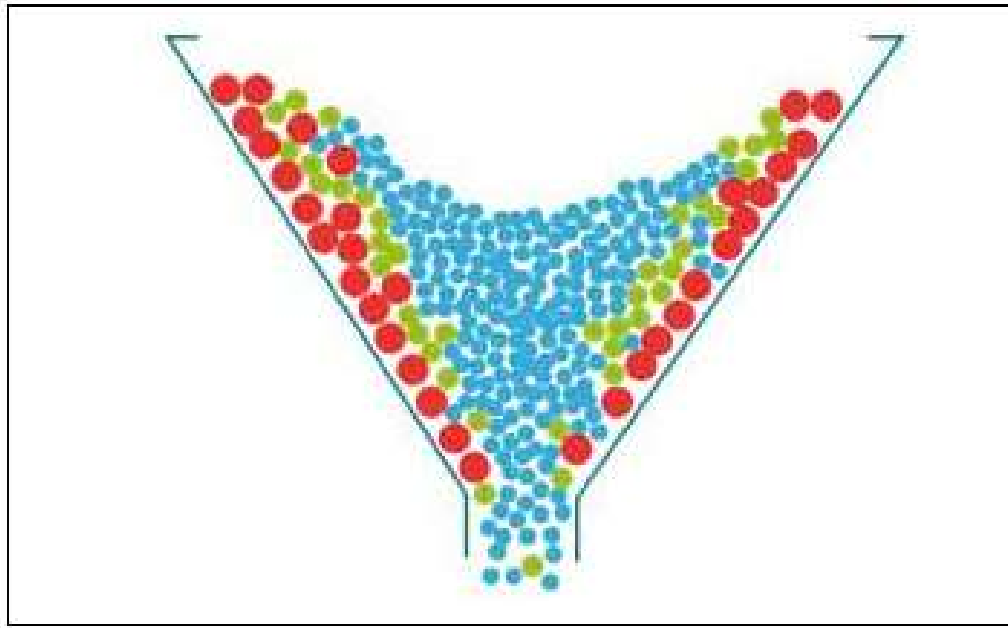


Figura 20: Esquema de segregación del un material granulado en una tolva o silo.

3.3.2. Modelo propuesto para la distribución del fertilizante

Se pretende determinar la distribución del fertilizante en un corte transversal al recorrido del implemento, y a través de este modelo ajustar las variables para poder alcanzar el ancho de labor y uniformidad de distribución requeridos.

Para poder obtener esta información, es necesario desarrollar un modelo que abarca desde la caída del fertilizante al plato, el movimiento del grano sobre el disco y la paleta, y el vuelo del grano desde que sale de la paleta hasta la caída en la superficie del campo.

3.3.2.1 Caída del fertilizante

Inicialmente se propone una boquilla de forma rectangular ($m \times n$), con el lado más largo m alineado al radio que une el centro del eje con el centro de la abertura. El centro de la boquilla está a una distancia r medida desde el centro del disco. Al área de la boquilla se obtiene será $A_{boquilla} = m \times n$

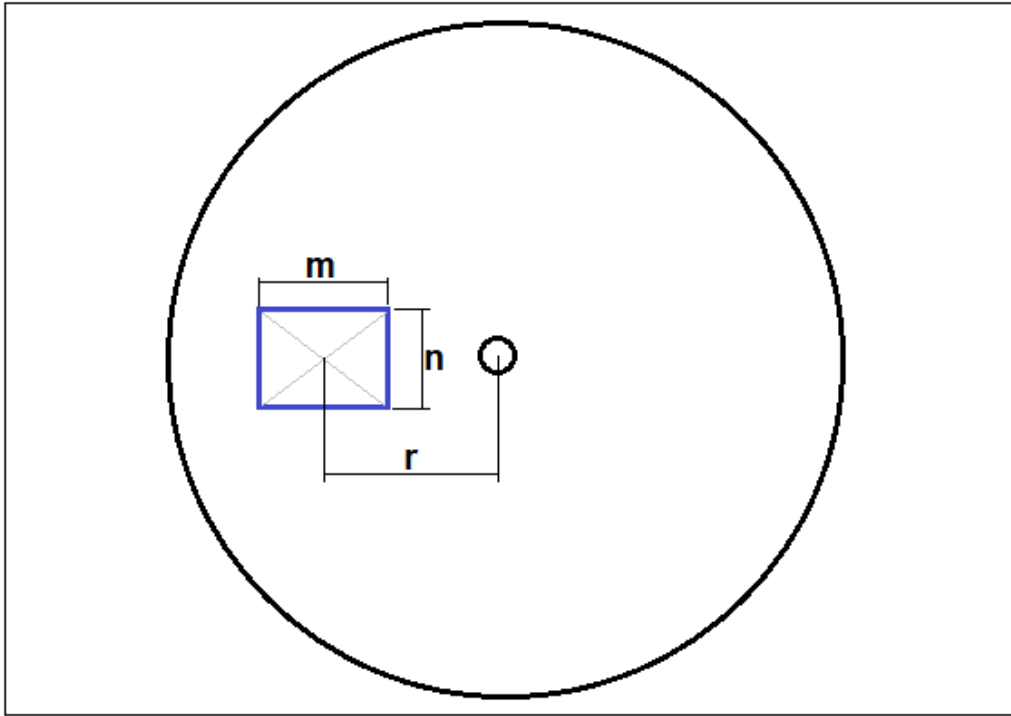


Figura 21: Esquema de las medidas de la boquilla.

Se considera que el plato tiene una cantidad de paletas N_p . Si consideramos 2 o 3 paletas, el fertilizante caerá sobre cada disco en una porción coincidente con el área anular mostrada en la figura. Esta área circular tiene radio exterior $(\frac{r+m}{2})$ y radio interior $(\frac{r-m}{2})$, y una amplitud angular de $(\frac{360}{N_p})$.

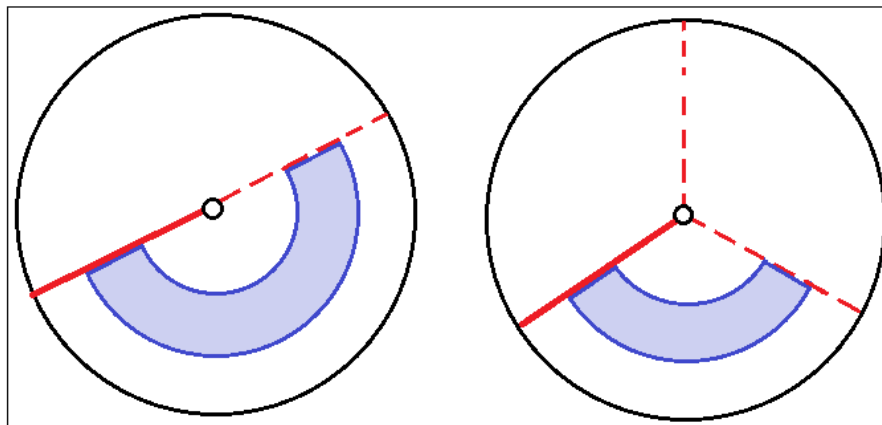


Figura 22: Sector de cada paleta donde cae el fertilizante.

Se define a continuación la posición inicial del grano sobre el disco. Se considera que:

- Cada grano cae sobre el disco en una posición determinada por el radio desde el centro del disco (x_i) y a un ángulo medido desde la paleta correspondiente al sector donde cae (θ_i).
- Se considera que el fertilizante no rebota sobre el disco, absorbiéndose completamente la energía que este contiene. Por lo tanto, consideramos al grano inicialmente apoyado sobre el disco con una velocidad inicial $V = 0$, y la altura del centro del grano desde la superficie del plato coincide con el radio del grano.

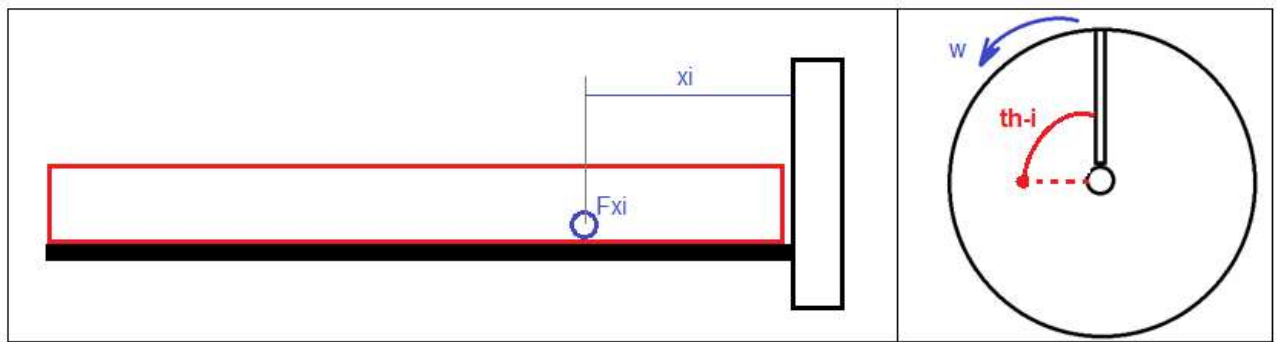


Figura 23: Posición radial y angular del fertilizante.

3.3.2.2 Movimiento sobre el disco hasta encontrarse con la paleta

Consideremos un sistema de referencia en coordenadas polares sobre el plano del disco, con origen en el centro del plato. El eje X coincide con la línea que une los centros de ambos discos. La posición inicial del grano será $(x_i; \theta_i)$.

El grano de fertilizante puede modelarse como una masa rodando/deslizando sobre el plato que gira a velocidad constante. Las fuerzas que actúan sobre el grano son el peso, la normal, la fuerza centrífuga y la fuerza de rozamiento. En el sentido angular y debido al rozamiento, el disco que está girando intentará arrastrar al grano de fertilizante que rodará o deslizará.

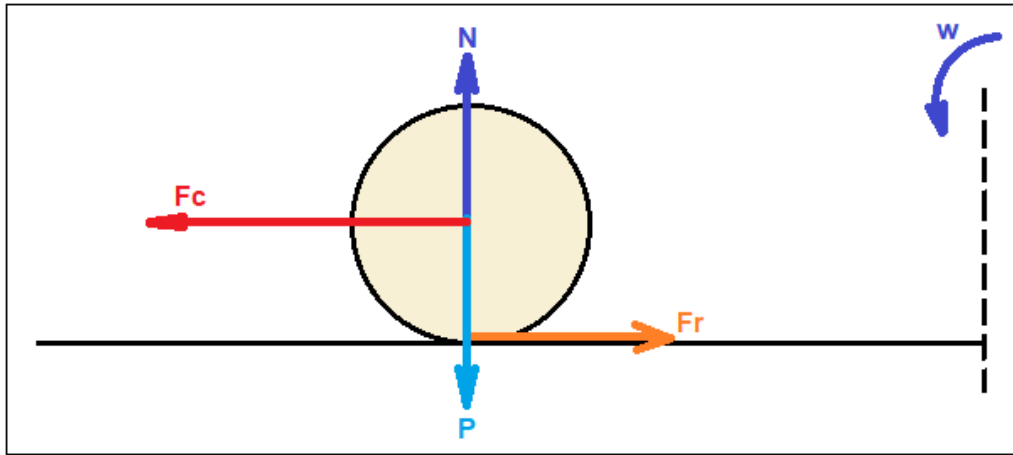


Figura 24: Fuerzas que actúan sobre el fertilizante mientras esta en contacto con el disco.

En la realidad, la velocidad del disco es muy superior a la del grano que no tiene movimiento en el sentido del giro, y la interacción ocurre en un tiempo infinitesimal. Además, nuestra suposición de que el grano está en contacto con el disco desde que cae hasta que sale no se cumple. Por lo que si bien consideraremos este arrastre lo supondremos muy pequeño.

Combinando el desplazamiento radial con el tangencial, tendremos que el grano de fertilizante seguirá una trayectoria similar a la siguiente (se presenta fuera de escala solo como referencia):

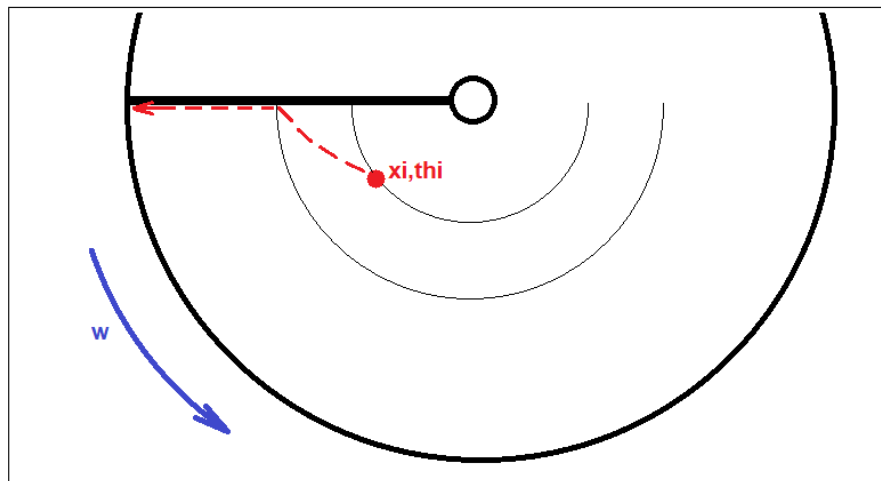


Figura 25: Esquema del movimiento aparente del fertilizante sobre el plato.

3.3.2.3 Posición y velocidad radial de la partícula sobre el disco

Consideremos un grano de fertilizante F_i , situado a la distancia x_i desde el centro del disco. Sean x_0 y θ_0 su radio y ángulo iniciales. Al girar el disco a la velocidad angular ω , el grano de fertilizante se ve sometido a la fuerza centrífuga, y la fuerza de rozamiento que se opone a su movimiento. Estas fuerzas se pueden calcular como:

$$F_c = m \times \omega^2 \times x_i$$

y:

$$F_r = \mu \times N = \mu \times m \times g$$

Donde:

F_c = Módulo de la fuerza centrífuga

m = Masa del grano de fertilizante

F_r = Módulo de la fuerza de rozamiento

μ = Coeficiente de rozamiento

N = Módulo de la fuerza normal

La ecuación diferencial que representa el movimiento en esta dirección puede determinarse:

$$F_r - F_c = m \times a$$

$$m \times \omega^2 \times x_i - \mu \times m \times g = m \times \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\omega^2 \times x_i - \mu \times g = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \omega^2 \times x_i + \mu \times g = 0$$

Para obtener la posición, tiempo y velocidad radial de salida, se emplea en el programa el método de Newton-Rhapson.

3.3.2.4 Velocidad angular de la partícula

Al modelar la partícula como rodadura perfecta, la misma no será arrastrada por el disco hasta alcanzar la paleta. Siendo θ_0 el ángulo inicial, la partícula alcanzará la paleta en el tiempo:

$$\omega \times t = \theta_0$$

$$t = \frac{\theta_0}{\omega}$$

La trayectoria del grano sobre el disco, y su velocidad a la salida dependerán de la composición de estos dos movimientos, uno en el sentido angular y el otro en el sentido radial. Según la posición inicial x_0 y θ_0 del grano, se presentarán varios casos:

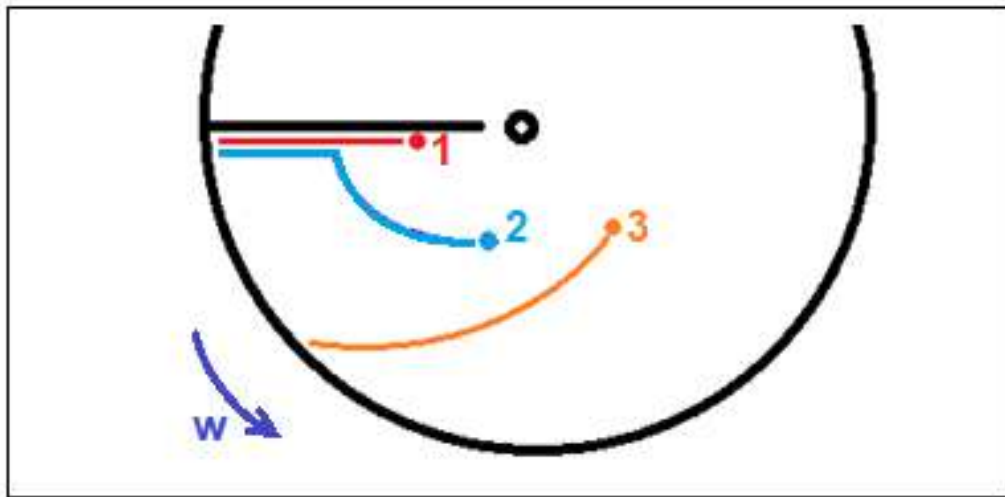


Figura 26: Posibles trayectorias del fertilizante sobre el plato.

En el caso 1, el fertilizante cae sobre la paleta. Por lo tanto se desplazará en el sentido radial a lo largo de la paleta, y tendrá a la salida una velocidad tangencial determinada por el radio de salida y la velocidad angular.

Para el caso 2, el fertilizante cae a un ángulo θ_0 de forma que a medida que se acelera radialmente se acerca a la paleta hasta hacer contacto con la misma. Desde ahí, la trayectoria es similar a la del caso 1.

Para el caso 3, el fertilizante cae sobre el plato y a medida que se acerca a

la paleta se acelera radialmente, pero el ángulo θ_0 es lo suficientemente grande como para que el grano alcance el borde antes de hacer contacto con la paleta. Por lo tanto la misma sale despedida con velocidad radial y una velocidad tangencial mucho menor, dado que es solo la que se adquirió por el rozamiento.

En el programa se consideran los 3 casos posibles.

3.3.2.5 Vuelo del fertilizante desde la salida del disco

Cuando el grano de fertilizante llega al final de la paleta o al borde del disco, el mismo sale con una velocidad (en el plano XY) compuesta por la velocidad radial y la tangencial. Además, formará un ángulo α con este plano, ya que se supondrá que el disco tiene un ángulo de estampado (1 o 2 grados) que influirá en la trayectoria del grano.

Actuarán sobre el fertilizante la fuerza de gravedad, el empuje y la fuerza de arrastre provocada por el aire. Por ser ínfimo, se desprecia el empuje. De los cálculos realizados hasta aquí, se desprende que la velocidad de salida es alta, por lo que se propone un modelo donde la fuerza de roce es proporcional al cuadrado de la velocidad.

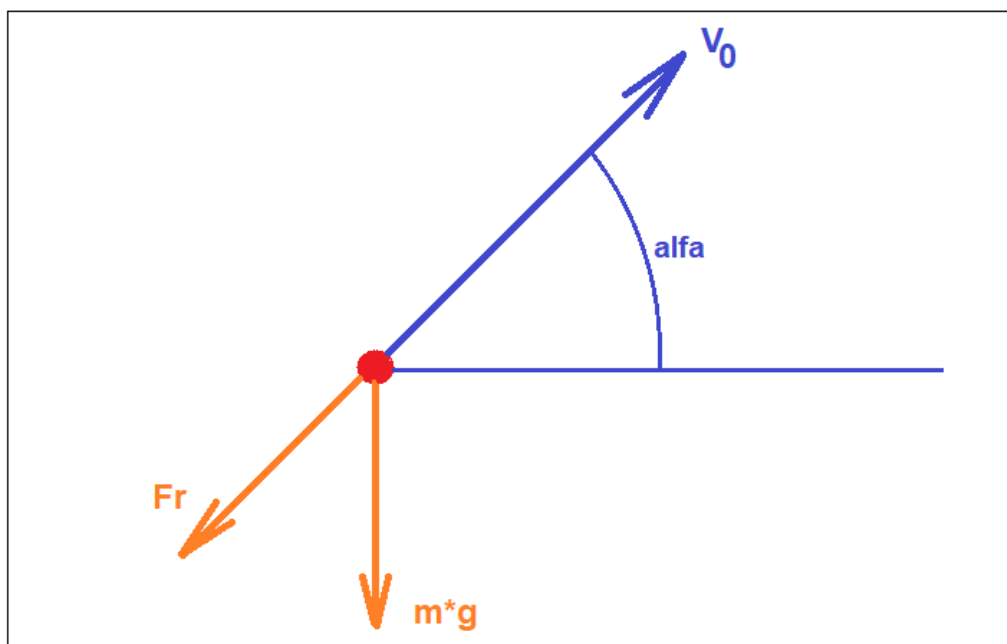


Figura 27: Fuerzas que actúan sobre el fertilizante una vez que ha salido despedido del disco.

Para las ecuaciones consideraremos un sistema de referencia cuyo eje X coincide con el versor de la velocidad de salida. Por lo que la trayectoria del grano de fertilizante estará situada en un plano que contiene a ese versor y a la vertical (eje Z).

Por lo que las sumatorias de fuerza en cada eje son:

$$\sum F_x = m \times \frac{dv_x}{dt} = -F_{rx}$$

$$\sum F_z = m \times \frac{dv_z}{dt} = -m \times g - F_{rz}$$

$$m \times \frac{d^2x}{dt^2} + m \times b \times v_x \times \sqrt{\frac{dx^2}{dt} + \frac{dz^2}{dt}} = 0$$

$$m \times \frac{d^2z}{dt^2} + m \times g + m \times b \times v_z \times \sqrt{\frac{dx^2}{dt} + \frac{dz^2}{dt}} = 0$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + b \times v_x \times \sqrt{\frac{dx^2}{dt} + \frac{dz^2}{dt}} = 0$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + g + b \times v_z \times \sqrt{\frac{dx^2}{dt} + \frac{dz^2}{dt}} = 0$$

Las condiciones iniciales para estas ecuaciones diferenciales para $t = 0$ son:

$$V_{0x} = V_0 \times \cos(\alpha)$$

$$V_{0z} = V_0 \times \sin(\alpha)$$

$$x_0 = 0$$

$$z_0 = H_{disco}$$

Si bien pueden encontrarse soluciones analíticas aproximadas, haciendo algunas simplificaciones, se resuelve a través de métodos numéricos.

3.3.2.6 Coeficiente de rozamiento con el aire (b)

La fuerza de rozamiento con el aire es la fuerza de arrastre provocada sobre el grano de fertilizante por el fluido donde se mueve (aire). Esta fuerza es generada por las fuerzas viscosas y cinéticas generadas en el seno del fluido que se oponen al movimiento de la partícula. La fuerza de arrastre puede calcularse como:

$$F_d = \frac{1}{2} \times C_d \times A \times \rho_{fluido} \times v^2$$

Donde:

F_d = Fuerza de arrastre

C_d = Coeficiente de arrastre

A = Área frontal del objeto

ρ_{fluido} = Densidad del fluido

v = Velocidad del objeto

El coeficiente de arrastre C_d es un valor que depende de la forma del cuerpo, y varia con el número de Reynolds del flujo donde se desplaza. Existen distintas fórmulas obtenidas a partir de datos empíricos que modelan el coeficiente de arrastre. Por ejemplo, la fórmula de (Morrison, 2013).

$$C_d = \frac{24}{Re} + \frac{2,6 \times \left(\frac{Re}{5,0}\right)}{1 + \left(\frac{Re}{5,0}\right)^{1,52}} + \frac{0,411 \times \left(\frac{Re}{2,63 \times 10^5}\right)^{-7,94}}{1 + \left(\frac{Re}{2,63 \times 10^5}\right)^{-8,0}} + \frac{0,25 \times \left(\frac{Re}{10^6}\right)}{1 + \left(\frac{Re}{10^6}\right)}$$

Para nuestro flujo, el número de Reynolds es aproximadamente 10^5 . En esta zona de la curva C_d - Re , el coeficiente se vuelve prácticamente constante con un valor de 0,4, por lo que emplearemos este valor en nuestros cálculos.

Luego, la fuerza de arrastre será:

$$F_d = \frac{1}{2} \times 0,4 \times (\pi \times r_{fert}^2) \times \rho_{aire} \times v^2$$

Donde:

r_{fert} = Radio del grano de fertilizante

$\rho_{aire} = \text{Densidad del aire}$

Considerando una fuerza de roce proporcional al cuadrado de la velocidad:

$$\bar{F}_r = b \times m \times v^2$$

Igualando ambas ecuaciones y trabajando algebraicamente se halla la expresión de b:

$$b \times m \times v^2 = 0,2 \times (\pi \times r_{fert}^2) \times \rho_{aire} \times v^2$$

$$b = \frac{0,2 \times (\pi \times r_{fert}^2) \times \rho_{aire}}{m}$$

$$b = \frac{0,2 \times (\pi \times r_{fert}^2) \times \rho_{aire}}{\frac{4}{3} \times \pi \times r_{fert}^3 \times \rho_{fert}}$$

$$b = \frac{0,15 \times \rho_{aire}}{r_{fert} \times \rho_{fert}}$$

Donde:

$\rho_{fert} = \text{Densidad absoluta del fertilizante}$

Considerando un radio del fertilizante de $3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$ y siendo $\rho_{fert} = 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y $\rho_{aire} = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, b será:

$$b = \frac{0,15 \times 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,003 \text{ m} \times 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$b = 0,04973 \text{ m}^{-1}$$

3.3.2.7 Determinación del punto de caída del grano

A fines de poder obtener el perfil de distribución, necesitamos conocer el punto de caída considerando un sistema de referencia fijo en el campo. Definimos este sistema de referencia con el sentido del eje X+ coincidente con la dirección de desplazamiento del implemento. El eje Y+ será perpendicular a la trayectoria

y por convención hacia la izquierda de la misma, con $Y = 0$ en el centro de la línea que une los ejes de ambos platos. El eje Z coincidirá con la vertical, con el sentido positivo hacia arriba, siendo el suelo $Z=0$. La posición inicial en X es arbitraria, definimos $X = 0$ como la posición inicial de la línea que une ambos ejes de la los discos al momento de iniciarse el movimiento del implemento.

A partir de este sistema, el implemento se desplazará en el sentido del eje x positivo, a una velocidad V_{imp} . Esta velocidad es la también la velocidad de avance de los centros de ambos discos, que además están a una posición $+y_0$ y $-y_0$ constante en el eje Y, y a una altura h_0 en el eje Z.

Posición del centro del disco derecho:

$$P_d = (x_d, y_d, z_d)$$

Donde:

$$x_d = V_{imp} \times t$$

$$y_d = y_0$$

$$z_d = h_0$$

El borde de cada paleta (punto de salida del fertilizante) estará a un radio R_{pi} desde el centro del disco, y cada paleta iniciará el movimiento a un ángulo inicial β_0 medido desde la línea que une los ejes de los platos. Como el disco gira a una velocidad ω constante, el punto de salida a partir del cual sale el fertilizante tendrá coordenadas:

Punto de salida del fertilizante:

$$P_s = (x_s, y_s, z_s)$$

Donde:

$$x_s = x_d + \sin(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi}$$

$$x_s = V_{imp} \times t + \sin(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi}$$

$$y_s = y_d + \cos(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi}$$

$$y_s = y_0 \times t + \cos(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi}$$

$$z_s = z_d$$

$$z_s = h_0$$

Desde este punto, el grano saldrá en la dirección dada por su velocidad total, que como se propuso estará en un plano que contenga al versor correspondiente a la velocidad y a la vertical. En este sistema, el grano tendrá su posición de caída en las coordenadas x_L y z_L . Para poder trasladar las coordenadas de este sistema local al global, se necesita determinar el ángulo que forma este plano con el determinado por el eje X y el Z. Este ángulo es la suma del ángulo de salida y el ángulo que tiene la velocidad a partir del anterior.

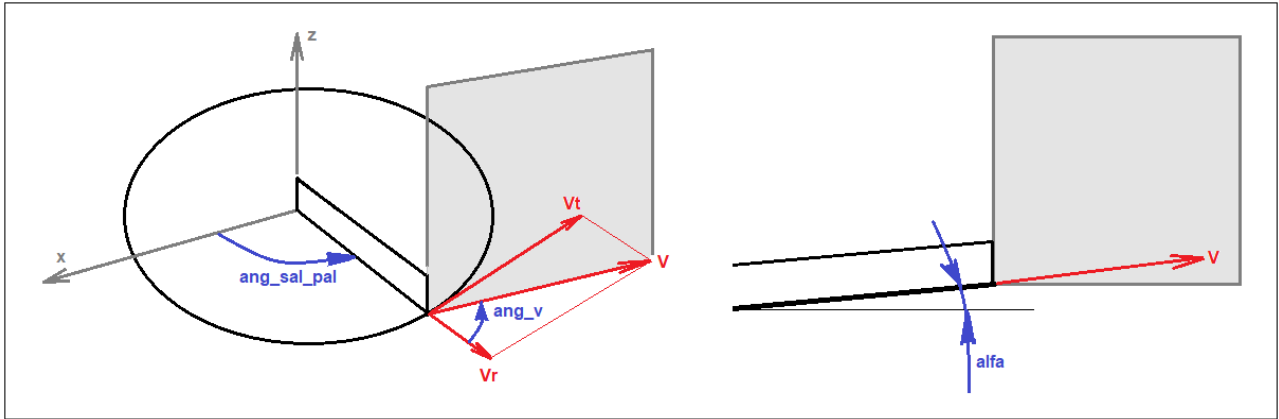


Figura 28: Ángulo de la paleta al momento de la salida y ángulo de la velocidad de salida.

El ángulo de salida es el ángulo que tiene la paleta en el momento en que el grano sale:

$$ang_{psal} = \omega \times t_{salida}$$

Donde:

ang_{psal} = Ángulo de la paleta en el tiempo de la salida del grano

t_{salida} = Tiempo de salida del grano de fertilizante

El ángulo de la velocidad es:

$$ang_{vel} = \tan^{-1} \left(\frac{V_{rad}}{V_{tan}} \right)$$

Donde:

V_{rad} = Velocidad radial del fertilizante

V_{tan} = Velocidad tangencial del fertilizante

Por lo tanto, el ángulo del plano es:

$$ang_{plano} = ang_{sal} + ang_{vel}$$

Y trasladando las coordenadas del punto de caída en este sistema local, obtenemos las coordenadas del punto de caída en el sistema global:

Punto de caída del fertilizante:

$$P_c = (x_c, y_c, z_c)$$

Donde:

$$x_c = x_s - x_L \times \sin(ang_{plano})$$

$$x_c = V_{imp} \times t + \sin(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi} - x_L \times \sin(ang_{plano})$$

$$y_c = y_s + x_L \times \cos(ang_{plano})$$

$$y_s = y_0 \times t + \cos(\omega \times t + \beta_0) \times R_{pi} + y_L \times \cos(ang_{plano})$$

$$z_c = 0$$

3.3.2.8 Obtención del histograma

Para obtener el histograma de la posición de caída del fertilizante en el eje transversal al avance del implemento (eje X), se divide el intervalo de interés

en intervalos de igual ancho. Para este programa se empleó el intervalo de -25 a 25 m y el ancho 0,2 m. Luego se cuenta la cantidad de granos cuya coordenada x_c esta dentro de los límites del mismo, para cada uno de los intervalos. Con estos datos puede construirse el histograma respectivo a la distribución del fertilizante.

3.3.3. Detalles del programa diseñado

3.3.3.1 Variables que se pueden modificar

El script nos permite antes de ejecutar el programa, definir los valores de las variables a utilizar en el mismo.

```
%% DATOS Y VARIABLES NUMERICAS
a_boq = 0.06; %ancho de la boquilla M
b_boq = 0.05; %prof boquilla M
r_boq = 0.07; %radio centro boquilla M
avanceboq = 0; %avance de la boquilla respecto a la ref (contra aguj
    reloj) GRADOS
d_fert = 0.0035; %diametro grano de fertilizante M
r_fert = d_fert/2; %radio grano de fertilizante M
rho_fert = 760; %densidad del fertilizante APARENTE KG/M3 %la desidad
    real es alrededor de 1300kg/m3
r_disco = 0.260; %radio del disco M
x_disco = 0.400; %distancia del centro del disco al eje de simetria M
alfa = 1; %angulo del estampado del plato GRADOS
cant_paletas = 2; %cantidad de paletas
largo_pal(1)=0.20; %largo de la 1er paleta M
largo_pal(2)=0.31; %largo de la 1er paleta M
largo_pal(3)=0.33; %largo de la 1er paleta M
atraso_pal(1)=5;
atraso_pal(2)=-15;
atraso_pal(3)=-15;
ang_sector = 360/cant_paletas; %sector angular ccorrespondiente a cada
    disco GRADOS
w_rpm = (540*1.45) ; %velocidad angular RPM
dosis=350; %dosis maxima de fert requerida por ha KG
ancho_lab=24; %ancho labor M
```

Figura 29: Ingreso de variables al comienzo del script.

3.3.3.2 Aleatoriedad

Para introducir un grado de no uniformidad a la posición de caída del fertilizante similar a la que ocurre en la realidad, se modelara la caída a través de una curva distribución normal, como se muestra en la figura:

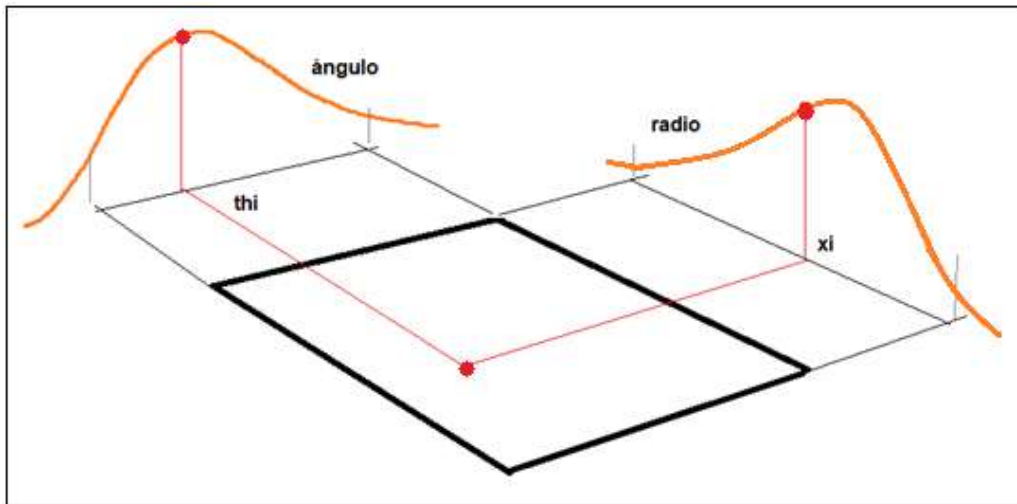


Figura 30: Esquema de como se determina el punto de caída de cada grano en referencia a las medidas de la boquilla.

Definimos que la distribución sea tal que los bordes de la boquilla coincidan tanto en radio como en ángulo con los límites para -2σ y $+2\sigma$ centrados en el radio de la boquilla y el ángulo de la misma, de forma que aproximadamente el 95 % de los granos caen en el área proyectada por la misma sobre el disco.

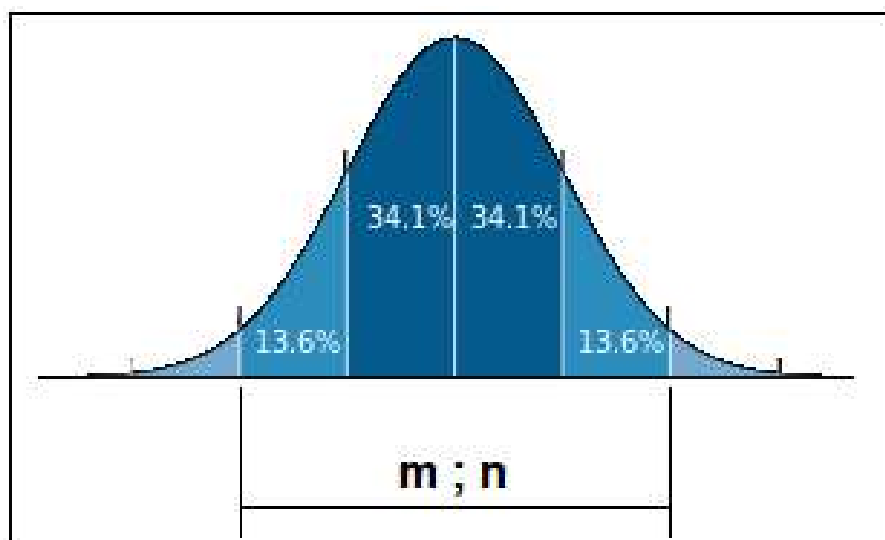


Figura 31: Distribución normal para las coordenadas del fertilizante.

A cada paso de “avance” del sistema, caerán una cantidad n de granos en el área de la boquilla. Esta cantidad n se ajustará en el momento de ejecutar el script para que el programa completo se ejecute en un tiempo razonable.

Utilizando la función de Matlab:

$$r = \text{normrnd}(\mu; \sigma)$$

se genera un número aleatorio de la distribución normal con el parámetro principal μ y el parámetro de desviación estándar σ . Utilizando dicha función con los parámetros μ y σ para el radio y el ángulo definidos anteriormente, obtenemos la posición del fertilizante.

3.3.3.3 Cantidad de ejecuciones

El script simula la distribución de la caída del fertilizante en 1 vuelta completa de la paleta. Para mejorar los resultados y obtener datos más certeros desde el punto de vista estadístico, se corre el script una cantidad de veces determinada y se almacenan las posiciones de caída de los granos en un acumulador.

3.3.3.4 Variables de salida del programa

El script nos permite obtener el histograma de la posición del fertilizante (referida al plano transversal a la dirección del implemento) y la curva de distribución correspondiente.

Para trazar la curva, no se ajustan los datos con un modelo preestablecido (como podría ser una distribución normal, geométrica, binomial u otra, sino que se utiliza la función:

$$pd = \text{fitdist}(\text{datos}, 'Kernel')$$

Esta función de Matlab genera una curva suave, no paramétrica que ajusta a los datos. Se muestra un ejemplo en la siguiente figura, donde vemos como la curva ajusta los datos del histograma. Las líneas en negro representan variaciones de los parámetros base de la función Kernel que permiten ajustar mejor

a datos con ruido o algunas particularidades. En nuestro caso, se emplean los parámetros preestablecidos.

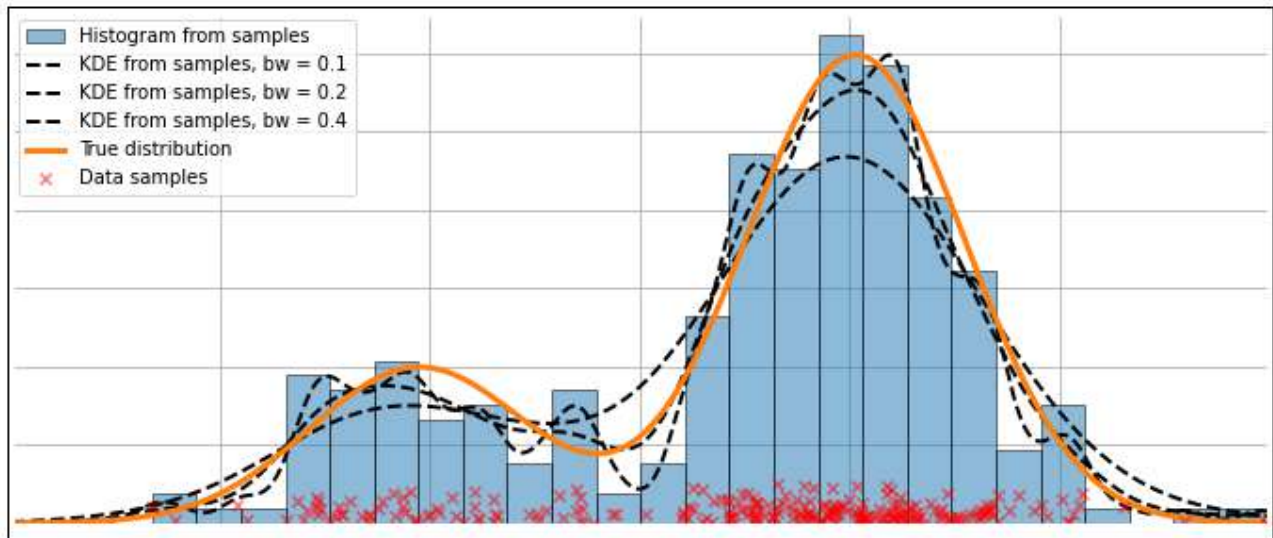


Figura 32: Curva de distribución con la función Kernel.

3.4. Conclusiones del modelo implementado

Se presentan los resultados obtenidos variando uno de las variables mientras mantenemos las otras constantes. Cabe resaltar que los resultados que se presentan corresponde a la curva de distribución de las paletas *individualmente*, y no a la distribución resultante de ambos discos con sus respectivas paletas.

3.4.1. Variación del radio de la paleta

Podemos apreciar que a medida que crece el radio de la paleta se producen dos efectos:

- La distribución se hace más ancha, lo que implica más dispersión
- El pico de la distribución se corre hacia el centro

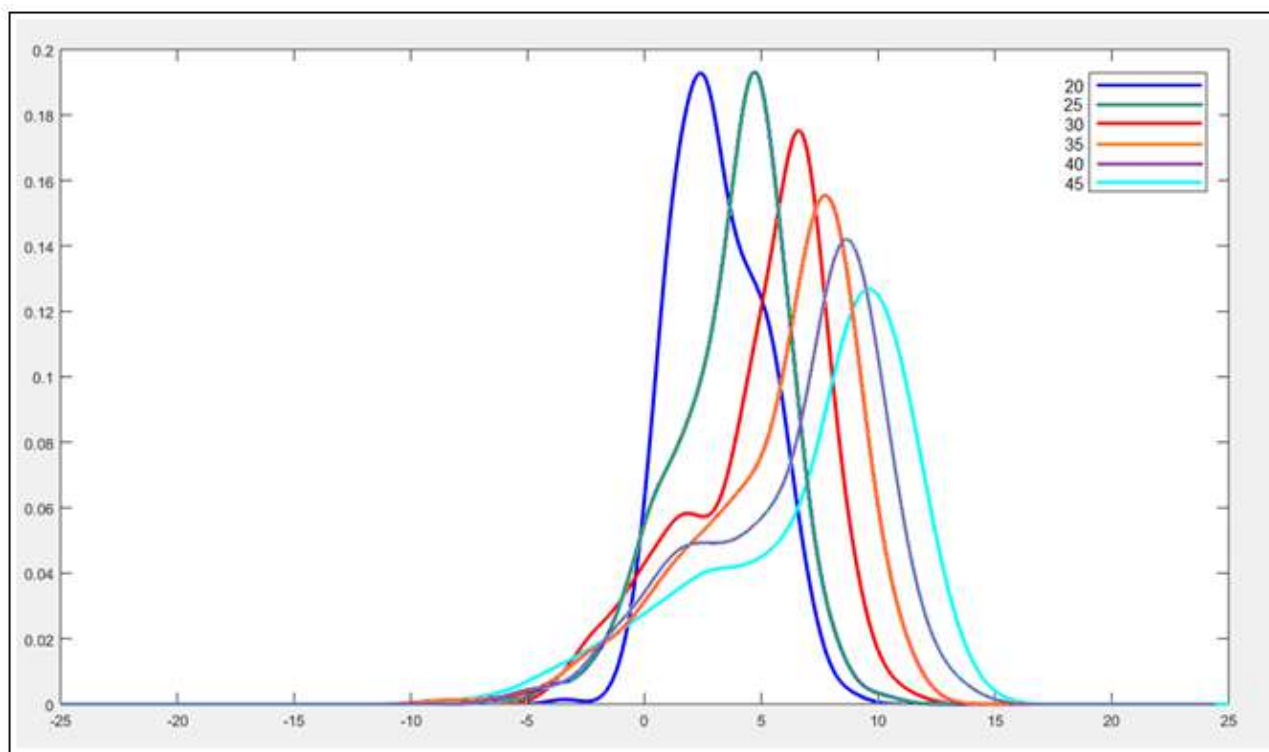


Figura 33: Variación de la curva de distribución con respecto al radio de la paleta.

3.4.2. Angulo de la paleta

Podemos ver en la figura 34 A, que atrasando la paleta la distribución se ensancha y achata, y el pico se mueve hacia el centro de la maquina.

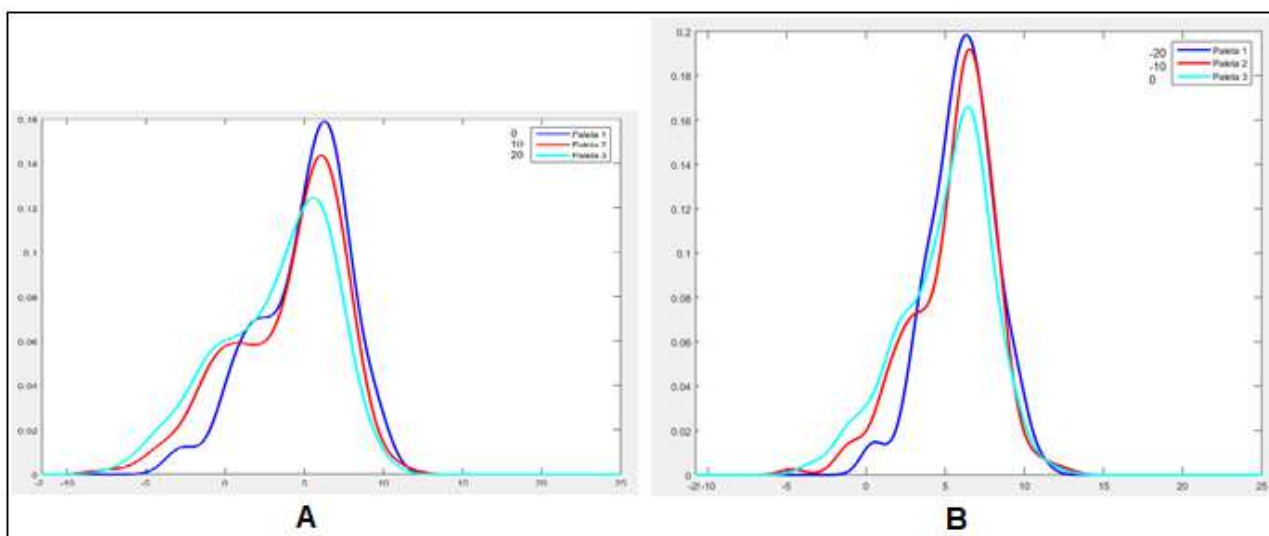


Figura 34: Variación de la curva de distribución con respecto al angulo de la paleta.

Por el contrario, si adelantamos la paleta, la distribución tiene un pico más

alto y es menos ancha (figura 34 B).

Aclaración: La curva azul en la gráfica de la izquierda corresponde al mismo ángulo que la celeste en la de la derecha (0 grados de avance).

3.4.3. Punto de caída de la boquilla – Ángulo

Tanto el atraso como el adelanto de la boquilla deforman la curva de distribución significativamente.

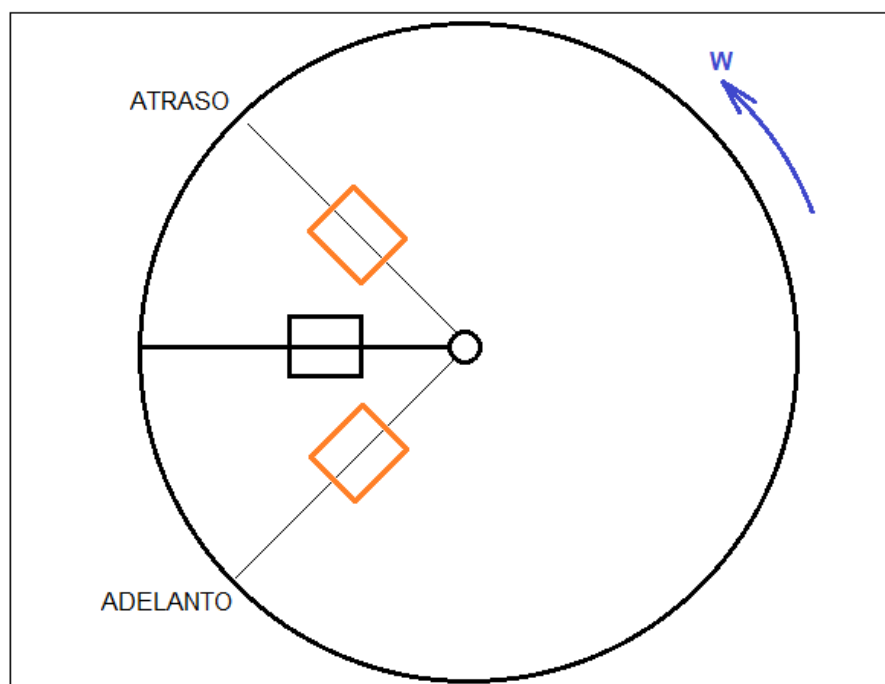


Figura 35: Atraso y adelanto de la boquilla.

Cuando el ángulo crece o decrece demasiado se observa un comportamiento de la distribución que no se ajusta a una distribución normal. Esto parece ser producto de que se genera un segundo pico en el lado contrario en el que se ubica el disco.

Entre los ángulos -20° y 20° el pico es aproximadamente estable, ensanchándose la base de la distribución a medida que nos alejamos del 0.

La hipótesis que se puede hacer al respecto, es que al atrasar o adelantar la boquilla, movemos el sector angular que forma el fertilizante que sale, y este queda en una posición que no favorece la uniformidad de la curva.

Se muestran los resultados obtenidos en la siguiente figura:

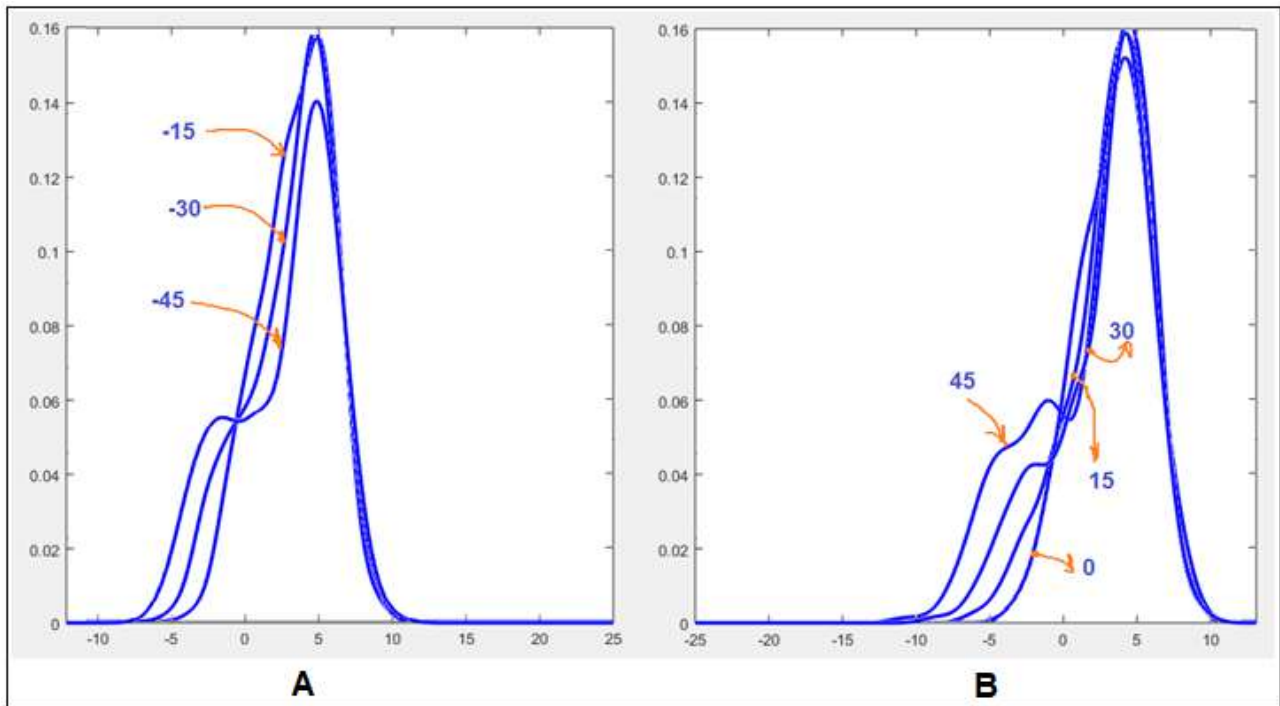


Figura 36: Variación de la curva de distribución con respecto al ángulo de la boquilla.

3.4.4. Punto de caída de la boquilla – Radio

El radio de del centro de la boquilla tiene un efecto notable sobre la distribución resultante.

Cuanto mas cerca del centro esta, mas cerca del eje de avance del implemento cae el fertilizante y mas angosta es la distribución.

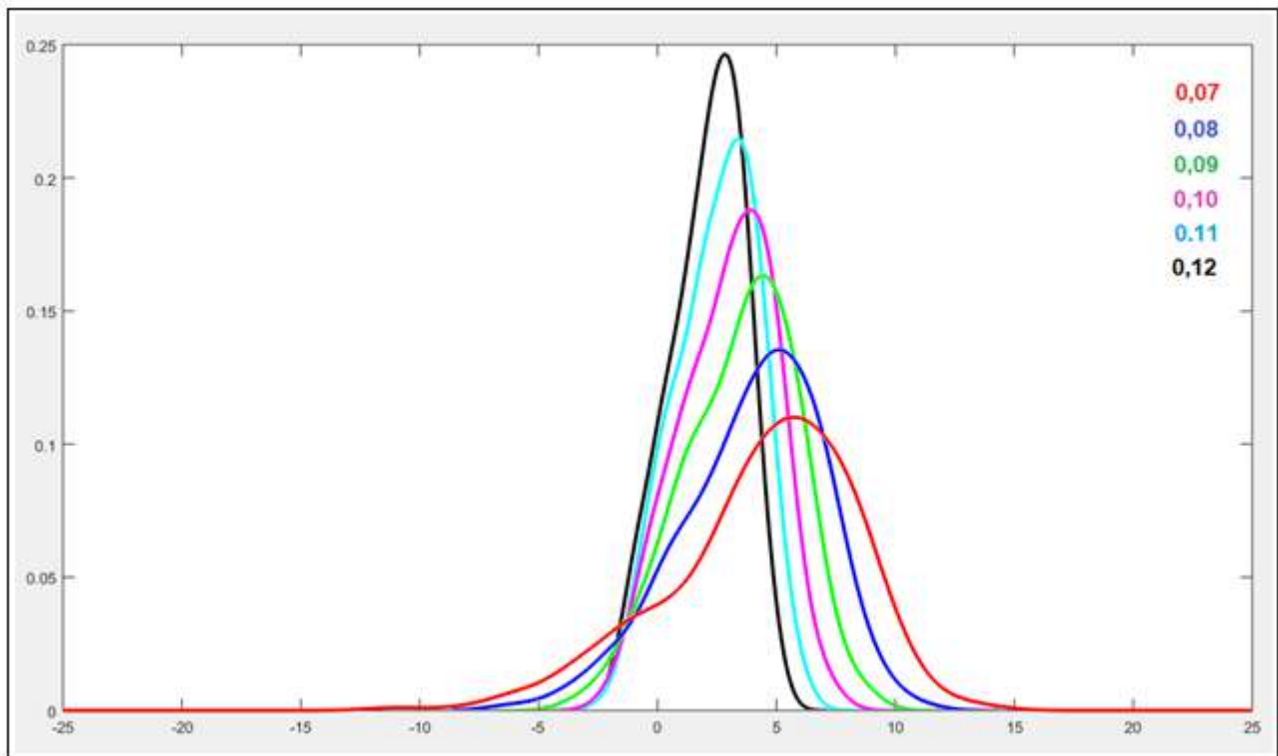


Figura 37: Variación de la curva de distribución con respecto al radio del centro de la boquilla.

3.4.5. Ancho de la boquilla (en el sentido radial)

Al aumentar el ancho de la boquilla, mayor será la dispersión del radio inicial. Por lo tanto el efecto resultante es un ensanche de la base de la distribución y un valor máximo menos pronunciado.

Además podemos apreciar que el pico se corre levemente hacia el centro del implemento.

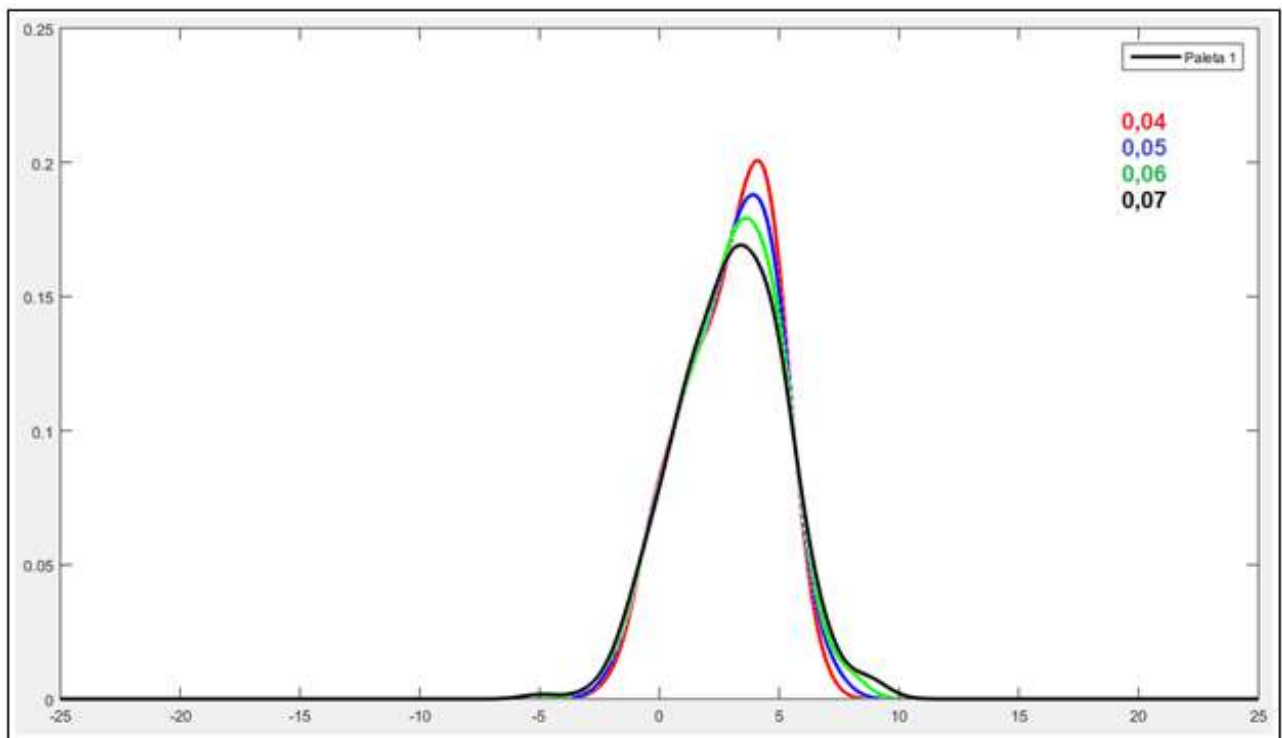


Figura 38: Variación de la curva de distribución con respecto al ancho en el sentido radial de la boquilla.

3.5. Solución validada

Se presentan a continuación los datos de dos distribuciones que permiten cumplir con los valores de CV y ancho de labor definidos anteriormente. Una distribución cuenta con platos de 3 paletas y la otra con platos de dos paletas.

Variables para el plato de dos paletas: Paleta 1: Largo: 200 mm – Angulo: 5° Paleta 2: Largo: 310 mm – Angulo: -15° Radio del disco: 260 mm Boquilla: Angulo: 0° - Ancho: 60 mm – Largo: 60 mm – Radio: 70 mm

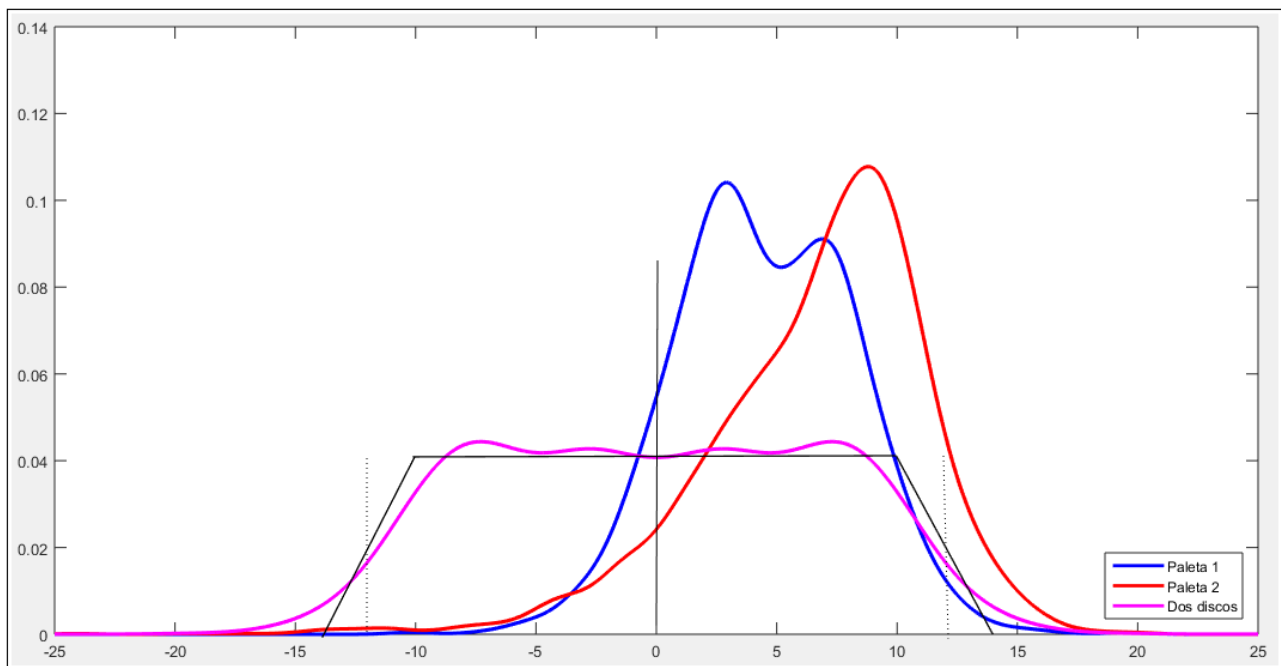


Figura 39: Curva de distribución lograda para los datos presentados de un sistema bidisco con 2 paletas.

Variables para el plato de tres paletas: Paleta 1: Largo: 220 mm – Angulo: 5° Paleta 2: Largo: 290 mm – Angulo: -10° Paleta 3: Largo: 330 mm – Angulo: -15° Radio del disco: 260 mm Boquilla: Angulo: 0° - Ancho: 60 mm – Largo: 60 mm – Radio: 70 mm

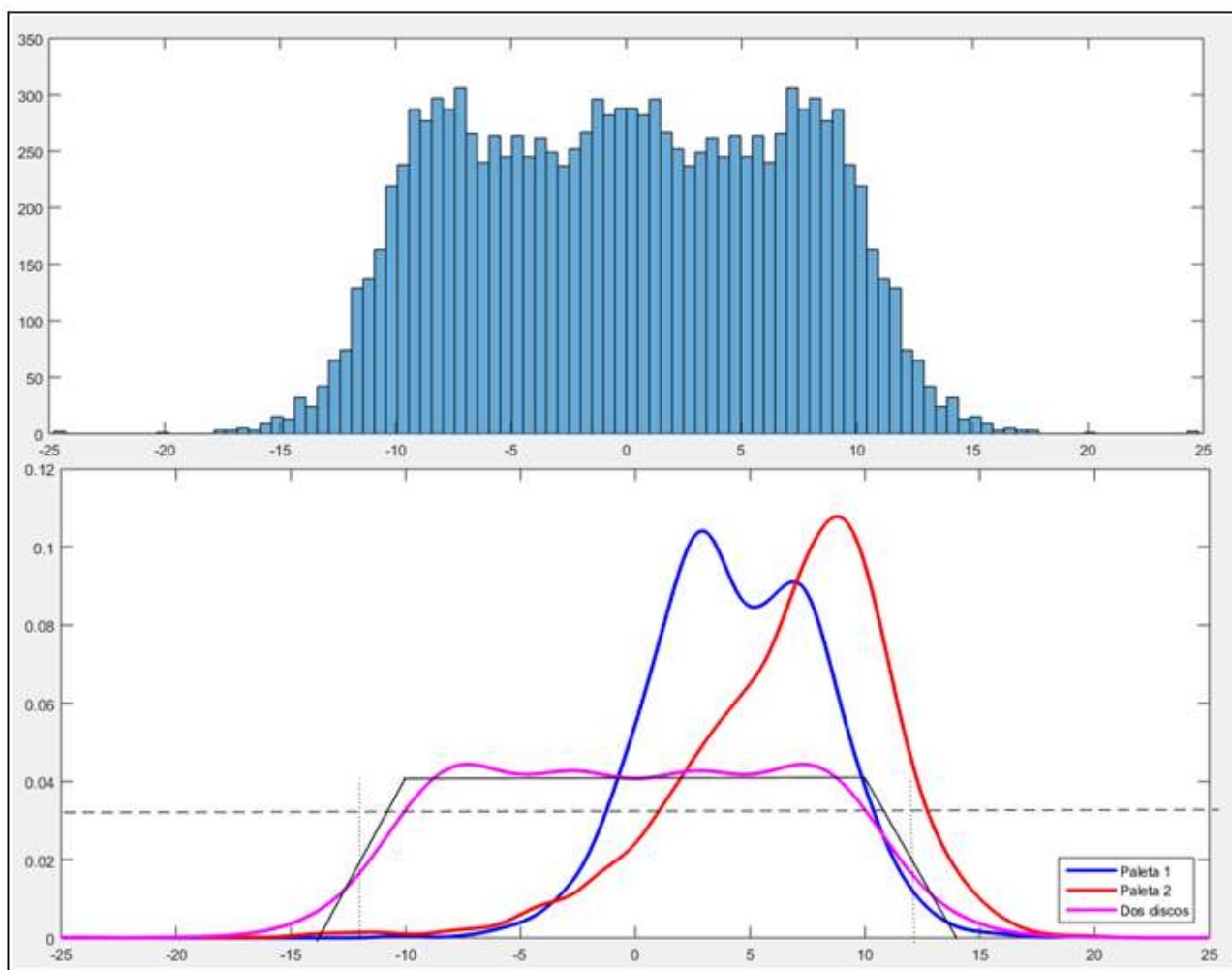


Figura 40: Curva de distribución lograda para los datos presentados de un sistema bidisco con 3 paletas.

Si bien ambos cumplen con lo buscado: ancho de labor efectivo de 24 metros, y CV menor a 17 %, se selecciona el plato de 2 paletas ya que queda demostrado que con menor cantidad de regulaciones (y por tanto de variables a configurar) podemos obtener igual una buena distribución.

Esta decisión se toma pensando en el usuario y en que deberemos proporcionar distintos puntos de calibración o "set points" para los distintos fertilizantes, y de esta forma reducimos la cantidad de pruebas a realizarse.

El programa utilizado se adjunta en el Anexo B.

4. Ingeniería de detalle

Se describen a continuación las principales decisiones de diseño tomadas en la realización del proyecto. Además, se presentan los principales conjuntos y piezas en el anexo C.

4.1. Diseño del chasis

Para el chasis inferior, que soportara el peso de todos los elementos de la máquina, se diseña un bastidor construido en chapa plegada, con dos largueros principales y 4 travesaños que lo rigidizan. Los travesaños además servirán de soporte de las unidades de rodamiento para la transmisión de potencia hacia la caja. Como primer aproximación se selecciona un espesor de $\frac{1}{4}$ ". En la figura siguiente puede observarse la forma del bastidor.

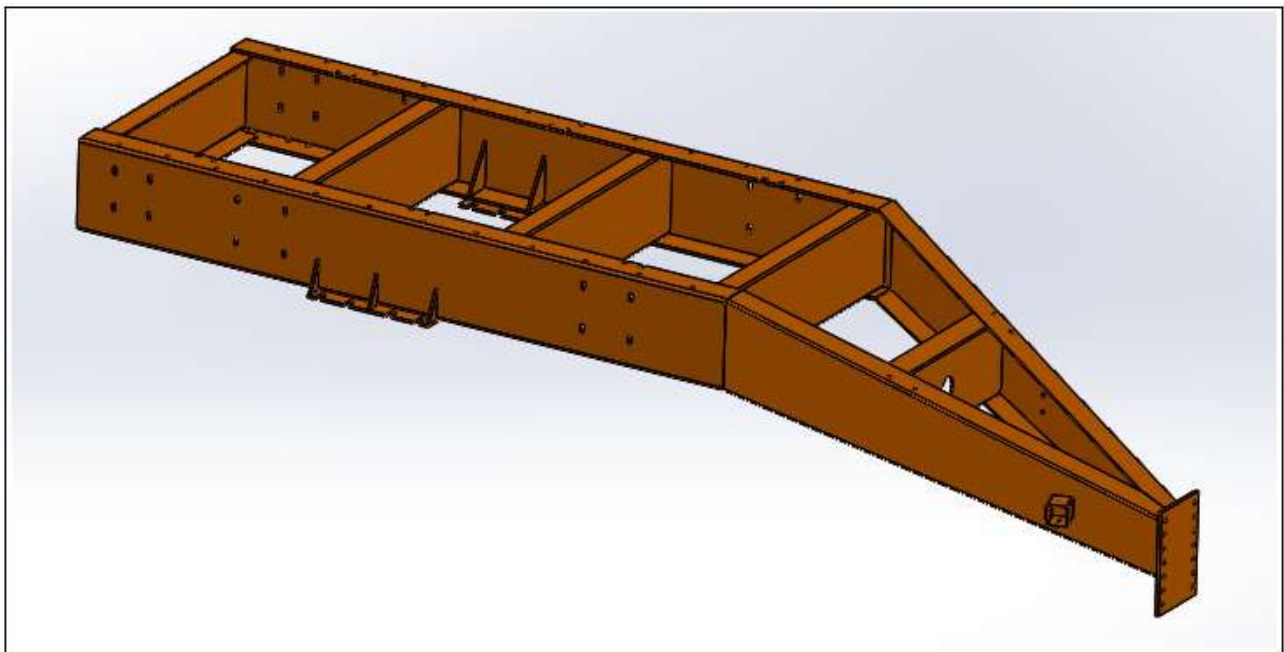


Figura 41: Chasis inferior de la fertilizadora.

Desde los laterales del chasis se abulona un bastidor conformado también en chapa plegada y caño estructural de 100 x 60 x 6, sobre el cual descansa el peso de ambas tolvas. Primeramente se diseñó este bastidor sin el travesaño central (imagen de la derecha), pero luego de un análisis de las cargas involucradas se

decidió incorporarlo con la respectiva modificación en la tolva modular, dado que por la flexibilidad de las tolvas si este travesaño no estuviera tendríamos una deflexión muy grande en la zona central pudiendo llegar a entrar en contacto con la cinta.

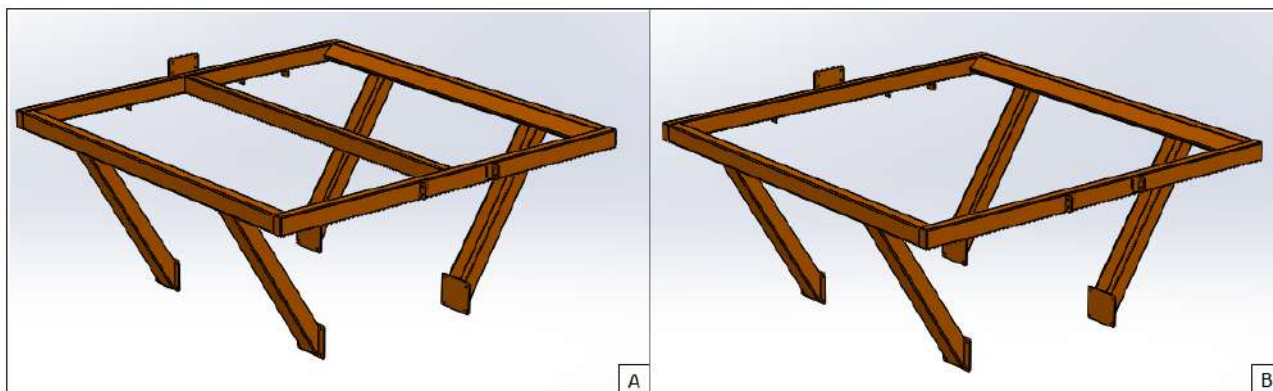


Figura 42: Bastidor para sostén de las tolvas.

La decisión de abulonar el bastidor al chasis, además de a facilitar el montaje, responde a la necesidad de poder ajustar la cota de altura de la tolva sobre la cinta, para que esta apoye principalmente en el bastidor. Al ser una pieza fabricada mediante rotomoldeo, que presenta una contracción luego de enfriarse, las medidas finales de la pieza tienen una tolerancia bastante mayor a la acostumbrada con piezas fabricadas por con otras tecnologías y materiales. como pueden ser el plegado o la soldadura.

4.1.1. Estudio estático del chasis

Para validar el diseño del chasis, realizamos un estudio estático del mismo con la máxima carga permitida (5000 kg). Además, se agrego otra carga de masa distribuida (900 kg) que representa el peso del resto de los componentes que se vinculan sobre el bastidor. Se consideraron dos apoyos fijos para ambas placas de fijación del tren rodante, y un apoyo deslizante en la placa de vinculación del enganche. Se presentan a continuación las tensiones de Von Mises y un estudio de factor de seguridad para el diseño inicial en chapa de 1/4".

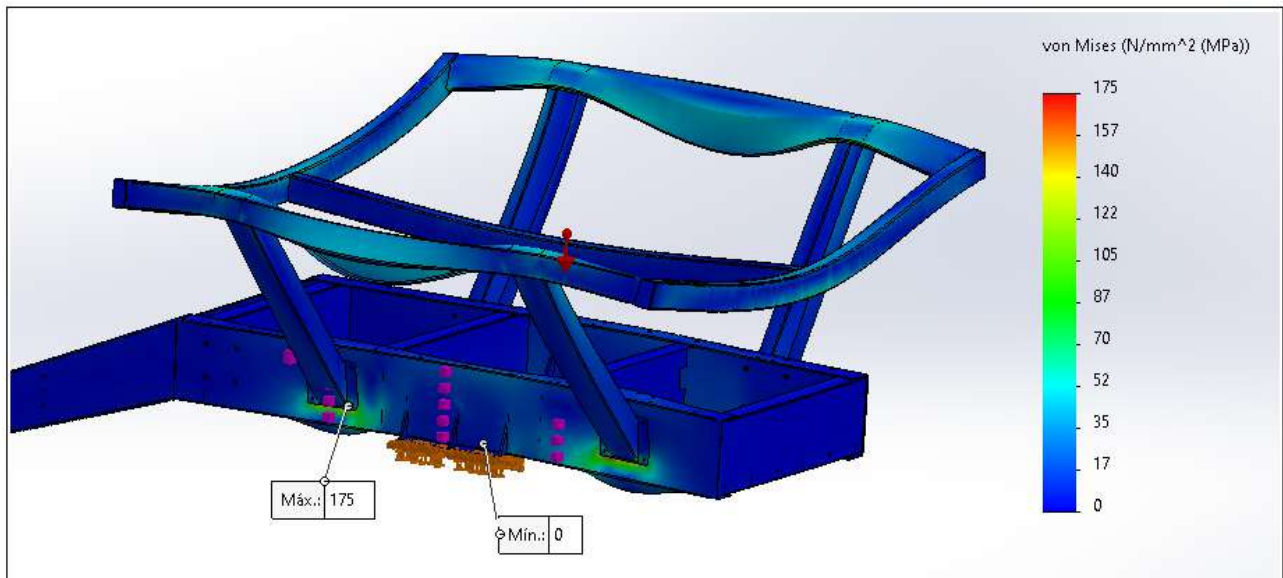


Figura 43: Tensiones de Von Mises para el chasis en chapa 1/4".

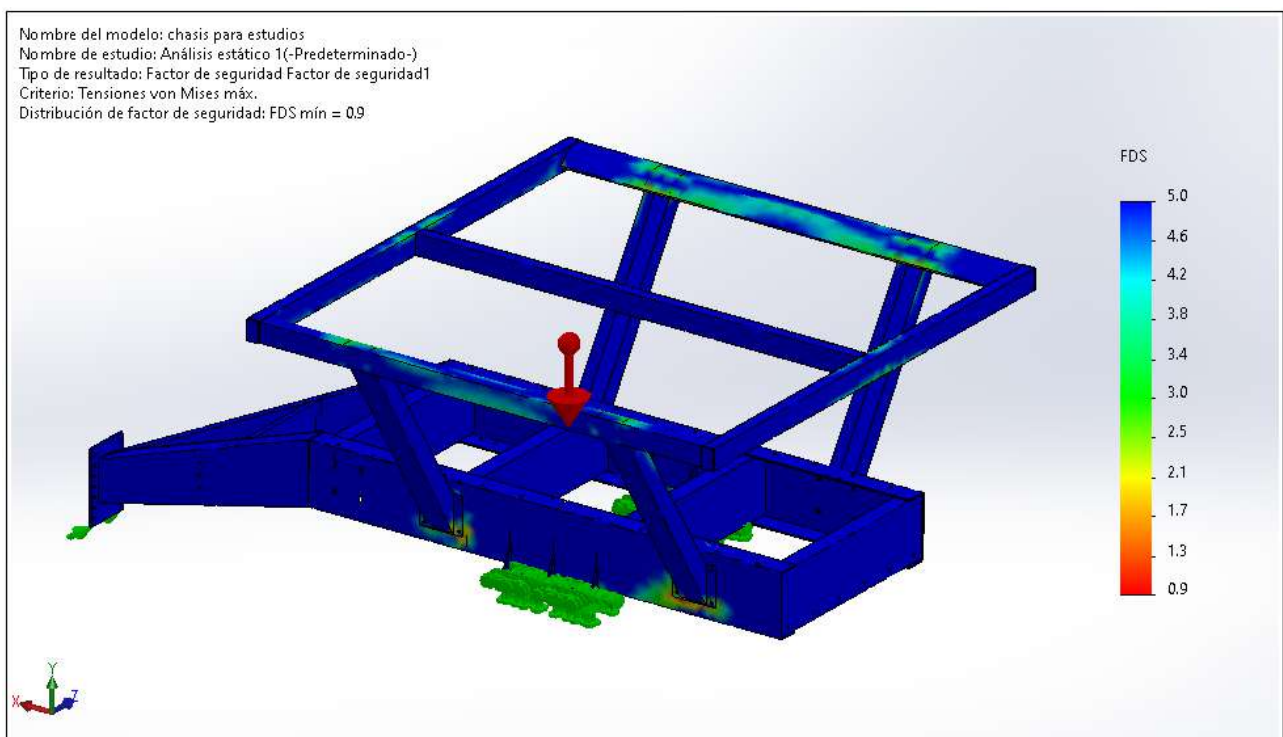


Figura 44: Factor de seguridad para el chasis en chapa 1/4".

Como podemos apreciar en ambas imágenes, la zona de vinculación de las placas del bastidor con el chasis inferior soporta altas tensiones localizadas, de aproximadamente un 110 % del límite elástico del material. Por tal motivo, se decidió aumentar el espesor del chasis inferior. Se presentan a continuación los mismos resultados pero con el chasis inferior en chapa de 3/8".

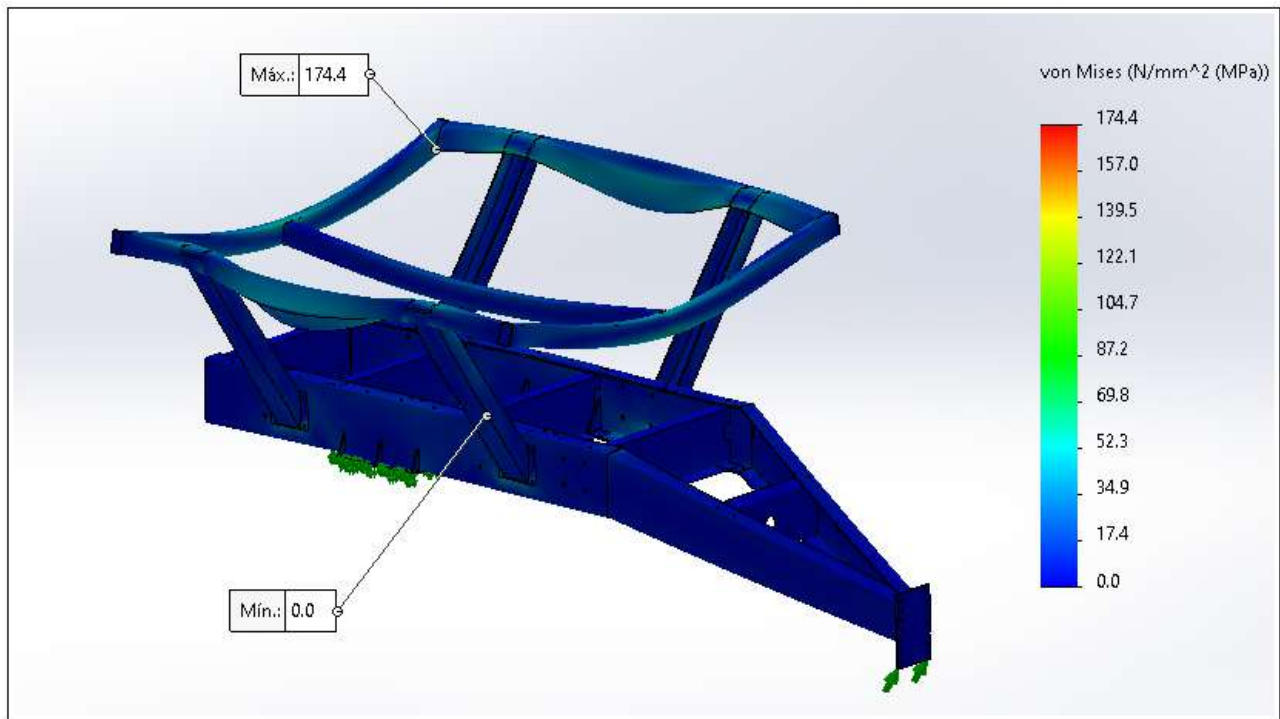


Figura 45: Tensiones de Von Mises para el chasis en chapa 3/8".

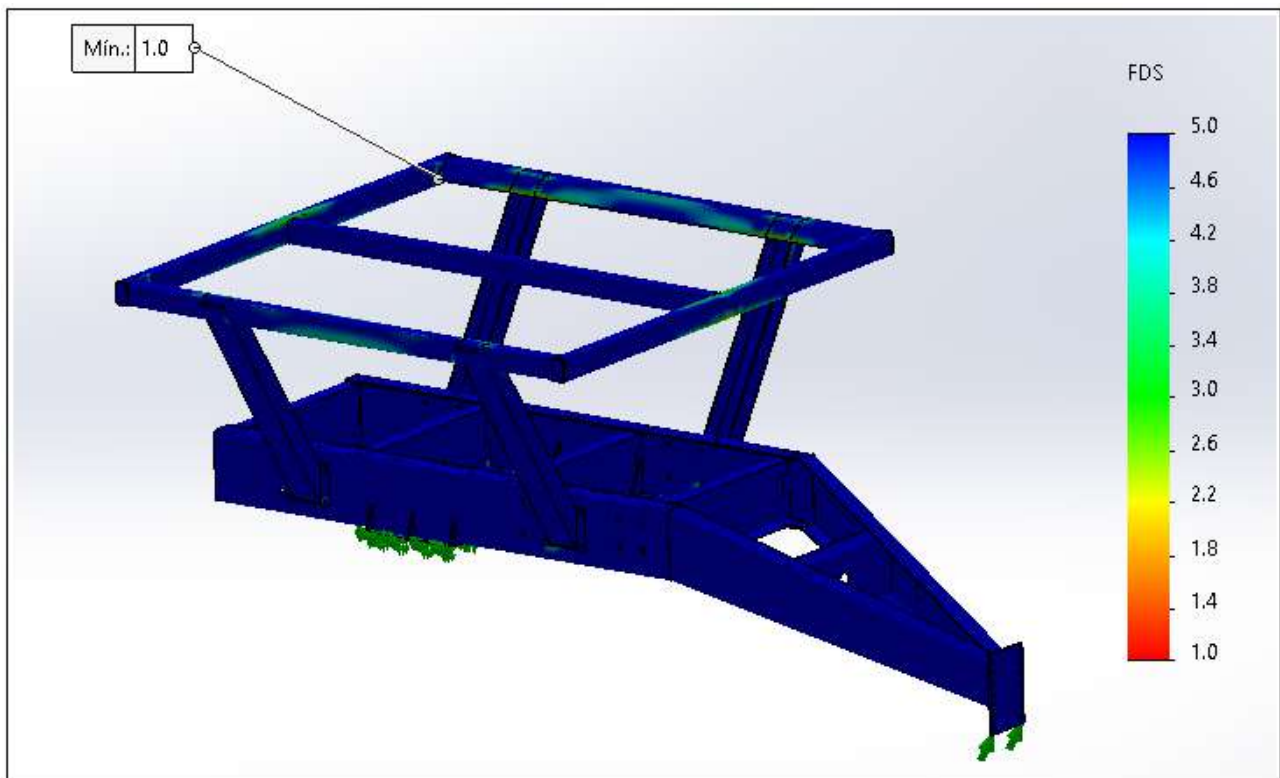


Figura 46: Factor de seguridad para el chasis en chapa 3/8".

Como se aprecia, solo hay una zona muy pequeña del bastidor que se encuentra cerca del límite elástico del material. En la siguiente imagen se muestra

un detalle del punto. Se observa que es uno de los vértices de la chapa plegada que conforma el bastidor superior. Se propone colocar un refuerzo interior en esa zona.

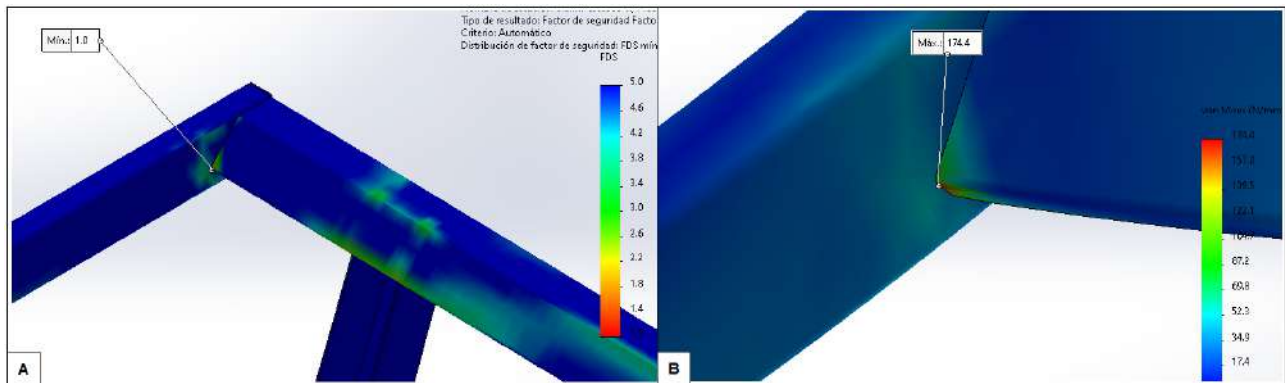


Figura 47: Detalle de concentración de tensiones en un vértice del bastidor.

La caja de transmisión de los discos se soporta sobre un chasis en voladizo, abulonado desde la parte inferior del chasis inferior. En la siguiente imagen se observa su construcción.

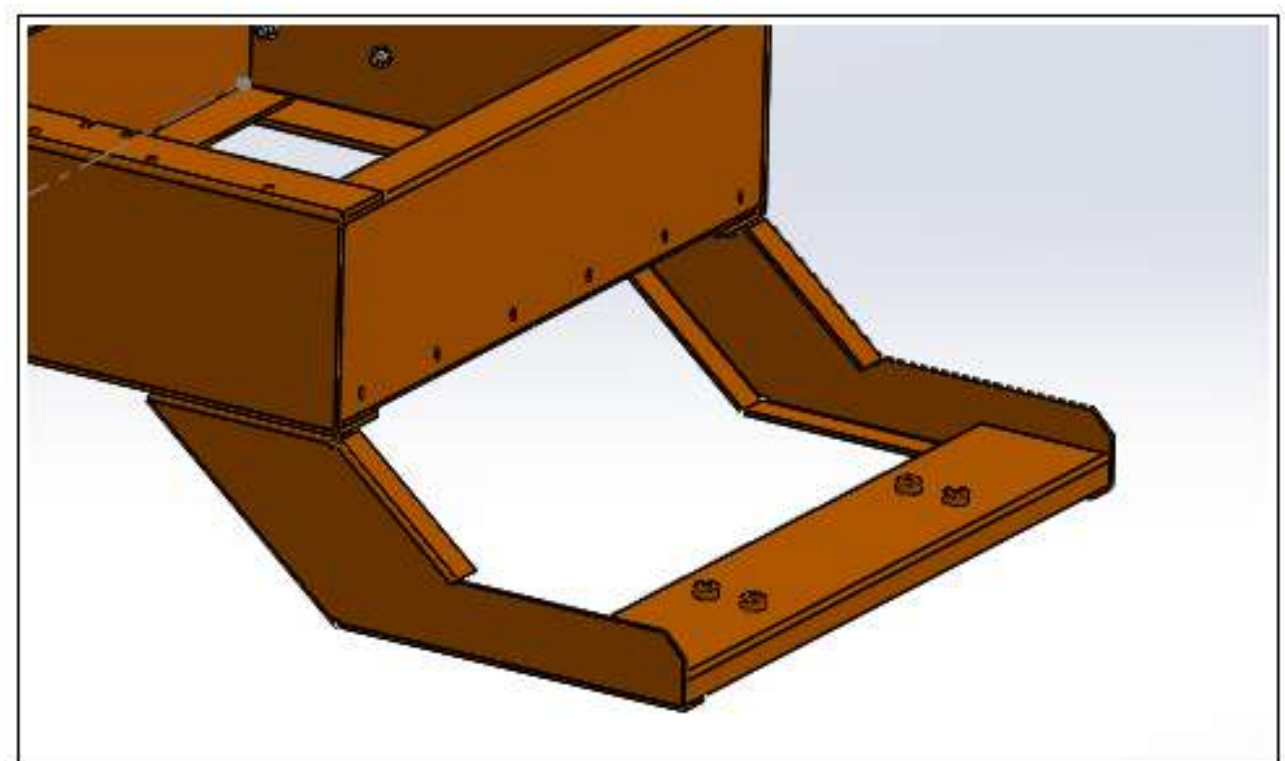


Figura 48: Vista del soporte en voladizo para la caja de transmisión a los discos.

Otro punto a mencionar es que se previó en el diseño de las placas soporte para el tren rodante y el enganche la posibilidad de colocar las celdas de carga de

un sistema de balanzas. En el caso de las placas del tren rodante, se suministra inicialmente una pieza que ocupa el lugar de la celda, y en caso de instalarse la balanza se retira para hacerle lugar a la misma. En la imagen se muestra como ejemplo la instalación de celdas de carga tanto en el eje como en el enganche.



Figura 49: Ejemplo de celdas de carga colocadas en el eje y enganche de una fertilizadora.

4.2. Tolva

Se resolvió el diseño final de la tolva. El mismo se presenta en la siguiente imagen:

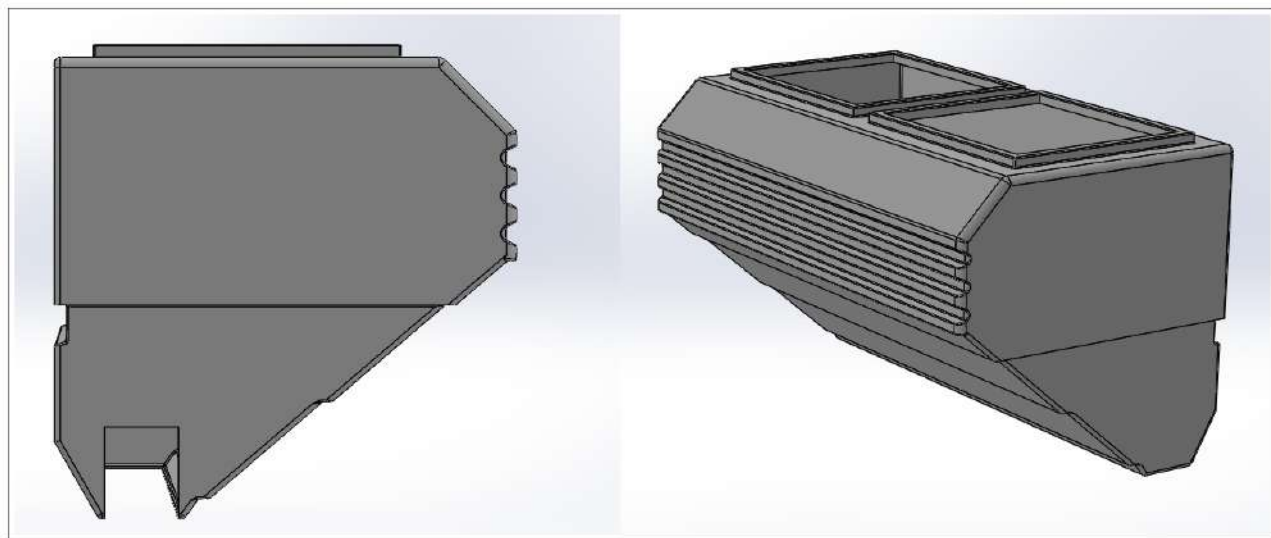


Figura 50: Vistas del diseño final de la tolva.

En la figura 51, puede verse que se optó por generar dos aberturas en la parte superior en vez de una grande. Esto genera un nervio entre las dos, que rigidiza la tolva. También puede observarse que en cada una de las aberturas se

genera un marco reborde que cumple también la función de rigidizar y evitar que la tolva se deforme durante el desmolde y posterior uso. Los resaltes hacia adentro y el escalón indicados en naranja, además de una función meramente estética cumplen la función de evitar que el plástico se “abombe” o ceda, lo que suele ocurrir cuando se dejan grandes superficies planas.

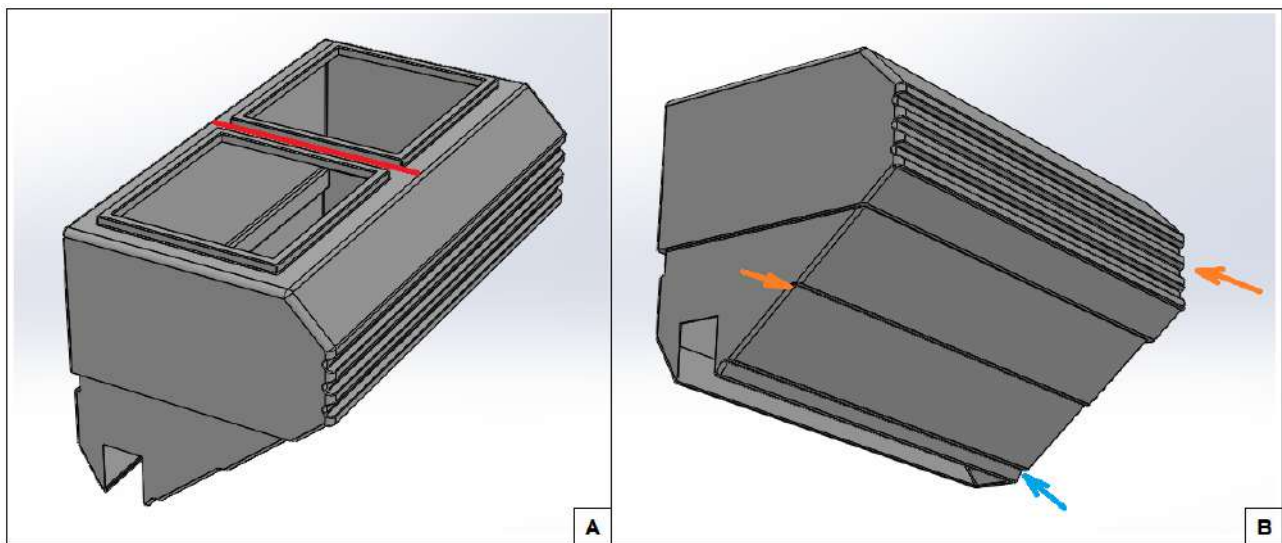


Figura 51: Detalle de nervios y resaltes en la tolva.

El resalte indicado con la flecha roja tiene la función de proporcionar apoyo a la tolva sobre el lateral de la cinta transportadora. Otro punto a mencionar es que tanto los resaltes trapezoidales como el canal dejado para el perfil central del bastidor permiten desmoldar la tolva sin necesidad de generar más particiones al molde de rotomoldeo que las dos básicas (cuerpo inferior y tapa), a que sus dimensiones son inferiores al 3 % del ancho, que es lo que contrae la pieza luego de enfriarse.

Como último comentario al respecto de las tolvas, se pensaron tanto su forma como la del bastidor para poder montarlas desde arriba para que encajen, sin necesidad de abulonar el bastidor, que puede ser soldado y pintado antes del montaje.

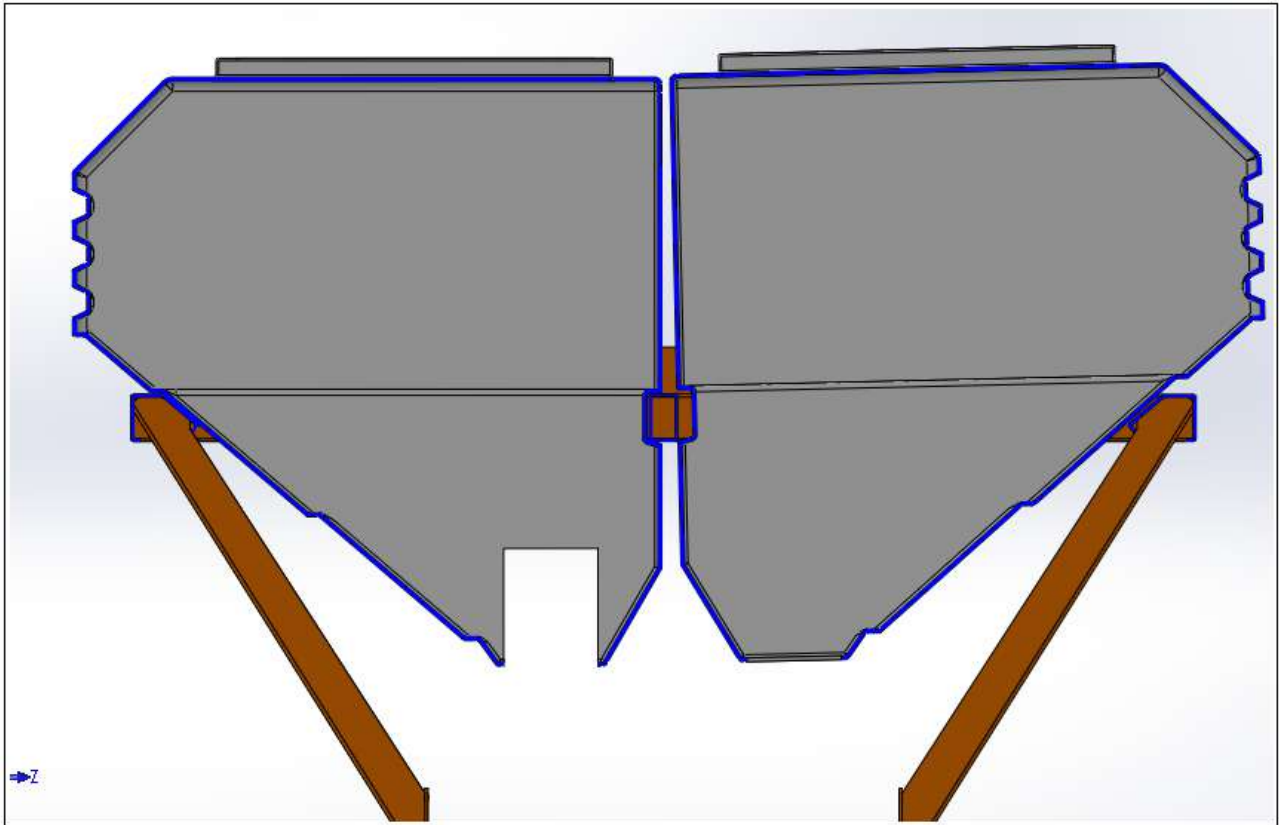


Figura 52: Corte donde se aprecia el encaste de la tolva desde la derecha hacia el centro.

4.3. Tren rodante

Se modelaron dos trenes rodantes diferentes, uno con neumáticos convencionales y otro con neumáticos finos y de gran diámetro, estilo “row crop”.

La posibilidad de montar ambos en una misma maquina, nos plantea la problemática de poder ajustar la rueda de mando para que haga contacto con ambas ruedas.

En la siguiente imagen, se presentan ambas opciones sin realizar ningún otro cambio en la configuración de la máquina para apreciar la diferencia entre ambos.

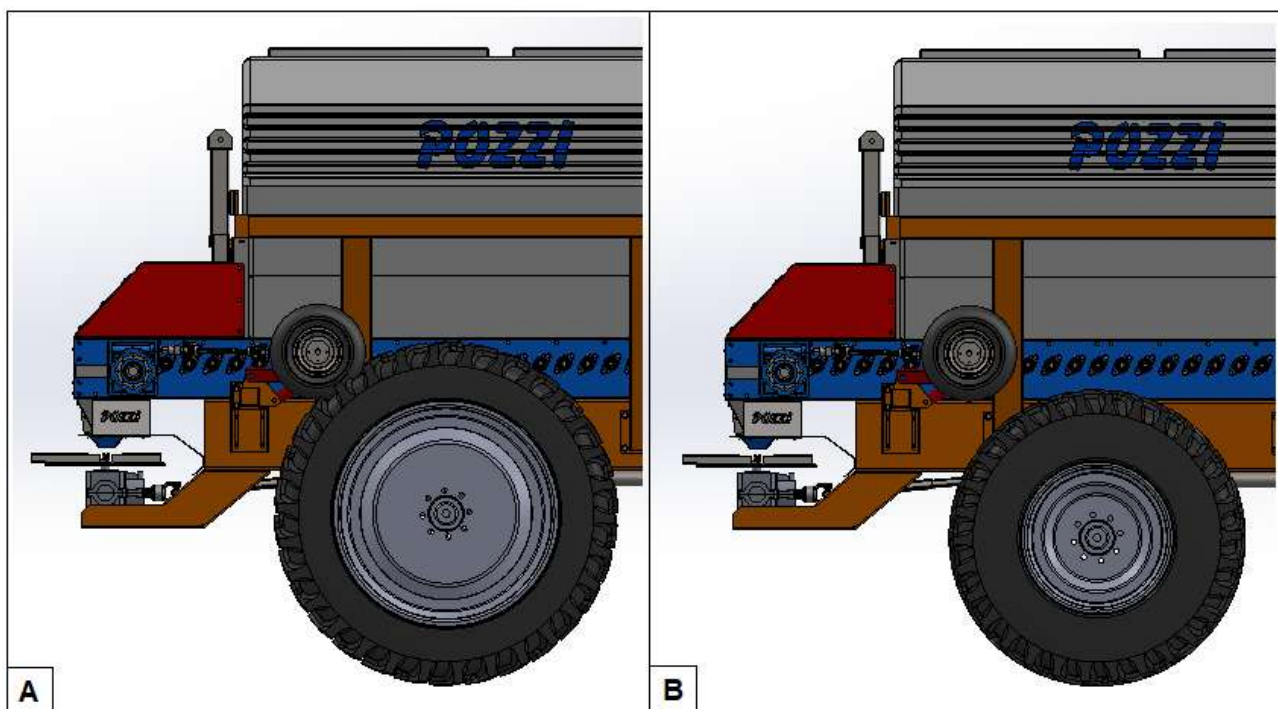


Figura 53: Comparación entre los dos trenes rodantes seleccionados.

4.4. Cinta transportadora

En la siguiente imagen se muestra el conjunto de la cinta transportadora. Esta compuesta por dos laterales en los cuales se sujetan todos los elementos de la misma. La cinta se desarrolla completamente abulonada para facilitar el montaje de los distintos elementos, y las distancias están calculas a fin de poder retirar los rodillos si es necesario por razones de mantenimiento.

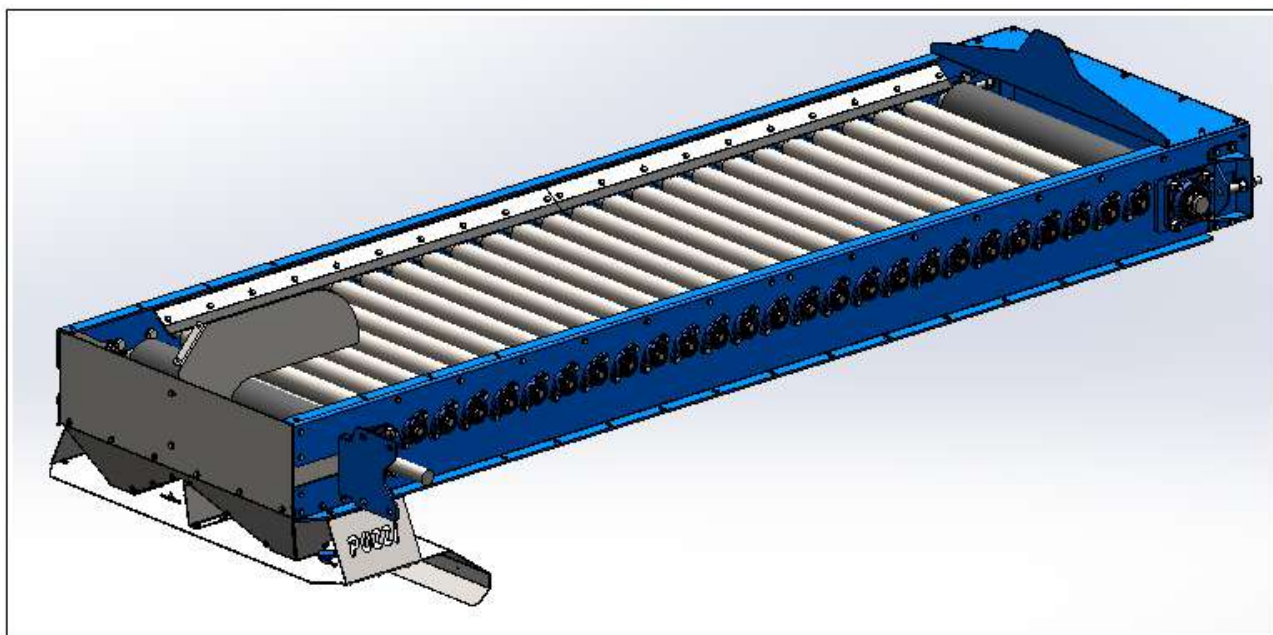


Figura 54: Vista de la cinta transportadora.

Por el lado delantero (figura 55 - A), se cierra la misma con dos tapas que rigidizan ese extremo. Por el lado trasero (figura 55 - B) el cierre se hace mediante el conjunto de los embudos, que por su parte inferior se conforman por una placa donde se fijan las boquillas orientables. Esta misma placa se extiende hacia atrás y hacia abajo y funciona como protector de los discos, a fin de que los granos de fertilizante que pudieran salir despedidos hacia delante de la maquina impacten allí. Los embudos y elementos donde el fertilizante hace contacto se fabrican en acero inoxidable AISI 304, abulonados, a fin de evitar la corrosión.

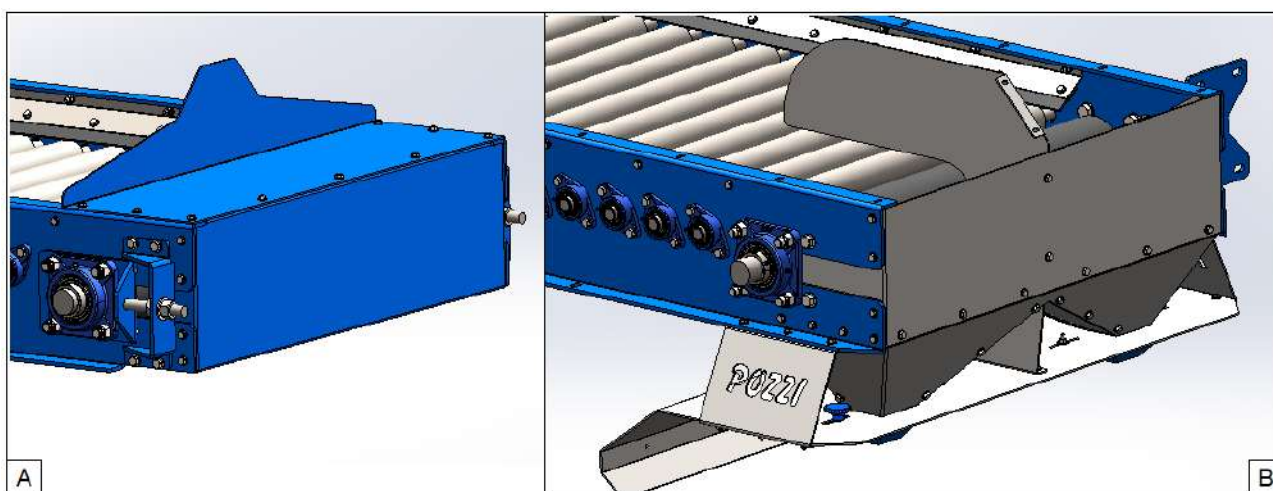


Figura 55: Detalles de los cierres delantero y trasero de la cinta transportadora.

Para tambor tensor de la banda (figura 56, B), se decidió utilizar el mismo rodamiento que para el soporte fijo del tambor motriz (figura 56, A). Se prefirió emplear una unidad con bancada estándar en vez de las bancadas diseñadas expresamente para actuar como tensor dado que las mismas no son tan comunes y en algunas zonas son más difíciles de conseguir.

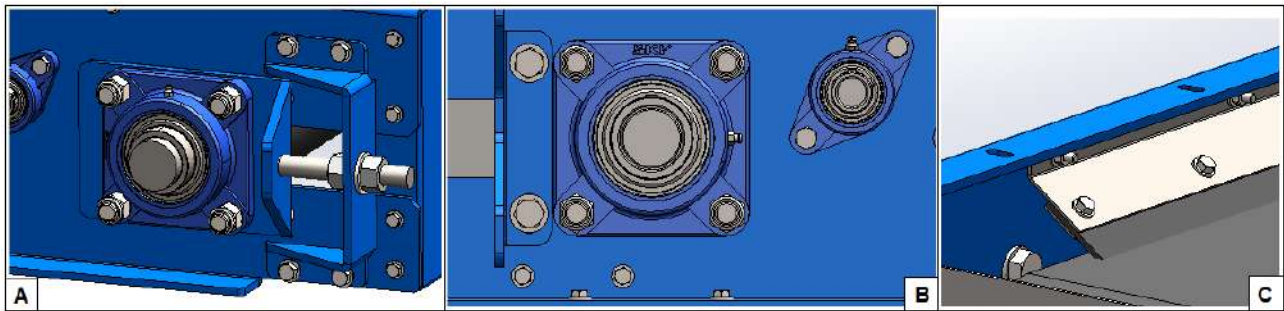


Figura 56: A y B: Detalle de montaje de rodamientos de la cita - C: Fleje antidesborde

Para los rodillos, se optó por fijar los rodamientos por fuera de la cinta (figura 57). De esta forma en caso de rotura de alguno es sencillo el recambio. Además, al estar por fuera de la cinta se hace más difícil que los polvos del fertilizante consiga ingresar a los mismos. Se decidió diseñar los rodillos compuestos por un tubo con costura, y un eje pasante. El motivo de la elección del eje pasante por sobre otras opciones como por ejemplo las punteras, es garantizar la alineación entre los dos extremos y facilitar las operaciones de soldadura de los mismos.

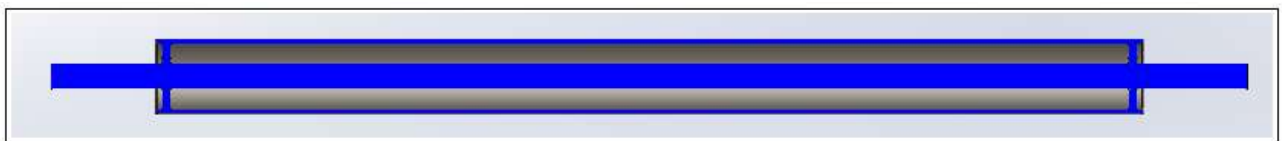


Figura 57: Detalle en corte de uno de los rodillos

Otro elemento importante de la cinta es la banda de caucho anti desborde (figura 56 C). A pesar de que la tolva estará muy cerca de la cinta, esta banda tiene como objetivo no permitir la salida de cualquier grano de fertilizante que se dirija hacia los bordes.

Las boquillas orientables que direccionan el fertilizante sobre cada plato tienen regulación tanto en radio como en angulo. La regulación del angulo se

logra con una doble corredera deslizante, una de ellas en forma semicircular. Aflojando una manija podemos pivotar la boquilla respecto del otro apoyo (58 B).

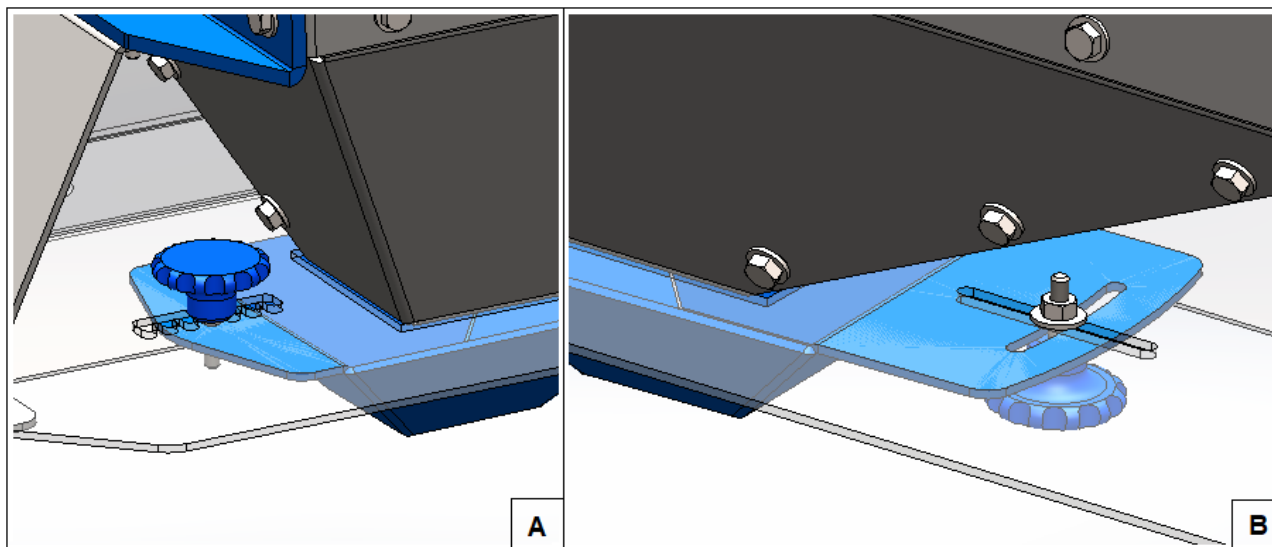


Figura 58: Sistema para regulación de la posición y ángulo de las boquillas

En la imagen 58 A, se aprecia el sistema de regulación de la posición del centro de la boquilla. Se dispone de una corredera con ranuras a distancias prefijadas (9,5 mm) que permiten cambiar la posición del eje donde la boquilla pivotea, aflojando la manija y deslizando la boquilla hacia la derecha o hacia la izquierda según sea el caso.

4.5. Sistema de rueda de mando

Para la rueda de mando, se pensó en un brazo que soporte un brazo articulado. El brazo se diseñó en chapa plegada. En las mismas placas donde pivota el brazo también se sujeta el cilindro hidráulico que genera el movimiento.

Sobre el brazo, se monta una caja escuadra, y sobre uno de los ejes de esta se coloca la rueda de mando. Para reducir la velocidad, se elige un reductor de sin fin y corona tipo NRV. El reductor se monta sobre el eje del tambor motriz, y un soporte lateral lo fija al bastidor de la cinta transportadora.

El conjunto puede apreciarse en la siguiente imagen:

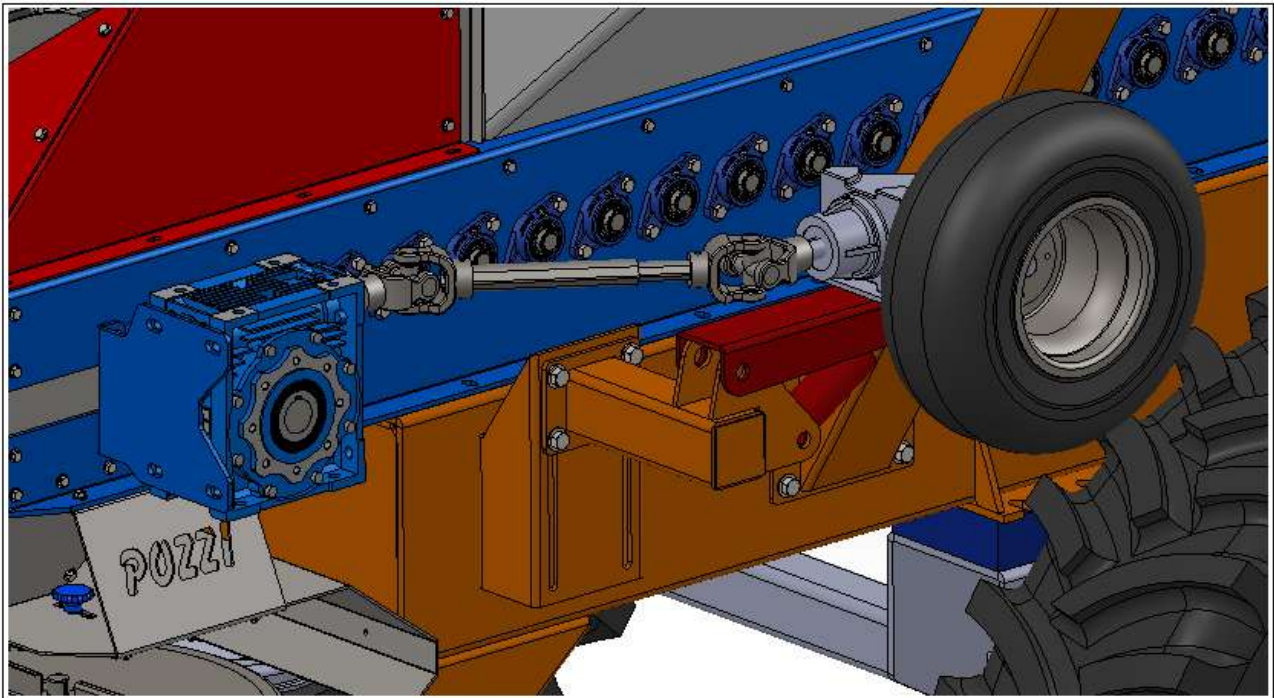


Figura 59: Sistema de rueda de mando para transmisión de movimiento a la cinta transportadora

Debido a la necesidad de adaptar la rueda de mando a los dos trenes rodantes, se diseñaron dos regulaciones que permiten que el contacto entre la rueda del implemento y la rueda de mando en ambas configuraciones.

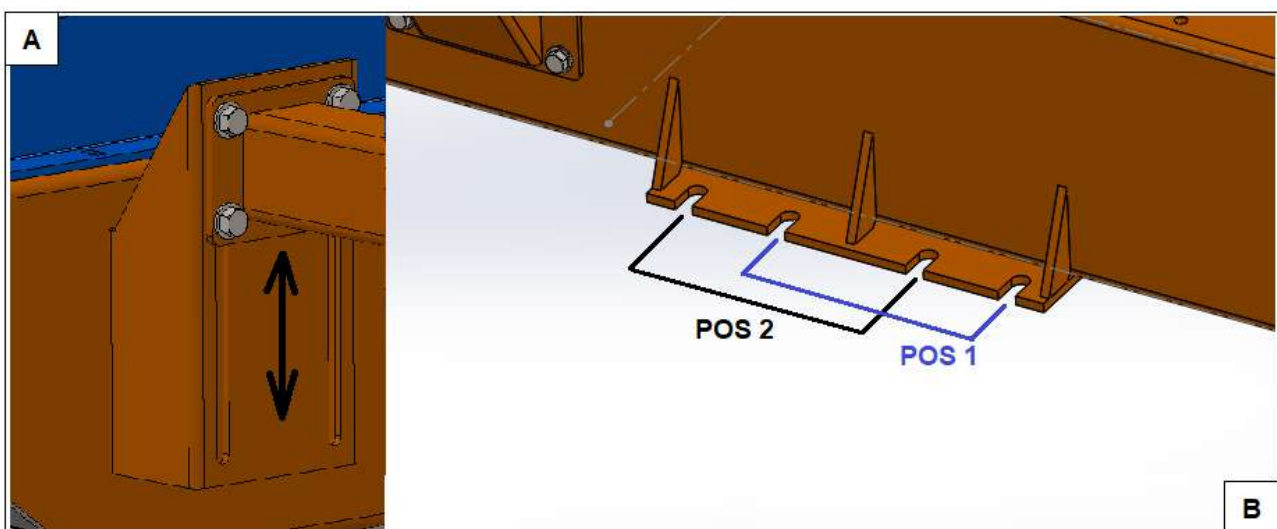


Figura 60: Regulación de la altura de la rueda de mando y posibilidad de atrasar y adelantar el tren rodante.

En la imagen podemos ver la corredera sobre la que se sujeta el brazo, que permite regularlo verticalmente (figura 60 - A). En la derecha vemos la placa

de sujeción del tren rodante (figura 60 - B). La misma permite colocar la placa inferior en dos posiciones, de forma que el tren row crop se coloca en la posición delantera y el tren convencional en la posición trasera, lo que permite minimizar la distancia que debe bajar el brazo de la rueda de mando a fin de poder emplear en ambos casos la misma barra cardánica.

4.6. Transmisión a la caja de distribución

La transmisión desde la toma de fuerza del tractor hasta la caja se resolvió mediante dos barras cardánicas, una en el extremo caja y otra en el extremo tractor. Las mismas se conectan a un eje fijo que se soporta en sendas bancadas colocadas en los travesaños del chasis inferior.

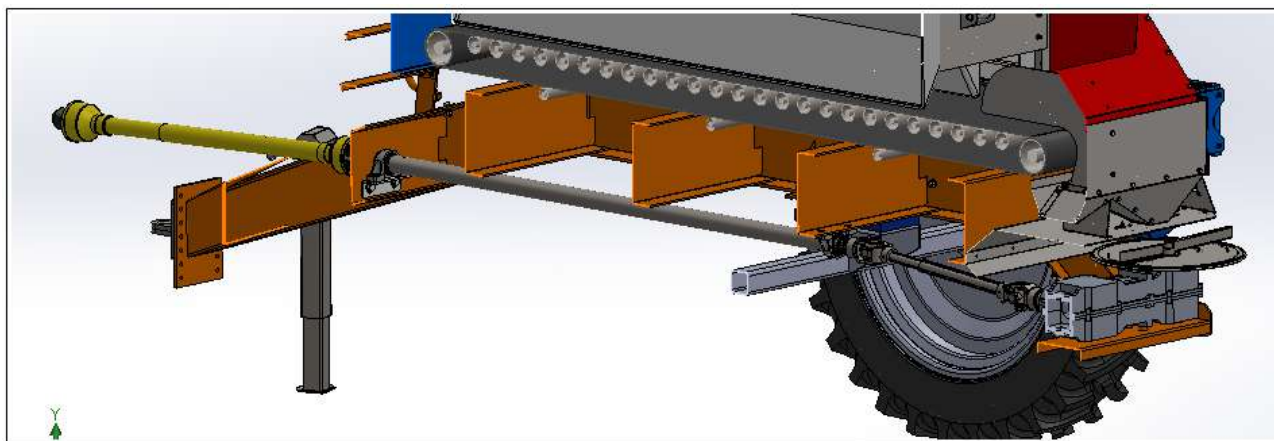


Figura 61: Vista de las barras y el eje que componen la transmisión hasta la caja

La posición y largo del eje fijo, y los largos de las barras cardánicas se ajustaron cuidadosamente a fin de reducir los ángulos de formados entre los ejes. En ambos casos se lograron ángulos inferiores a 5° , lo que maximiza la vida útil de las barras.

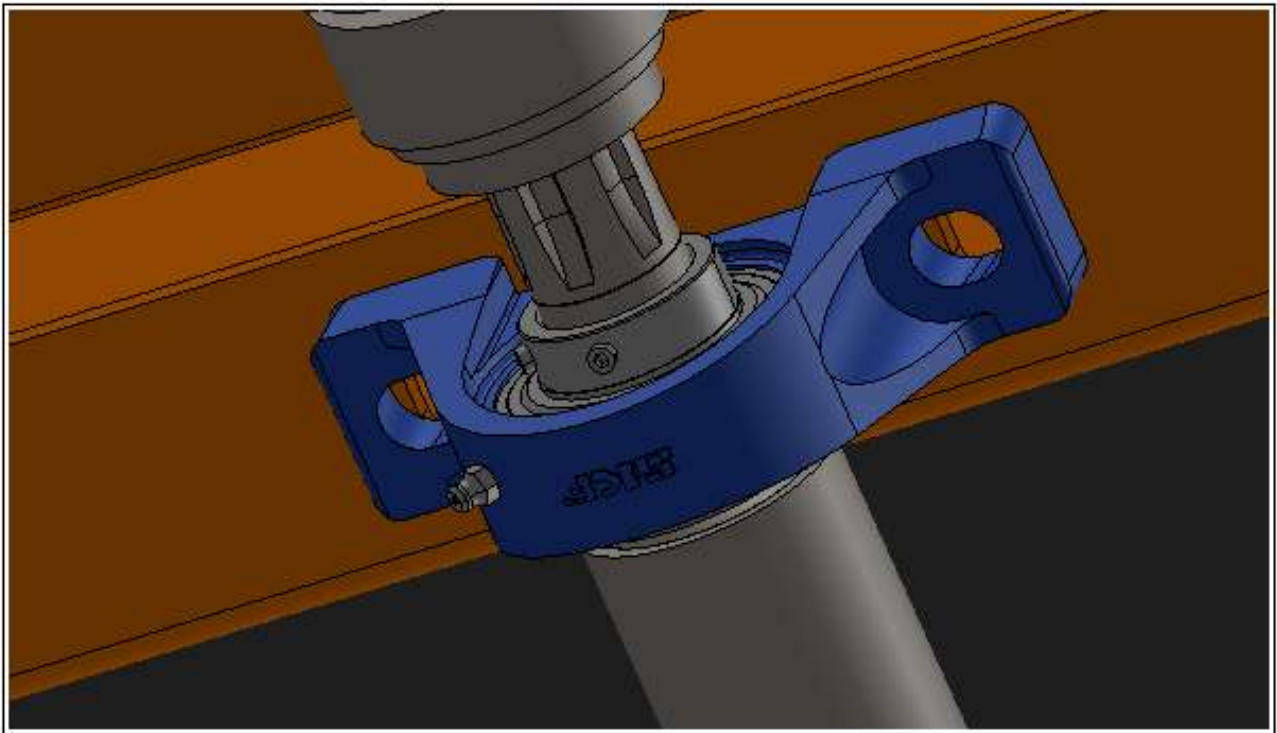


Figura 62: Bancadas sobre las que se halla montado el eje fijo.

Ambas barras se montan sobre bancadas de rodamientos estándar, que son muy comunes en el mercado.

4.7. Compuerta dosificadora

Para la regulación de la dosis se diseñó una compuerta operable a través de un gato rápido. La compuerta es una placa que corre verticalmente sobre dos parantes. Los parantes se abulon por un lado a los cierre laterales superiores de la cinta y por el otro a sendos ángulos de apoyo soldados en el bastidor.

El gato puede ser accionado a través de una palanca. La palanca apoya sobre un soporte compuesto por una placa con correderas que permite regular la posición a fin de que el soporte se alinea perfectamente con el eje de la manija. El mismo soporte permite aflojar y ajustar la manija para poner accionar la compuerta y que la misma no se baje sola.

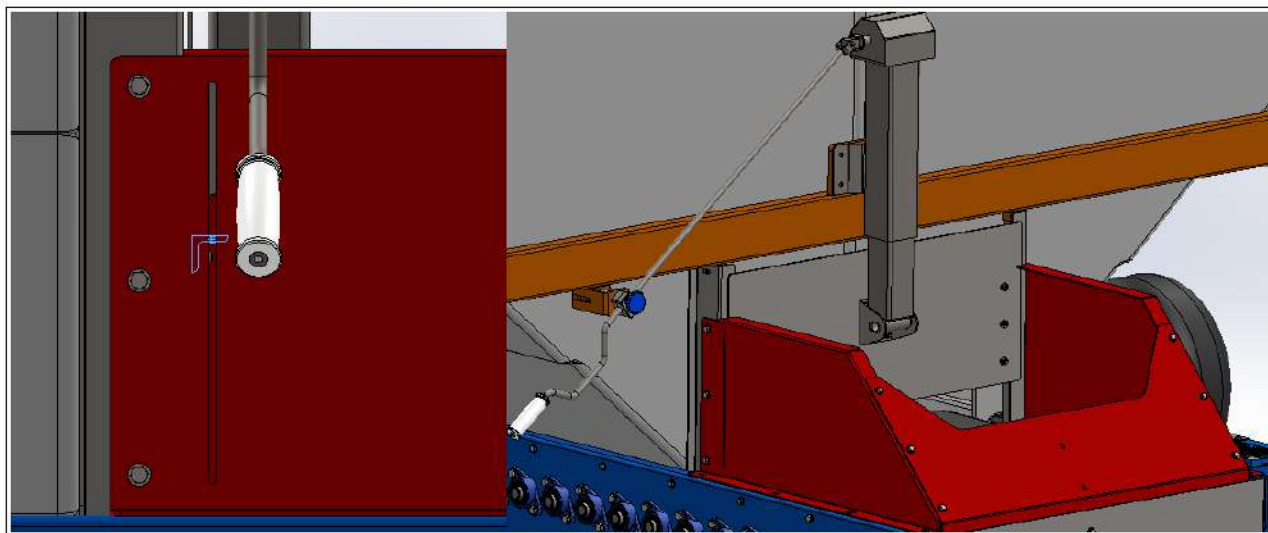


Figura 63: Vista de la compuerta y su accionamiento.

Para la indicación de nivel, se practica una ranura sobre el lateral en el que se halla la manija. Un indicador abulonado en la compuerta permite observar el nivel, que se completa con una regla graduada. El angulo indicador puede pivotar un determinado angulo a fin de poder ajustar la posición de cierre al inicio de la escala graduada.

4.8. Discos

Los discos se diseñaron con distintas perforaciones, que permiten variar el angulo de la paleta (y su radio). En caso que la calibración con algún fertilizante distinto a la urea asi lo requiriera, se prevé entregar un juego de 4 paletas con distintos largos que permitan un mayor ajuste de la distribución.

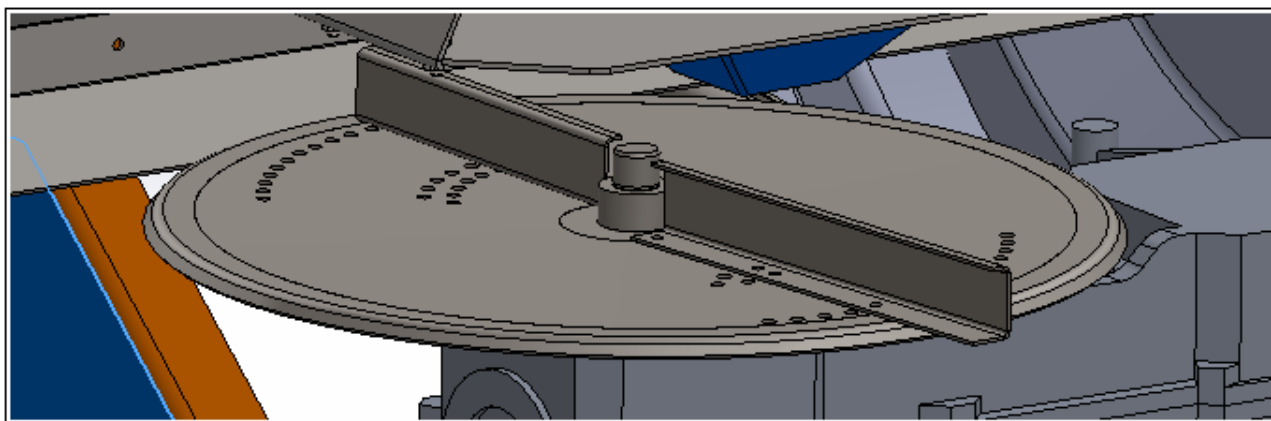


Figura 64: Vista de la compuerta y su accionamiento.

4.9. Aspectos de seguridad

En el diseño se trató de contemplar los aspectos de seguridad para la operación de la maquina. La barra cardánica del lado tractor se provee con sus respectivas protecciones, y se indica a través de calcomanías los distintos riesgos de operar en condiciones no seguras. Tales aspectos también serán considerados en el manual.

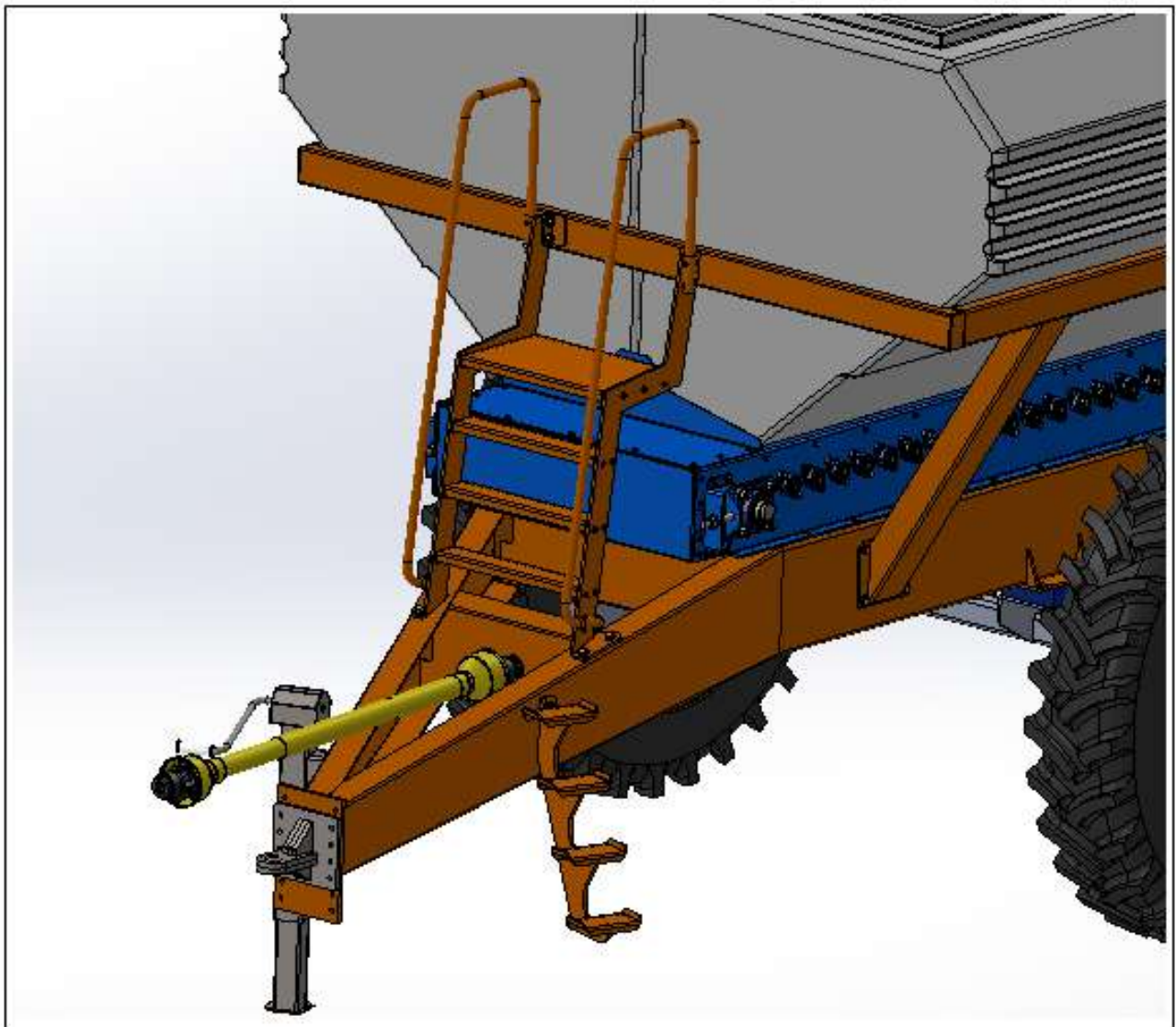


Figura 65: Acceso al interior de la tolva por la parte frontal del implemento.

Para poder acceder a la tolva para el caso de necesitar retirar las rejillas inferiores o retirar piedras o fertilizante que no pasara las cribas, se diseñaron dos escaleras, una pequeña para poder subirse a la lanza y otra para acceder

a la tolva. La escalera superior posee un escalón superior mas grande para brindar mayor seguridad a quien deba acceder a la tolva. Además, se acompaña la escalera con dos pasamanos para que la persona pueda sujetarse al momento de subir o bajar.

4.10. Vistas completas de la fertilizadora

Se presentan a continuación dos imágenes en perspectiva de la fertilizadora diseñada para poder apreciar la ubicación de los distintos sistemas.

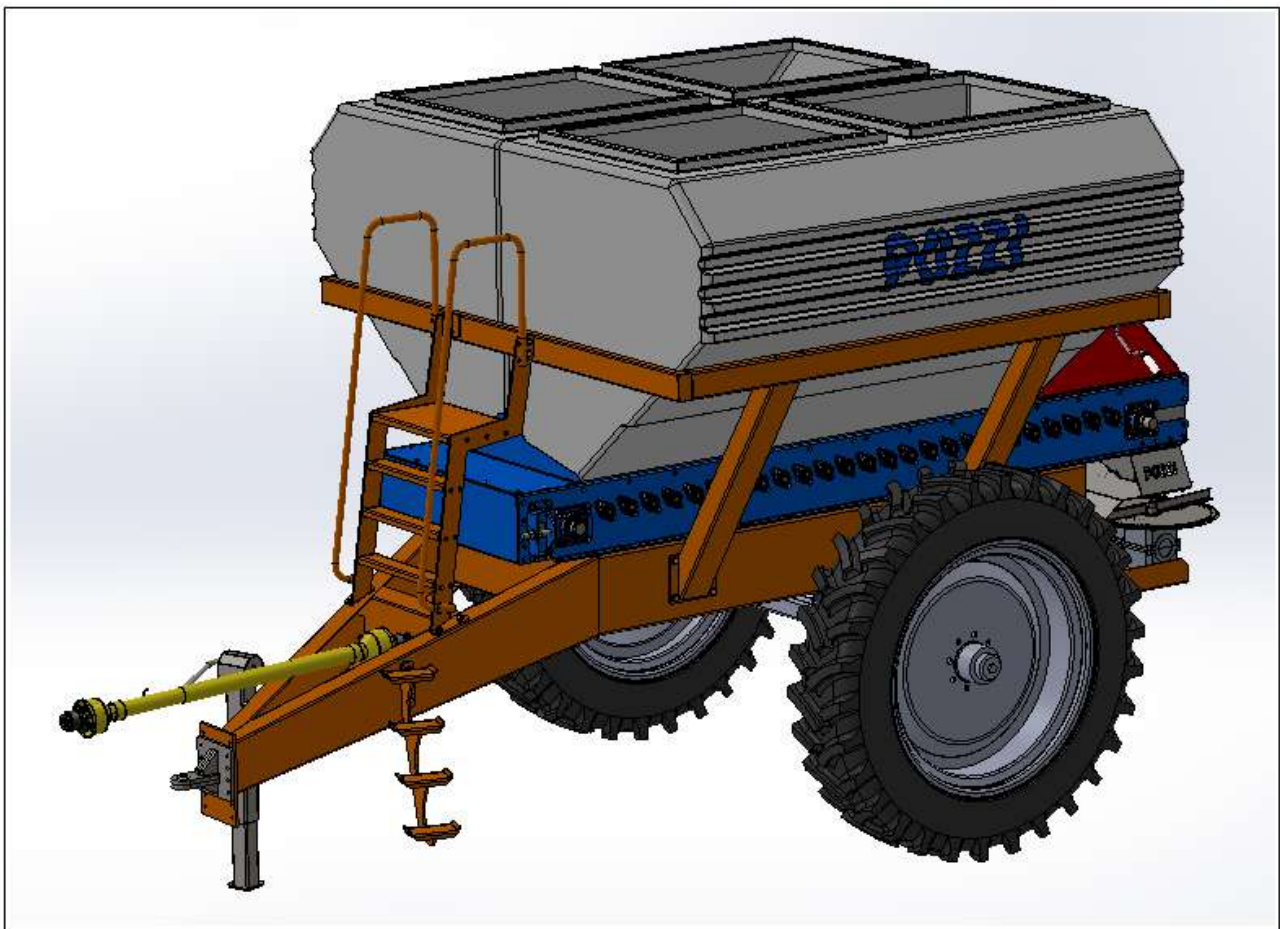


Figura 66: Vista de la fertilizadora diseñada.

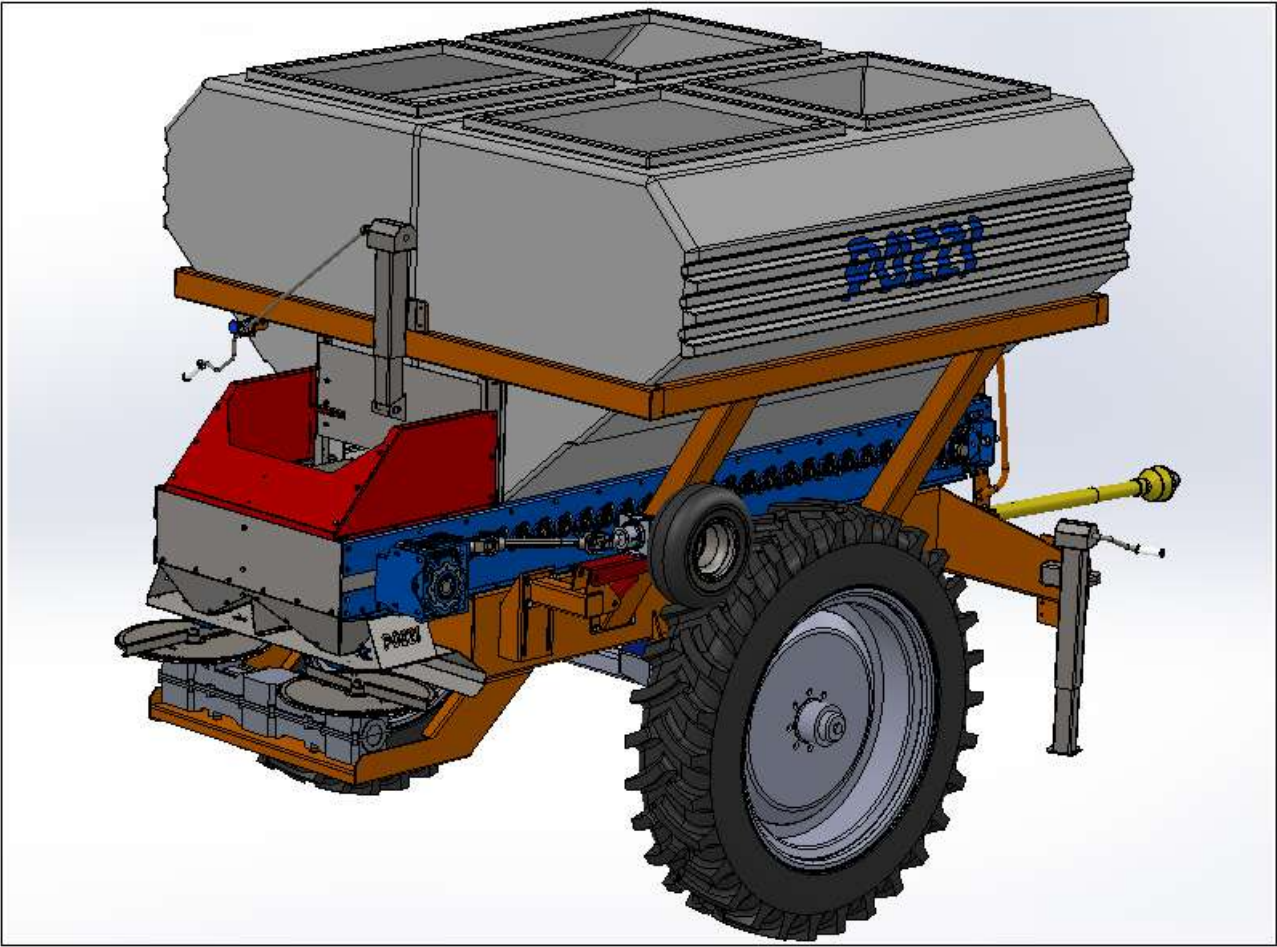


Figura 67: Vista de la fertilizadora diseñada.

5. Conclusiones y recomendaciones

Se presentan a continuación las conclusiones que pueden extraerse del proyecto.

5.1. Conclusiones técnicas

- El producto diseñado cumple con los requerimientos solicitados en cuanto a capacidad, ancho de labor, uniformidad en la distribución y coeficiente de variación y posibilidad de ser transportado por rutas nacionales.
- Las regulaciones incorporadas para el sistema de distribución del fertilizante son simples desde su diseño, y permiten mejorar la oferta de la empresa ofreciendo un modelo con capacidad para brindar una fertilización con un excelente coeficiente de variación.
- Por la extensión temporal y alcance del proyecto, no se pudo cumplir con el objetivo de evaluar el costo de fabricación del implemento. Aun así, por el carácter de las soluciones elegidas podemos decir que es un producto con amplias posibilidades de ser rentable.
- El desarrollo del modelo matemático para calcular el perfil de distribución permitió extraer valiosos datos para el dimensionamiento del modelo, y los resultados obtenidos en cuanto al efecto de las variables sobre la distribución fueron coincidentes con la bibliografía consultada [4 y 7].
- El grado de desarrollo alcanzado en la ingeniería de detalle alcanzado es tal que el desarrollo de un prototipo ya es posible con lo hasta ahora realizado.

5.2. Conclusiones académicas

- Si bien la preparación en la carrera de ingeniería mecánica no nos prepara expresamente para cada desafío a resolver, las herramientas y técnicas desarrolladas en el aula tuvieron aplicación y utilidad al momento de encarar los distintos problemas que surgieron a lo largo del proyecto.

- En las materias más teóricas los modelos para representar algún fenómeno físico son simples y elegantes, y su desarrollo parece una cosa sencilla y trivial.

Por el contrario, uno de los aspectos mas trabajosos de este proyecto fue poder diseñar el programa para poder validar la distribución. Pequeñas decisiones sobre el sistema de referencia elegido, o hipótesis sobre la marcha del fenómeno físico acarrean grandes cambios en los resultados obtenidos. Asegurarse que uno esta en el camino correcto cuando no se puede acceder a una validación experimental fue otra de las dificultades que surgieron.

- Empezar el diseño de una maquina, aunque no sea una cosa revolucionaria, significo una tarea muy gratificante en lo personal. El acompañamiento de los docentes desde un rol de colegas, y poder presenciar las consultas de otros compañeros permitió enriquecer esta experiencia aun mas.

5.3. Recomendaciones

Un siguiente paso pendiente en la continuación de este proyecto es la fabricación de un prototipo. Mediante la construcción del mismo, pueden validarse muchos aspectos planteados en la ingeniería y ajustarse aun mas algunos detalles.

La validación experimental del modelo matemático es otro de los posibles siguientes pasos en caso de continuar este proyecto, con pruebas de campo que permitan comprobar cualitativamente el efecto de las variables en la distribución.

Otra posibilidad sería la captura con video de alta calidad de la caída del fertilizante sobre el plato y su posterior distribución, para poder ajustar los parámetros e hipótesis hechas a lo largo del desarrollo del mismo.

6. Referencias Bibliográficas

1. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Los fertilizantes y su uso*. [Libro] recuperado el 20/07/22 de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
2. Mott, Robert L. *Diseño de elementos de máquinas*. [Libro]
3. Myszka, David. *Máquinas y mecanismos*. [Libro]
4. Asociación Civil FERTILIZAR. *Estadísticas*. [Sitio Web] visitado el 1/05/22 de <https://fertilizar.org.ar/estadisticas/>
5. W. Carciochi y S. Tourn (2017). *Fertilizantes y fertilizadoras*. [Artículo científico] recuperado el 20/07/22 de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizantes-fertilizadoras-t40477.htm>
6. García, Ángel Franco (2016). *Movimiento de una partícula que desliza a lo largo de una varilla que gira con velocidad angular constante*. [Artículo científico] recuperado el 5/06/22 de http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/dinamica/varilla_gira/varilla_gira.html
7. Revista AgroTécnica (Marzo 2011). *Abonadoras de proyección*. [Artículo técnico] recuperado el 10/06/22 de <https://docplayer.es/72273077-La-tecnologia-de-las-abonadoras-de-proyeccion.html>
8. Material Property Data. *Propiedades del acero SAE 1010 - AISI 304 - PEAD*. [Sitio web] visitado el 1/05/22 de <https://matweb.com/>
9. García, Ángel Franco (2017). *Tiro parabólico con rozamiento*. [Artículo científico] recuperado el 1/06/22 de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/stokes2/stokes2.htm>
10. Masino; Madoery; Puentes. *Respuesta del cultivo de trigo a dosis crecientes de nitrógeno*. [Artículo científico] recuperado el 18/06/22 de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-respuesta_de_trigo_a_dosis_crecientes_de_nitrgen.pdf

11. Masino; Madoery; Conde; Montechiari. *Respuesta del cultivo de Maíz a Dosis Crecientes de Nitrógeno*. [Artículo científico] recuperado el 19/06/22 de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-respuesta_del_cultivo_de_maz_a_dosis_crecientes_de_ni.pdf
12. García, Ángel Franco (2017). *Fuerza de rozamiento proporcional al cuadrado de la velocidad*. [Artículo científico] recuperado el 1/06/22 de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/fluidos/rozamiento/rozamiento.html>
13. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. [Informe] recuperado el 20/07/22 de <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s08.htm>
14. Casar, Laura (2021) - INTA. *En la Argentina, sólo se repone el 30 % de los nutrientes que se extraen*. [Artículo periodístico] recuperado el 15/07/22 de <https://intainforma.inta.gob.ar/en-la-argentina-solo-se-repone-el-30-de-los-nutrientes-que-se-extraen#:~:text=mayo%20de%202021-,En%20la%20Argentina%2C%20s%C3%B3lo%20se%20repone%20el%2030%20%25%20de%20los,y%20puede%20generar%20da%C3%B1os%20irreversibles>
15. Nardon, Gustavo (2021) - FCEIA - UNR. *"Máquinas para fertilización"*. [Material de cátedra].
16. Estado Nacional Argentino (1998). *ANEXO II Dec. 79/98 "NORMAS PARA LA CIRCULACION DE MAQUINARIA AGRICOLA"* [Ley Nacional] recuperado el 10/07/22 de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/infraestructura/_archivos/000050_Rutas/000069_Normas%20Para%20la%20Circulaci%C3%B3n%20de%20Maquinaria%20Agr%C3%ADcola.pdf

7. Apéndice 1: La empresa y modelos producidos

La empresa familiar, Pozzi Maquinarias esta radicada en la ciudad de Las Rosas. Inicia sus actividades en diciembre de 2004, en un predio alquilado.



Figura 65: Vista exterior de la empresa.

Actualmente cuenta con un predio propio, con una superficie total de 3400 m^2 y 750 m^2 cubiertos, y una nave en construcción donde se instalará una cabina de secado. El personal total de la empresa es de 7 personas, entre operarios y administración. La producción anual en el año 2020 y 2021 fue de 368 y 358 unidades respectivamente.



Figura 68: Fotos del interior de las instalaciones.

A continuación se presenta una planta indicando la distribución de los sectores:



Figura 69: Fotos del interior de las instalaciones.

La empresa produce 3 tipos de productos: fertilizadoras, desmalezadoras y distribuidoras de estiércol. En la siguiente imagen se muestran algunos de los modelos.



Figura 70: a) Fertilizadora modelo EDR 1500 - b) Fertilizadora EDR 3000 - c) Desmalezadora d) Distribuidora de estiércol MS-04 V e) Fertilizadora EDR 3200.

8. Anexo A - Catálogos

Selección de elementos comerciales:



Figura 71: Selección de neumáticos

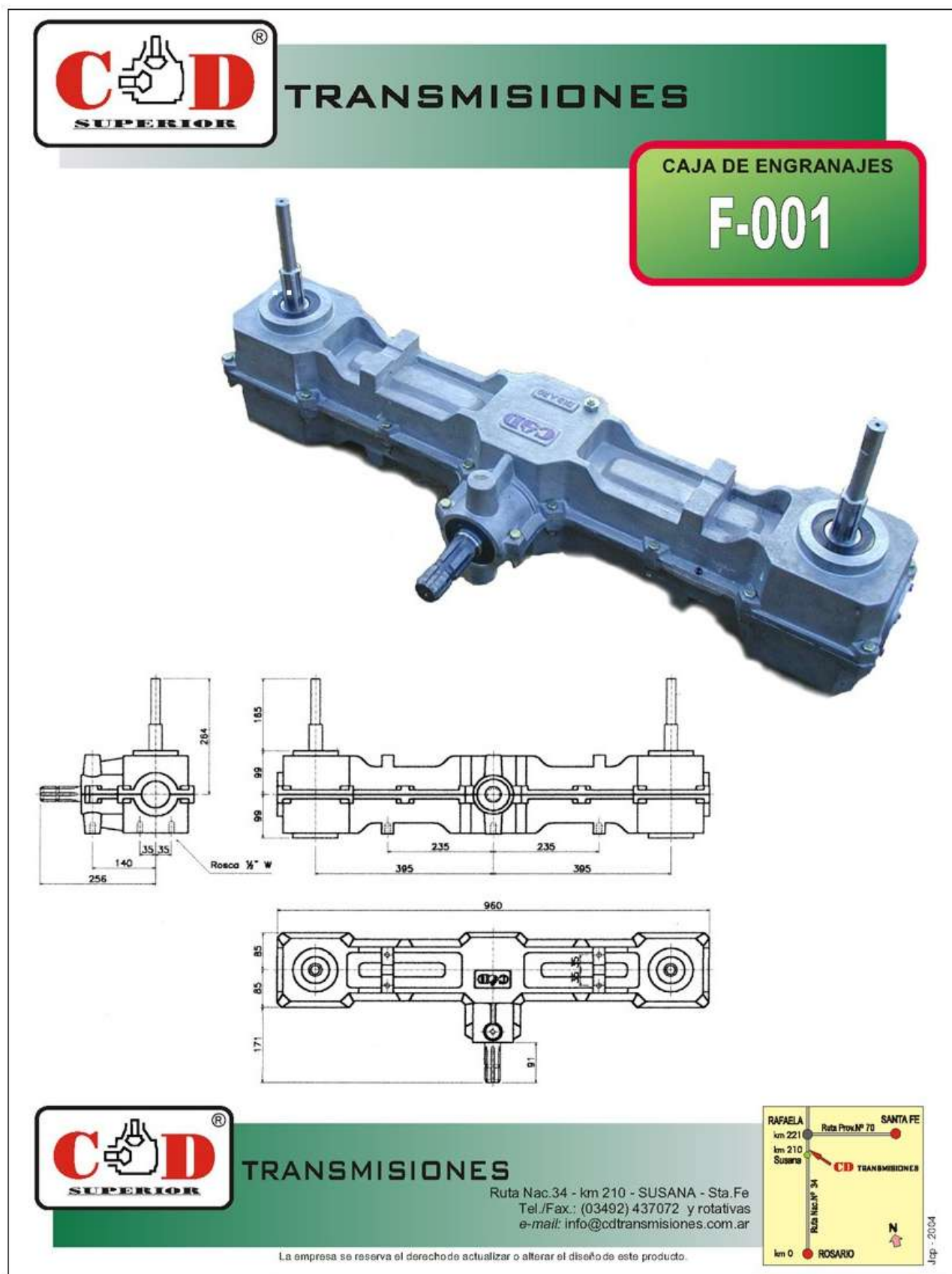


Figura72 : Selección de caja para discos

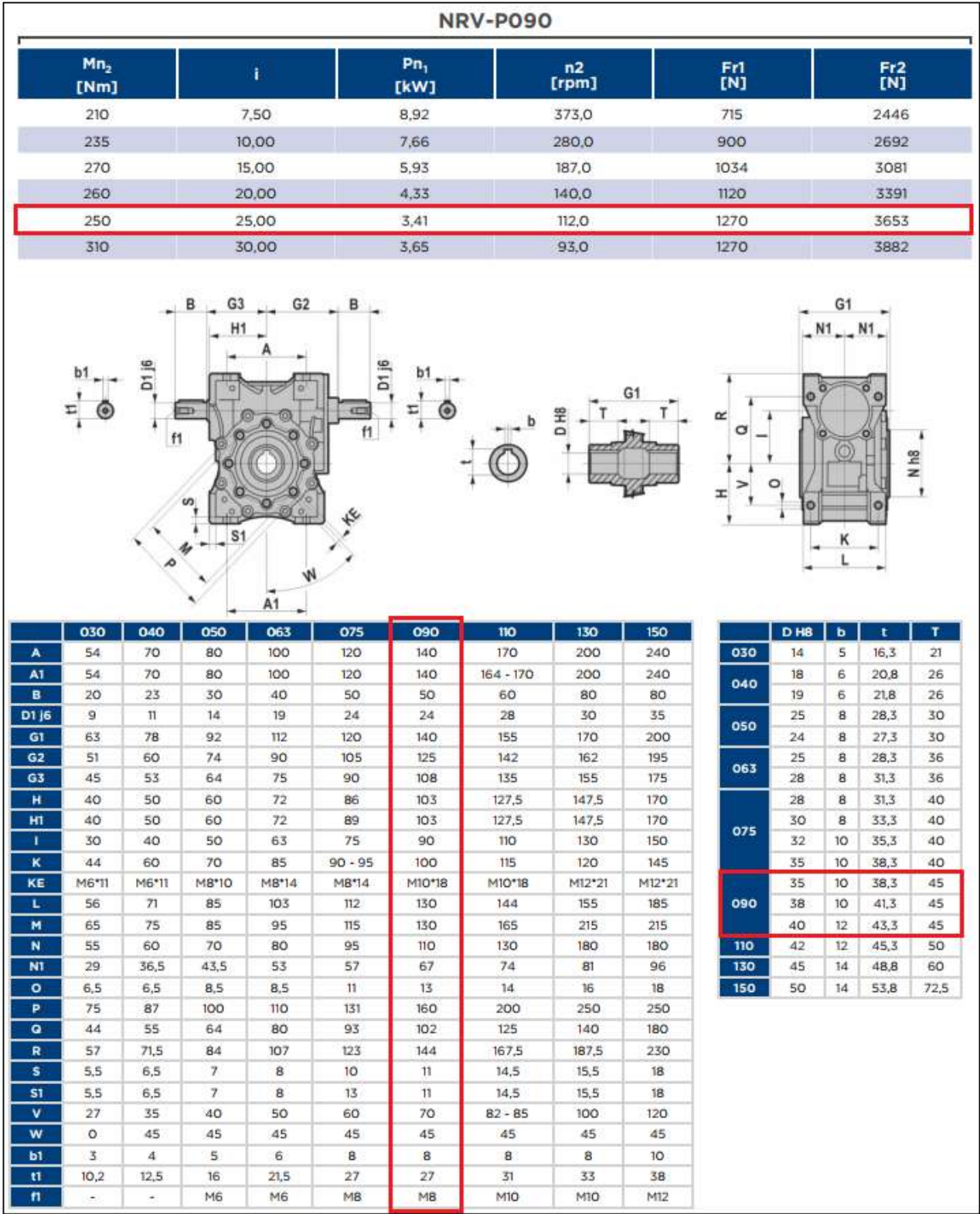


Figura 73: Selección de reductor sin fín - corona

**LA MAGDALENA**

DESPIECE DE LA TRANSMISIÓN A CARDAN TUBO LIMÓN
PTO DRIVE SHAFT SPARE PARTS LEMON TUBE

10

1

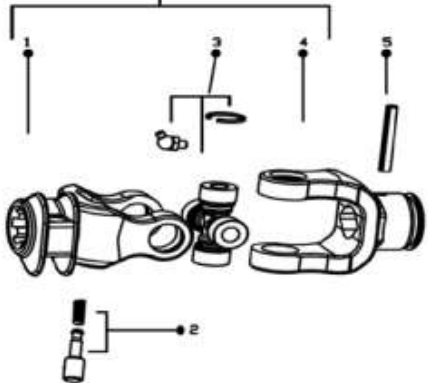
3

4

5

6

7



SERIE
SERIES

100

EXT

INT

11

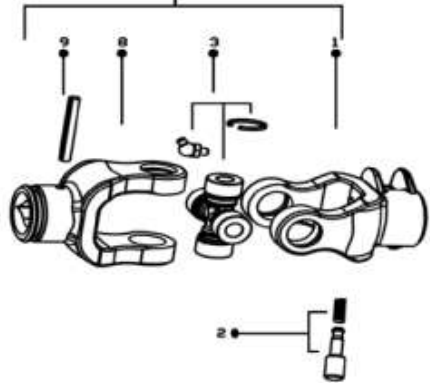
9

8

3

1

2



MOD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
02	19.1	930S	403	21	P.8-4S	23/1000	24/1000	20	P.8-4S	19.1-21	19.1-20
03	25.1	930S	840	34	P.10-6S	35/1000	36/1000	33	P.10-6S	25.1-34	25.1-33
05	37.1	930S	2140A	44	P.10-6S	35/1000	36/1000	45	P.10-6S	37.1-44	37.1-45
05E	37.1	930S	2140A	X1100	P.10-7S	79/1000	80/1000	X1000	P.10-7S	37.1-X1100	37.1-X1000
35	X351	930S	2224	X353	P.10-8S	79 /1000	80/1000	X352	P.10-8S	X351-X353	X351-X352
36	X363	930S	2226	X362	P.10-90	79/1000	80/1000	X361	P.10-90	X363-X362	X363-X361

* Para ver protector ir a página 69. / To see the guard, go to page number 69.

Figura 74: Selección de barra para transmisión cinta

MOD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
02	19.1	9305	403	12	P.8-55	003/1000	002/1000	11	P.8-45	19.1-12	19.1-11
03	25.1	9305	840	14	P.8-55	005/1000	004/1000	13	P.8-55	25.1-14	25.1-13
04	X300	9305	406	16	P.8-65	008/1000	005/1000	15	P.8-65	X300-16	X300-15
05	37.1	9305	2140A	47	P.8-60	008/1000	007/1000	46	P.8-60	37.1-47	37.1-46
06	29.1	9305	2150	89	P.10-70	010/1000	009/1000	69	P.10-70	29.1-89	29.1-69
07	70.1	9305	2200A	75	P.10-75	012/1000	009/1000	74	P.10-75	70.1-75	70.1-74
08	48.1	9305	2220A	85	P.10-85	012/1000	011/1000	84	P.10-85	48.1-85	48.1-84
09	63.16	9314	2230	68	P.10-85	012/1000	011/1000	67	P.10-85	63.16-68	63.16-67

* Para ver protector ir a página 69. / To see the guard, go to page number 69.

Figura 75: Selección de barra para transmisión a la caja

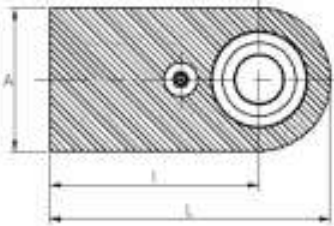
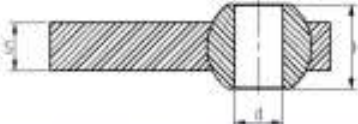
ROTULAS PRAT TASSI						
Rótulas con placa para punta de lanza. Uniones de tándem o tres puntos						
  						
ARTICULO	ANCHO PLACA A	ALTO PLACA S	DIST. AL CENTRO I	LARGO TOTAL L	DIAM. AGUJERO d	ALTURA ESFERA H
PRAT. 303/15040	76,20	25,40	112	150	28	40
PRAT. 303/15045	76,20	25,40	112	150	30	45
PRAT. 303/15063	76,20	25,40	112	150	30	63
PRAT. 303/17045 en 1' 1/4	76,20	31,75	132	170	30	45
PRAT. 323/15045	76,20	25,40	112	150	32	45
PRAT. 253/B17045	88,89	31,75	126	170	25	45
PRAT. 283/B17046	88,89	31,75	126	170	25	46
PRAT. 303/B17046	88,89	31,75	126	170	30	46
PRAT. 303/B24046	88,89	31,75	196	240	30	46
PRAT. 323/B17046	88,89	31,75	126	170	32	46
PRAT. 323/B24046	88,89	31,75	196	240	32	46
PRAT. 353/B17046	88,89	31,75	126	170	35	46
PRAT. 353/B24046	88,89	31,75	196	240	35	46
PRAT. 304/16550	101,60	31,75	114	165	30	50
PRAT. 304/18050	101,60	31,75	129	180	30	50

Figura 76: Selección de rótula PRAT

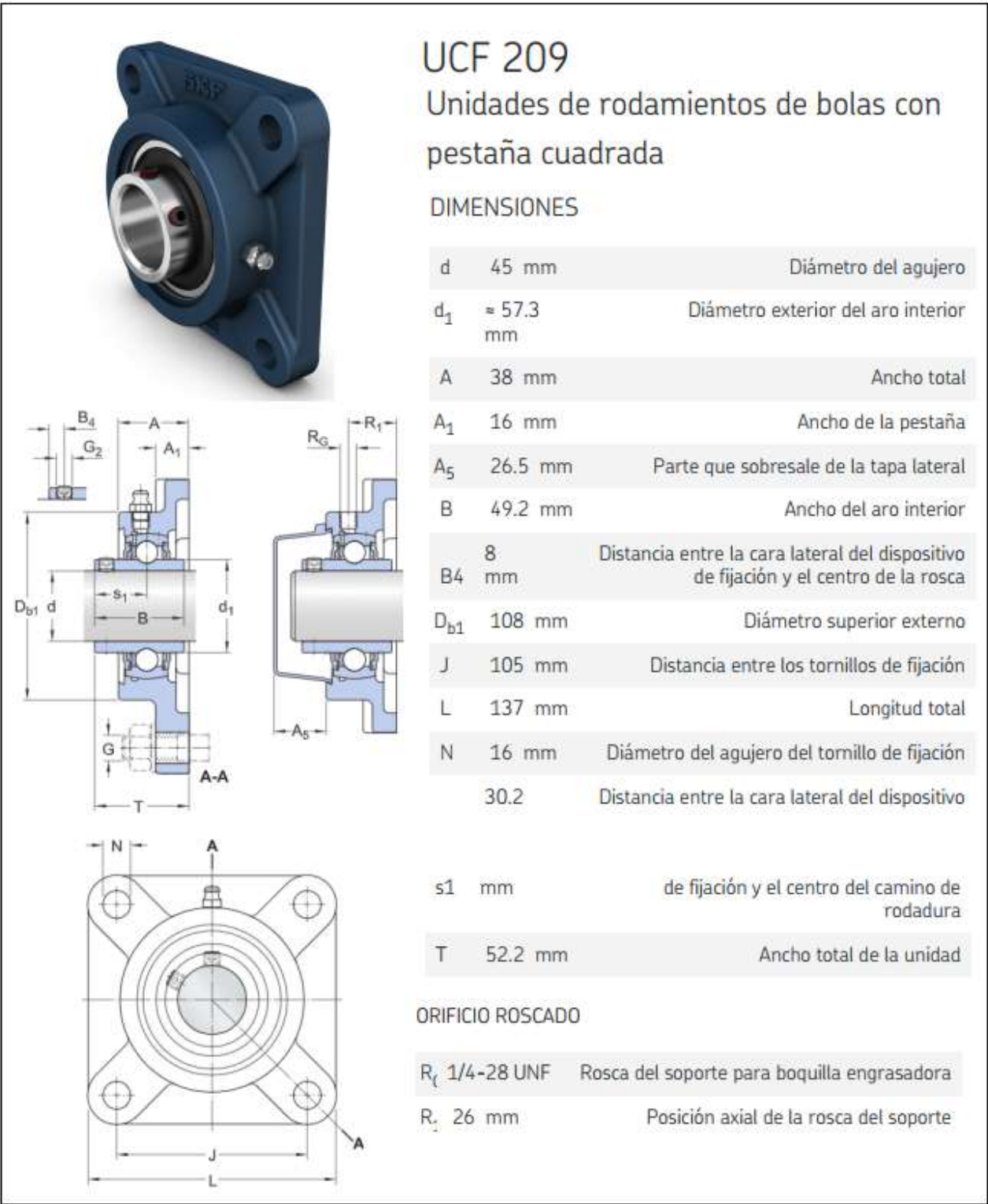


Figura 77: Selección de rodamiento y soporte para tambores cinta



Figura 78: Selección de rodamiento y soporte para rodillos superiores

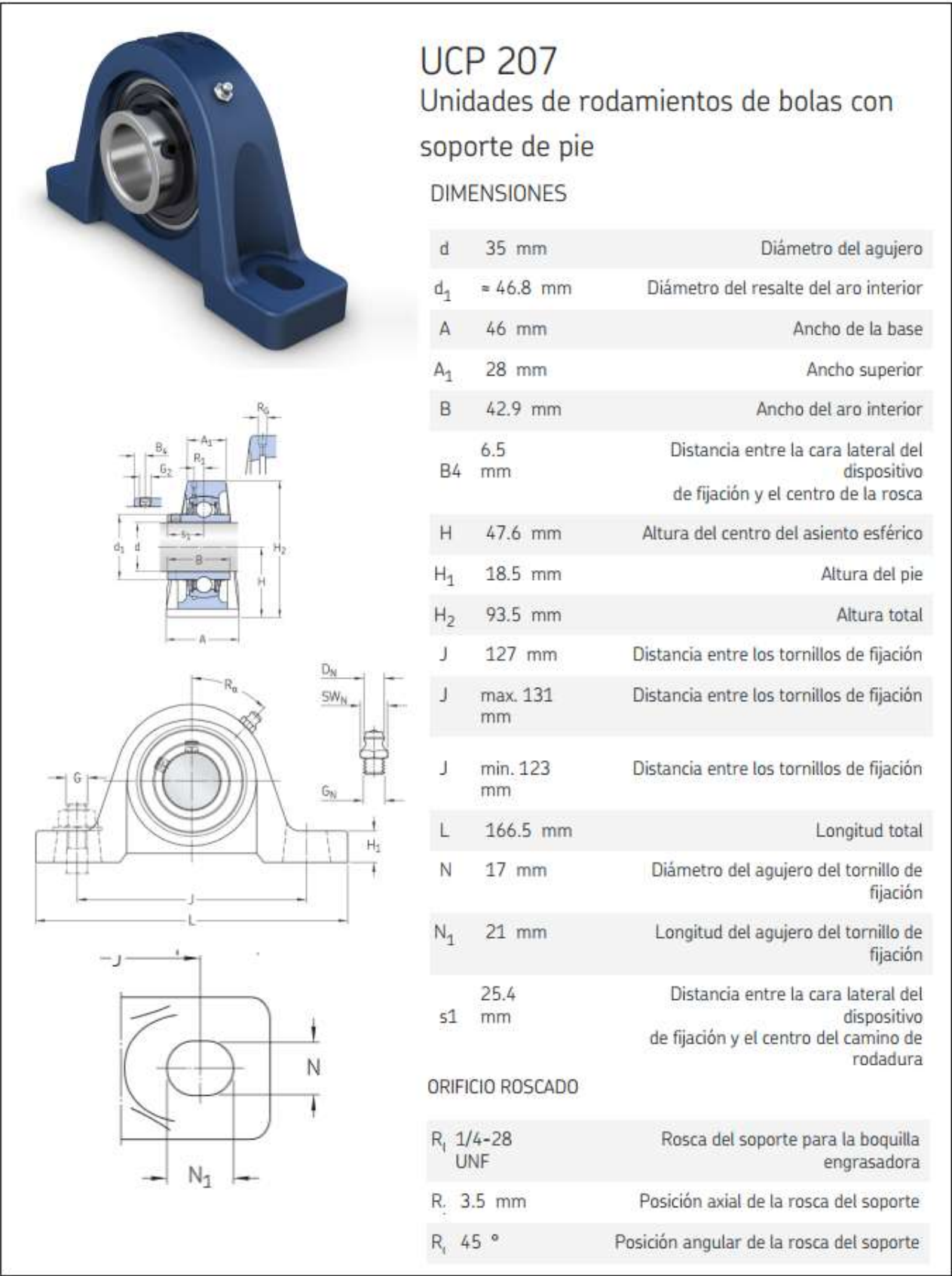
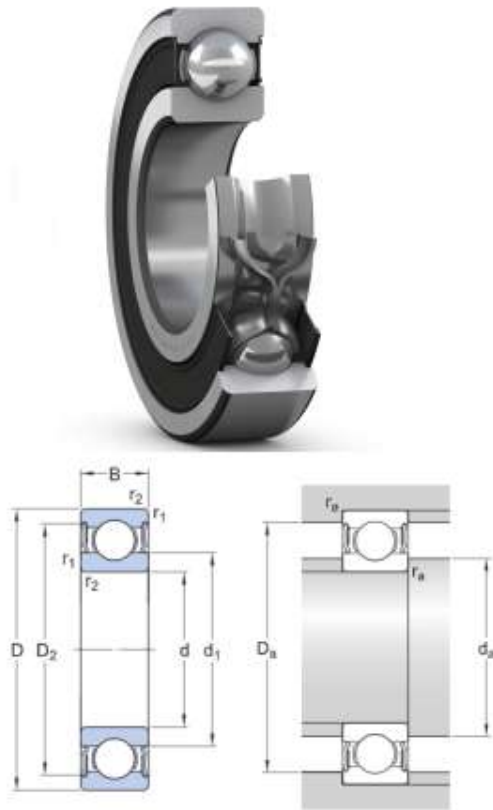


Figura 79: Selección de rodamiento y soporte para eje fijo transmisión a caja



The image shows a 3D perspective view of a 61904-2RS1 ball bearing at the top left. Below it are two cross-sectional diagrams. The left diagram shows the internal geometry with dimensions: B (width), r_1 (outer fillet radius), r_2 (inner fillet radius), D (outer diameter), D_2 (inner diameter), d (hole diameter), and d_1 (inner diameter of the inner ring). The right diagram shows the bearing mounted on a shaft with dimensions: r_a (shaft fillet radius), D_a (outer diameter of the housing), and d_a (shaft diameter).

61904-2RS1

- ítem popular

Rodamientos rígidos de bolas

DIMENSIONES

d	20 mm	Diámetro del agujero
D	37 mm	Diámetro exterior
B	9 mm	Ancho
D_2	≈ 32.7 mm	Diámetro de rebaje
$r_{1,2}$	min. 0.3 mm	Dimensión del chaflán

DIMENSIONES DE LOS RESALTES

d_a min.	22 mm	Diámetro del resalte del eje
d_a max.	23 mm	Diámetro del resalte del eje
D_e max.	35 mm	Diámetro del resalte del soporte
r_a max.	0.3 mm	Radio del eje o de acuerdo del soporte

Figura 80: Selección de rodamiento para rodillos inferiores

9. Anexo B - Programa para validación del ancho de labor y coeficiente de variación

Se transcribe a continuación el programa de Matlab usado para validar la solución.

Listing 1: Código Matlab para validación

```

1  %% DATOS Y VARIABLES NUMERICAS
2  a_boq = 0.06; %ancho de la boquilla M
3  b_boq = 0.05; %prof boquilla M
4  r_boq = 0.07; %radio centro boquilla M
5  avanceboq = 0; %avance de la boquilla respecto a la ref (contra aguj
    reloj) GRADOS
6  d_fert = 0.0035; %diametro grano de fertilizante M
7  r_fert = d_fert/2; %radio grano de fertilizante M
8  rho_fert = 760; %densidad del fertilizante APARENTE KG/M3 %a desidad
    real es alrededor de 1300kg/m3
9  r_disco = 0.260; %radio del disco M
10 x_disco = 0.400; %distancia del centro del disco al eje de simetria M
11 alfa = 1; %angulo del estampado del plato GRADOS
12 cant_paletas = 2; %cantidad de paletas
13 largo_pal(1)=0.20; %largo de la 1er paleta M
14 largo_pal(2)=0.31; %largo de la 1er paleta M
15 largo_pal(3)=0.33; %largo de la 1er paleta M
16 atraso_pal(1)=5;
17 atraso_pal(2)=-15;
18 atraso_pal(3)=-15;
19 ang_sector = 360/cant_paletas; %sector angular ccorrespondiente a cada
    disco GRADOS
20 w_rpm = (540*1.45) ; %velocidad angular RPM
21 w = (w_rpm*2*pi/60); %velocidad angular RAD/S
22 cant_granos_boq = floor(a_boq/d_fert); %cantidad de granos que entran en
    el ancho de la boquilla
23 wr=w*0.1; %velocidad de arrastre generada por la fuerza de roce
24 mg=(4/3)*pi*(r_fert^3)*rho_fert; %masa de un grano de fertilizante
25 mgcaida=mg*cant_granos_boq; %masa de una caida compelta
26 dosis=350; %dosis maxima de fert requerida por ha KG
27 ancho_lab=24; %ancho labor M
28 V_imp=(12*1000/3600); %velocidad del implemento M/SEG
29 %cant_caidas=ceil(dosis_1vuelta/mgcaida); %cantidad de caidas por vuelta
    para alcanzar la dosis

```

```

30 rho_fluido=1.204;
31 viscosidadcinematica=0.0000174/rho_fluido; %Pas
32 z_plato=0.5;
33 rng(5, 'twister ');
34
35 %%CALCULO DE CANTIDAD DE FERTILIZANTE CAIDA EN 1 VUELTA
36 dist_1ha=100*100/ancho_lab; %dist a recorrer para trabajar 1 ha M
37 tiempo_1ha=dist_1ha/V_imp; %tiempo para 1 ha SEG
38 q_masico_req=dosis/tiempo_1ha; %g/seg
39 dosis_1vuelta=(q_masico_req/2)/(w/(2*pi)); %g/vuelta
40 cantfertlv=ceil(dosis_1vuelta/mg); %cantidad de granos que caen en 1
    vuelta
41 cantfertlp=ceil(cantfertlv/cant_paletas); %granos que caen en el sector
    que corresponde a 1 paleta
42
43 totaliz_x_f=zeros(cantfertlp,1); %creamos vectores acumuladores de las
    pos de caida
44 totaliz_y_f=zeros(cantfertlp,1); %creamos vectores acumuladores de las
    pos de caida
45 totaliz_x_f_npal=zeros(cantfertlp,cant_paletas); %acumulador 3 paletas
46 totaliz_y_f_npal=zeros(cantfertlp,cant_paletas); %acumulador 3 paletas
47
48 %%CALCULO DE LA FUNCION DISTRIBUCION
49
50 x_f_npal=zeros(cantfertlp,cant_paletas); %arreglo con las pos de caida de
    las n paletas
51 y_f_npal=zeros(cantfertlp,cant_paletas); %arreglo con las pos de caida de
    las n paletas
52
53 for k=1:cant_paletas %teramos K cantidad de veces y acumulamos los
    puntos de caida
54 l_paleta=largo_pal(k);
55
56 %%VECTOR POSICION INICIAL RANDOMIZADO (RADIO, ANGULO) %esto es medido en
    r desde el centro del disco y en angulo desde la linea que une ambos
    centros de los discos
57 %se utiliza un modelo de distribucion normal. la media es el centro de la
    boquilla, a desviacion estandar es tal que el ancho de la boquilla es
    igual a 4*sigma (95% de los granos caen en el area de la boquilla)
58 %boquilla cuadrada alineada
59 cant_sim=5; %cantidad de granos que caen en cada posicion
60 cant_sim2=ceil(cantfertlp/cant_sim); %cantidad de avances de la boquilla
61 P_inic=zeros(cant_sim*cant_sim2,2);

```

```

62 for g=1:cant_sim2
63     theta_avan=deg2rad( ang_sector*(1-((g-1)/cant_sim2)));
64     for f=1:cant_sim;
65         radio_prov=normrnd(r_boq,(a_boq/4));
66         ancho_prov=normrnd(0,(b_boq/4));
67         theta_desf=atan(ancho_prov/radio_prov);
68         P_inic((f+5*(g-1)),1)=radio_prov/cos(theta_desf);
69         P_inic((f+5*(g-1)),2)=theta_desf+theta_avan;
70     end
71 end
72
73 %%CALCULO DATOS SOBRE LA PALETA
74 %crea matriz de posicion de cada grano de fert - tamaño cant granos x
75 t_p_inic=zeros(cantfert1p,1);
76 r_p_inic=zeros(cantfert1p,1);
77 ind_choq=zeros(cantfert1p,1);
78 t_p_fin=zeros(cantfert1p,1);
79 ang_fp_fin=zeros(cantfert1p,1);
80 ang_pal_fin=zeros(cantfert1p,1);
81
82 %%TIEMPO HASTA TOCAR PALETA
83 for g=1:cantfert1p
84     %Con la velocidad angular del disco y ang inicial
85     t_p_inic(g)=P_inic(g,2)/(w-wr); %tiempo probable de contacto con la
        paleta SEG
86 end
87
88 %%RADIO CUANDO TOCA LA PALETA O RADIO INICIAL
89 for g=1:cantfert1p
90     %Usando las ecuaciones del movimiento  $r(t)$  y  $t$  de la anterior
91     r_p_inic(g) = P_inic(g,1) *cosh(w*t_p_inic(g));
92 end
93
94
95 %%BUCLE PARA DETERMINAR SI ALCANZA O NO LA PALETA
96 for g=1:cantfert1p
97     if l_paleta <= r_disco
98         if r_p_inic(g) <= l_paleta
99             ind_choq(g)=1;
100        else
101            ind_choq(g)=0;
102        end
103    else

```

```

104         if r_p_inic(g) <= r_disco
105             ind_choq(g)=1;
106         else
107             ind_choq(g)=0;
108         end
109     end
110 end
111
112 %TIEMPO DE SALIDA (T para Rp) %Resolvemos mediante Newton-Rapson
113 for g=1:cantfertlp
114     rpos = P_inic(g,1);
115     if l_paleta <= r_disco
116         if ind_choq(g) == 1
117             format long
118             f=@(t) (cosh(w*t)*(rpos/l_paleta))-1; %definimos la funcion
119             df=@(t) (sinh(w*t)*(rpos/l_paleta)*w); %y su derivada
120             %plot(f,[0,pi/50]) %exploramos graficamente la funcion
121             %grid on
122             x0=0.02; %vector inicial para comenzar bucle
123             [z1,ni]=Newton(f,df,x0,1e-8,1e-8,20);
124             t_p_fin(g) = z1;
125         else
126             format long
127             f=@(t) (cosh(w*t)*(rpos/r_disco))-1; %definimos la funcion
128             df=@(t) (sinh(w*t)*(rpos/r_disco)*w); %y su derivada
129             x0=0.02; %vector inicial para comenzar bucle
130             [z1,ni]=Newton(f,df,x0,1e-8,1e-8,20);
131             t_p_fin(g) = z1;
132         end
133     else %implica que l_paleta => r_disco
134         if ind_choq(g)==1
135             format long
136             f=@(t) (cosh(w*t)*(rpos/r_disco))-1; %definimos la funcion
137             df=@(t) (sinh(w*t)*(rpos/r_disco)*w); %y su derivada
138             x0=0.02; %vector inicial para comenzar bucle
139             [z1,ni]=Newton(f,df,x0,1e-8,1e-8,20);
140             t_p_fin(g) = z1;
141         else
142             format long
143             f=@(t) (cosh(w*t)*(rpos/l_paleta))-1; %definimos la funcion
144             df=@(t) (sinh(w*t)*(rpos/l_paleta)*w); %y su derivada
145             x0=0.02; %vector inicial para comenzar bucle
146             [z1,ni]=Newton(f,df,x0,1e-8,1e-8,20);

```

```

147         t_p_fin(g) = z1;
148     end
149 end
150 end
151
152 %ANGULO HASTA LA PALETA EN LA SALIDA
153 for g=1:cantfertlp
154     if ind_choq(g)==1
155         ang_fp_fin(g)=0;
156     else
157         ang_fp_fin(g)=P_inic(g,2)-wr*t_p_fin(g);
158     end
159 end
160
161 %ANGULO DE LA PALETA EN LA SALIDA
162 for g=1:cantfertlp
163     ang_pal_fin(g)=P_inic(g,2)+w*(t_p_fin(g))+deg2rad(avanceboq)+deg2rad(
        atraso_pal(k));
164 end
165
166 %VELOCIDAD DE SALIDA Y ANGULO DE SALIDA
167 v_rad_sal=zeros(cantfertlp,1);
168 v_tan_sal=zeros(cantfertlp,1);
169 mod_v_sal=zeros(cantfertlp,1);
170 ang_vel=zeros(cantfertlp,1);
171 ang_salida=zeros(cantfertlp,1);
172
173 for g=1:cantfertlp
174     if ind_choq(g)==1 %componente en el sentido radial (x)
175         v_rad_sal(g)=l_paleta*w*sinh(w*t_p_fin(g));
176     else
177         v_rad_sal(g)=r_disco*w*sinh(w*t_p_fin(g));
178     end
179     if ind_choq(g)==1 %componente en el sentido tangencial (r*w)
180         v_tan_sal(g)=l_paleta*w;
181     else
182         v_tan_sal(g)=r_disco*wr;
183     end
184     mod_v_sal(g)=sqrt(v_rad_sal(g)^2+v_tan_sal(g)^2);
185     ang_vel(g)=atan(v_tan_sal(g)/v_rad_sal(g));
186 end
187
188 %ANGULO DE SALIDA DEL GRANO

```

```

189 %medido desde la linea que une los centros de ambos platos
190 for g=1:cantfert1p
191     ang_salida(g)=ang_pal_fin(g)+ang_fp_fin(g)+ang_vel(g);
192 end
193
194 %%PUNTO DE CAIDA %SOLUCION ANALITICA APROXIMADA %se usa la funcion de
lamembert
195 Re=zeros(cantfert1p,1);
196 Cd=zeros(cantfert1p,1);
197 b=zeros(cantfert1p,1);
198 beta=zeros(cantfert1p,1);
199 z=zeros(cantfert1p,1);
200 R=zeros(cantfert1p,1);
201 angplat = deg2rad(alfa); %angulo de tiro, alfa es el angulo del plato con
la horizontal en grados
202
203
204 %Se considera que el tiro es parabolico con angulo muy pequeno menor a
5 grados (dependera del angulo de estampado del disco)
205 for g=1:cantfert1p
206     Re(g)=(rho_fluido*d_fert*mod_v_sal(g))/viscosidadcinematica; %numero
de reynolds
207     Cd(g)=(((24/Re(g)) ^0.52)+(0.32^0.52))^(1/0.52); %calculo de Cd segun
reynolds
208     b(g)=(Cd(g)*rho_fluido)/(r_fert*rho_fert*(8/3)); %coeficiente de
rozamiento
209     beta(g)=2*b(g)*mod_v_sal(g)*cos(angplat)*mod_v_sal(g)*sin(angplat)
        /9.8;
210     z(g)=-exp(-1/(1+beta(g)))/(1+beta(g));
211     R(g)=-(lambertw(-1,z(g))+1/(1+beta(g)))/(2*b(g)); %alcance del grano
de fertilizante en X
212 end
213
214 %%CALCULO DE LAS COORDENADAS (disco izq)
215 x_cp=zeros(cantfert1p,1);
216 y_cp=zeros(cantfert1p,1);
217 z_cp=zeros(cantfert1p,1);
218 x_bp=zeros(cantfert1p,1);
219 y_bp=zeros(cantfert1p,1);
220 z_bp=zeros(cantfert1p,1);
221 x_f=zeros(cantfert1p,1);
222 y_f=zeros(cantfert1p,1);
223 z_f=zeros(cantfert1p,1);

```

```

224 vector_f=zeros(cantfert1p,2);
225
226 for g=1:cantfert1p
227     %centro del plato
228     x_cp(g)=0-V_imp*t_p_fin(g);
229     y_cp(g)=-0.5;
230     z_cp(g)=z_plato;
231     %borde de la paleta
232     x_bp(g)=x_cp(g)+l_paleta*sin(ang_pal_fin(g));
233     y_bp(g)=y_cp(g)+l_paleta*cos(ang_pal_fin(g));
234     z_bp(g)=z_cp(g);
235     %punto de caida del fertilizante
236     x_f(g)=x_bp(g)+R(g)*sin(ang_pal_fin(g));
237     y_f(g)=y_bp(g)+R(g)*cos(ang_pal_fin(g));
238     z_f(g)=0;
239     %vector de coordenadas
240     vector_f(g,1)=x_f(g);
241     vector_f(g,2)=y_f(g);
242 end
243
244 x_f_npal(:,k)=x_f; %acumulador 3 paletas
245 y_f_npal(:,k)=y_f; %acumulador 3 paletas
246 x_f_npalizq(:,k)=-x_f; %acumulador 3 paletas
247 y_f_npalizq(:,k)=-y_f; %acumulador 3 paletas
248 end
249
250
251
252 if cant_paletas==2
253     figure(1)
254     %histogram(y_f_npal(:,1))
255     %hold on
256     %histogram(y_f_npal(:,2))
257     %hold on
258     compuesto=vertcat(y_f_npal(:,1),y_f_npal(:,2));
259     dosplat=vertcat(y_f_npal(:,1),y_f_npal(:,2),y_f_npalizq(:,1),
260                     y_f_npalizq(:,2));
260     histogram(dosplat,100)
261     hold off
262
263     xm = -25:0.1:25;
264
265     pd_kernel = fitdist(y_f_npal(:,1),'Kernel');

```

```

266     pdf_kernel = pdf(pd_kernel,xm);
267     pdf1=pdf_kernel;
268
269     pd_kernel = fitdist(y_f_npal(:,2),'Kernel');
270     pdf_kernel = pdf(pd_kernel,xm);
271     pdf2=pdf_kernel;
272
273     pd_kernel = fitdist(compuesto,'Kernel');
274     pdf_kernel = pdf(pd_kernel,xm);
275     pdfc=pdf_kernel;
276
277     pd_kernel = fitdist(dosplat,'Kernel');
278     pdf_kernel = pdf(pd_kernel,xm);
279     pdf2p=pdf_kernel;
280
281     %Plot the pdf of each distribution.
282     figure(2)
283     plot(xm,pdf1,'Color','b','LineWidth',2);
284     hold on;
285     ylim([0 0.14]);
286     plot(xm,pdf2,'Color','r','LineWidth',2);
287     hold on;
288     %plot(xm,pdfc,'Color','g','LineWidth',2);
289     %hold on;
290     plot(xm,pdf2p,'Color','m','LineWidth',2);
291     hold on;
292     legend({'Paleta_1','Paleta_2','Dos_discos'},'Location','SouthEast');
293     %legend({'Paleta_1','Paleta_2'},'Location','NorthEast');
294     hold off;
295
296 elseif cant_paletas==3
297     figure(1)
298     %histogram(y_f_npal(:,1))
299     %hold on
300     %histogram(y_f_npal(:,2))
301     %hold on
302     compuesto=vertcat(y_f_npal(:,1),y_f_npal(:,2),y_f_npal(:,3));
303     dosplat=vertcat(y_f_npal(:,1),y_f_npal(:,2),y_f_npal(:,3),y_f_npalizq
        (:,1),y_f_npalizq(:,2),y_f_npalizq(:,3));
304     histogram(dosplat,100)
305     hold off
306
307

```

```

308     xm = -25:0.1:25;
309
310     pd_kernel = fitdist(y_f_npal(:,1), 'Kernel');
311     pdf_kernel = pdf(pd_kernel, xm);
312     pdf1=pdf_kernel;
313
314     pd_kernel = fitdist(y_f_npal(:,2), 'Kernel');
315     pdf_kernel = pdf(pd_kernel, xm);
316     pdf2=pdf_kernel;
317
318     pd_kernel = fitdist(y_f_npal(:,3), 'Kernel');
319     pdf_kernel = pdf(pd_kernel, xm);
320     pdf3=pdf_kernel;
321
322     pd_kernel = fitdist(compuesto, 'Kernel');
323     pdf_kernel = pdf(pd_kernel, xm);
324     pdfc=pdf_kernel;
325
326     pd_kernel = fitdist(dosplat, 'Kernel');
327     pdf_kernel = pdf(pd_kernel, xm);
328     pdf2p=pdf_kernel;
329
330     %Plot the pdf of each distribution.
331     figure(2)
332     plot(xm, pdf1, 'Color', 'b', 'LineWidth', 2);
333     hold on;
334     ylim([0 0.14]);
335     plot(xm, pdf2, 'Color', 'r', 'LineWidth', 2);
336     hold on;
337     plot(xm, pdf3, 'Color', 'c', 'LineWidth', 2);
338     hold on;
339     %plot(xm, pdfc, 'Color', 'g', 'LineWidth', 2);
340     hold on;
341     plot(xm, pdf2p, 'Color', 'm', 'LineWidth', 2);
342     hold on;
343     %legend({'Paleta 1', 'Paleta 2', 'Paleta 3'}, 'Location', 'NorthEast');
344     legend({'Paleta_1', 'Paleta_2', 'Paleta_3', 'Dos_discos'}, 'Location', 'NorthEast');
345     hold off;
346 end

```

10. Anexo C - Planos

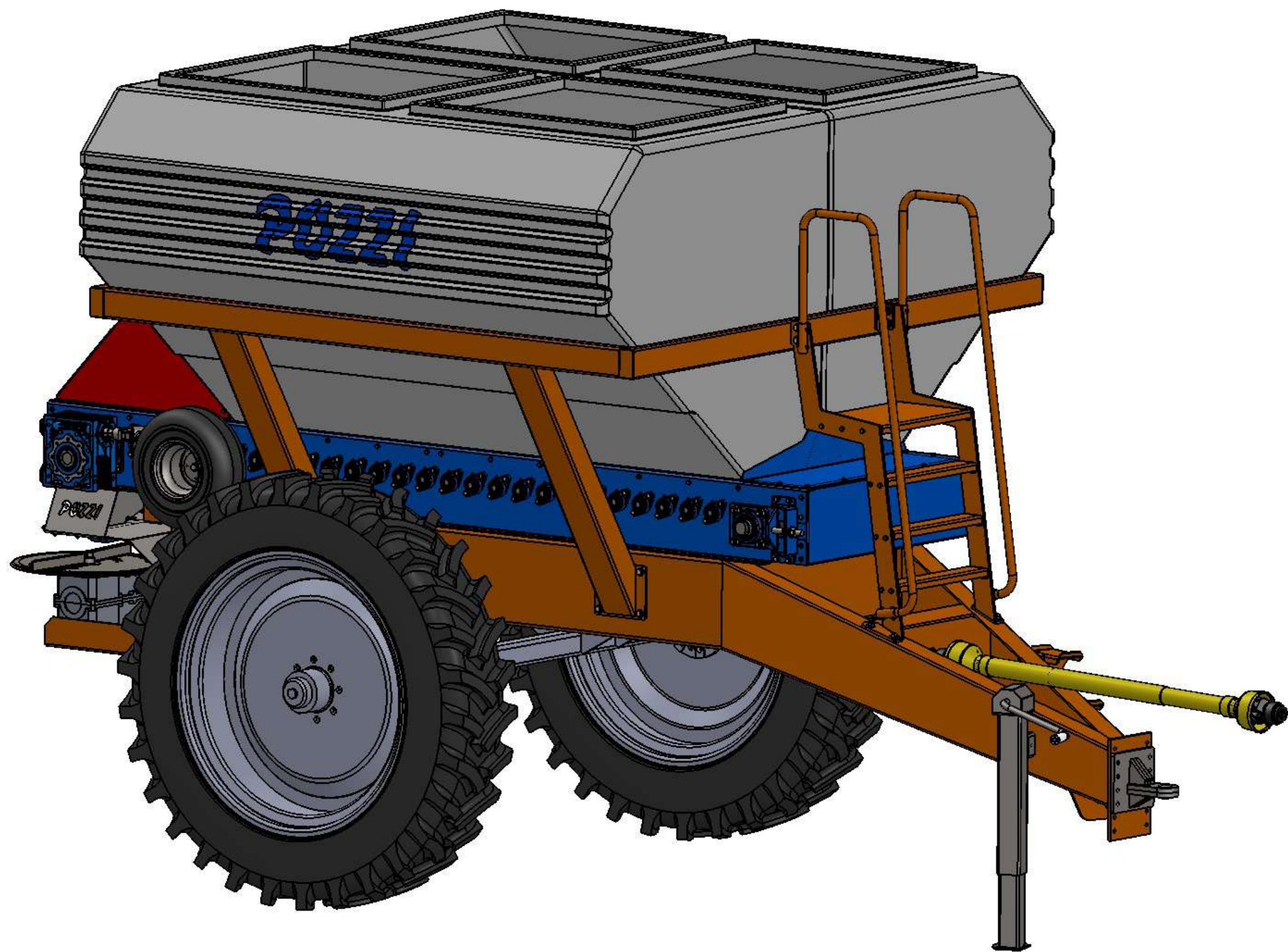
Se incluye a continuación la referencia de planos de la máquina diseñada. Los planos en **negrita** se presentan a continuación del índice.

10.1. Referencia de planos

EDR 5000 - REFERENCIAS		
Denominación	Descripción	Observación
EDR5000-CTO-01	Conjunto general	
EDR5000-CTO-01-01	Conjunto chasis	
EDR5000-CTO-01-01-01	Conjunto bastidor	
EDR5000-PZA-01-01-01-01	Lateral bastidor	
EDR5000-CTO-01-01-01-02	Cuadro central bastidor	
EDR5000-PZA-01-01-01-03	Columna bastidor	
EDR5000-PZA-01-01-01-04	Placa sujeción bastidor	
EDR5000-PZA-01-01-01-05	Soporte superior escalera	
EDR5000-PZA-01-01-01-06	Angulo soporte compuerta	
EDR5000-PZA-01-01-01-07	Placa soporte acc compuerta	
EDR5000-PZA-01-01-01-08	Soporte para placa pivot manija	
EDR5000-CTO-01-01-02	Conjunto chasis inferior	
EDR5000-PZA-01-01-02-01	Lateral chasis inferior (izq)	
EDR5000-PZA-01-01-02-02	Lateral chasis inferior (der)	
EDR5000-PZA-01-01-02-03	Travesaño chasis	
EDR5000-PZA-01-01-02-04	Travesaño chasis soporte bancada	
EDR5000-PZA-01-01-02-05	Travesaño chasis delantero	
EDR5000-PZA-01-01-02-06	Lateral lanza (izq)	
EDR5000-PZA-01-01-02-07	Lateral lanza (der)	
EDR5000-PZA-01-01-02-08	Travesaño lanza	
EDR5000-PZA-01-01-02-09	Placa soporte ejes	
EDR5000-PZA-01-01-02-10	Cartela exterior placa eje	
EDR5000-PZA-01-01-02-11	Cartela interior placa eje	
EDR5000-PZA-01-01-02-12	Soporte para gato	
EDR5000-PZA-01-01-02-13	Placa sujeción enganche	
EDR5000-CTO-01-01-03	Conjunto soporte caja	
EDR5000-PZA-01-01-03-01	Lateral soporte caja (der)	
EDR5000-PZA-01-01-03-02	Lateral soporte caja (izq)	
EDR5000-PZA-01-01-03-03	Base caja	
EDR5000-PZA-01-01-03-04	Separador base caja	
EDR5000-PZA-01-01-04	Soporte corredera para rueda de mando	
EDR5000-CTO-01-01-05	Soporte rueda de mando	
EDR5000-PZA-01-01-05-01	Placa fijación a corredera para soporte de rueda de mando	
EDR5000-PZA-01-01-05-02	Tubo soporte brazo de mando	
EDR5000-PZA-01-01-05-03	Placa pivot brazo rueda de mando	
EDR5000-PZA-01-01-06	Soporte bancada barra de mando	
EDR5000-CTO-01-01-07	Escalera acceso tolva	
EDR5000-CTO-01-01-07-01	Lateral escalera (izq)	
EDR5000-PZA-01-01-07-01-01	Placa lateral escalera (izq)	
EDR5000-PZA-01-01-07-01-02	Soporte pasamanos	
EDR5000-PZA-01-01-07-02	Plataforma escalera	
EDR5000-PZA-01-01-07-03	Escalon escalera tolva	
EDR5000-PZA-01-01-07-04	Pasamanos	
EDR5000-CTO-01-01-07-05	Lateral escalera (der)	
EDR5000-PZA-01-01-07-05-01	Placa lateral escalera (der)	

EDR5000-CTO-01-01-08	Escalera baja	
EDR5000-PZA-01-01-08-01	Soporte escalera baja	
EDR5000-PZA-01-01-08-02	Escalon escalera baja	
EDR5000-PZA-01-01-08-03	Cartela refuerzo escalera baja	
EDR5000-CTO-01-02	Conjunto cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-01	Plegado lateral cinta (der)	
EDR5000-PZA-01-02-02	Plegado lateral cinta (izq)	
EDR5000-PZA-01-02-03	Frente cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-04	Tapa frente cinta transportadora	
EDR5000-CTO-01-02-05	Conjunto distribuidor y embudos	
EDR5000-PZA-01-02-05-01	Tapa trasera cinta	
EDR5000-PZA-01-02-05-02	Plegado base embudo distribuidor	
EDR5000-PZA-01-02-05-03	Cierre embudo distribuidor	
EDR5000-PZA-01-02-05-04	Divisor central embudo distribuidor	
EDR5000-PZA-01-02-05-05	Fondo embudo distribuidor	
EDR5000-PZA-01-02-05-06	Placa soporte embudos distribuidores	
EDR5000-PZA-01-02-05-07	Lateral placa soporte	
EDR5000-PZA-01-02-06	Banda PVC cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-07	Soporte reductor cinta	
EDR5000-CTO-01-02-08	Tensor para cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-08-01	Plegado soporte tensor	
EDR5000-PZA-01-02-08-02	Varilla roscada 3/4" x 130	
EDR5000-CTO-01-02-09	Fleje antidesborde cinta	
EDR5000-PZA-01-02-09-01	Plegado fleje antidesborde	
EDR5000-PZA-01-02-09-02	Tira de caucho para fleje antidesborde	
EDR5000-PZA-01-02-09-03	Chapa inferior fleje antidesborde	
EDR5000-CTO-01-02-10	Conjunto boquilla orientable	
EDR5000-PZA-01-02-10-01	Plegado boquilla orientable	
EDR5000-CTO-01-02-11	Tambor motriz cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-11-01	Tubo para tambor	
EDR5000-PZA-01-02-11-02	Tapa tambor cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-11-03	Eje tambor motriz	
EDR5000-CTO-01-02-12	Tambor delantero cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-12-01	Eje tambor tensor	
EDR5000-PZA-01-02-11-01	Tubo para tambor	
EDR5000-PZA-01-02-11-02	Tapa tambor cinta transportadora	
EDR5000-CTO-01-02-13	Rodillo cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-02-13-01	Tubo C.C. 2" x 3,2 para rodillo	
EDR5000-PZA-01-02-13-02	Eje pasante rodillo	
EDR5000-PZA-01-02-13-03	Tapa rodillo	
EDR5000-PZA-01-02-14	Manija 1/4"	
EDR5000-PZA-01-02-15	Soporte fijo para tensor	
EDR5000-PZA-01-03	Tolva modulo	
EDR5000-CTO-01-04	Compuerta y cierre trasero cinta transportadora	
EDR5000-PZA-01-04-01	Guia lateral compuerta (izq)	
EDR5000-PZA-01-04-02	Guia lateral compuerta (der)	
EDR5000-PZA-01-04-03	Lateral cierre trasero cinta (izq)	
EDR5000-PZA-01-04-04	Lateral cierre trasero cinta (der)	
EDR5000-PZA-01-04-05	Tapa superior cierre trasero cinta	
EDR5000-PZA-01-04-06	Placa compuerta de cierre	
EDR5000-PZA-01-04-07	Plegado de ajuste a guia para compuerta	
EDR5000-PZA-01-04-08	Plegado para accionamiento compuerta	
EDR5000-PZA-01-04-09	Indicador de altura compuerta	

EDR5000-PZA-01-05	Caja fertilizadora mod. F-001 CD Transmisiones	Comercial, solo para indicar ejes
EDR5000-CTO-01-06	Conjunto rueda de mando	
EDR5000-CTO-01-06-01	Caja escuadra mod. F-054 CD Transmisiones	Comercial, solo para indicar ejes
EDR5000-CTO-01-06-02	Rueda completa 16 x 6,5 x 18	Comercial, solo para indicar ejes
EDR5000-PZA-01-06-02-01	Neumático 16 x 6,5 x 8	Comercial
EDR5000-CTO-01-06-02-02	Llanta estampada 6,5 x 8	
EDR5000-CTO-01-06-03	Brazo para rueda de mando	
EDR5000-PZA-01-06-03-01	Plegado brazo rueda de mando	
EDR5000-PZA-01-06-03-02	Placa para caja escuadra	
EDR5000-CTO-01-06-04	Cilindro hidraulico 2" x 60	Comercial
EDR5000-CTO-01-07	Disco distribuidor derecho	
EDR5000-CTO-01-07-01	Plato derecho	
EDR5000-PZA-01-07-01-01	Estampado disco (der)	
EDR5000-PZA-01-07-01-02	Buje central disco	
EDR5000-PZA-01-07-02	Paleta larga	
EDR5000-PZA-01-07-03	Paleta corta	
EDR5000-CTO-01-08	Disco distribuidor izquierdo	
EDR5000-CTO-01-08-01	Plato izquierdo	
EDR5000-PZA-01-08-01-01	Estampado disco (izq)	
EDR5000-PZA-01-07-01-02	Buje central disco	
EDR5000-PZA-01-08-02	Paleta larga (izq)	
EDR5000-PZA-01-07-03	Paleta corta	
EDR5000-CTO-01-09	Gato para accionamiento de compuerta	
EDR5000-CTO-01-09-01	Gato de accionamiento lateral	Comercial
EDR5000-PZA-01-09-02	Placa sujeción gato	
EDR5000-PZA-01-09-03	Horquilla para acc gato	
EDR5000-PZA-01-09-04	Cubo cardan acc gato	
EDR5000-PZA-01-09-05	Manija accionamiento compuerta	
EDR5000-PZA-01-09-06	Puño plastico para manija	
EDR5000-CTO-01-10	Gato para lanza (1500 kg)	Comercial
EDR5000-CTO-01-11	Barras cardánicas de transmisión	
EDR5000-CTO-01-11-01	Barra cardánica trilobular K521 con protecciones	Comercial, solo para indicar largo
EDR5000-CTO-01-11-02	Eje fijo puntas 1-3/8" Z6	
EDR5000-PZA-01-11-02-01	Caño 2" SCH 40	
EDR5000-PZA-01-11-02-02	Punta de eje 1-3/8" Z6	
EDR5000-CTO-01-11-03	Barra cardánica trilobular K521	Comercial, solo para indicar largo
EDR5000-CTO-01-12	Conjunto rodillo inferior cinta	
EDR5000-PZA-01-12-01	Eje pasante para rodillo inferior	
EDR5000-PZA-01-12-02	Tubo CC 1-1/2" x 3,2 para rodillo inferior	
EDR5000-PZA-01-12-03	Soporte rodillo inferior	
EDR5000-CTO-01-13	Enganche rotula	
EDR5000-PZA-01-13-01	Placa conexión enganche	
EDR5000-PZA-01-13-02	Placa para rotula	
EDR5000-PZA-01-13-03	Rotula PRAT 283/B17046 Tassi Arundel	Comercial
EDR5000-CTO-01-14	Conjunto rejillas interiores	
EDR5000-CTO-01-14-01	Rejilla interior derecha	
EDR5000-PZA-01-14-01-01	Marco rejillas interiores	
EDR5000-PZA-01-14-01-02	Malla rejillas interiores	
EDR5000-CTO-01-14-02	Rejilla interior derecha	
EDR5000-PZA-01-14-03	Manija 1/4" para rejillas	
EDR5000-CTO-01-15	Reductor mod. NRV090 Motovario	Comercial, solo para indicar ejes
EDR5000-CTO-01-16	Barra cardanica tubular K526	Comercial, solo para indicar largo
EDR5000-CTO-01-17	Soporte para manija compuerta	
EDR5000-CTO-01-18	Tren rodante	



eim



Fertilizadora POZZI
EDR5000

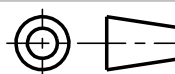
HOJA 1 DE 4

REV

DIB

APR

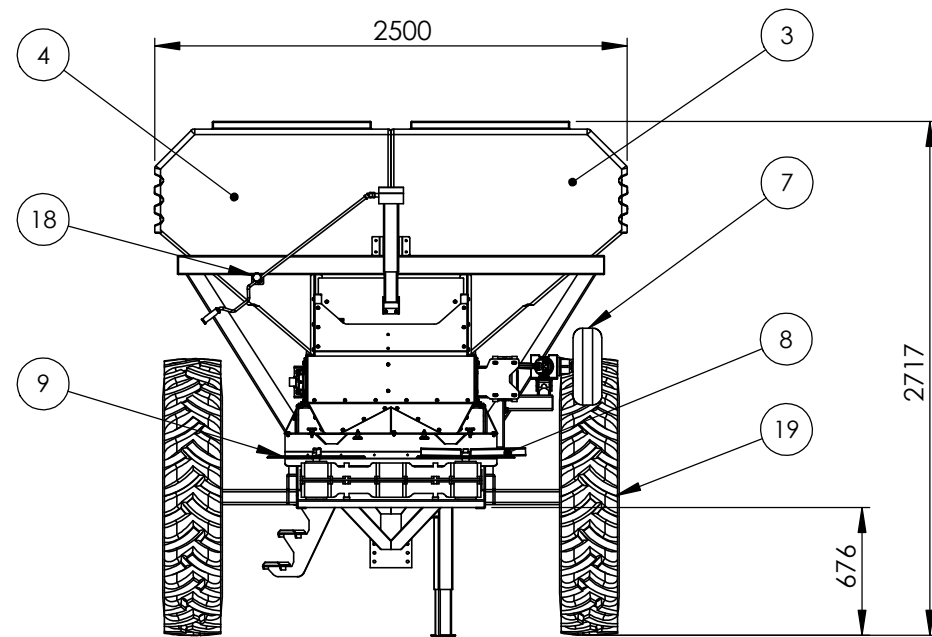
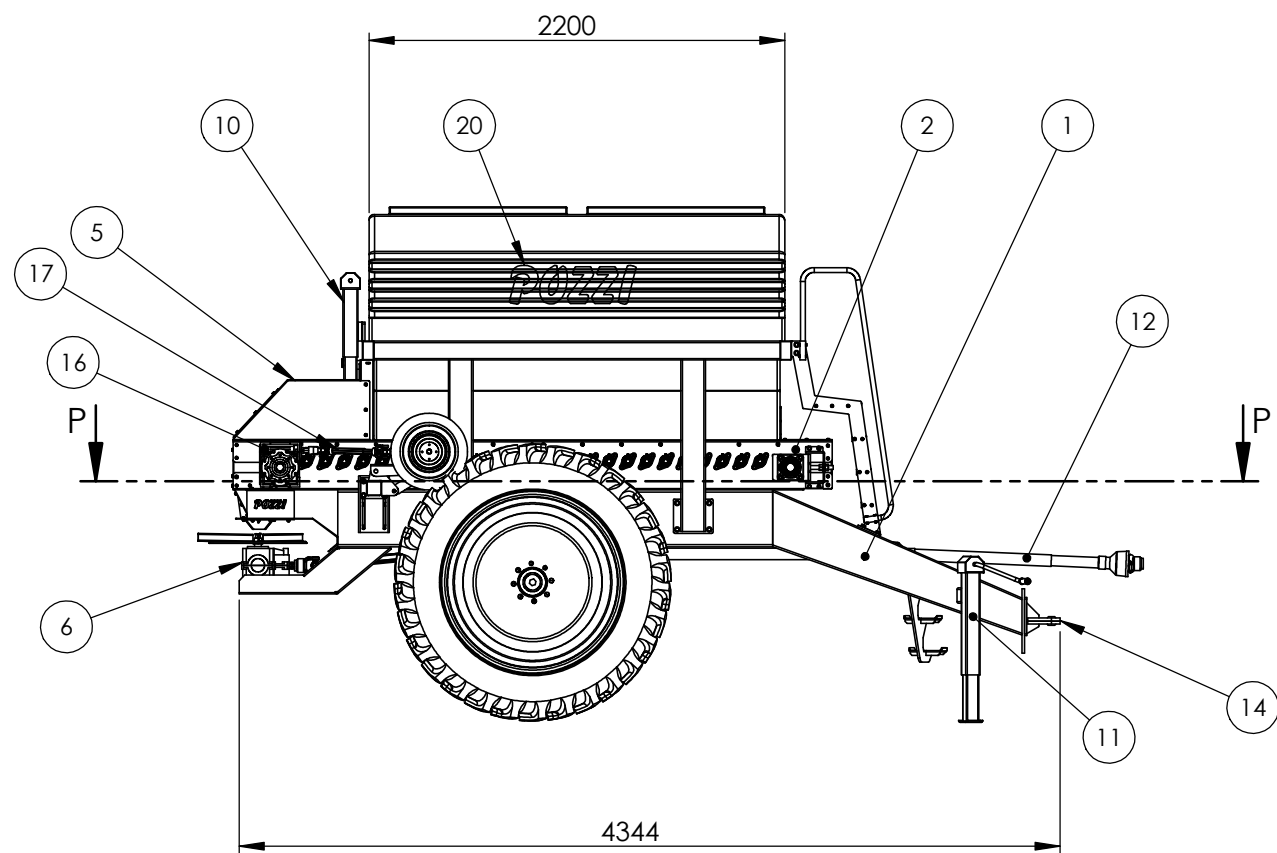
FECHA



1 F. POZZI
ESCALA: 1:15

15/8/22

EDR5000-CTO-01



NOTAS:

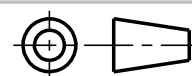
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.
- 3) Ajustar medida indicada en montaje de elementos asociados.

20	CALCO LATERAL			2	0.10
19	EDR5000-CTO-01-18			1	—
18	EDR5000-CTO-01-17	SOPORTE PARA MANIJA COMPUERTA		1	0.39
17	EDR5000-CTO-01-16	BARRA CARDANICA TUBULAR K526		1	3.82
16	EDR5000-CTO-01-15	REDUCTOR MOD. NRV090 MOTOVARIO		1	13.17
15	EDR5000-CTO-01-14	CONJUNTO REJILLAS INTERIORES		2	24.83
14	EDR5000-CTO-01-13	ENGANCHE ROTULA		1	9.81
13	EDR5000-CTO-01-12	CONJUNTO RODILLO INFERIOR CINTA		3	4.80
12	EDR5000-CTO-01-11	BARRAS CARDÁNICAS DE TRANSMISIÓN		1	38.81
11	EDR5000-CTO-01-10	GATO PARA LANZA (1500 KG)		1	14.86
10	EDR5000-CTO-01-09	GATO PARA ACCIONAMIENTO DE COMPUERTA		1	12.21
9	EDR5000-CTO-01-08	DISCO DISTRIBUIDOR IZQUIERDO		1	6.00
8	EDR5000-CTO-01-07	DISCO DISTRIBUIDOR DERECHO		1	6.00
7	EDR5000-CTO-01-06	CONJUNTO RUEDA DE MANDO		1	9.49
6	EDR5000-PZA-01-05	CAJA FERTILIZADORA MOD. F-001 CD TRANSMISIONES		1	44.31
5	EDR5000-CTO-01-04	COMPUERTA Y CIERRE TRASERO CINTA TRANSPORTADORA		1	28.02
4	EDR5000-PZA-01-03	TOLVA MODULO	PEAD	1	81.99
3	EDR5000-PZA-01-03	TOLVA MODULO	PEAD	1	81.99
2	EDR5000-CTO-01-02	CONJUNTO CINTA TRANSPORTADORA	VARIOS	1	424.11
1	EDR5000-CTO-01-01	CONJUNTO CHASIS	SAE 1010	1	640.55
POS	DENOMINACIÓN	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



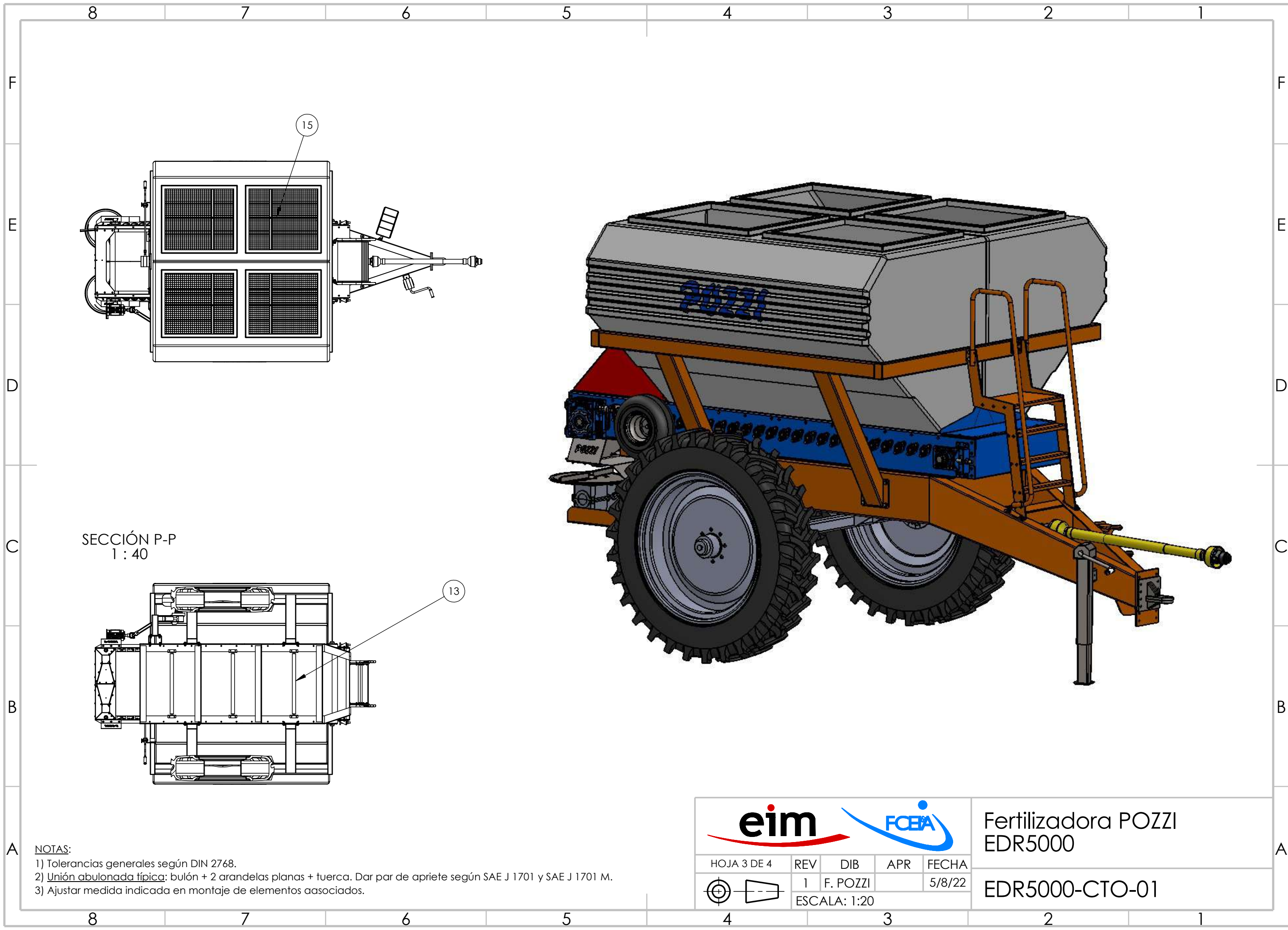
Fertilizadora POZZI
EDR5000

HOJA 2 DE 4 REV DIB APR FECHA



1 F. POZZI 5/8/22
ESCALA: 1:20

EDR5000-CTO-01



8 7 6 5 4 3 2 1

F

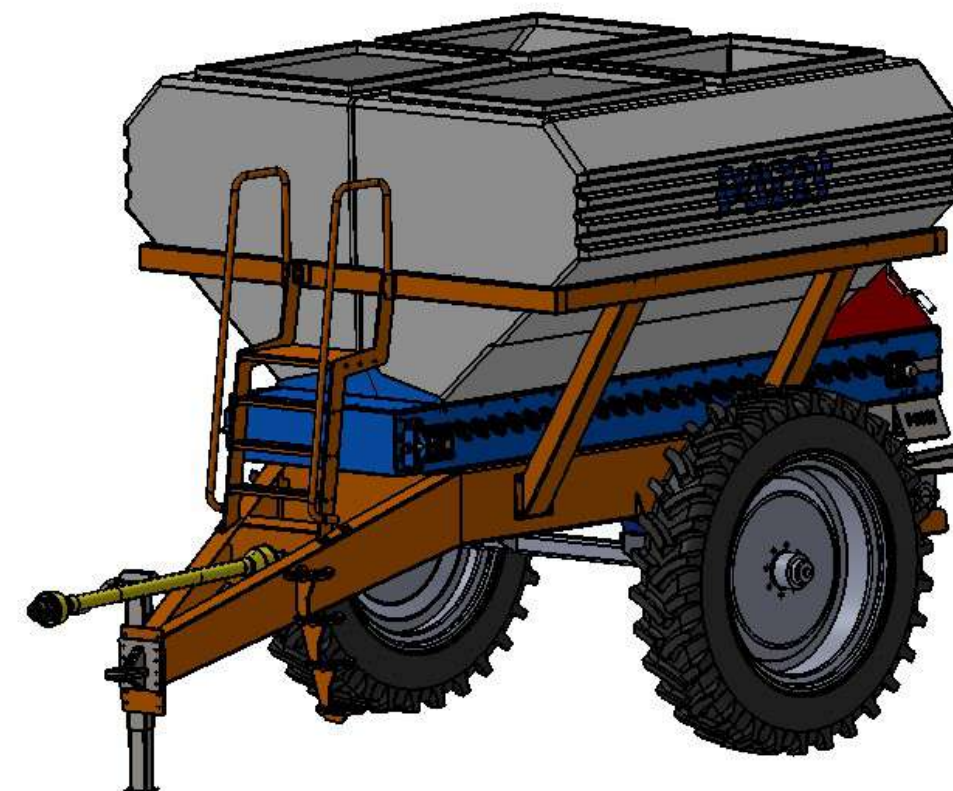
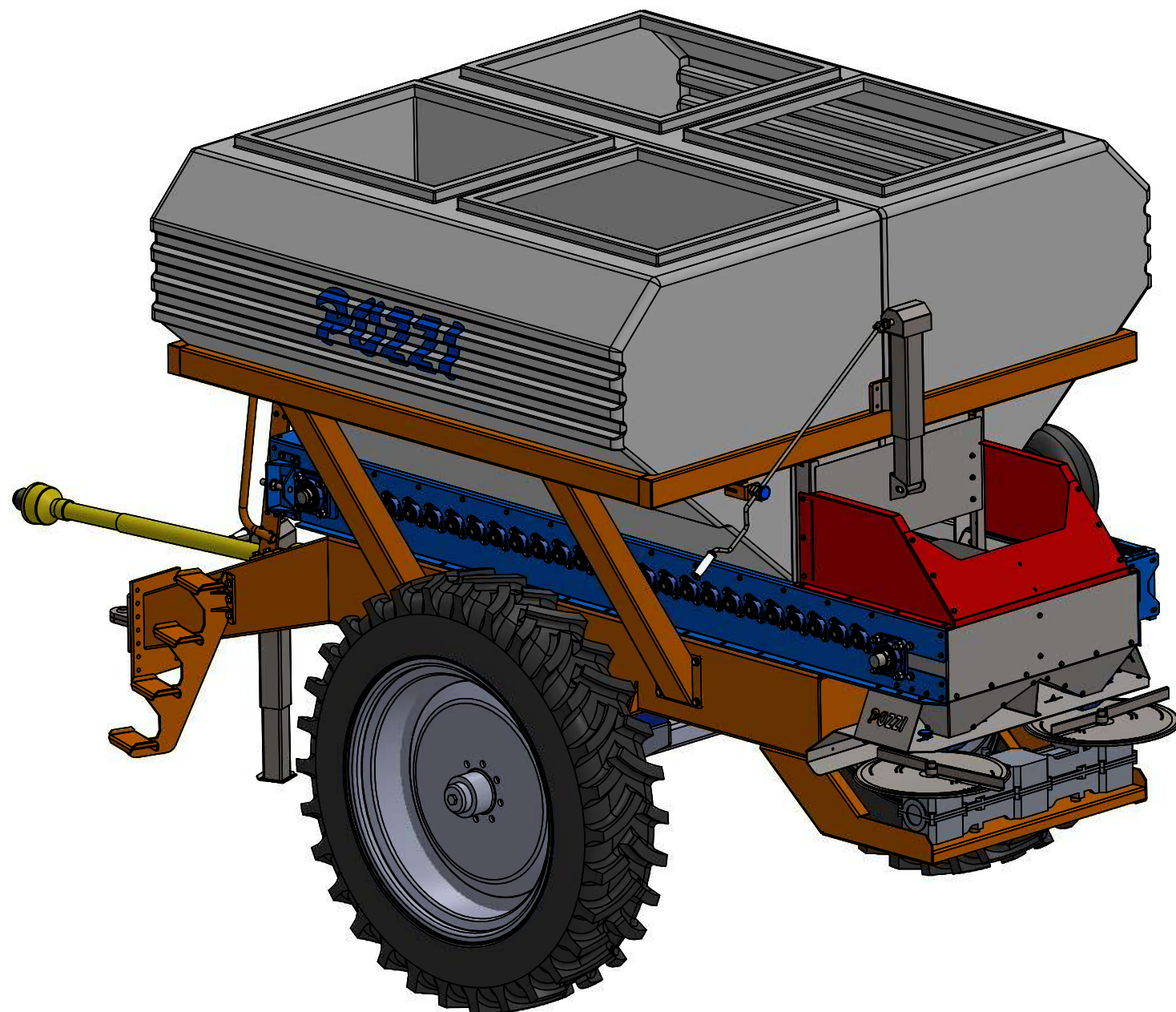
E

D

C

B

A



NOTAS:

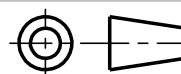
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura con rasqueta y cepillo de disco. Pintar con esmalte epoxi bicomponente RAL 1037 - espesor de capa: 140 micras. Eliminar grasas y suciedad, y proteger roscas antes del pintado.
- 3) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.
- 4) Soldadura: Los cordones de soldadura serán de espesor de filete $a=,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1
- 5) Ajustar medida indicada en montaje de elementos asociados.

eim



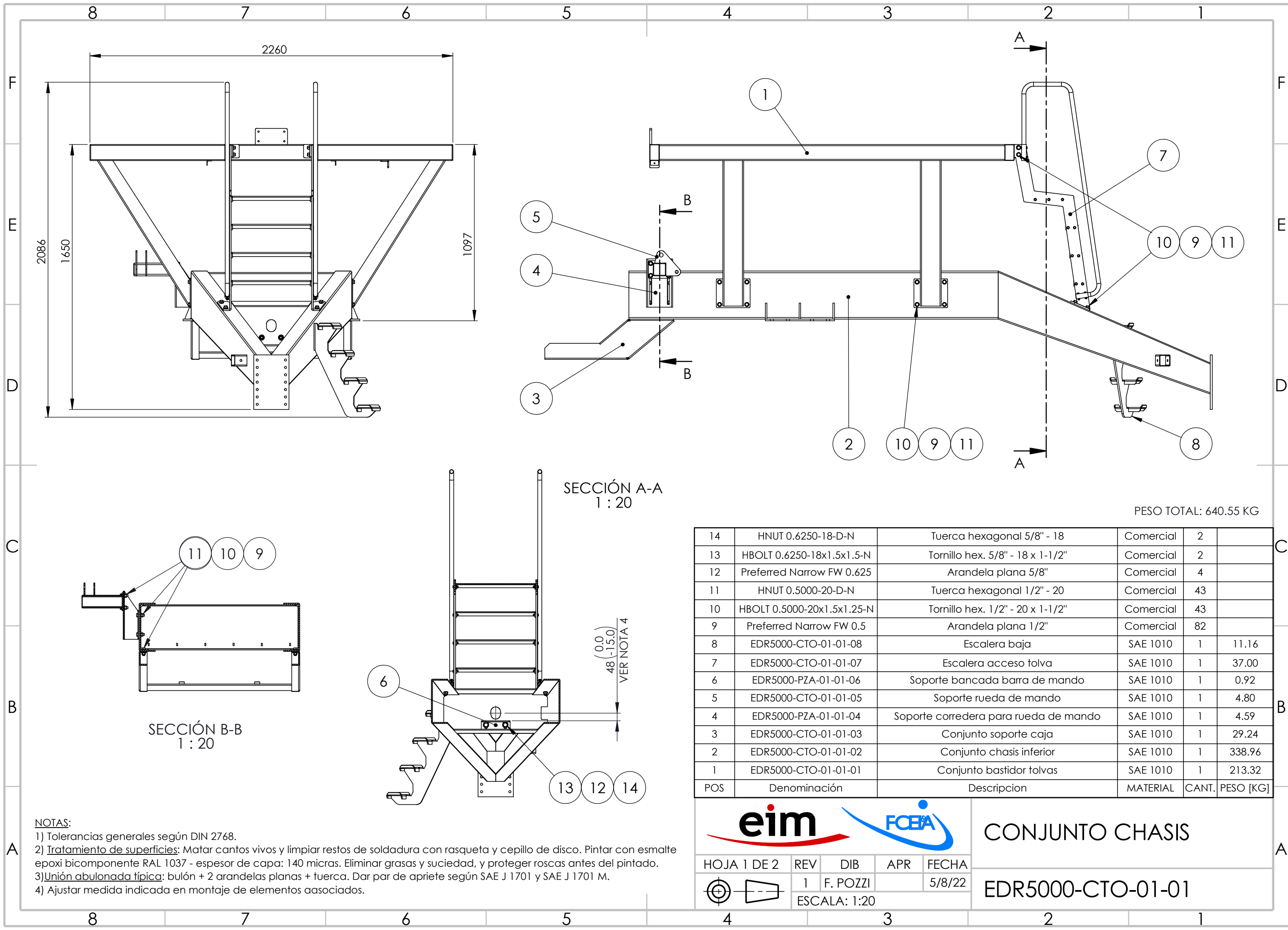
Fertilizadora POZZI
EDR5000

HOJA 4 DE 4	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:20				



EDR5000-CTO-01

8 7 6 5 4 3 2 1



NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura con rasqueta y cepillo de disco. Pintar con esmalte epoxi bicomponente RAL 1037 - espesor de capa: 140 micras. Eliminar grasas y suciedad, y proteger roscas antes del pintado.
3) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.
4) Ajustar medida indicada en montaje de elementos asociados.

14	HNUT 0.6250-18-D-N	Tuerca hexagonal 5/8" - 18	Comercial	2	
13	HBOLT 0.6250-18x1.5x1.5-N	Tornillo hex. 5/8" - 18 x 1-1/2"	Comercial	2	
12	Preferred Narrow FW 0.625	Arandela plana 5/8"	Comercial	4	
11	HNUT 0.5000-20-D-N	Tuerca hexagonal 1/2" - 20	Comercial	43	
10	HBOLT 0.5000-20x1.5x1.25-N	Tornillo hex. 1/2" - 20 x 1-1/2"	Comercial	43	
9	Preferred Narrow FW 0.5	Arandela plana 1/2"	Comercial	82	
8	EDR5000-CTO-01-01-08	Escalera baja	SAE 1010	1	11.16
7	EDR5000-CTO-01-01-07	Escalera acceso tolva	SAE 1010	1	37.00
6	EDR5000-PZA-01-01-06	Soporte bancada barra de mando	SAE 1010	1	0.92
5	EDR5000-CTO-01-01-05	Soporte rueda de mando	SAE 1010	1	4.80
4	EDR5000-PZA-01-01-04	Soporte corredera para rueda de mando	SAE 1010	1	4.59
3	EDR5000-CTO-01-01-03	Conjunto soporte caja	SAE 1010	1	29.24
2	EDR5000-CTO-01-01-02	Conjunto chasis inferior	SAE 1010	1	338.96
1	EDR5000-CTO-01-01-01	Conjunto bastidor tolvas	SAE 1010	1	213.32
POS	Denominación	Descripcion	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



HOJA 1 DE 2

REV 1

DIB F. POZZI

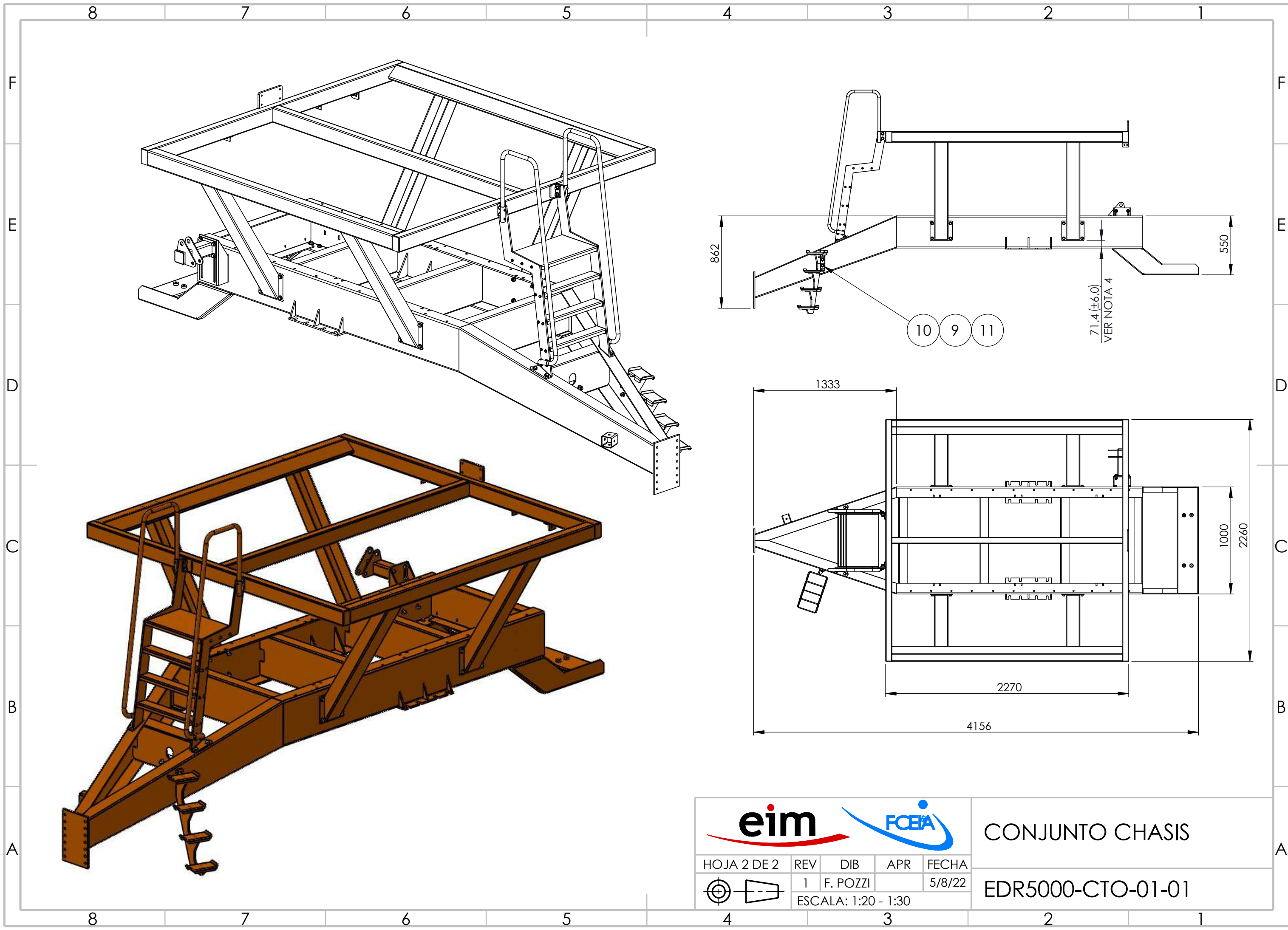
APR

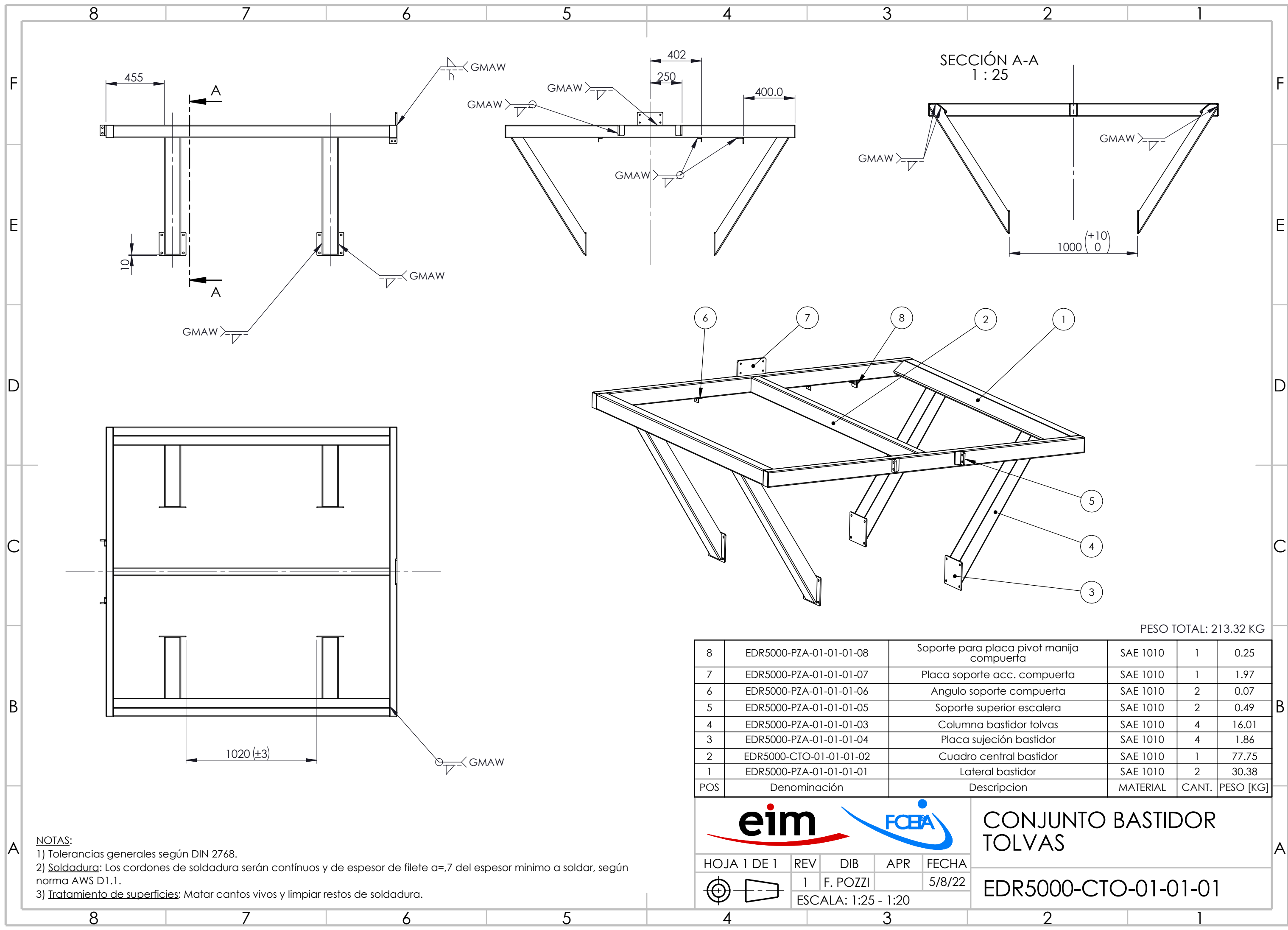
FECHA 5/8/22

ESCALA: 1:20

CONJUNTO CHASIS

EDR5000-CTO-01-01





PESO TOTAL: 213.32 KG

8	EDR5000-PZA-01-01-01-08	Soporte para placa pivot manija compuerta	SAE 1010	1	0.25
7	EDR5000-PZA-01-01-01-07	Placa soporte acc. compuerta	SAE 1010	1	1.97
6	EDR5000-PZA-01-01-01-06	Angulo soporte compuerta	SAE 1010	2	0.07
5	EDR5000-PZA-01-01-01-05	Soporte superior escalera	SAE 1010	2	0.49
4	EDR5000-PZA-01-01-01-03	Columna bastidor tolvas	SAE 1010	4	16.01
3	EDR5000-PZA-01-01-01-04	Placa sujeción bastidor	SAE 1010	4	1.86
2	EDR5000-CTO-01-01-01-02	Cuadro central bastidor	SAE 1010	1	77.75
1	EDR5000-PZA-01-01-01-01	Lateral bastidor	SAE 1010	2	30.38
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]

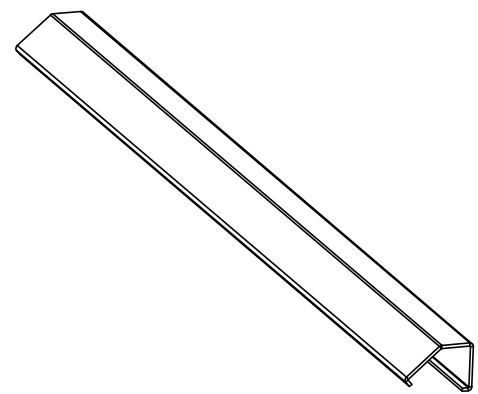
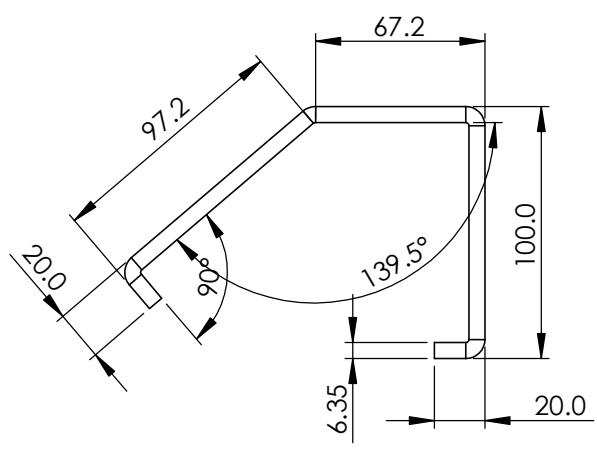
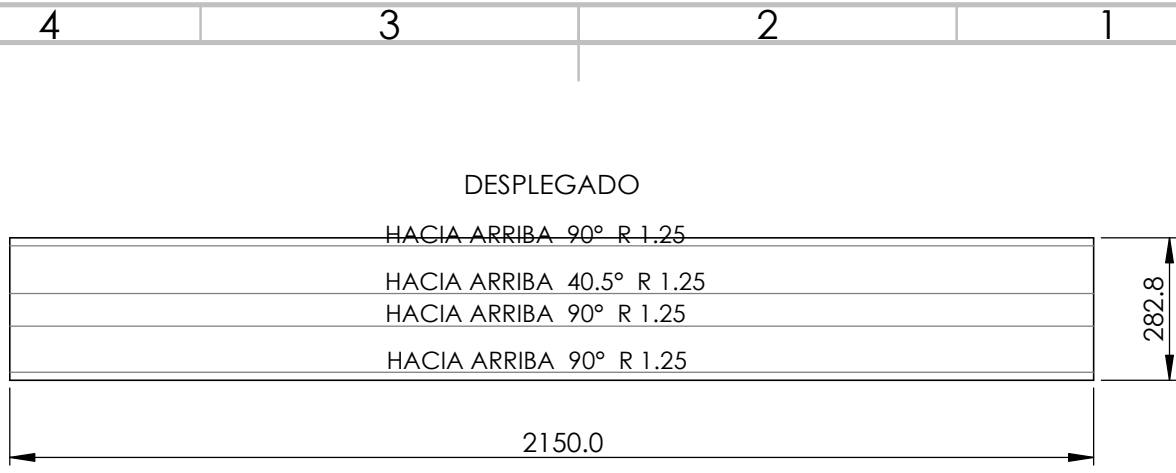


CONJUNTO BASTIDOR
TOLVAS

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:25 - 1:20				

EDR5000-CTO-01-01-01

NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete a=,7 del espesor minimo a soldar, según norma AWS D1.1.
3) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.



NOTAS:

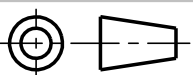
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con pantógrafo o láser.
- 3) Eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-01-01	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP 1/4"	2	30.38
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Lateral bastidor

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

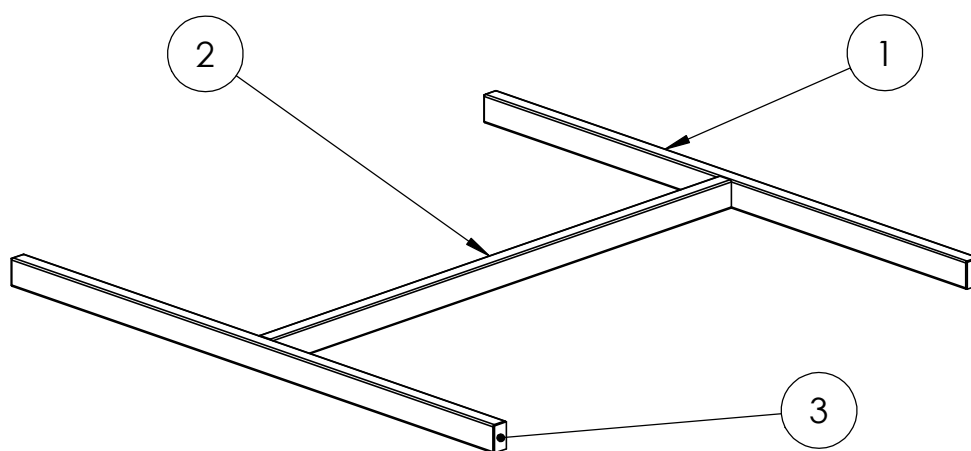
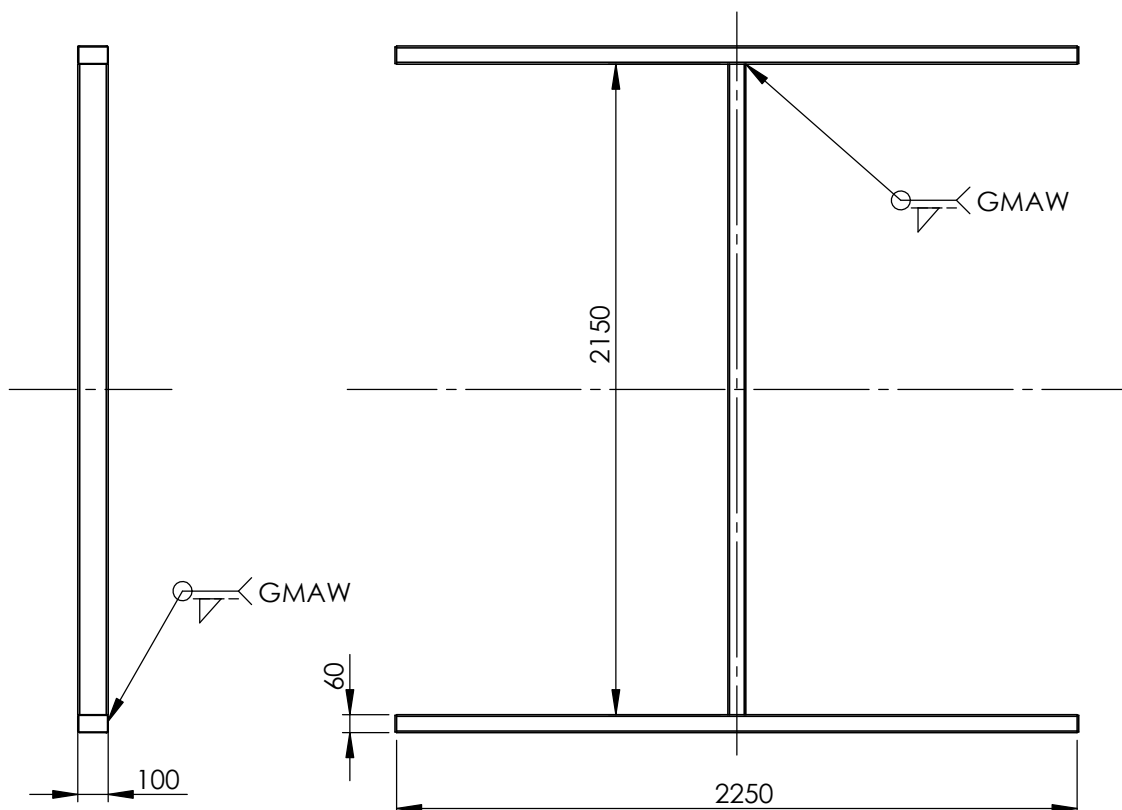


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:3 - 1:15

EDR5000-PZA-01-01-01-01



NOTAS:

1) Tolerancias generales según DIN 2768.

2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete $\alpha=0,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1.

3) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.

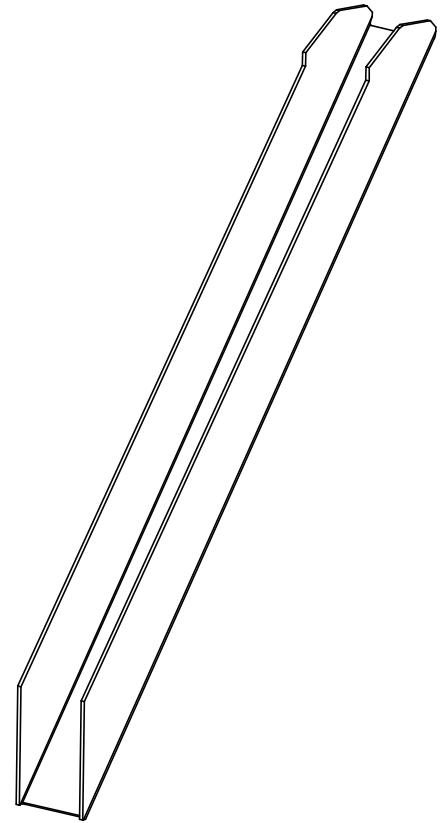
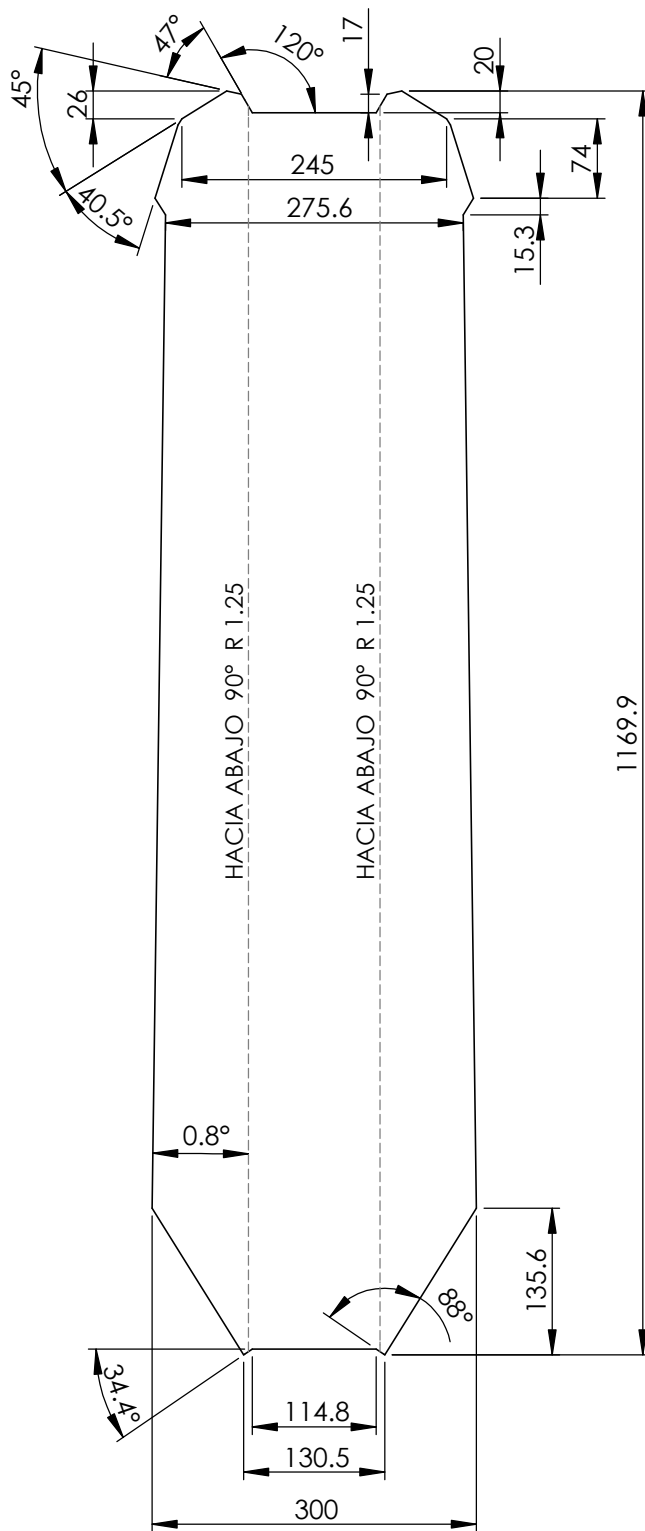
3	4	CARTELA 95 X 55 X 3	
2	1	TUBO 100 X 60 X 6.3	2150
1	2	TUBO 100 X 60 X 6.3	2250
POS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD



Cuadro central bastidor

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:25				

EDR5000-CTO-01-01-01-02



NOTAS:

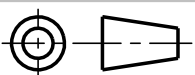
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con pantógrafo o láser.
- 3) Eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-01-03	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP 1/4"	4	16.01
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Columna bastidor tolvas

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

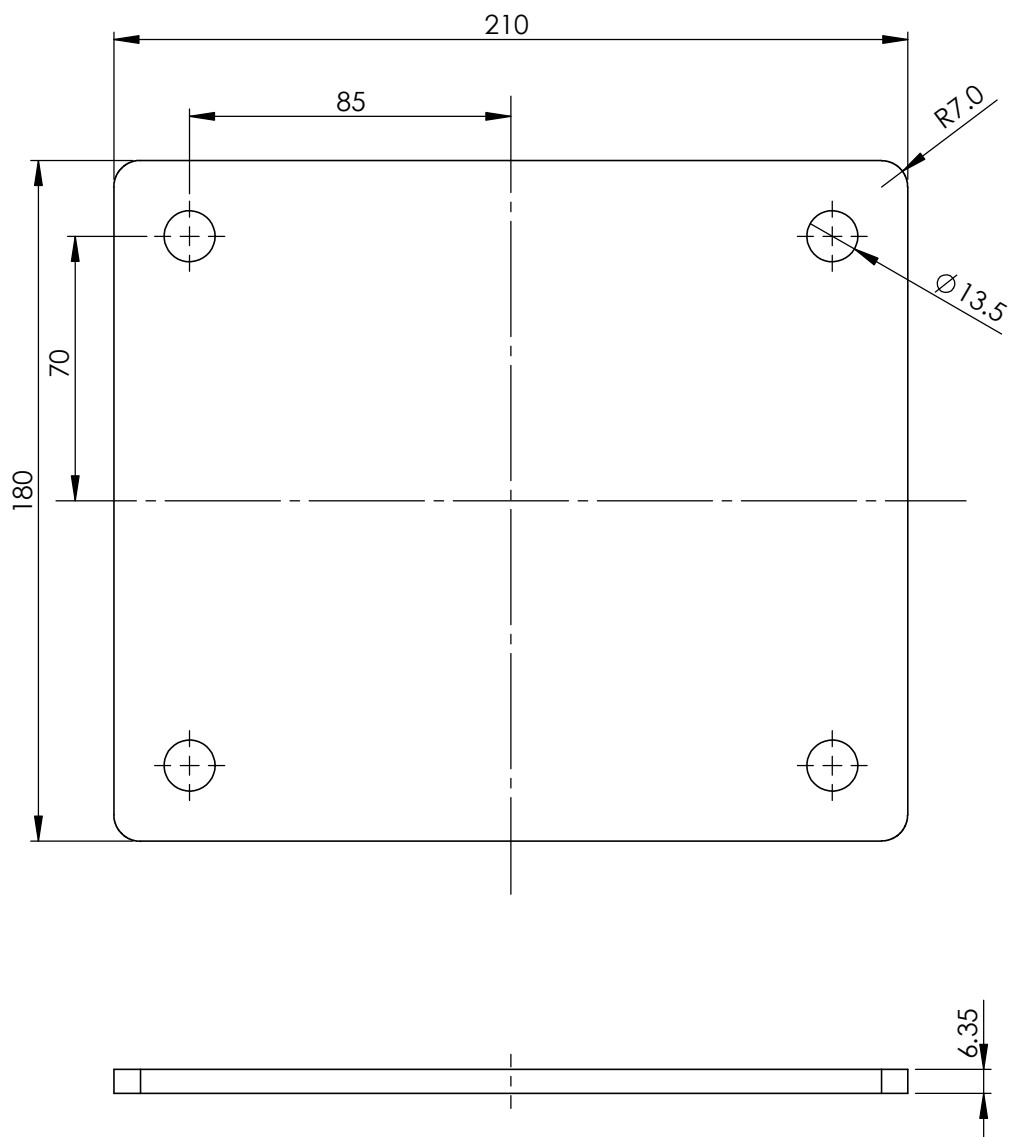


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:7 - 1:10

EDR5000-PZA-01-01-01-03



NOTAS:

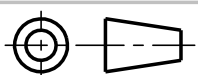
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-01-04	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP 1/4"	4	1.86
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa sujeción bastidor

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

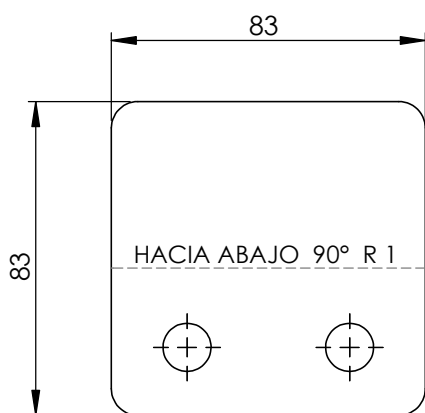
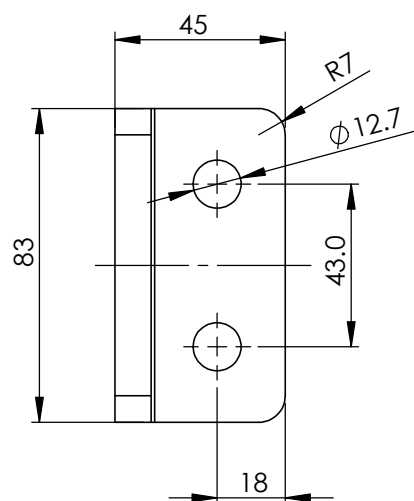
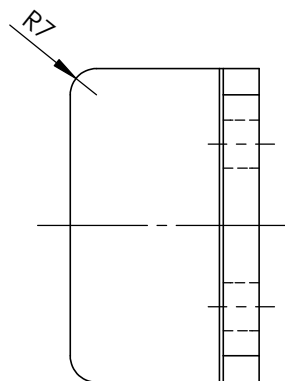


1 F. POZZI

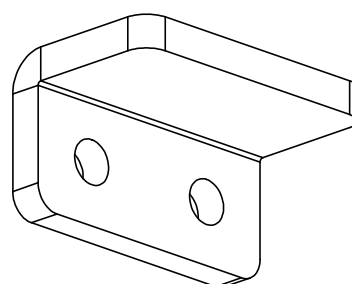
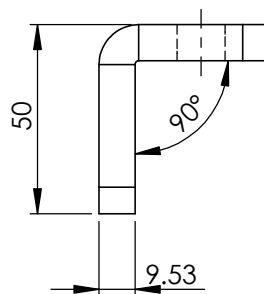
5/8/22

ESCALA: 1:7 - 1:10

EDR5000-PZA-01-01-01-04



DESPLEGADO



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

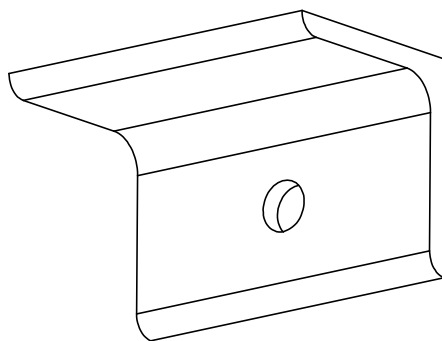
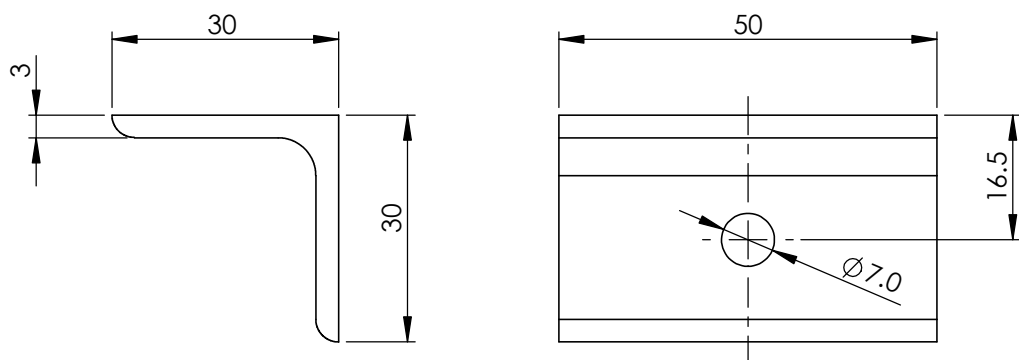
1	EDR5000-PZA-01-01-01-05	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP 3/8"	2	0.49
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Soporte superior escalera

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:5				

EDR5000-PZA-01-01-01-05



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

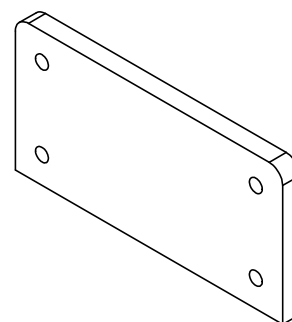
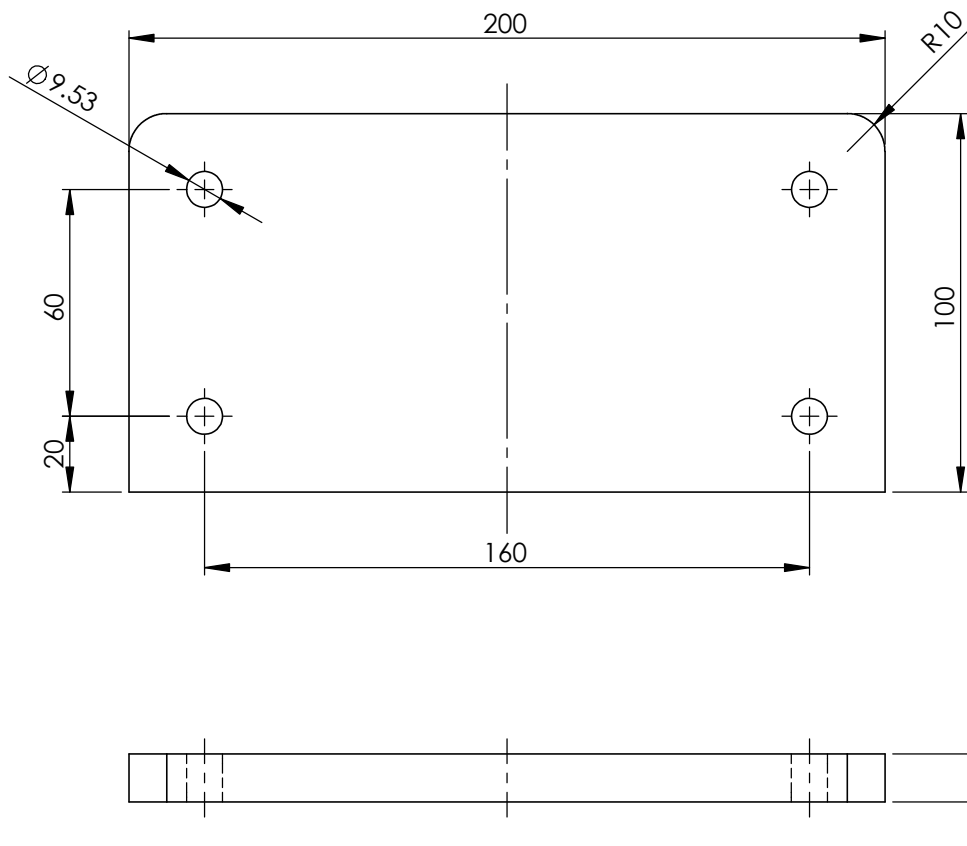
1	EDR5000-PZA-01-01-01-06	SAE 1010	ANGULO 30 X 30 X 3 - LARGO 50	2	0.07
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Angulo soporte
compuerta

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
1	F. POZZI			5/8/22
ESCALA: 1:5				

EDR5000-PZA-01-01-01-06



NOTAS:

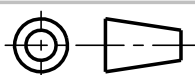
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-01-07	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/2"	1	1.97
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa soporte acc.
compuerta

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

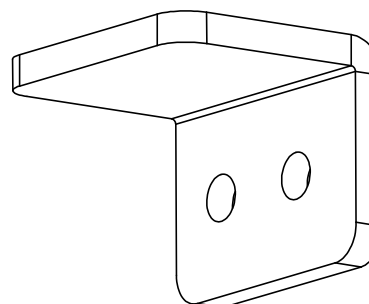
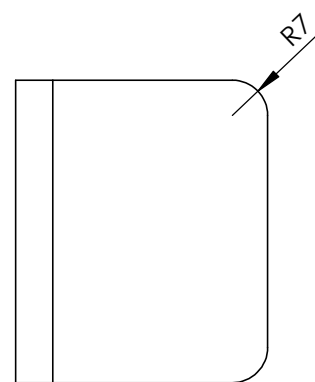
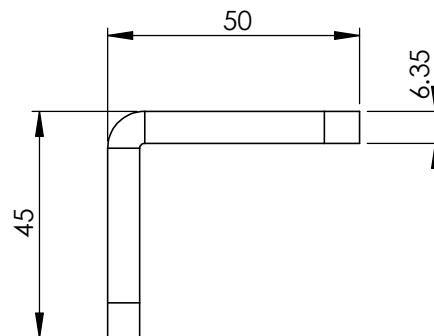
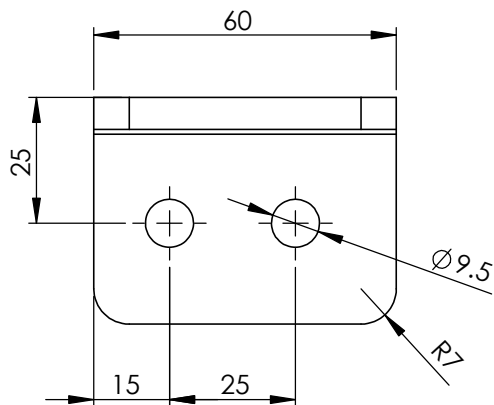


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:2 - 1:4

EDR5000-PZA-01-01-01-07



NOTAS:

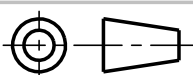
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-01-08	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	0.25
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Soporte para placa pivot
manija compuerta

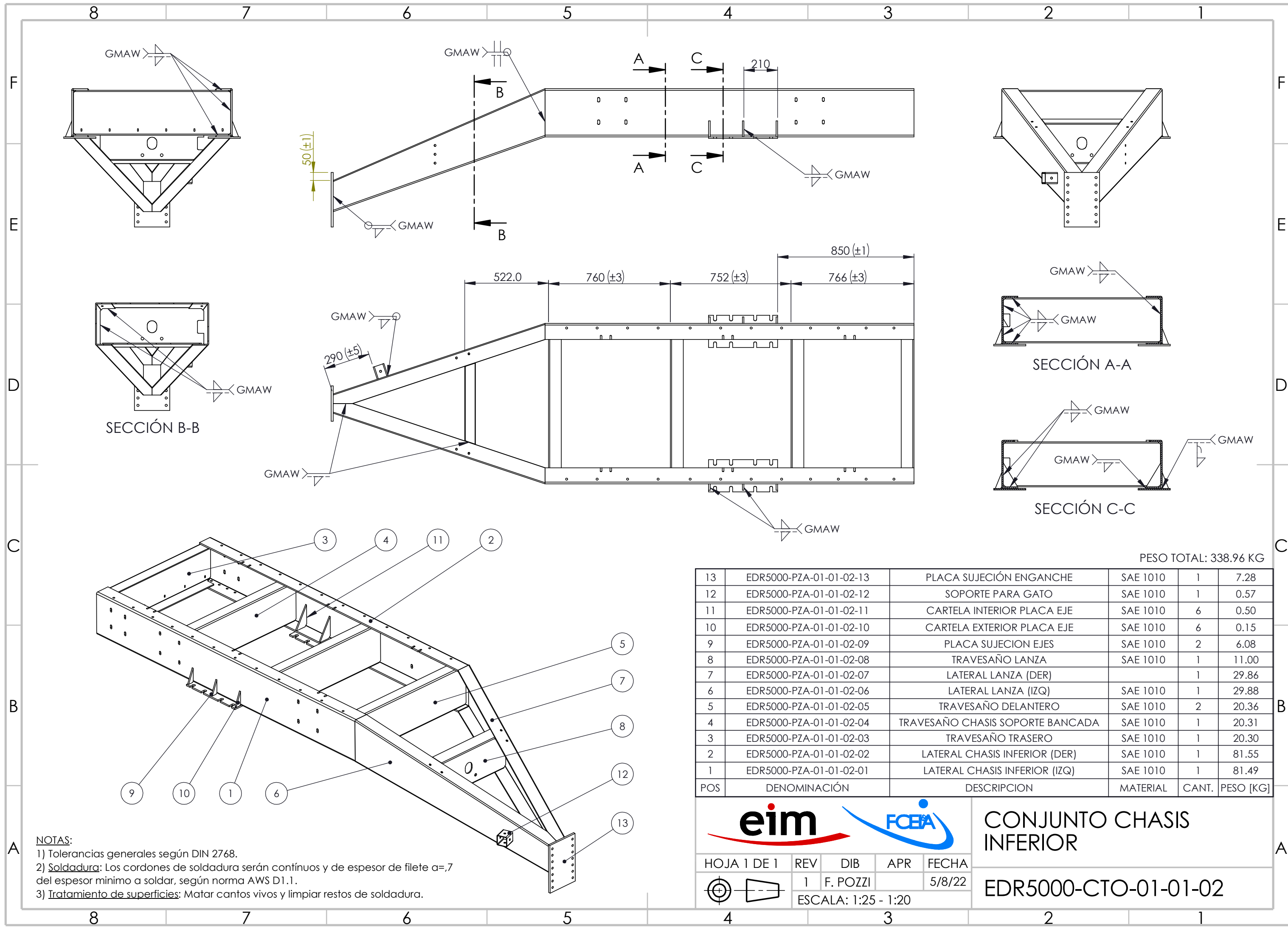
HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

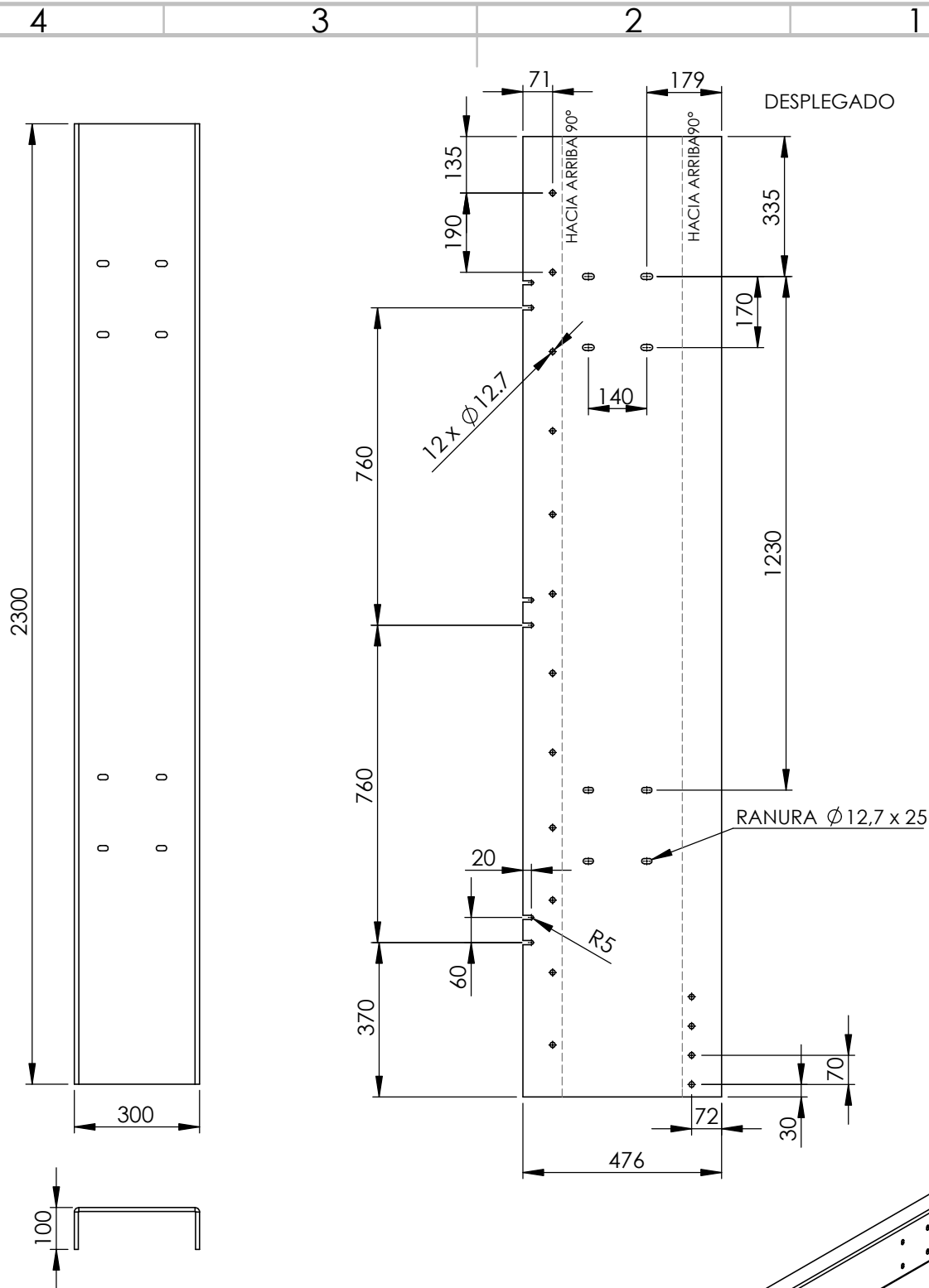


1 F. POZZI
ESCALA: 2:3

5/8/22

EDR5000-PZA-01-01-01-08





NOTAS:

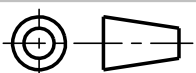
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-02	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	81.49
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Lateral chasis inferior (der)

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

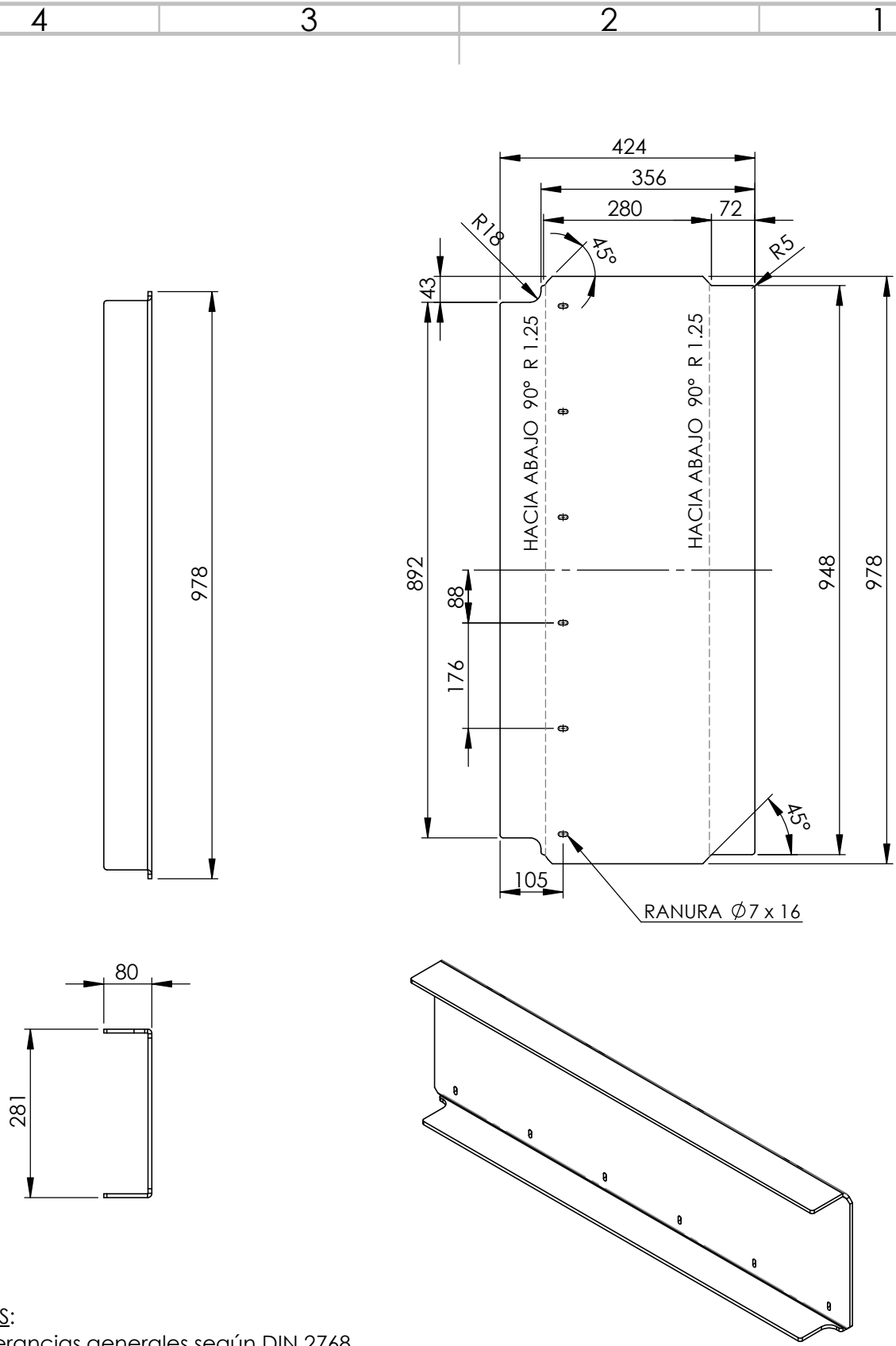


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:15 - 1:30

EDR5000-PZA-01-01-02-02



NOTAS:

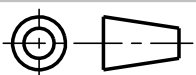
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-03	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	20.30
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Travesaño trasero

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

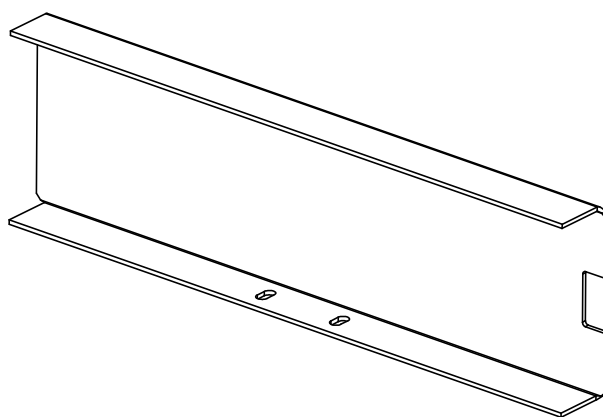
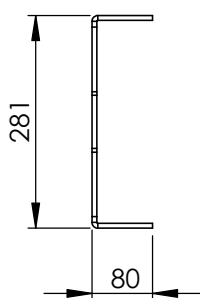
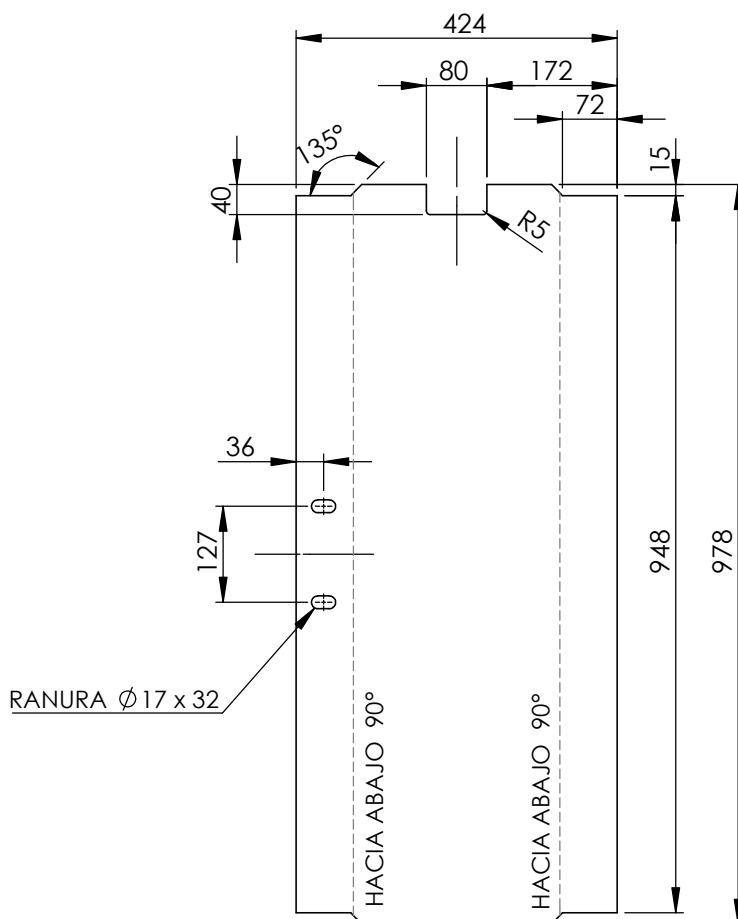
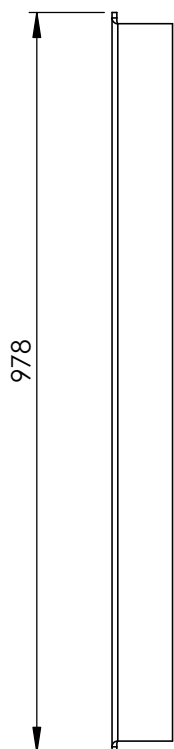


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:10

EDR5000-PZA-01-01-02-03



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-04	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	20.31
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



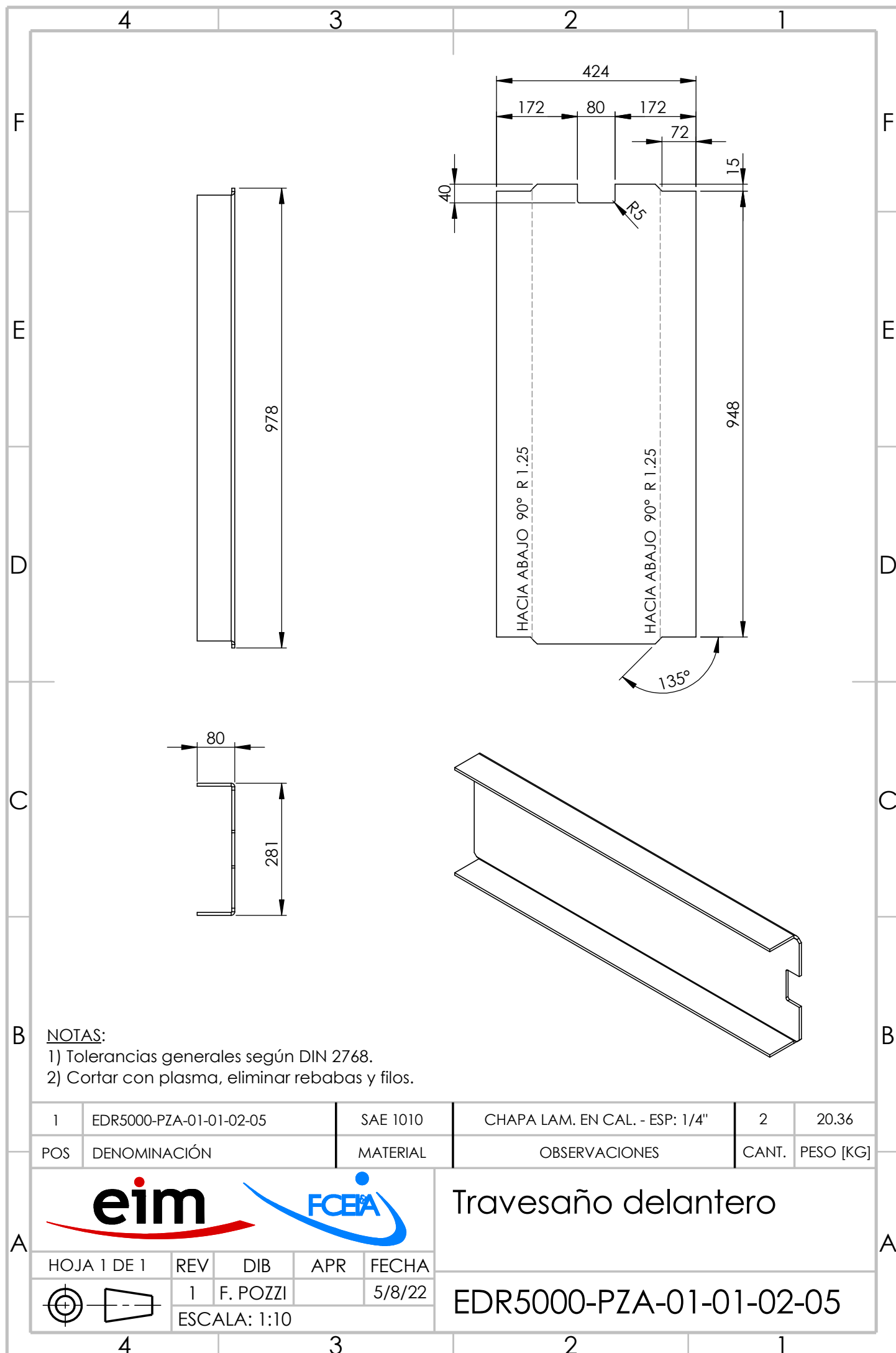
Travesaño chasis soporte bancada

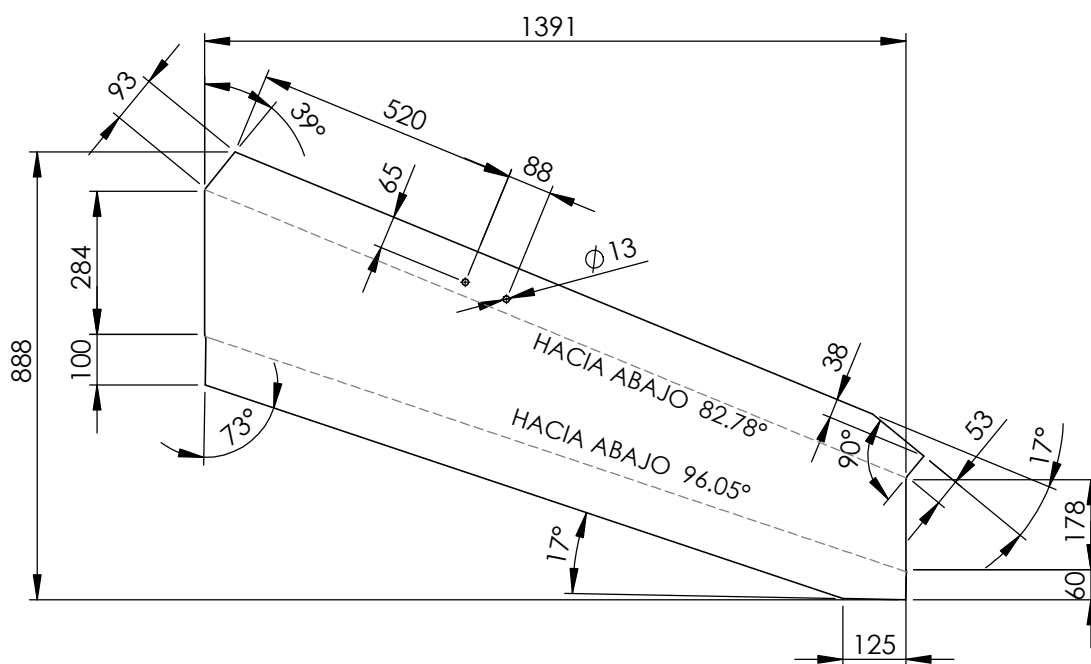
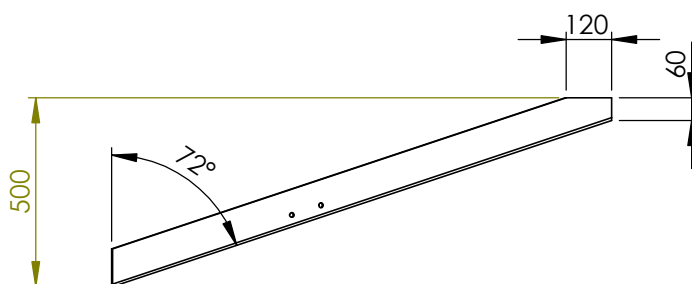
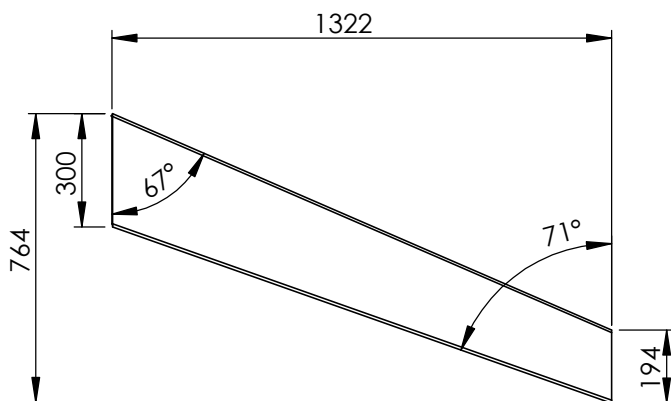
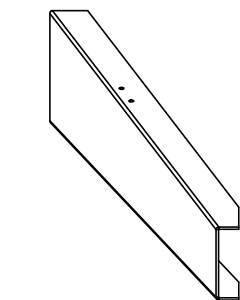
HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

1 F. POZZI 5/8/22

ESCALA: 1:10

EDR5000-PZA-01-01-02-04





NOTAS:

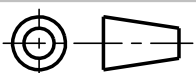
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y fillos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-06	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	29.88
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



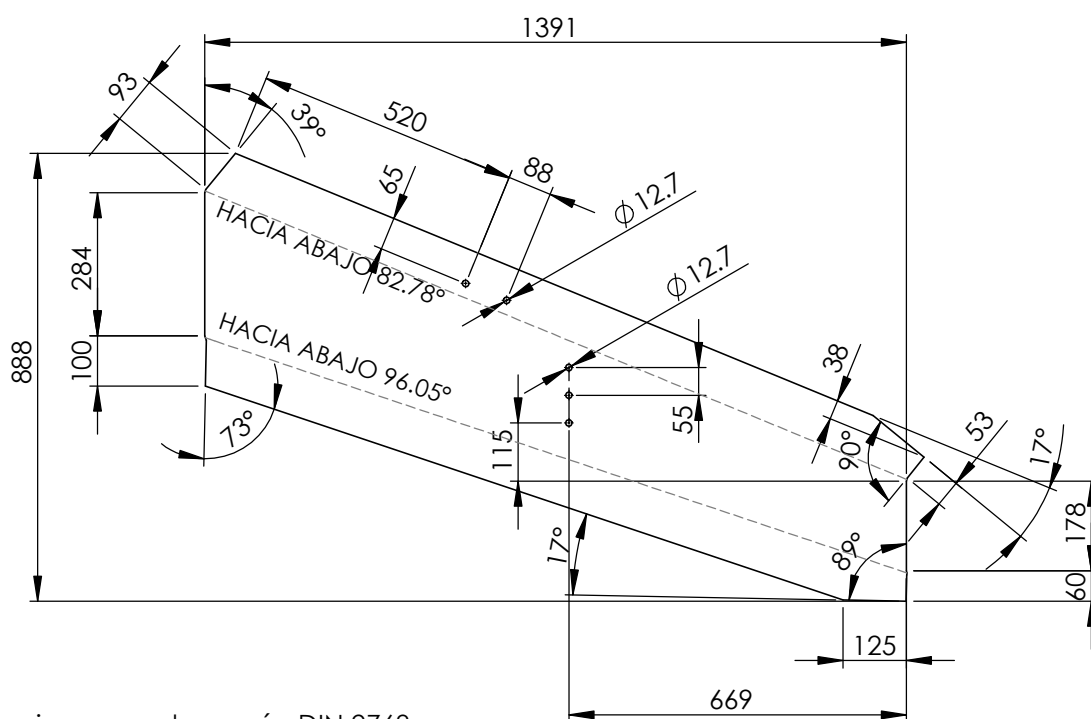
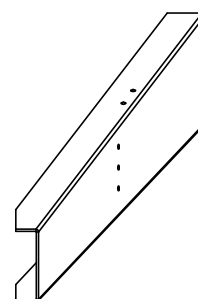
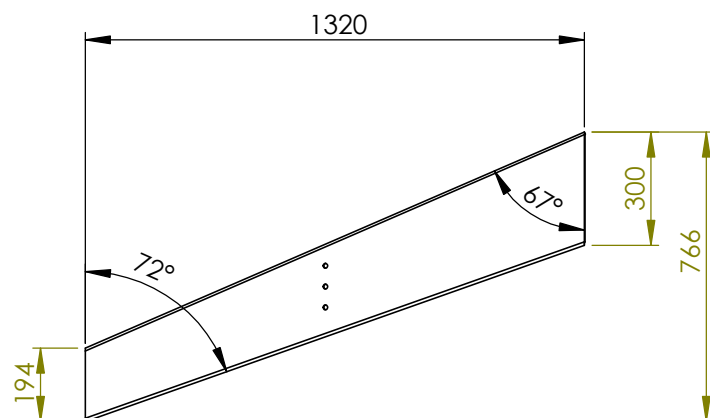
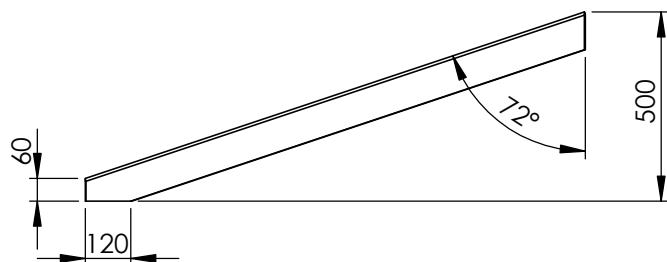
Lateral lanza (izq)

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA



1 F. POZZI
ESCALA: 1:15 - 1:20
5/8/22

EDR5000-PZA-01-01-02-06



NOTAS:

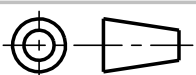
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-07	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	29.88
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Lateral lanza (der)

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

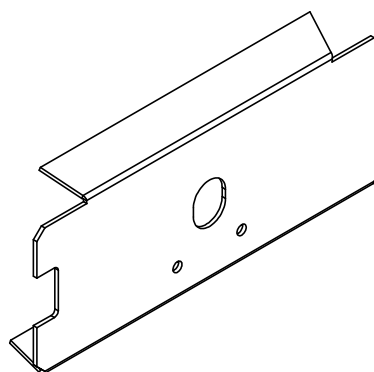
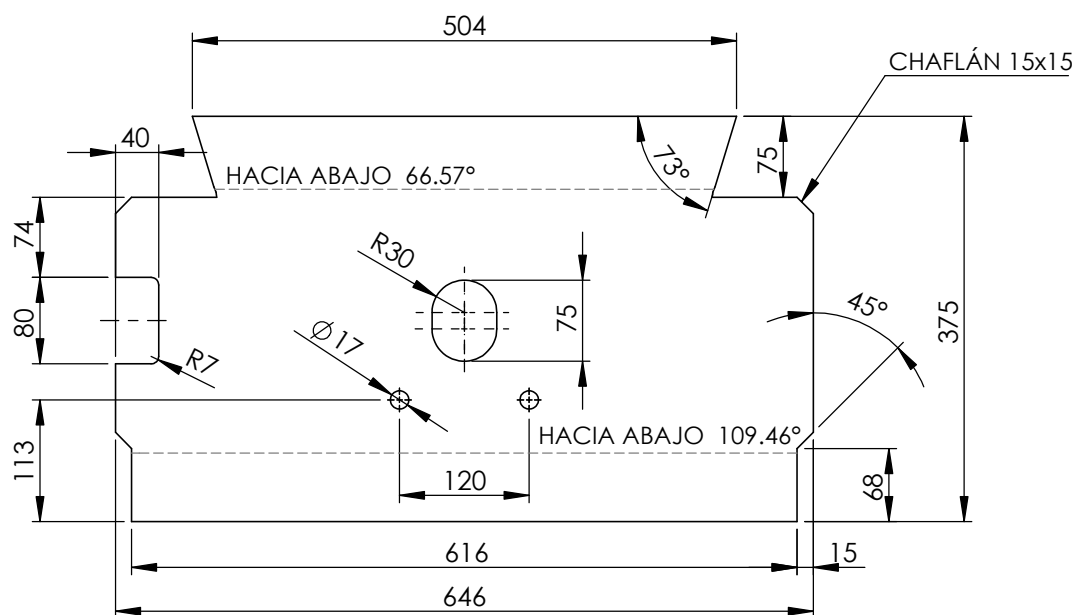
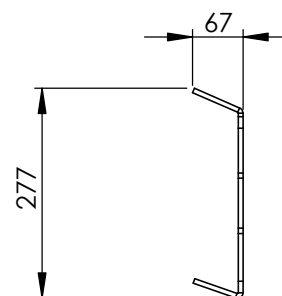
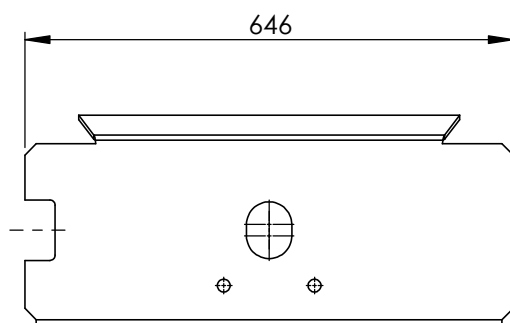


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:15 - 1:20

EDR5000-PZA-01-01-02-07



NOTAS:

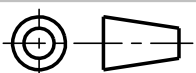
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y fillos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-08	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	11.00
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Travesaño lanza

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

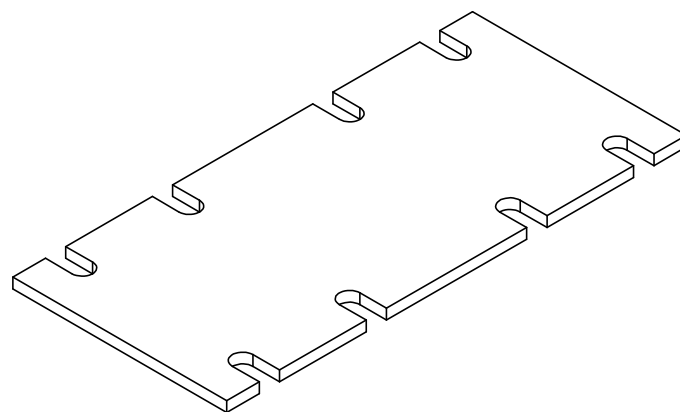
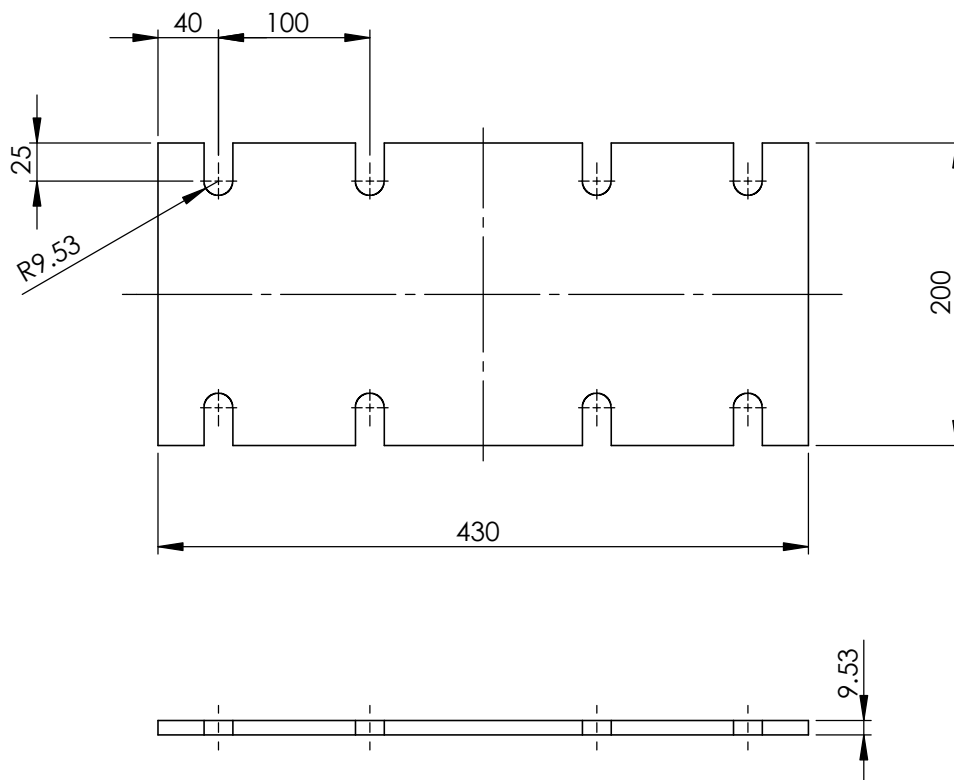


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:15 - 1:20

EDR5000-PZA-01-01-02-08



NOTAS:

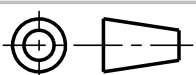
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-09	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 3/8"	2	6.08
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa sujecion ejes

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

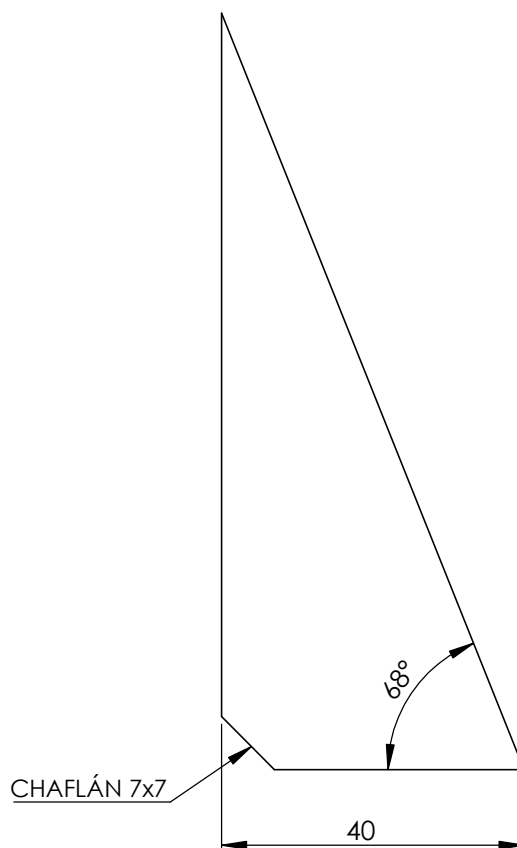
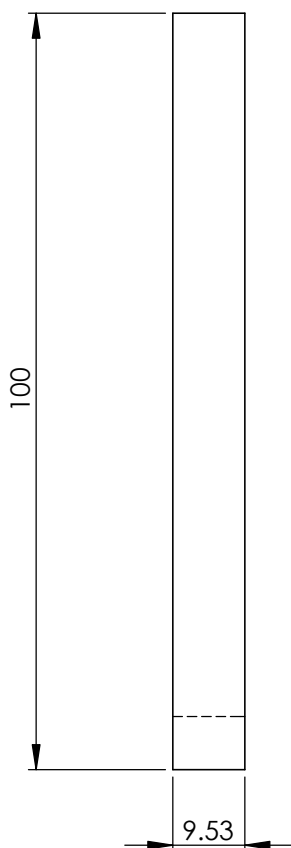


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:5

EDR5000-PZA-01-01-02-09



NOTAS:

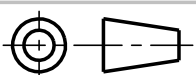
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-10	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 3/8"	6	0.15
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Cartela exterior placa eje

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

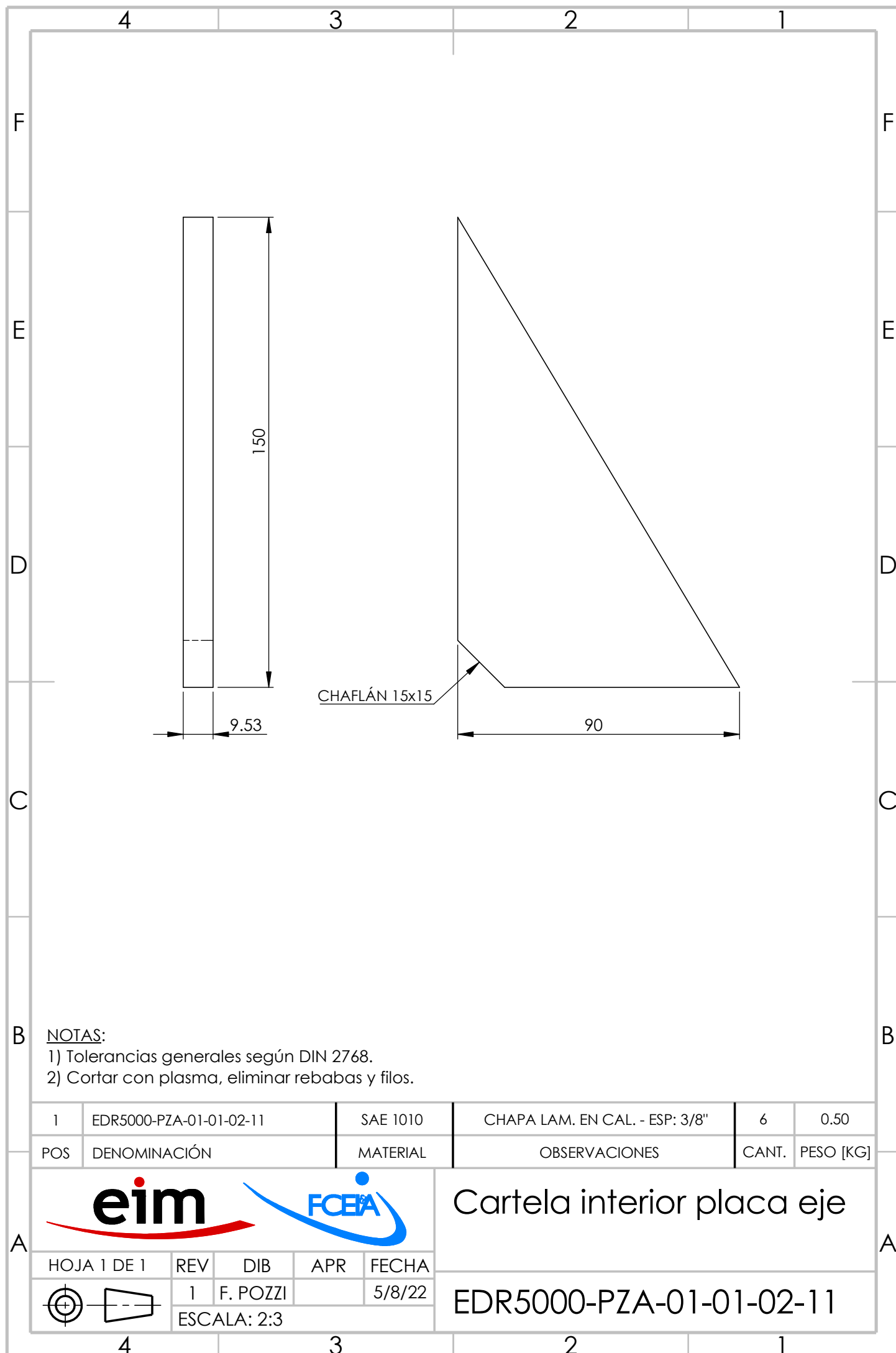


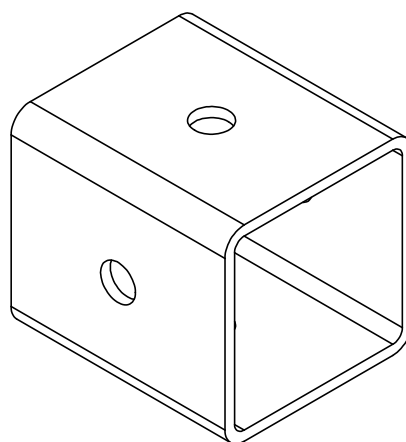
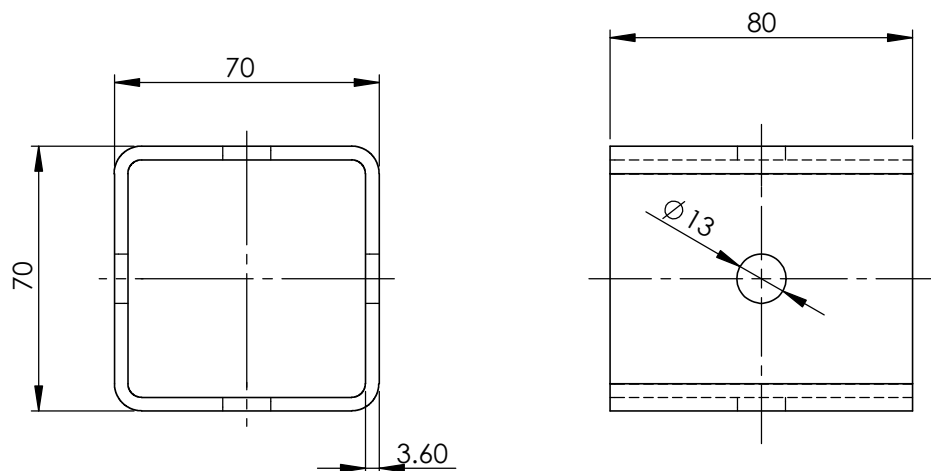
1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:1

EDR5000-PZA-01-01-02-10





NOTAS:

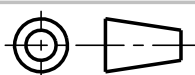
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) eliminar rebabas y filos luego del corte.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-12	SAE 1010	TUBO 70 x 70 x 3,6	1	0.57
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Soporte para gato

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

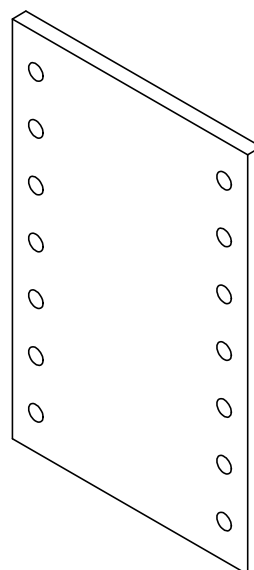
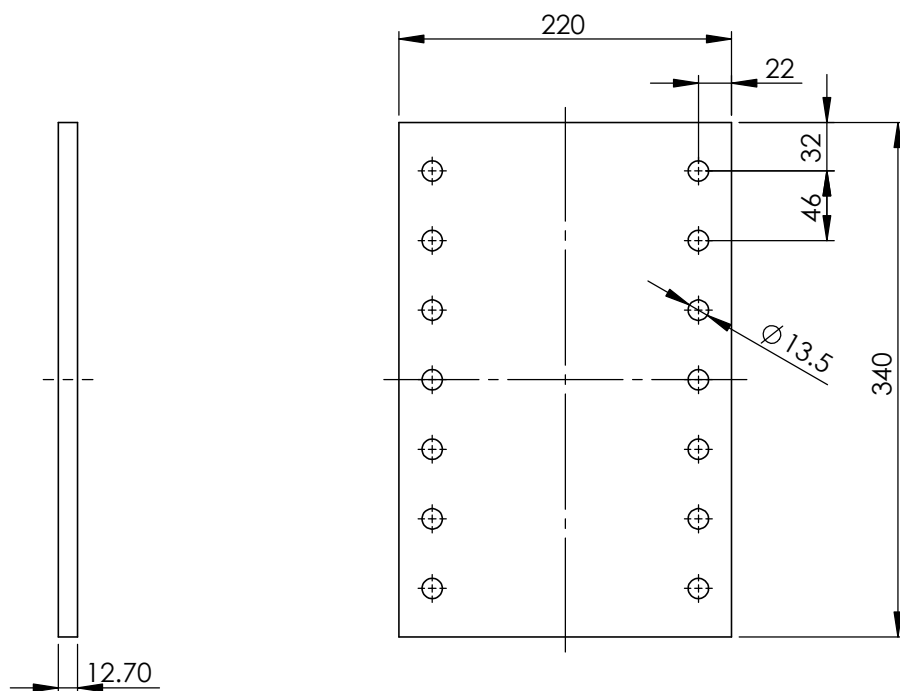


1 F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 2:3

EDR5000-PZA-01-01-02-12



NOTAS:

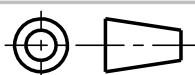
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-02-13	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/2"	1	7.28
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa sujeción enganche

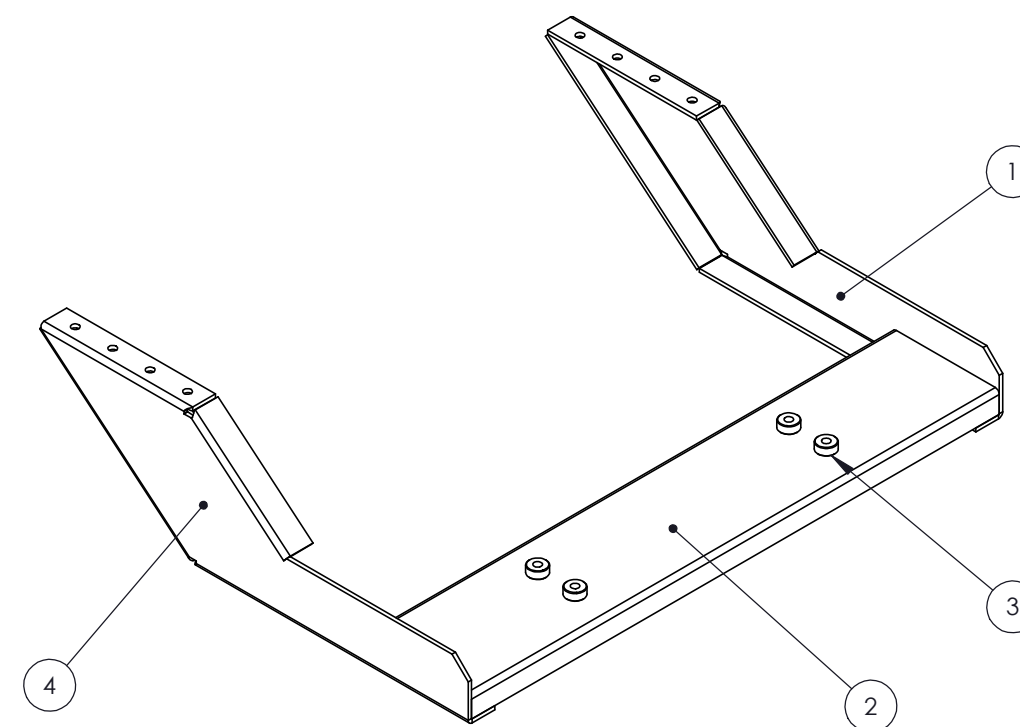
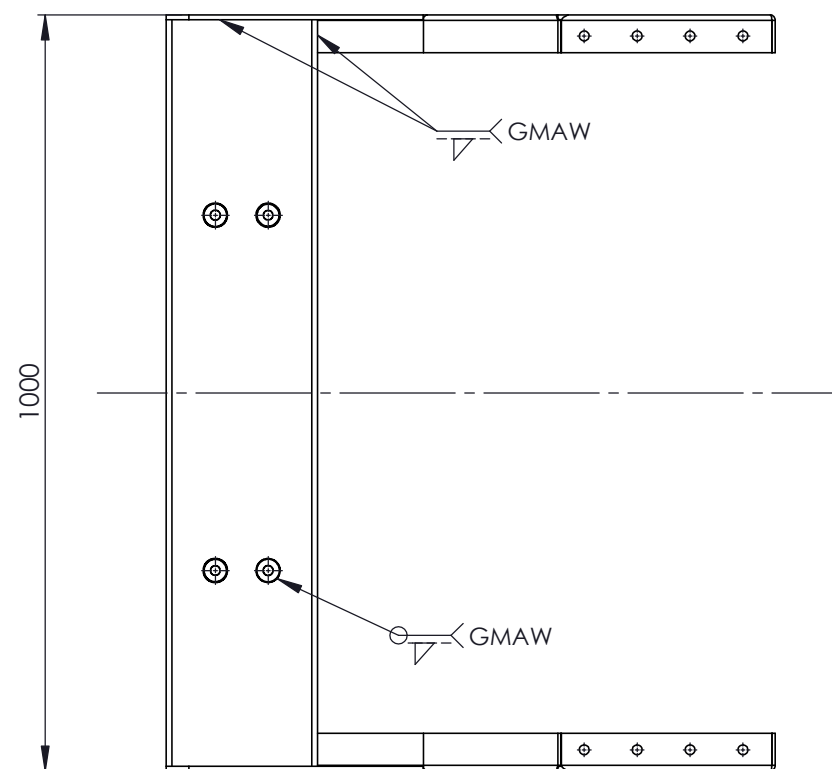
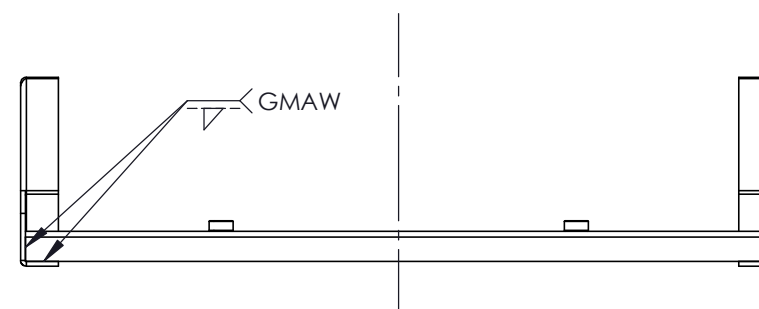
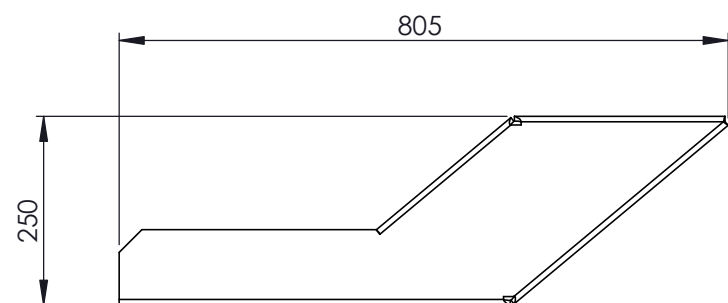
HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA



1 F. POZZI
ESCALA: 2:3

5/8/22

EDR5000-PZA-01-01-02-13



PESO TOTAL: 29.24 KG

4	EDR5000-PZA-01-01-03-02	Lateral soporte caja (izq)	SAE 1010	1	7.99
3	EDR5000-PZA-01-01-03-04	Separador base caja	SAE 1010	4	0.07
2	EDR5000-PZA-01-01-03-03	Base caja	SAE 1010	1	12.97
1	EDR5000-PZA-01-01-03-01	Lateral soporte caja (der)	SAE 1010	1	7.99
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]

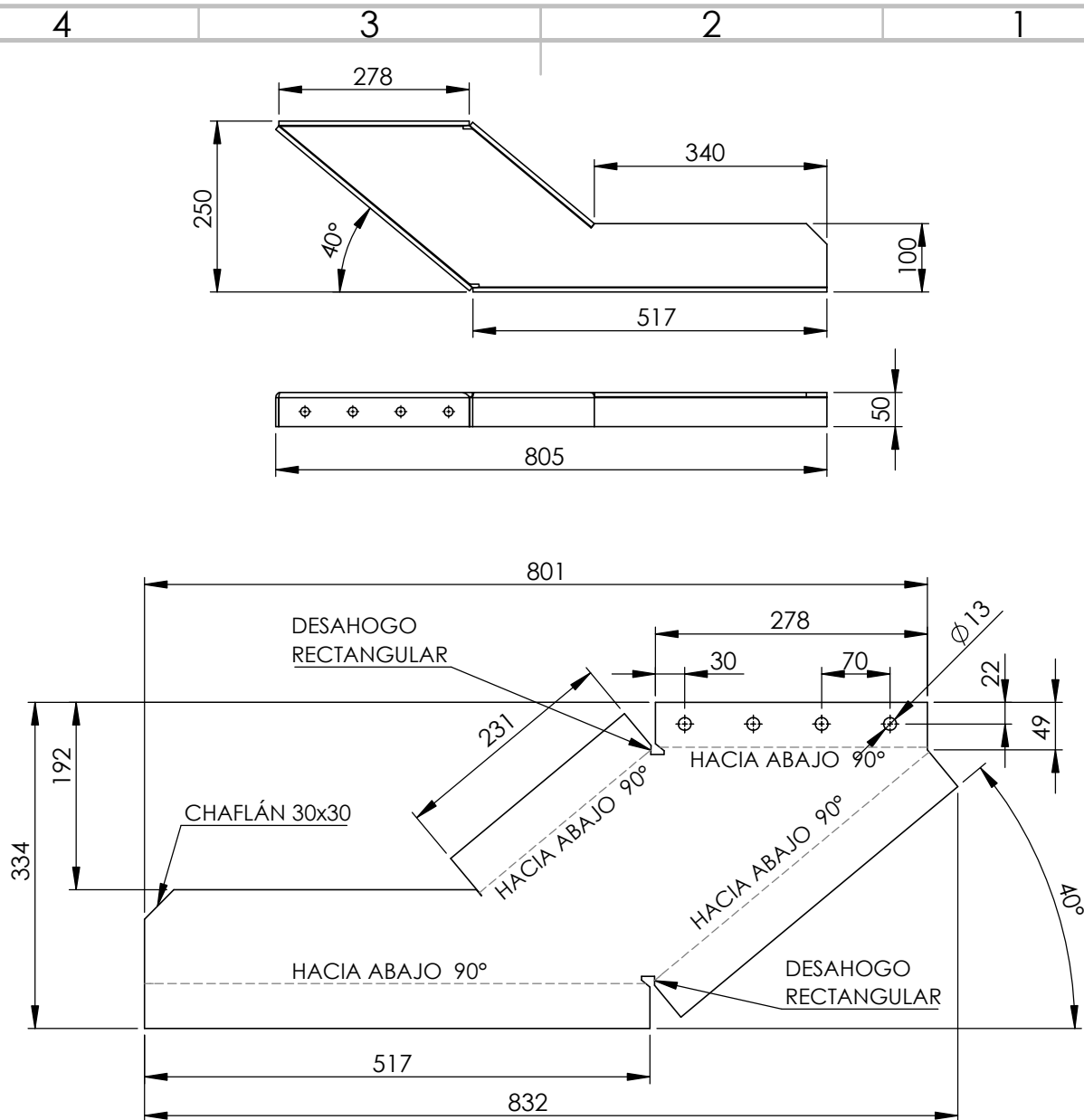
- NOTAS:
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
 - 2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete $a=,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1.
 - 3) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.




HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:25 - 1:20				

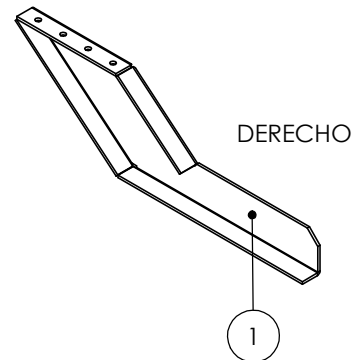
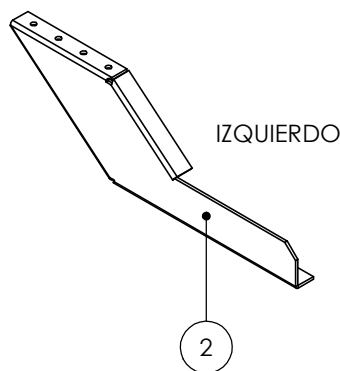
CONJUNTO SOPORTE
CAJA

EDR5000-CTO-01-01-03



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.
- 3) Plegar dos piezas simétricas (izquierdo y derecho).



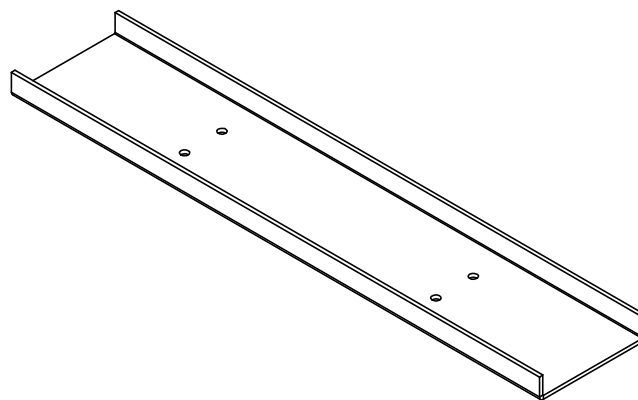
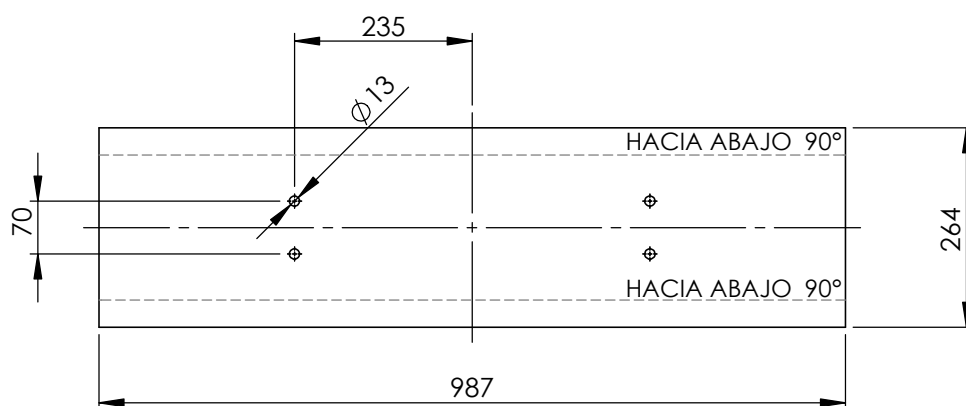
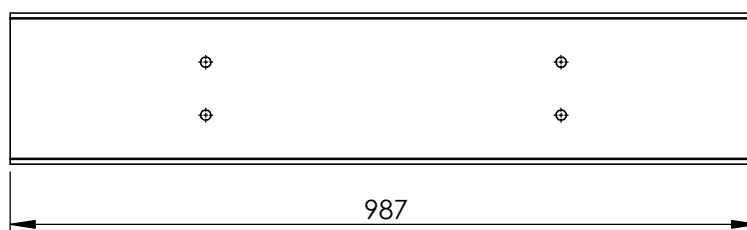
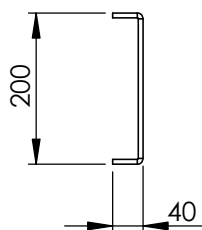
2	EDR5000-PZA-01-01-03-02 (izq)	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	7.99
1	EDR5000-PZA-01-01-03-01y02 (der)	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	7.99
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Lateral soporte caja (der)
Lateral soporte caja (izq)

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
1	F. POZZI			5/8/22
ESCALA: 1:1				

EDR5000-PZA-01-01-03-01y02
EDR5000-PZA-01-01-03-02



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-03-03	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	12.97
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Base caja

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
	ESCALA: 1:1			

EDR5000-PZA-01-01-03-03

4

3

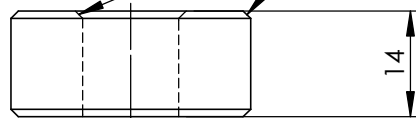
2

1

F

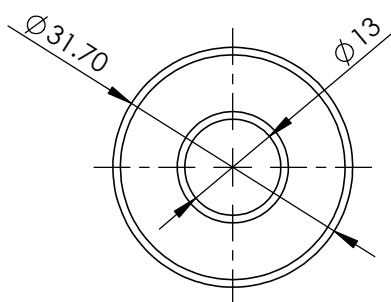
F

CHAFLÁN 1x1



E

E

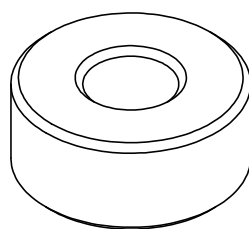


D

D

C

C



B

B

NOTAS:

1) Tolerancias generales según DIN 2768.

1	EDR5000-PZA-01-01-03-04	SAE 1010	BARRA MACIZA Ø 1-1/4"	4	0.07
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]

eim

Separador base caja

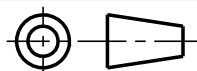
HOJA 1 DE 1

REV

DIB

APR

FECHA



1

F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:1

EDR5000-PZA-01-01-03-04

4

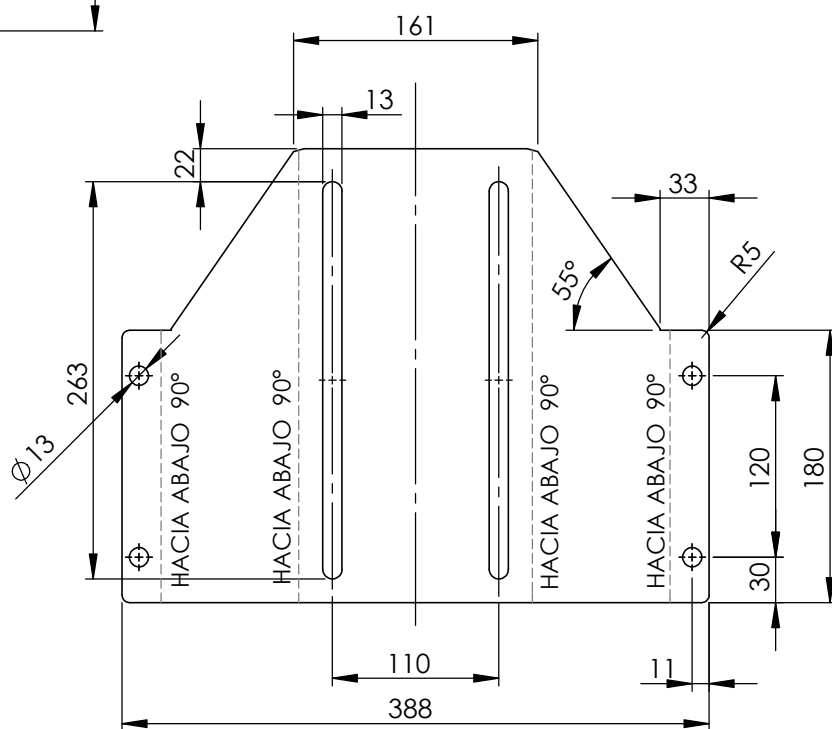
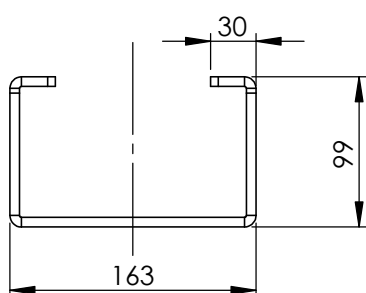
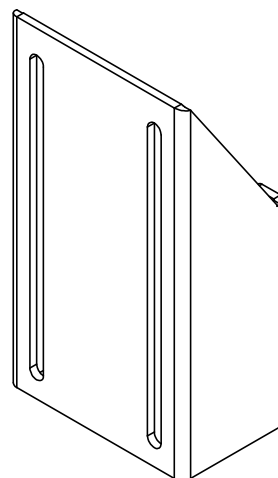
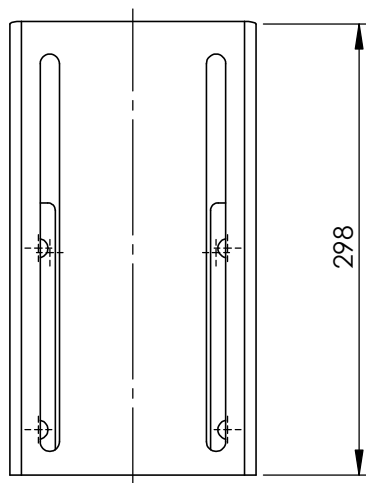
3

2

1

A

A



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

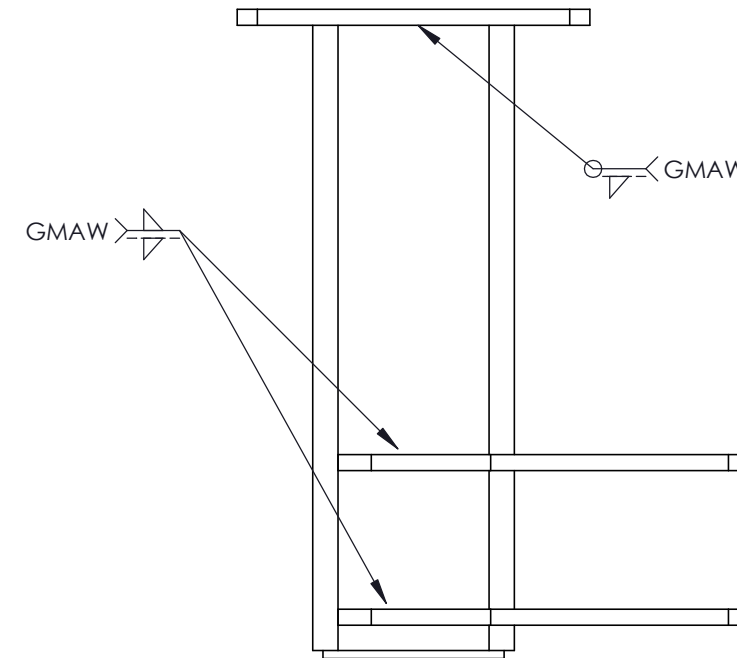
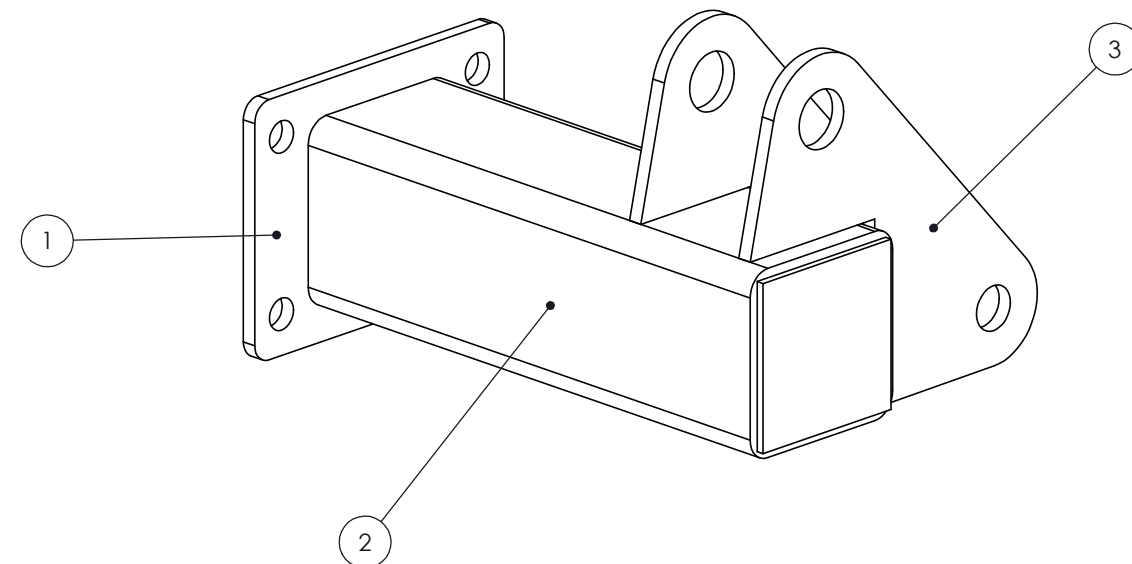
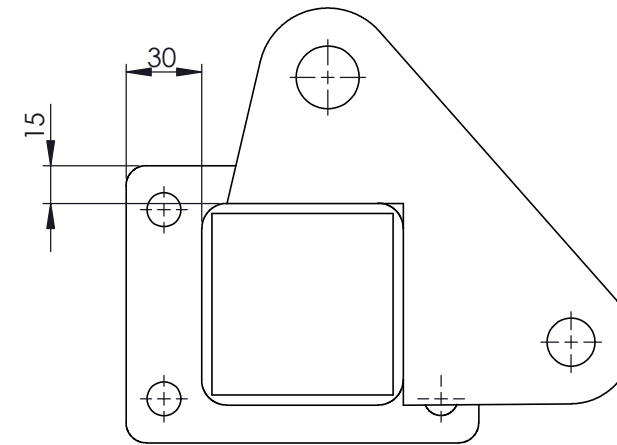
1	EDR5000-PZA-01-01-04	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	4.59
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Soporte corredera para
rueda de mando

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:5				

EDR5000-PZA-01-01-04



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) **Soldadura:** Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete $a=,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1.
- 3) **Tratamiento de superficies:** Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.

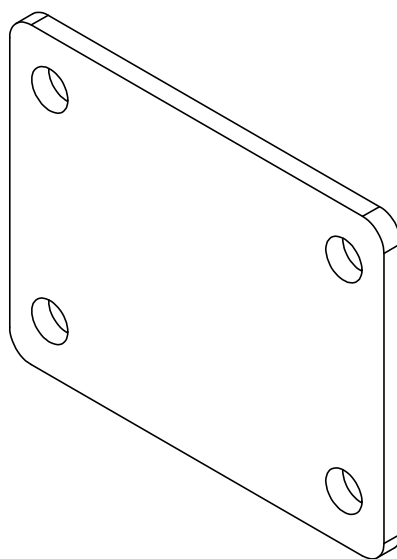
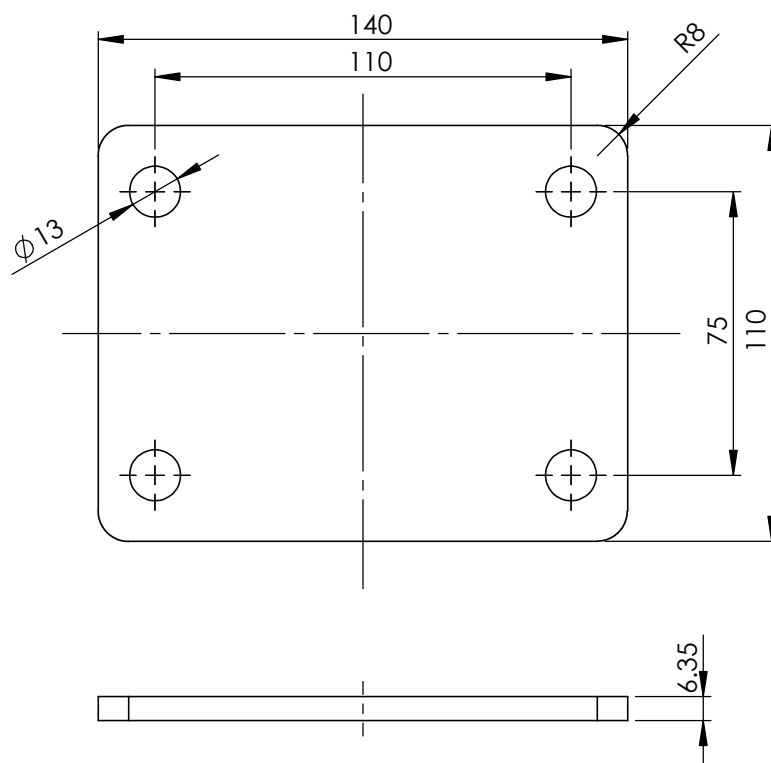
3	EDR5000-PZA-01-01-05-03	Placa pivot brazo rueda de mando	SAE 1010	2	0.57
2	EDR5000-PZA-01-01-05-02	Tubo soporte brazo de mando	SAE 1010	1	2.93
1	EDR5000-PZA-01-01-05-01	Placa fijación a corredera para soporte de rueda de mando	SAE 1010	1	0.74
POS	Denominación	Descripcion	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



SOPORTE RUEDA DE MANDO

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
	ESCALA: 1:25 - 1:20			

EDR5000-CTO-01-01-05



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

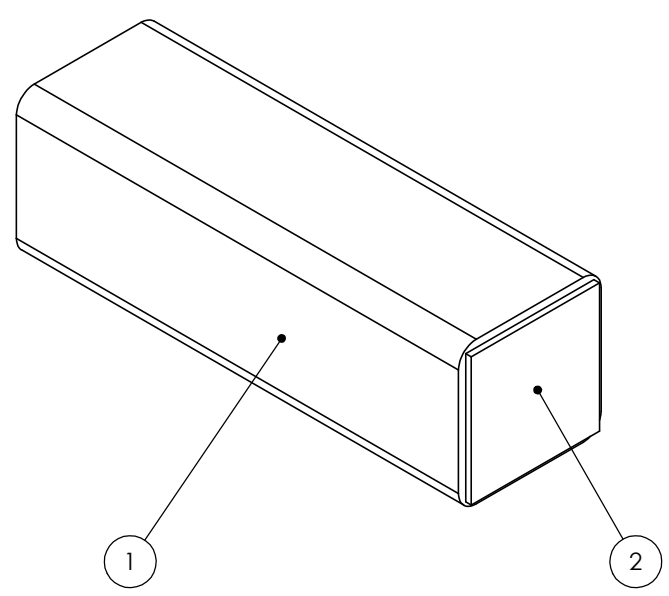
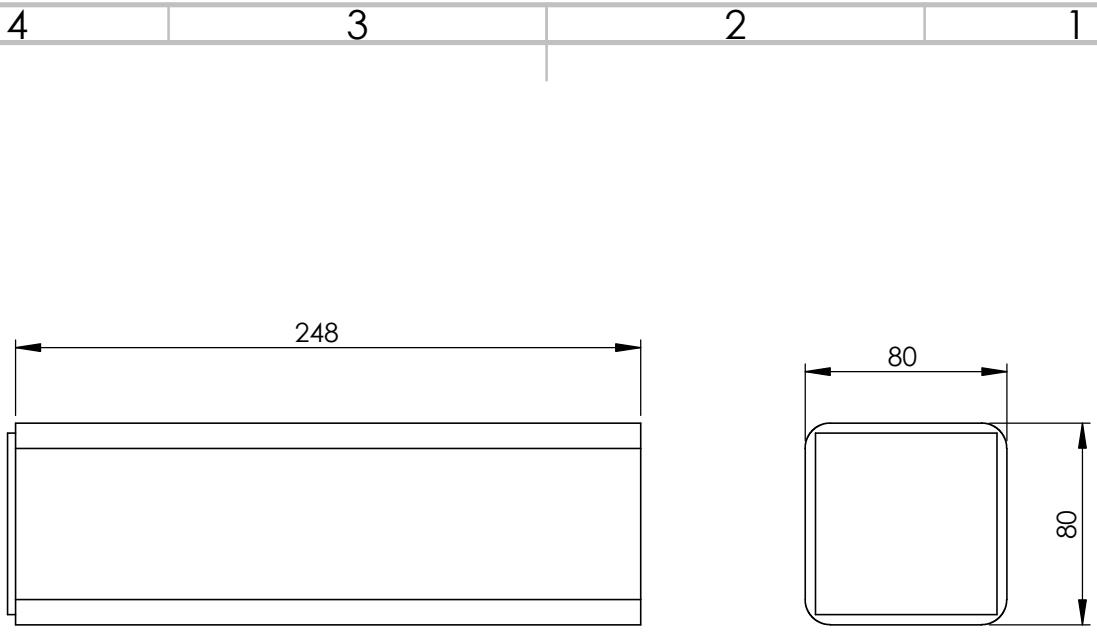
1	EDR5000-PZA-01-01-05-01	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	0.74
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa fijación a corredera
para soporte de rueda de
mando

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:2				

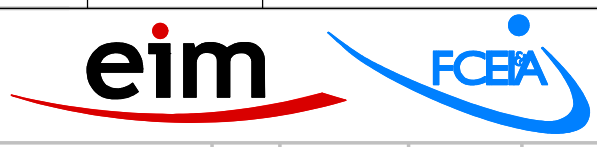
EDR5000-PZA-01-01-05-01



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
 - 2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete $a=0,7$ del espesor minimo a soldar, según norma AWS D1.1.
 - 3) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.
- PESO TOTAL: 2.93 KG

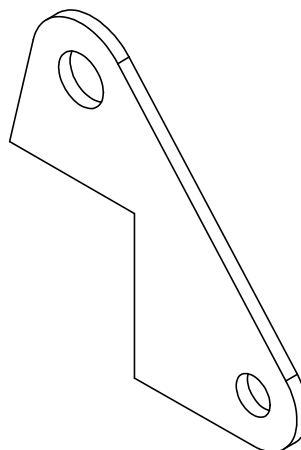
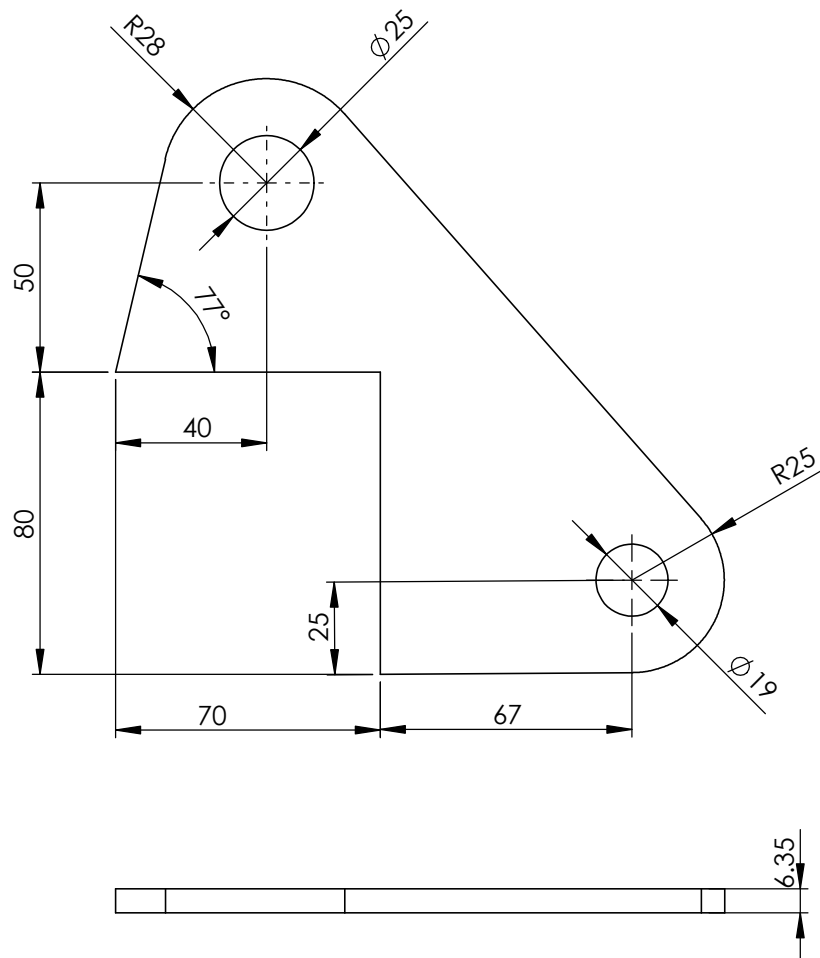
2	1		
1	1	Tubo 80 x 80 x 5.0	248
POS	Cantidad	Descripción	LONGITUD



Tubo soporte brazo de mando

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
	ESCALA: 1:3			

EDR5000-PZA-01-01-05-02



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

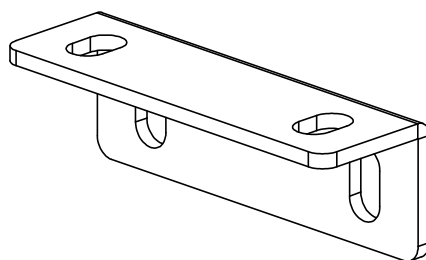
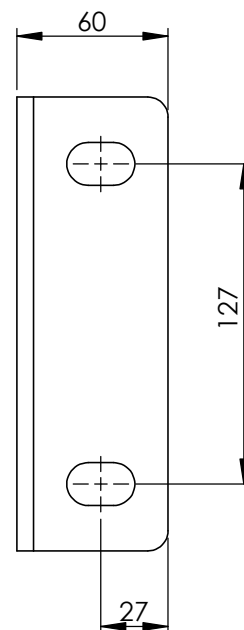
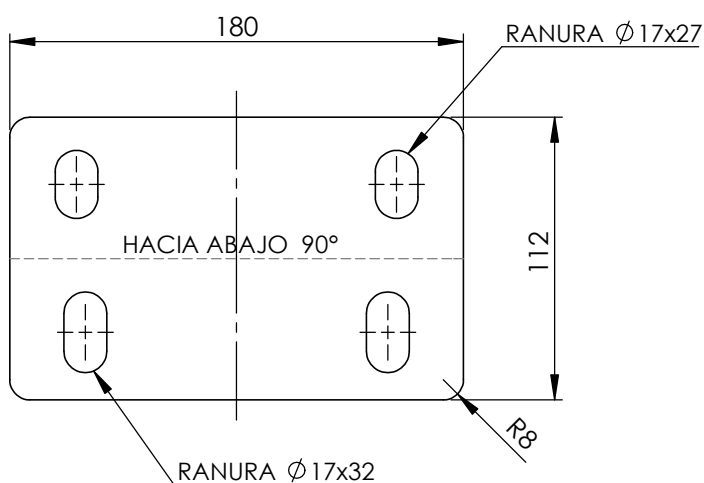
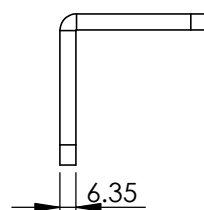
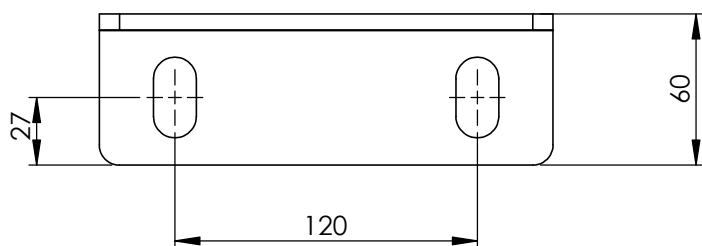
1	EDR5000-PZA-01-01-05-03	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	2	0.57
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa pivot brazo rueda de mando

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:2 - 1:3				

EDR5000-PZA-01-01-05-03



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

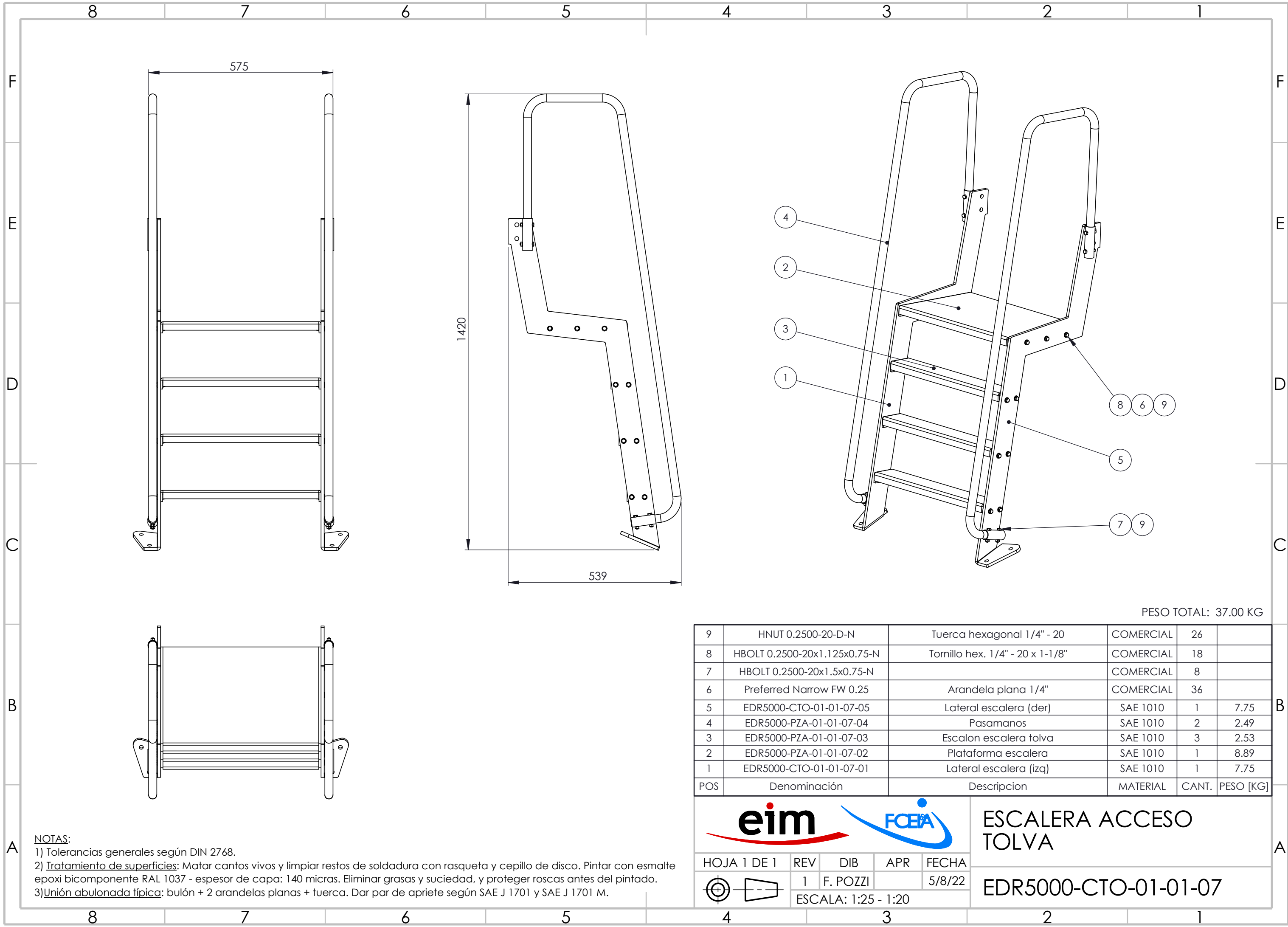
1	EDR5000-PZA-01-01-06	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	0.92
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]

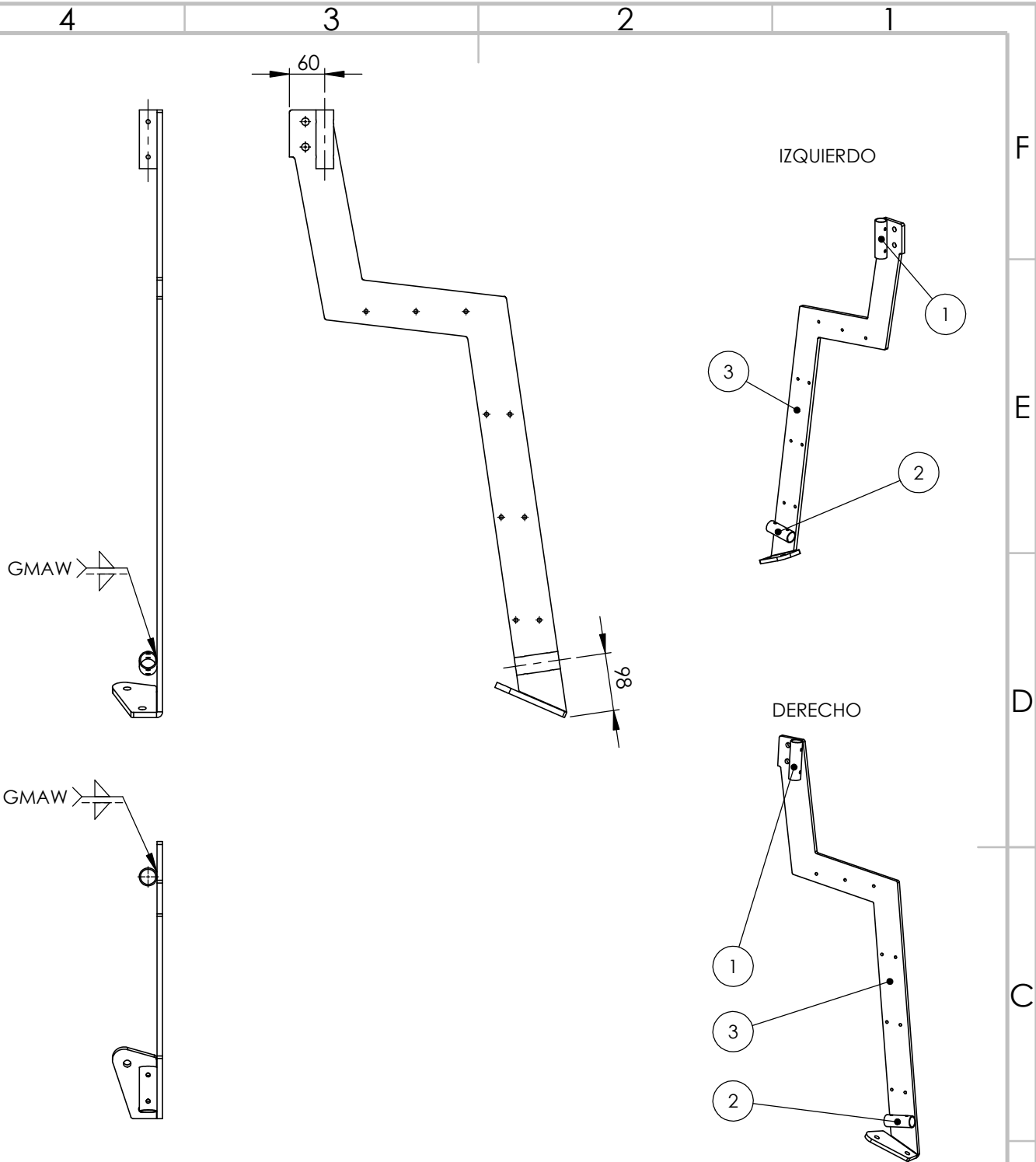


Soporte bancada barra de mando

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		6/8/22
ESCALA: 1:3				

EDR5000-PZA-01-01-06





- NOTAS:**
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
 - 2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán continuos y de espesor de filete $a=0,7$ del espesor minimo a soldar, según norma AWS D1.1.
 - 3) Tratamiento de superficies: Matar cantos vivos y limpiar restos de soldadura.
 - 4) Realizar dos piezas simétricas (izquierda y derecha).
- PESO TOTAL: 7.75 KG**

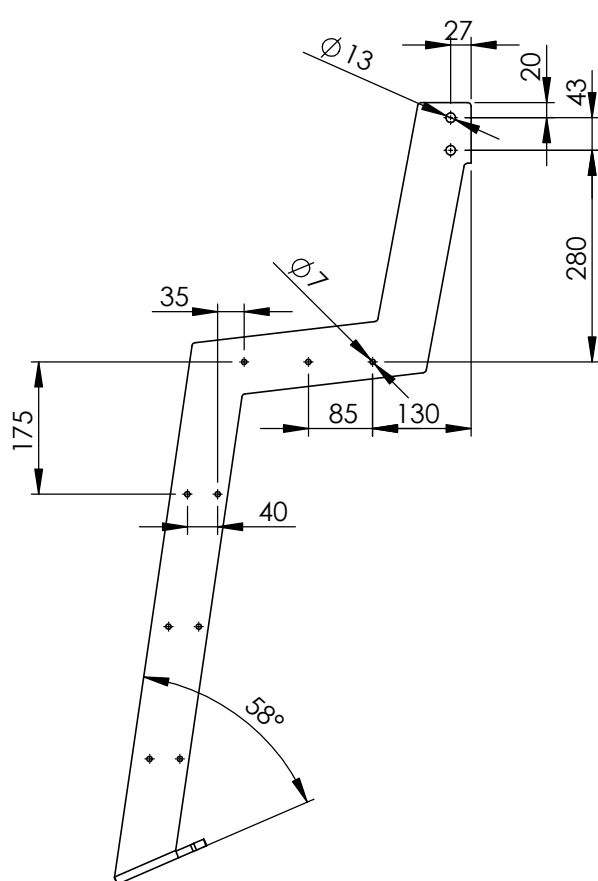
3	EDR5000-PZA-01-01-07-01-01	Placa lateral escalera	SAE 1010	2	7.51
2	EDR5000-PZA-01-01-07-01-02	Soporte pasamanos (corto)	SAE 1010	2	0.10
1	EDR5000-PZA-01-01-07-01-02	Soporte pasamanos (largo)	SAE 1010	2	0.14
POS	Denominación	Descripcion	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



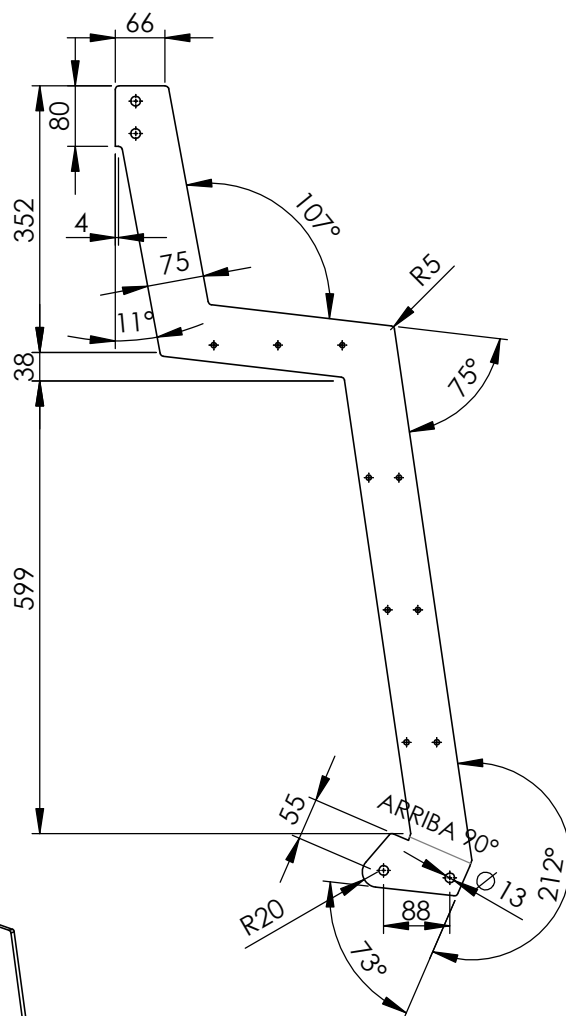
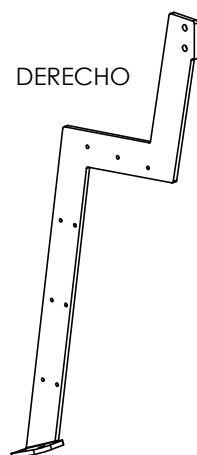
Lateral escalera (izq)
Lateral esclaera (der)

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:10 - 1:15				

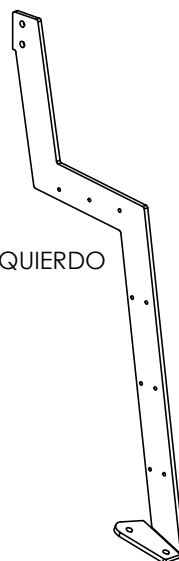
EDR5000-CTO-01-01-07-01y05 (izq)
EDR5000-CTO-01-01-07-05 (der)



DERECHO



IZQUIERDO



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Plegar dos piezas simétricas (izquierda y derecha)

1	EDR5000-PZA-01-01-07-01-05	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	7.51
1	EDR5000-PZA-01-01-07-01-01y05	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	1	7.51
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Placa lateral escalera (izq)
Placa lateral escalera (der)

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
1	F. POZZI			6/8/22
ESCALA: 1:10 - 1:15				

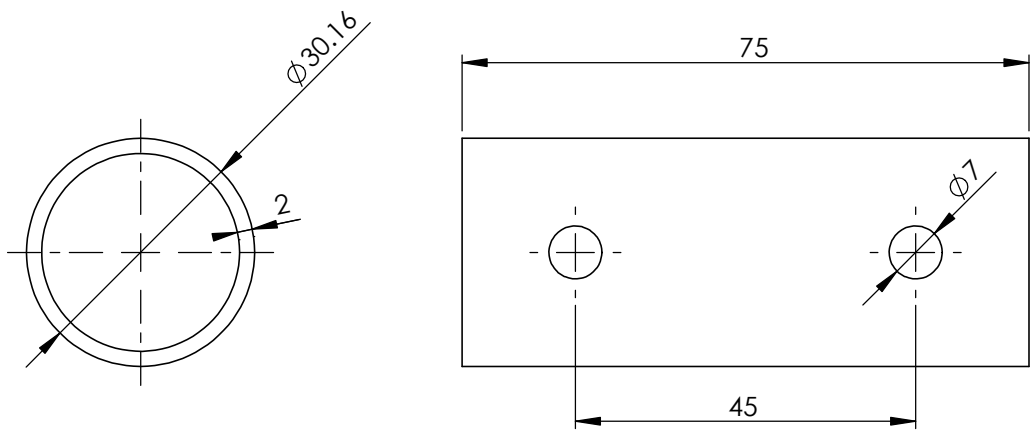
EDR5000-PZA-01-01-07-01-01y05
EDR5000-PZA-01-01-07-01-05

4 3 2 1

F

F

POS. 1 - SOPORTE PASAMANOS INFERIOR



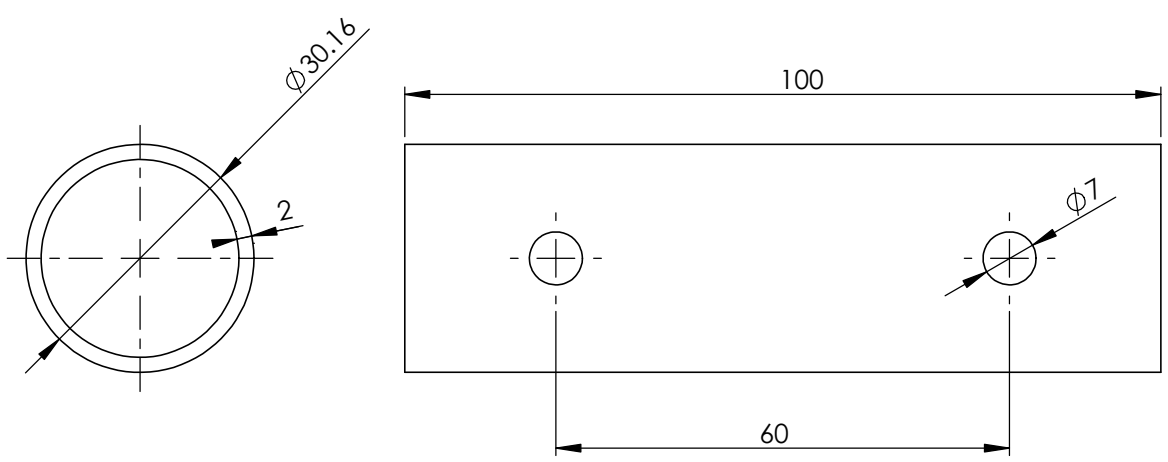
E

E

D

D

POS. 2 - SOPORTE PASAMANOS SUPERIOR



C

C

B

B

NOTAS:

1) Tolerancias generales según DIN 2768.

2	EDR5000-PZA-01-01-07-01-02 (superior)	SAE 1010	TUBO ϕ 1-3/16" - esp: 2mm	2	0.10
1	EDR5000-PZA-01-01-07-01-02 (inferior)	SAE 1010	TUBO ϕ 1-3/16" - esp: 2mm	2	0.10
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]

A

A



Soporte pasamanos (inferior y superior)

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		6/8/22
ESCALA: 1:10 - 1:15				

EDR5000-PZA-01-01-07-01-02

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

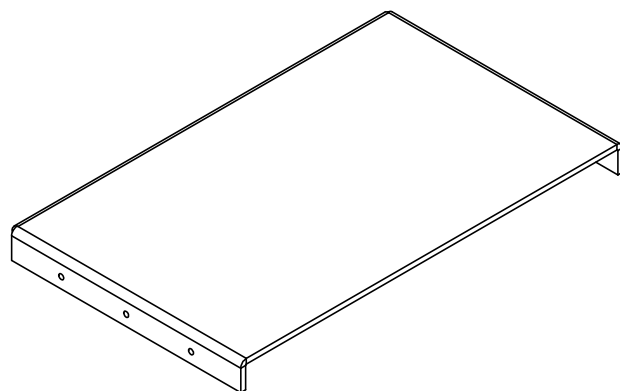
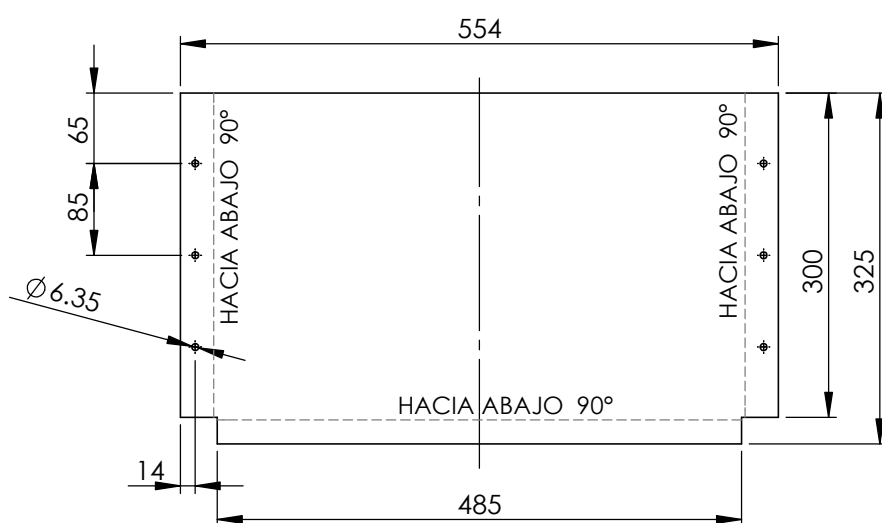
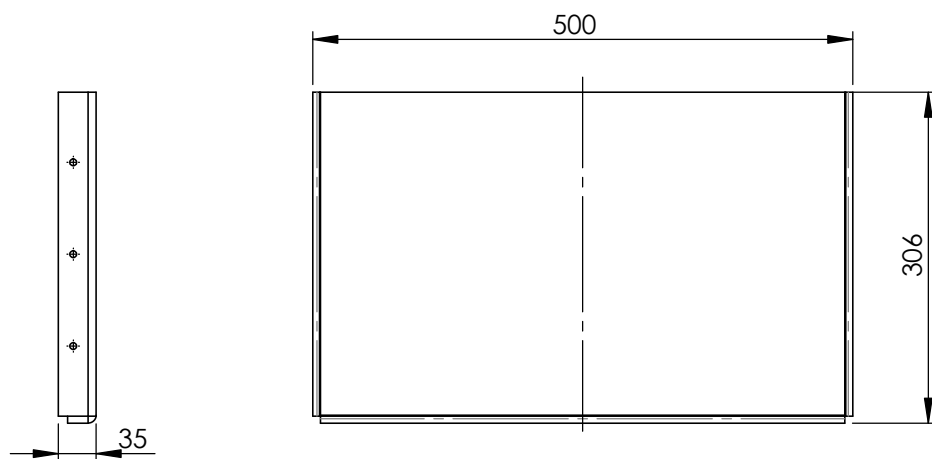
C

B

B

A

A

**NOTAS:**

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-07-02	SAE 1010	CHAPA ANTIDESLIZANTE - ESP: 1/4"	1	8.89
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Plataforma escalera

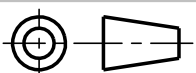
HOJA 1 DE 1

REV

DIB

APR

FECHA



1

F. POZZI

6/8/22

ESCALA: 1:7

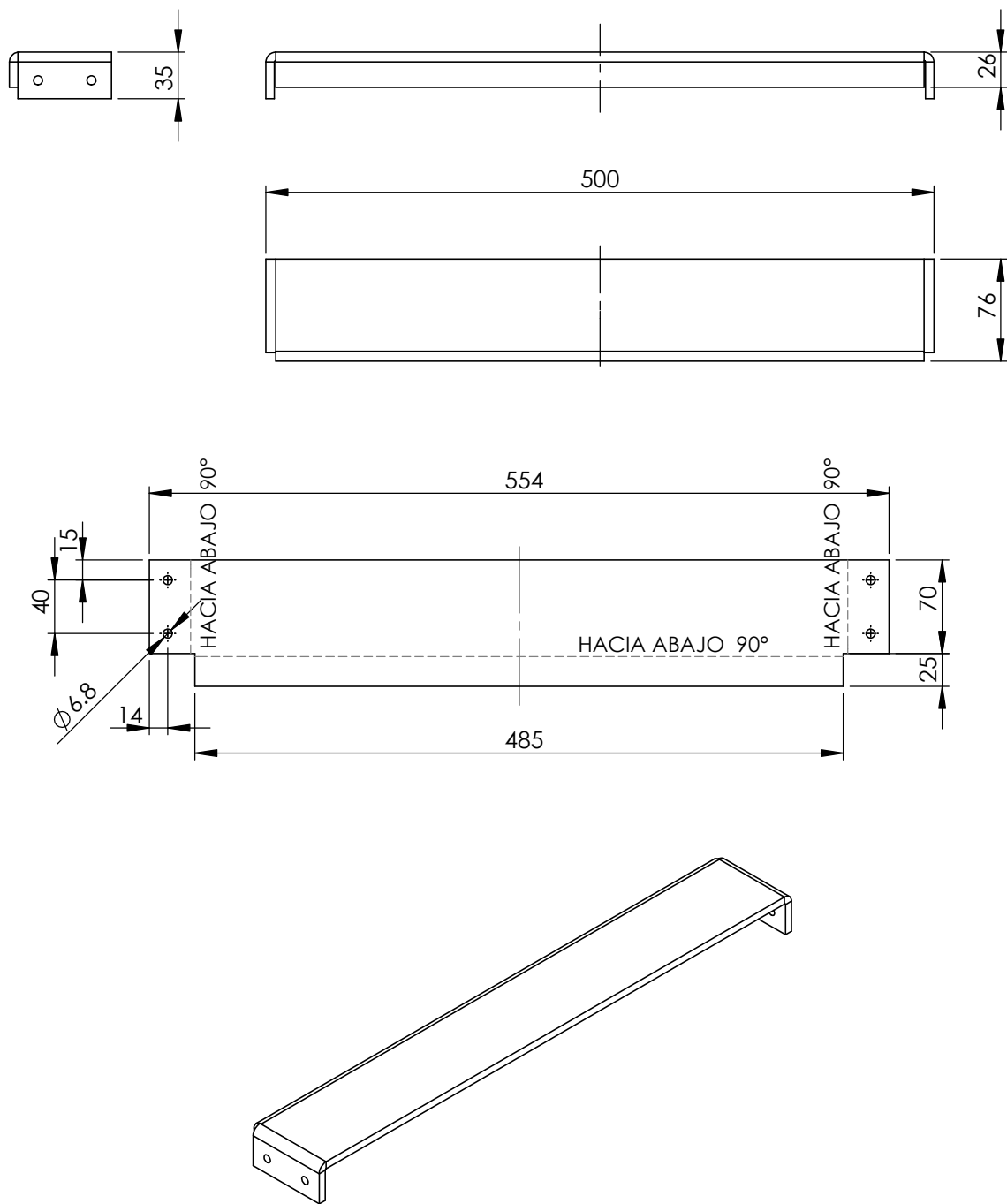
EDR5000-PZA-01-01-07-02

4

3

2

1



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y fillos.

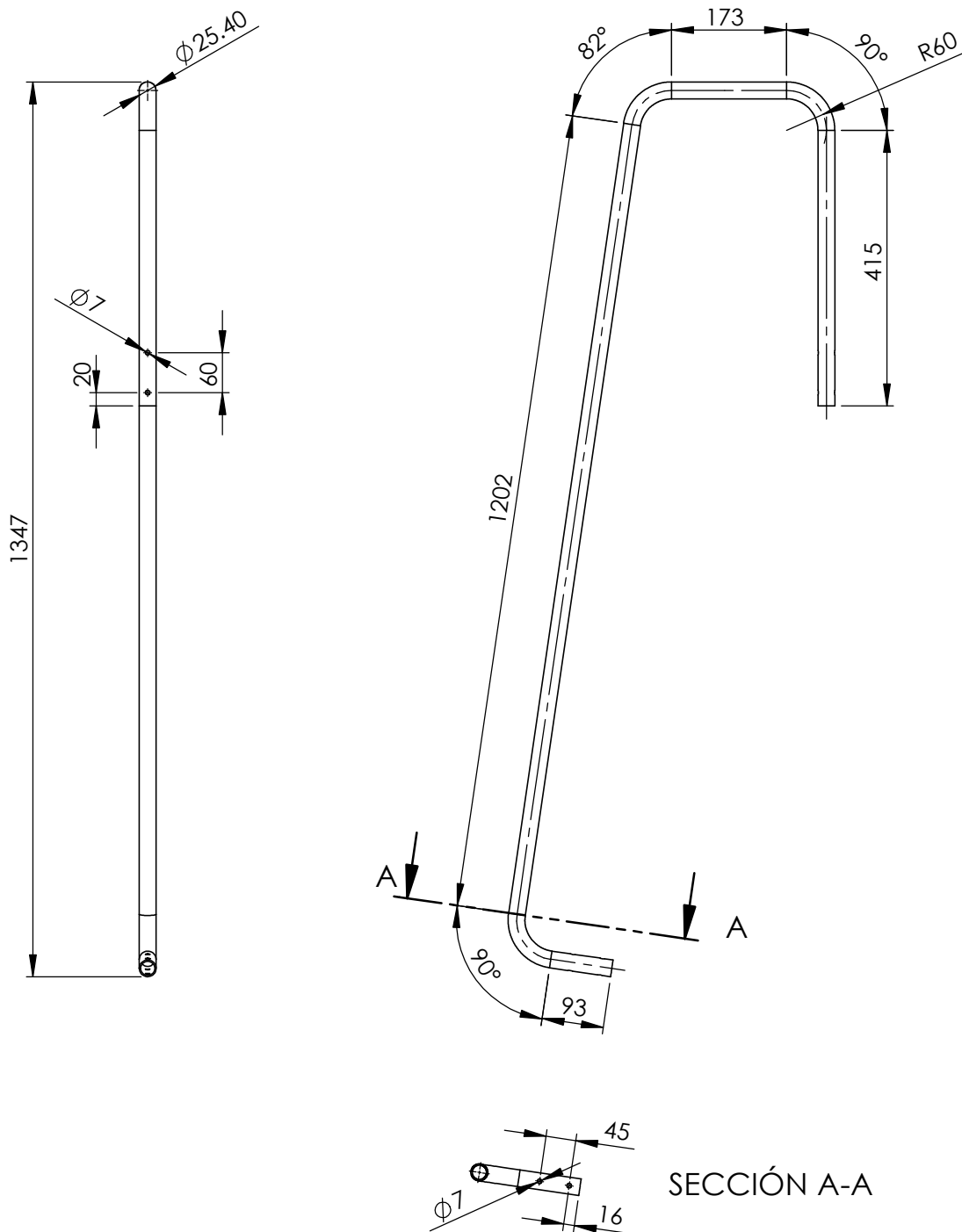
1	EDR5000-PZA-01-01-07-03	SAE 1010	CHAPA ANTIDESLIZANTE - ESP: 1/4"	1	2.53
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Escalon escalera tolva

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
1	F. POZZI			6/8/22
ESCALA: 1:5				

EDR5000-PZA-01-01-07-03



SECCIÓN A-A

NOTAS:

1) Tolerancias generales según DIN 2768.

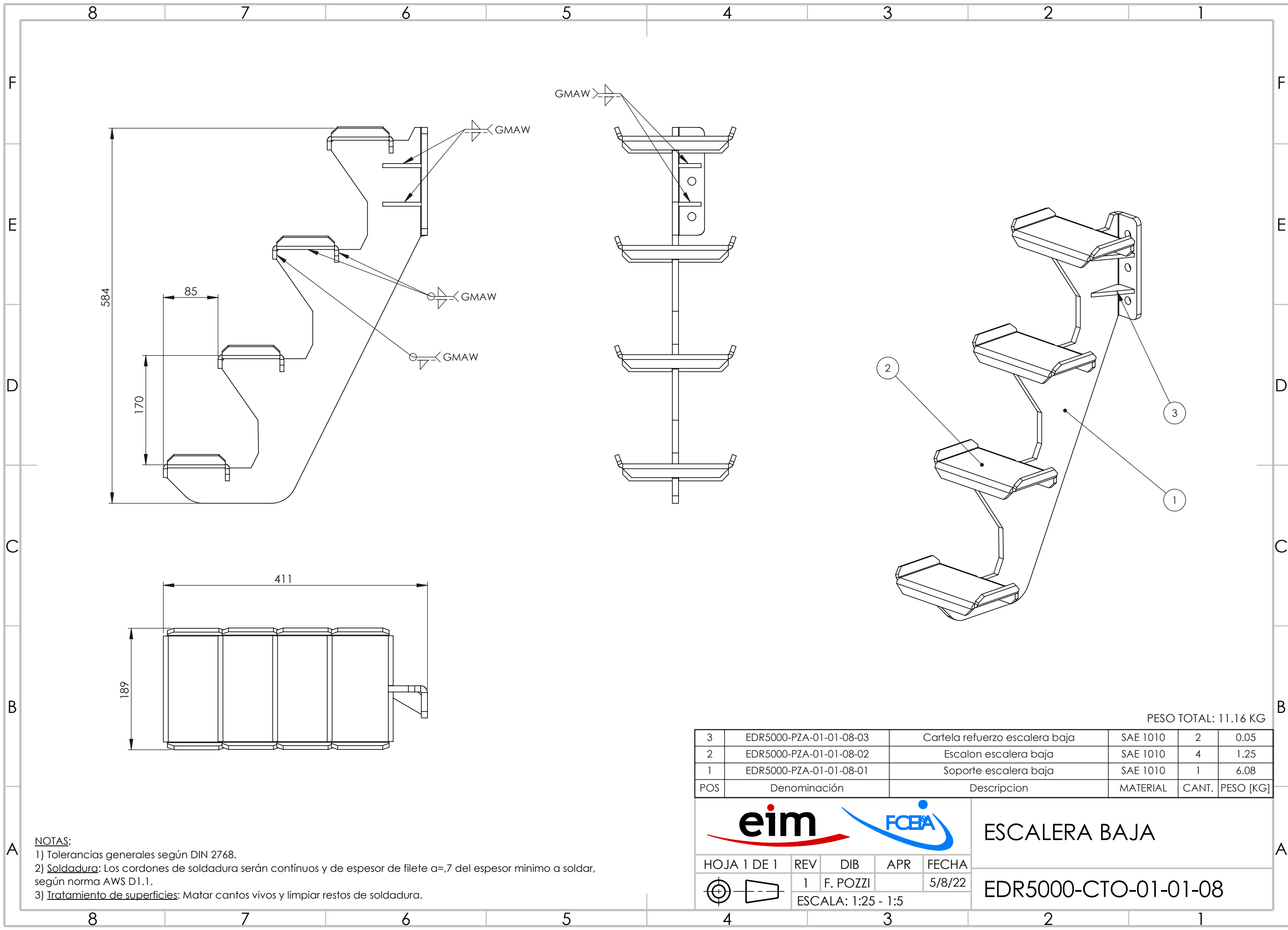
1	EDR5000-PZA-01-01-07-04	SAE 1010	CAÑO 1" - esp: 2.00 mm	2	2.49
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Pasamanos

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		6/8/22
ESCALA: 1:10				

EDR5000-PZA-01-01-07-04



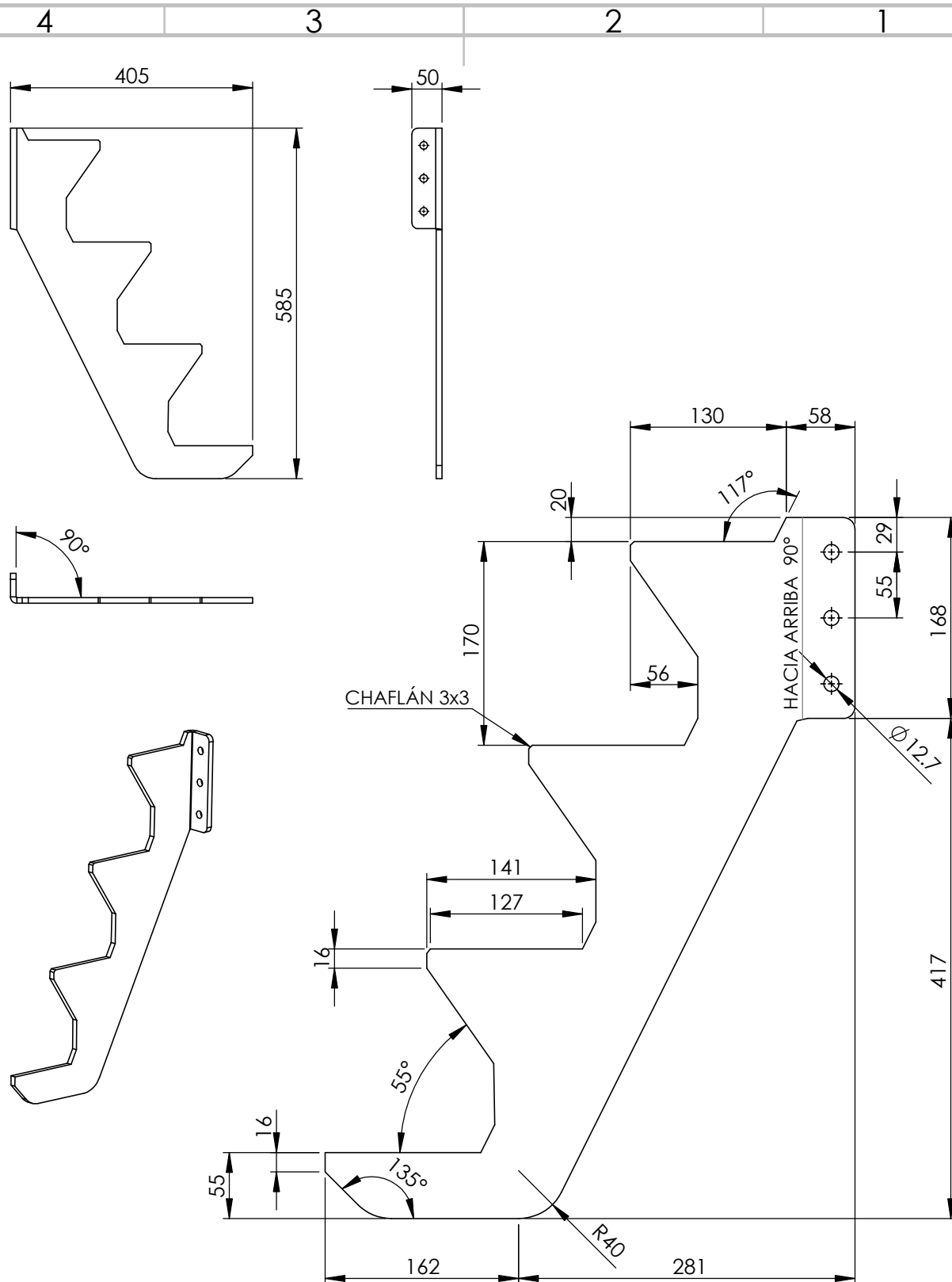
PESO TOTAL: 11.16 KG					
3	EDR5000-PZA-01-01-08-03	Cartela refuerzo escalera baja	SAE 1010	2	0.05
2	EDR5000-PZA-01-01-08-02	Escalon escalera baja	SAE 1010	4	1.25
1	EDR5000-PZA-01-01-08-01	Soporte escalera baja	SAE 1010	1	6.08
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		5/8/22
ESCALA: 1:25 - 1:5				

ESCALERA BAJA

EDR5000-CTO-01-01-08



NOTAS:

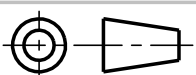
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-08-01	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 3/8"	1	6.08
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Soporte escalera baja

HOJA 1 DE 1 REV DIB APR FECHA

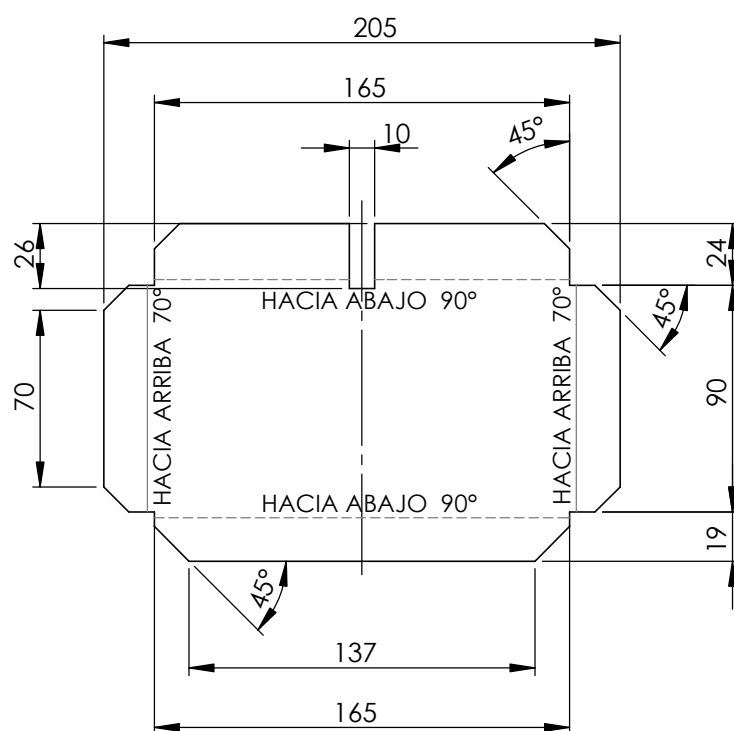
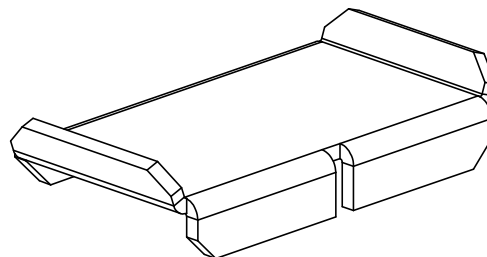
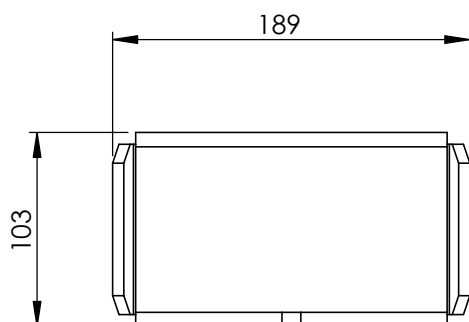
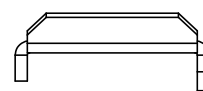
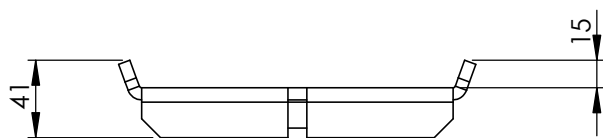


1 F. POZZI

6/8/22

ESCALA: 1:10 - 1:5

EDR5000-PZA-01-01-08-01



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

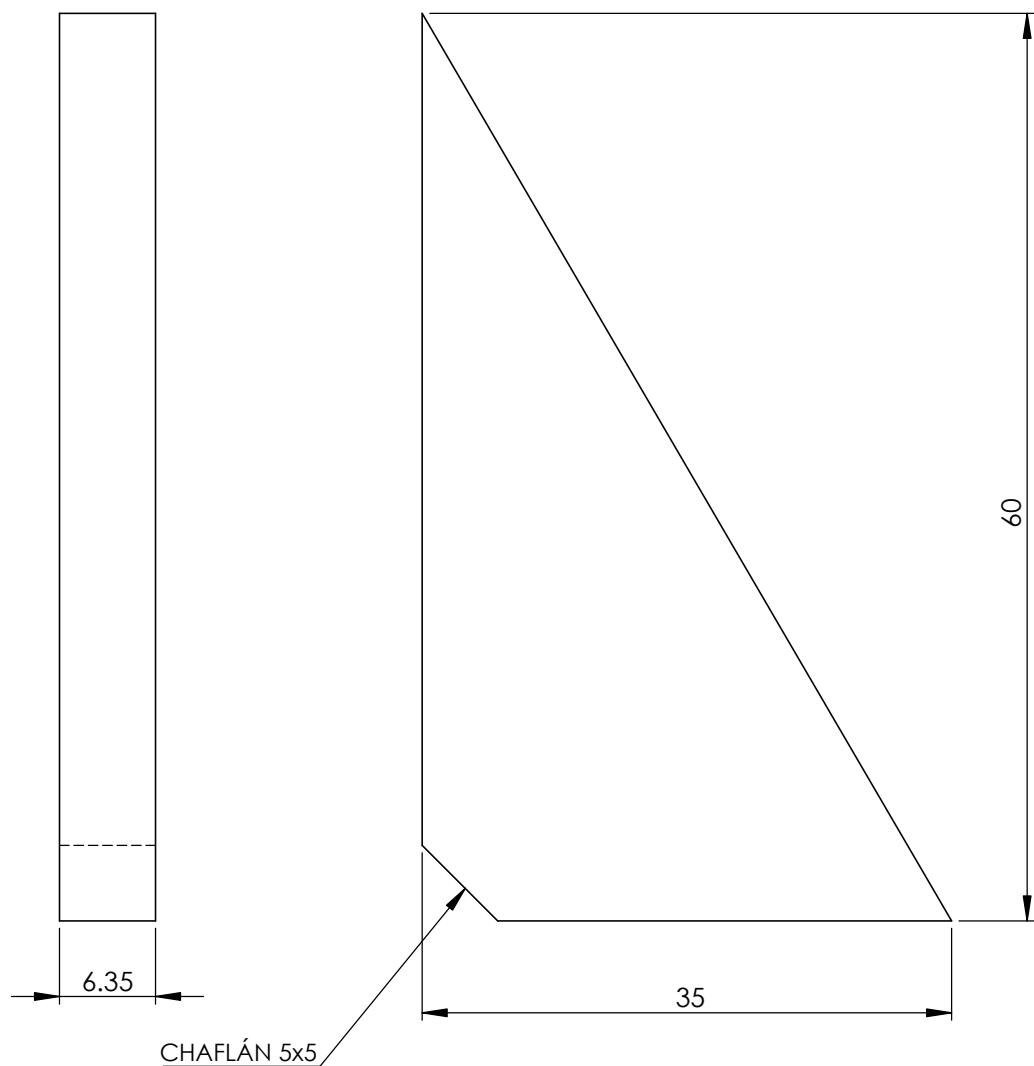
1	EDR5000-PZA-01-01-08-02	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	4	1.25
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]



Escalon escalera baja

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		6/8/22
ESCALA: 1:4 - 1:3				

EDR5000-PZA-01-01-08-02



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Cortar con plasma, eliminar rebabas y filos.

1	EDR5000-PZA-01-01-08-03	SAE 1010	CHAPA LAM. EN CAL. - ESP: 1/4"	2	0.05
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]

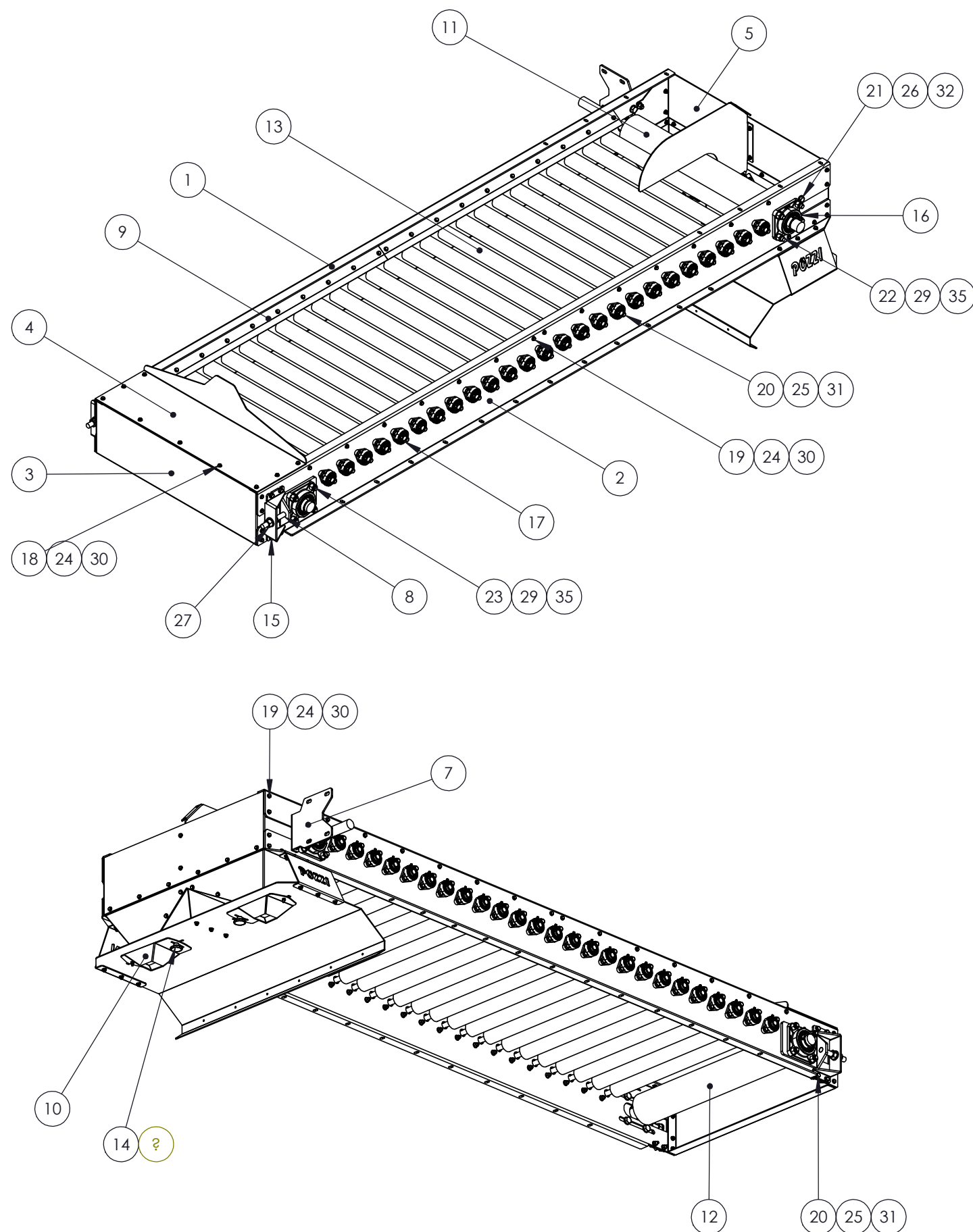


Cartela refuerzo escalera
baja

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		6/8/22
ESCALA: 1:4 - 1:3				

EDR5000-PZA-01-01-08-03

ACLARACIÓN: EN LAS ISOMETRÍAS SIGUIENTES NO SE MUESTRA LA BANDA DE PVC (POS. 6) PARA MAYOR CLARIDAD



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.
3) Premontar con apriete suave. Verificar alineación de componentes y luego proceder al apriete definitivo.

PESO TOTAL: 424.11 KG

35	Washer ISO 7089 - 16	Arandela plana M16	Comercial	16	
34	Preferred Wide FW 0.25	Arandela plana ancha 1/4"	Comercial	2	
33	Preferred Narrow FW 0.75	Arandela plana 3/4"	Comercial	4	
32	Preferred Narrow FW 0.5	Arandela plana 1/2"	Comercial	8	
31	Preferred Narrow FW 0.375	Arandela plana 3/8"	Comercial	116	
30	Preferred Narrow FW 0.25	Arandela plana 1/4"	Comercial	129	
29	ISO 7041-M16-N	Tuerca hexagonal M16	Comercial	16	
28	Tuerca 1-4 x 20	Tuerca mariposa 1/4" - 20	Comercial	2	
27	hex nut_ai	Tuerca hexagonal 3/4" - 10	Comercial	4	
26	HNUT 0.5000-20-D-N	Tuerca hexagonal 1/2" - 20	Comercial	4	
25	HNUT 0.3750-16-D-N	Tuerca hexagonal 3/8" - 16	Comercial	108	
24	HNUT 0.2500-20-D-N	Tuerca hexagonal 1/4" - 20	Comercial	64	
23	ISO 4015 - M16 x 60 x 60-N	Tornillo hex. M16 x 60	Comercial	8	
22	ISO 4015 - M16 x 55 x 55-N	Tornillo hex. M16 x 55	Comercial	8	
21	HBOLT 0.5000-20x1.5x1.25-N	Tornillo hex. 1/2" - 20 x 1-1/2"	Comercial	4	
20	HBOLT 0.3750-16x1.375x1-N	Tornillo hex. 3/8" - 16 x 1-3/8"	Comercial	108	
19	HBOLT 0.2500-20x1x0.75-N	Tornillo hex. 1/4" - 20 x 1"	Comercial	48	
18	HBOLT 0.2500-20x0.75x0.75-N	Tornillo hex. 1/4" - 20 x 3/4"	Comercial	17	
17	Unidad UCFL 204 SKF	Unidad UCFL 204 SKF	Comercial	50	0.47
16	Unidad UCF 209 SKF	Unidad UCF 209 (SKF)	Comercial	4	2.30
15	EDR5000-PZA-01-02-15	Soporte fijo para tensor		2	1.00
14	EDR5000-PZA-01-02-14	Manija 1/4"		4	0.02
13	EDR5000-CTO-01-02-13	Rodillo cinta transportadora		25	6.26
12	EDR5000-CTO-01-02-12	Tambor delantero cinta transportadora		1	25.89
11	EDR5000-CTO-01-02-11	Tambor motriz cinta transportadora		1	27.54
10	EDR5000-CTO-01-02-10	Conjunto boquilla orientable		2	1.07
9	EDR5000-CTO-01-02-09	Fleje antidesborde cinta		4	2.38
8	EDR5000-CTO-01-02-08	Tensor para cinta transportadora	SAE 1010	2	2.40
7	EDR5000-PZA-01-02-07	Soporte reductor cinta		1	2.13
6	EDR5000-PZA-01-02-06	Banda PVC cinta transportadora		1	28.46
5	EDR5000-CTO-01-02-05	Conjunto distribuidor y embudos	AI SI 304	1	44.55
4	EDR5000-PZA-01-02-04	Tapa frente cinta transportadora		1	7.99
3	EDR5000-PZA-01-02-03	Frente cinta transportadora		1	7.78
2	EDR5000-PZA-01-02-02	Plegado lateral cinta (izq)	SAE 1010	1	49.50
1	EDR5000-PZA-01-02-01	Plegado lateral cinta (der)		1	49.50
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL		PESO [KG]



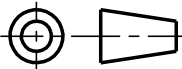
HOJA 1 DE 3

REV 1

DIB F. POZZI

APR

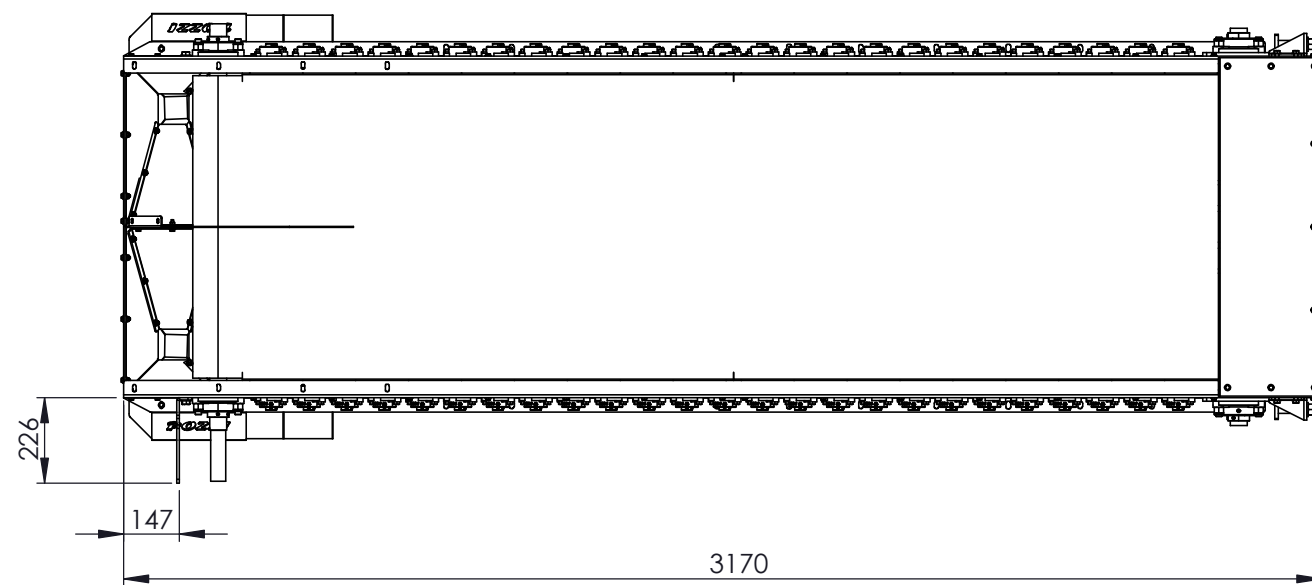
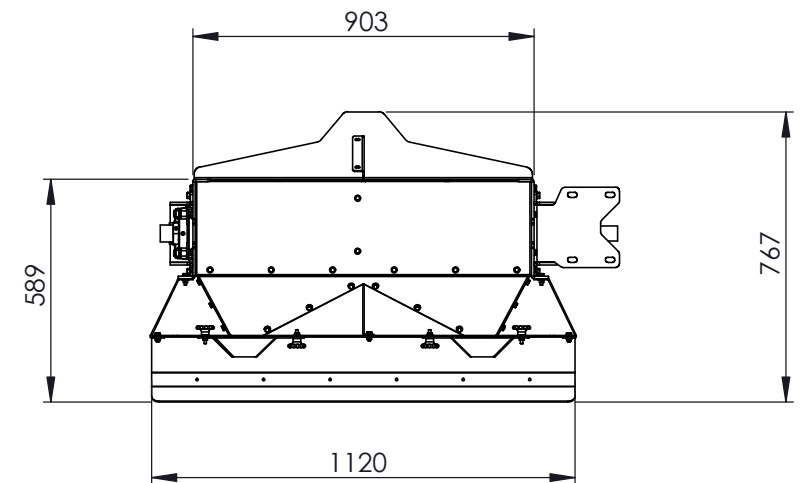
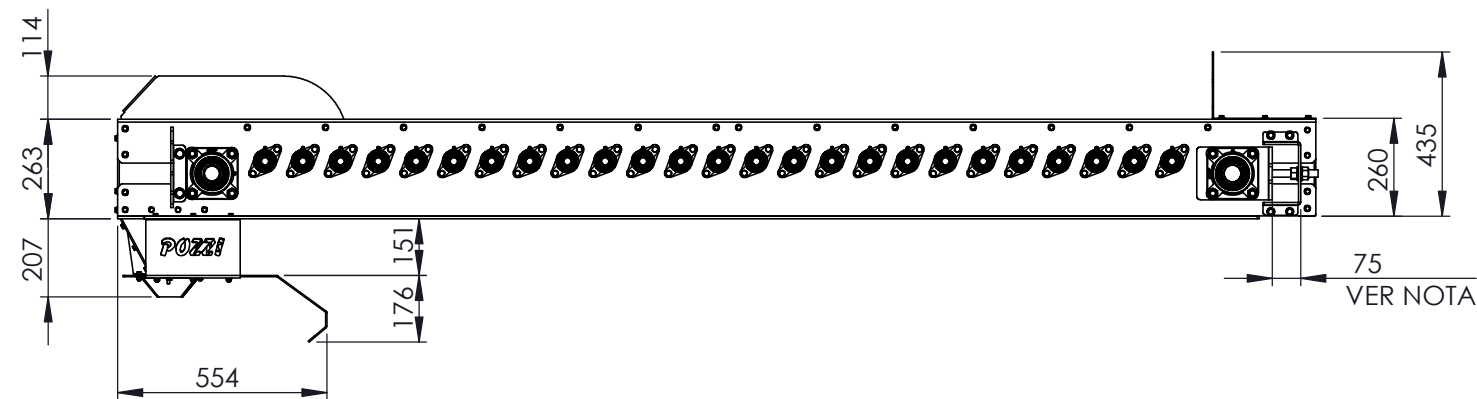
FECHA 6/8/22



ESCALA: 1:20

CONJUNTO CINTA TRANSPORTADORA

EDR5000-CTO-01-02

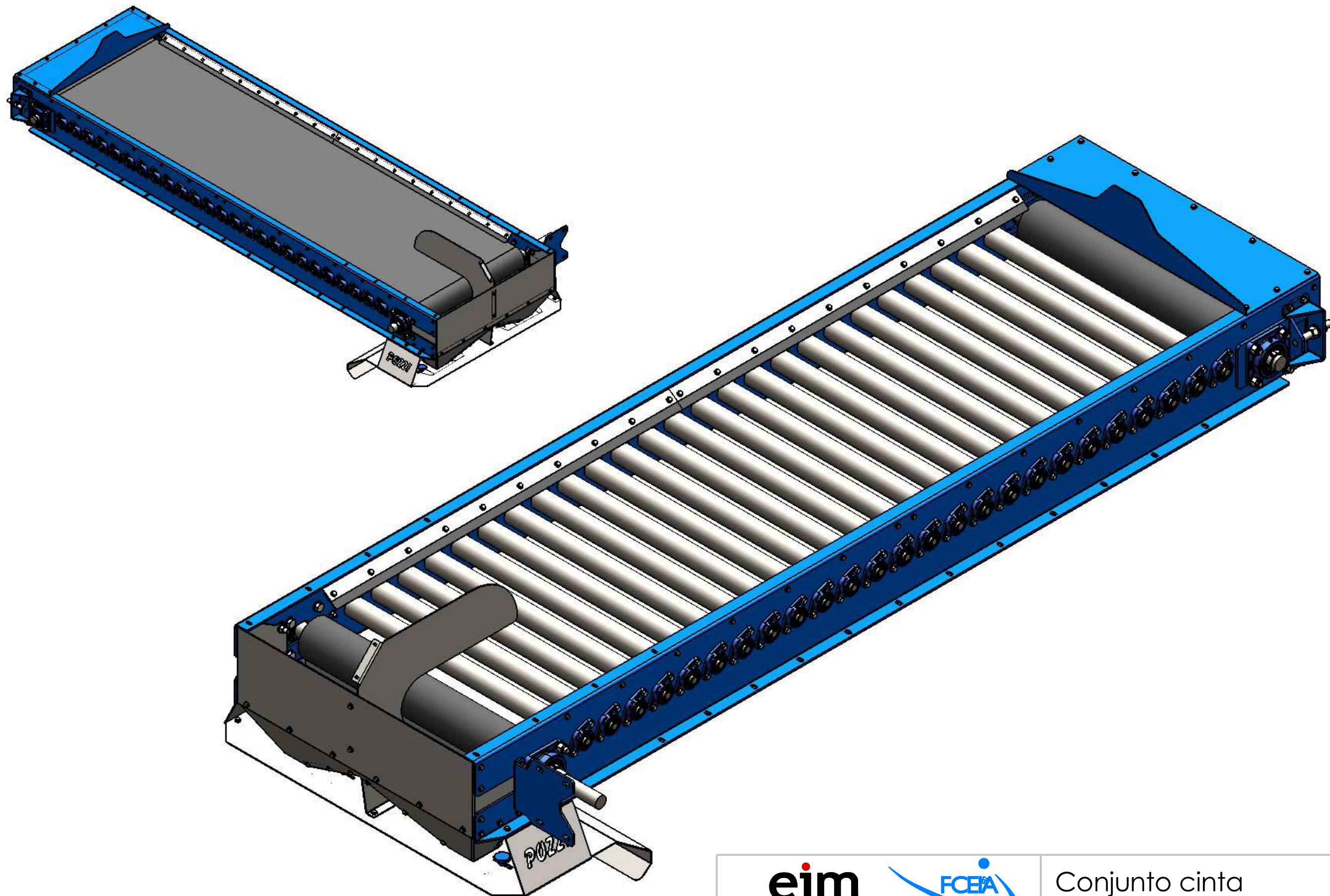


NOTAS:
1) Cota de referencia. Alinear banda y luego tensar según referencia del fabricante.

 					CONJUNTO CINTA TRANSPORTADORA	
HOJA 2 DE 3	REV	DIB	APR	FECHA	EDR5000-CTO-01-02	
	1	F. POZZI		6/8/22		
ESCALA: 1:20						

8 7 6 5 4 3 2 1

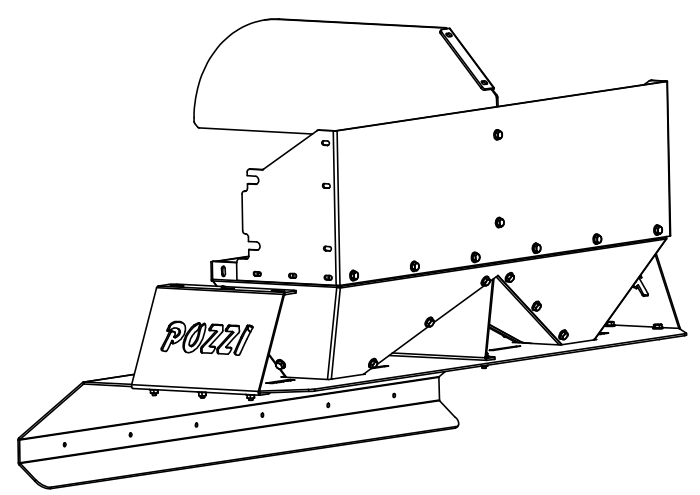
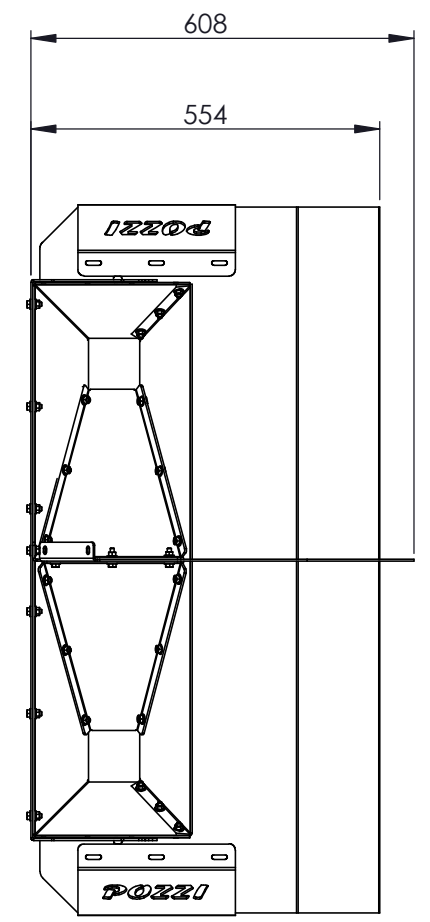
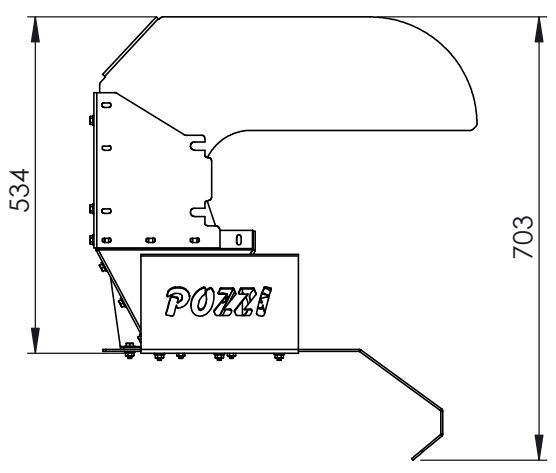
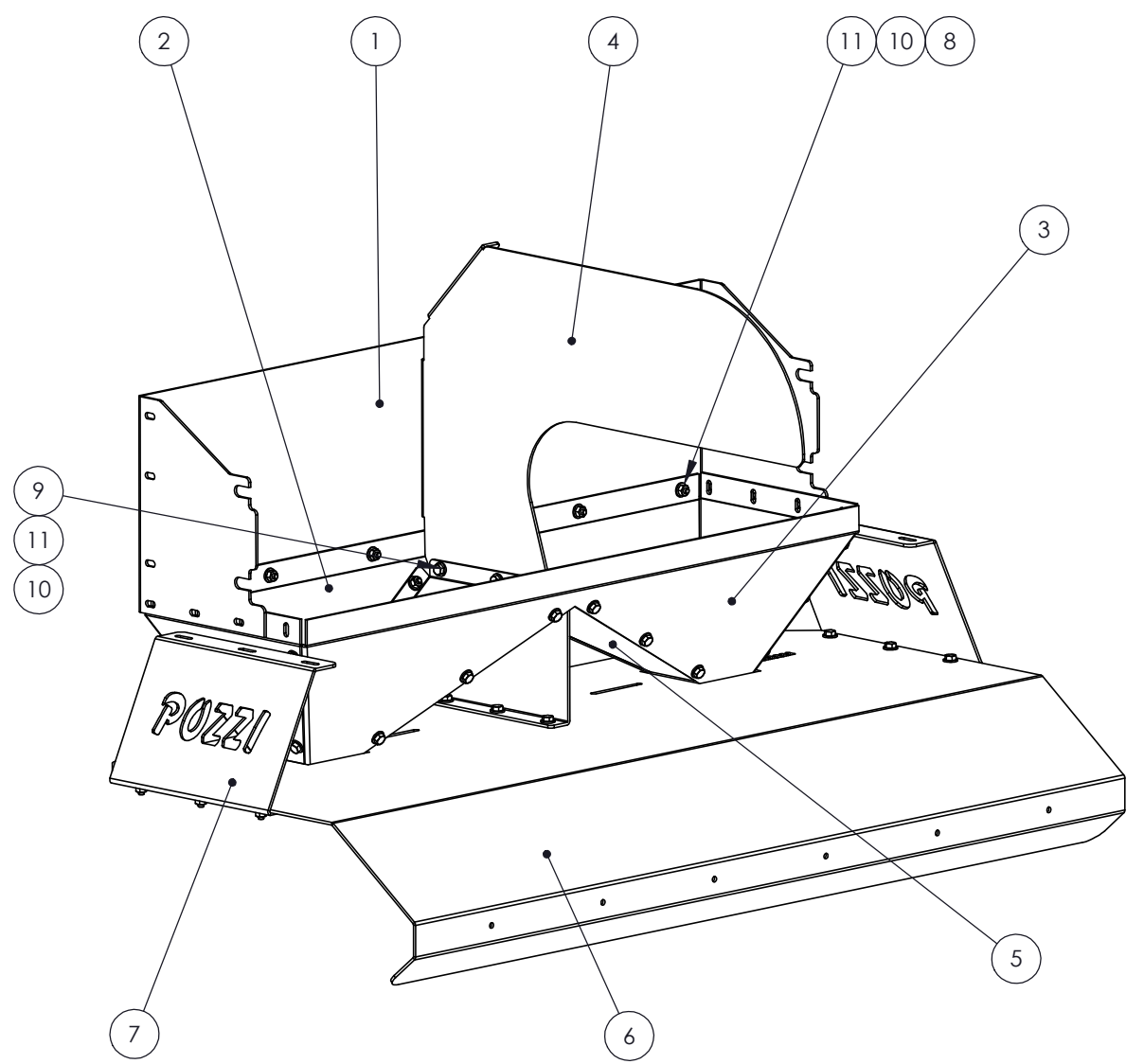
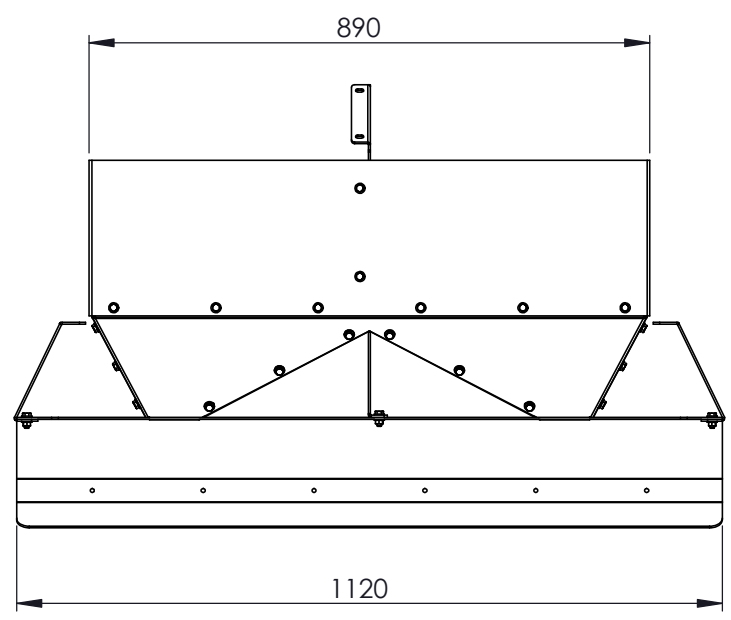
F
E
D
C
B
A



F
E
D
C
B
A

					Conjunto cinta transportadora	
HOJA 3 DE 3	REV	DIB	APR	FECHA	EDR5000-CTO-01-02	
	1	F. POZZI		6/8/22		
ESCALA: 1:10 - 1:20						

8 7 6 5 4 3 2 1



PESO TOTAL: 44.55 KG

11	PREFERRED NARROW FW 0.25	ARANDELA PLANA 1/4"	COMERCIAL	76	
10	HNUT 0.2500-20-D-N	TUERCA HEXAGONAL 1/4" - 20	COMERCIAL	38	
9	HBOLT 0.2500-20X1X0.75-N	TORNILLO HEX. 1/4" - 20 X 1"	COMERCIAL	3	
8	HBOLT 0.2500-20X0.75X0.75-N	TORNILLO HEX. 1/4" - 20 X 3/4"	COMERCIAL	35	
7	EDR5000-PZA-01-02-05-07	LATERAL PLACA SOPORTE (IZQ)		2	1.40
6	EDR5000-PZA-01-02-05-06	PLACA SOPORTE EMBUDOS DISTRIBUIDORES		1	18.36
5	EDR5000-PZA-01-02-05-05	FONDO EMBUDO DISTRIBUIDOR		2	1.52
4	EDR5000-PZA-01-02-05-04	DIVISOR CENTRAL EMBUDO DISTRIBUIDOR		1	4.48
3	EDR5000-PZA-01-02-05-03	CIERRE EMBUDO DISTRIBUIDOR		1	3.35
2	EDR5000-PZA-01-02-05-02	PLEGADO BASE EMBUDO DISTRIBUIDOR		1	5.02
1	EDR5000-PZA-01-02-05-01	TAPA TRASERA CINTA		1	7.43
POS	DENOMINACIÓN	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]

NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.



HOJA 1 DE 1

REV

DIB

APR

FECHA



1

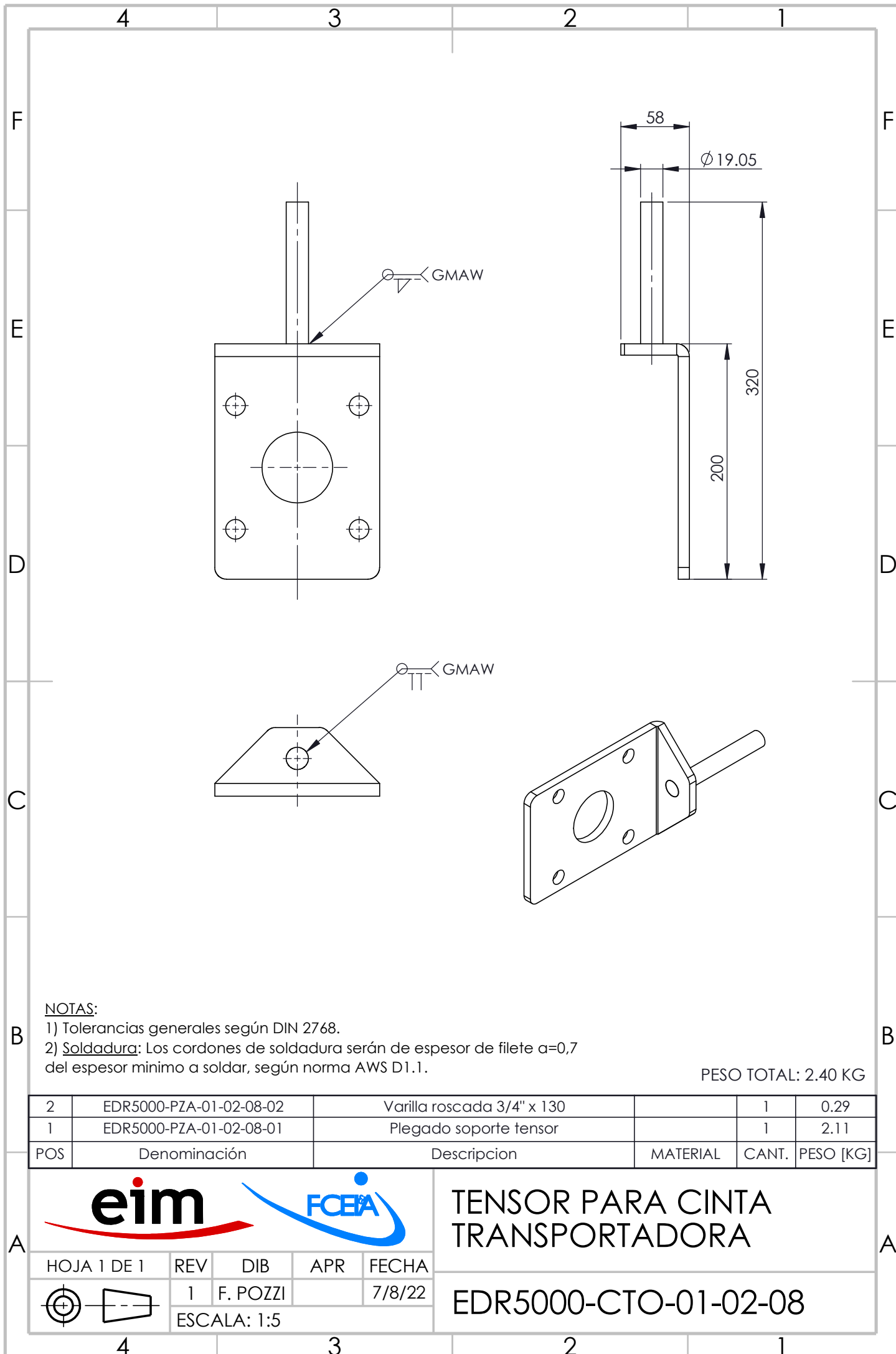
F. POZZI

5/8/22

ESCALA: 1:20

CONJUNTO DISTRIBUIDOR
Y EMBUDOS

EDR5000-CTO-01-02-05



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán de espesor de filete $\alpha=0,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1.

PESO TOTAL: 2.40 KG

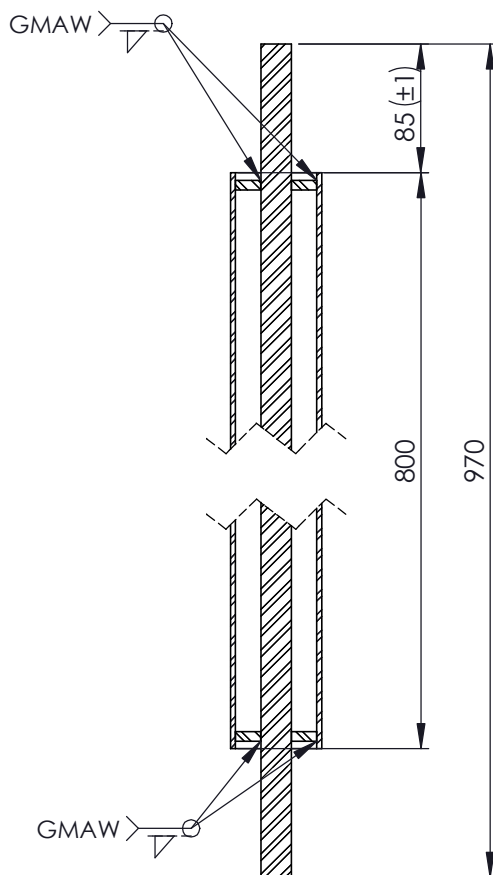
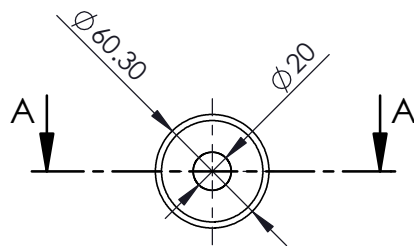
2	EDR5000-PZA-01-02-08-02	Varilla roscada 3/4" x 130		1	0.29
1	EDR5000-PZA-01-02-08-01	Plegado soporte tensor		1	2.11
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



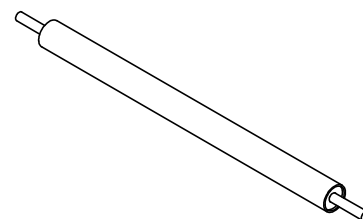
TENSOR PARA CINTA
TRANSPORTADORA

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
1	F. POZZI			7/8/22
ESCALA: 1:5				

EDR5000-CTO-01-02-08



SECCIÓN A-A



NOTAS:

- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
- 2) Soldadura: Los cordones de soldadura serán de espesor de filete $a=0,7$ del espesor mínimo a soldar, según norma AWS D1.1.

PESO TOTAL: 6.26 KG

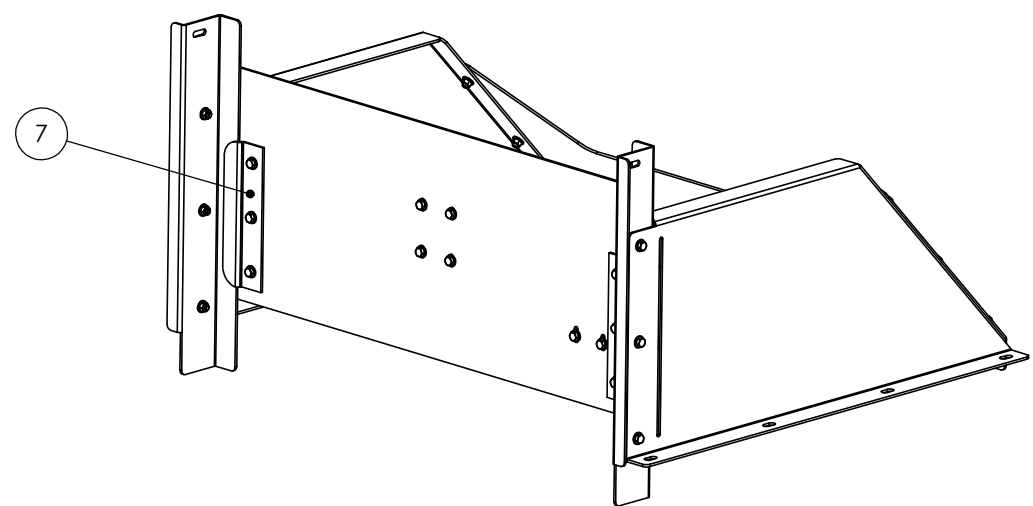
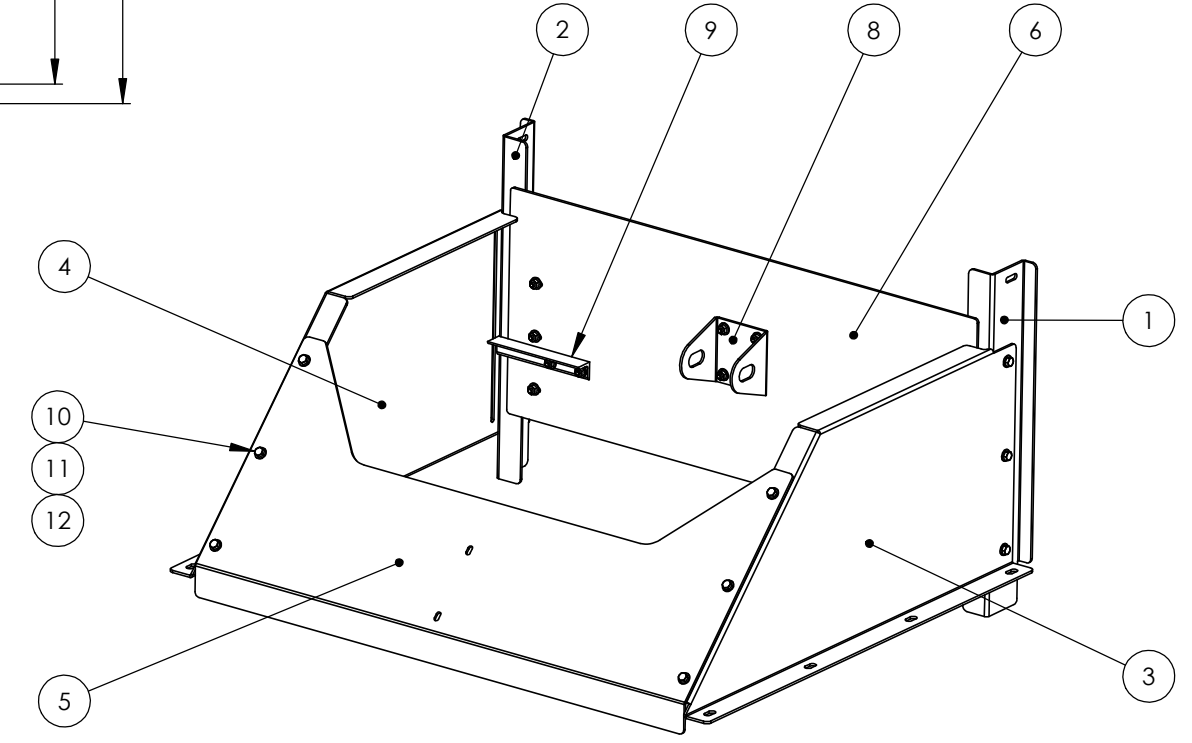
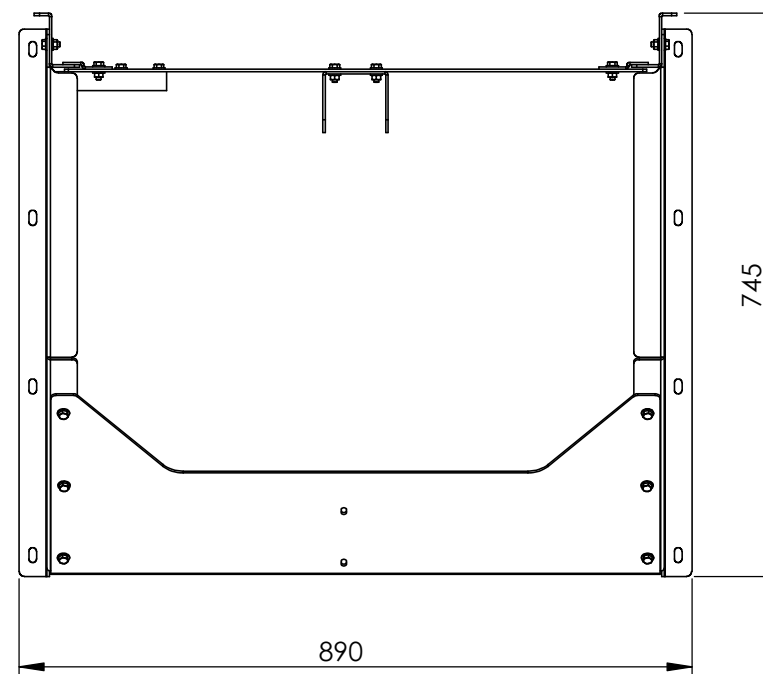
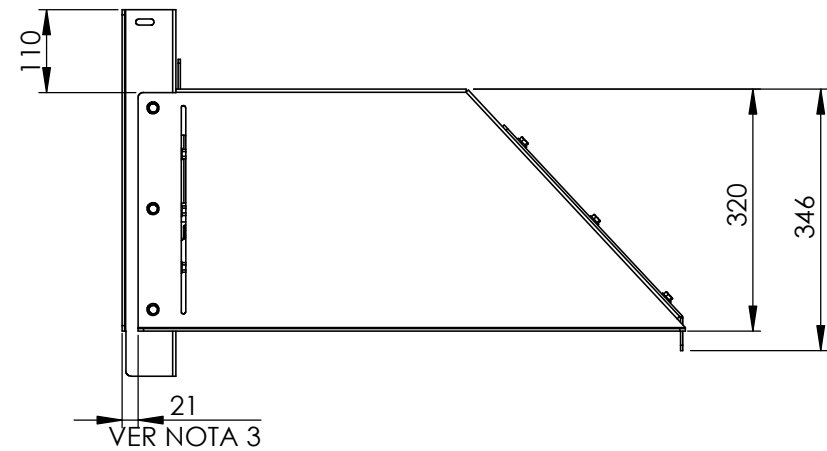
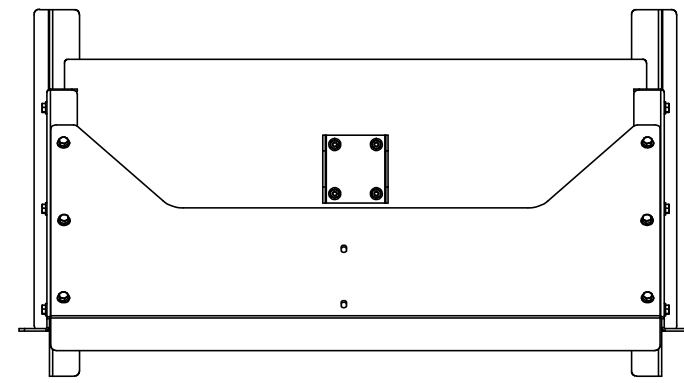
3	EDR5000-PZA-01-02-13-03	TAPA RODILLO		2	0.10
2	EDR5000-PZA-01-02-13-02	EJE PASANTE RODILLO		1	2.40
1	EDR5000-PZA-01-02-13-01	TUBO C.C. 2" X 3,2 PARA RODILLO		1	3.67
POS	DENOMINACIÓN	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



RODILLO CINTA
TRANSPORTADORA

HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA
	1	F. POZZI		7/8/22
	ESCALA: 1:5			

EDR5000-CTO-01-02-13

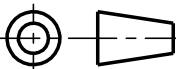


12	PREFERRED NARROW FW 0.25	ARANDELA PLANA 1/4"		48	
11	HNUT 0.2500-20-D-N	TUERCA HXAGONAL 1/4" - 20		24	
10	HBOLT 0.2500-20X0.75X0.75-N	TORNILLO HEX. 1/4" - 20 X 3/4"		24	
9	EDR5000-PZA-01-04-09	INDICADOR DE ALTURA COMPUERTA		1	0.21
8	EDR5000-PZA-01-04-08	PLEGADO PARA ACCIONAMIENTO COMPUERTA		1	0.40
7	EDR5000-PZA-01-04-07	PLEGADO DE AJUSTE A GUIA PARA COMPUERTA		2	0.34
6	EDR5000-PZA-01-04-06	PLACA COMPUERTA DE CIERRE		1	6.22
5	EDR5000-PZA-01-04-05	TAPA SUPERIOR CIERRE TRASERO CINTA		1	5.54
4	EDR5000-PZA-01-04-04	LATERAL CIERRE TRASERO CINTA (DER)		1	5.93
3	EDR5000-PZA-01-04-03	LATERAL CIERRE TRASERO CINTA (IZQ)		1	5.98
2	EDR5000-PZA-01-04-02	GUIA LATERAL COMPUERTA (DER)		1	1.50
1	EDR5000-PZA-01-04-01	GUIA LATERAL COMPUERTA (IZQ)		1	1.50
POS	DENOMINACIÓN	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



Compuerta y cierre trasero
cinta transportadora

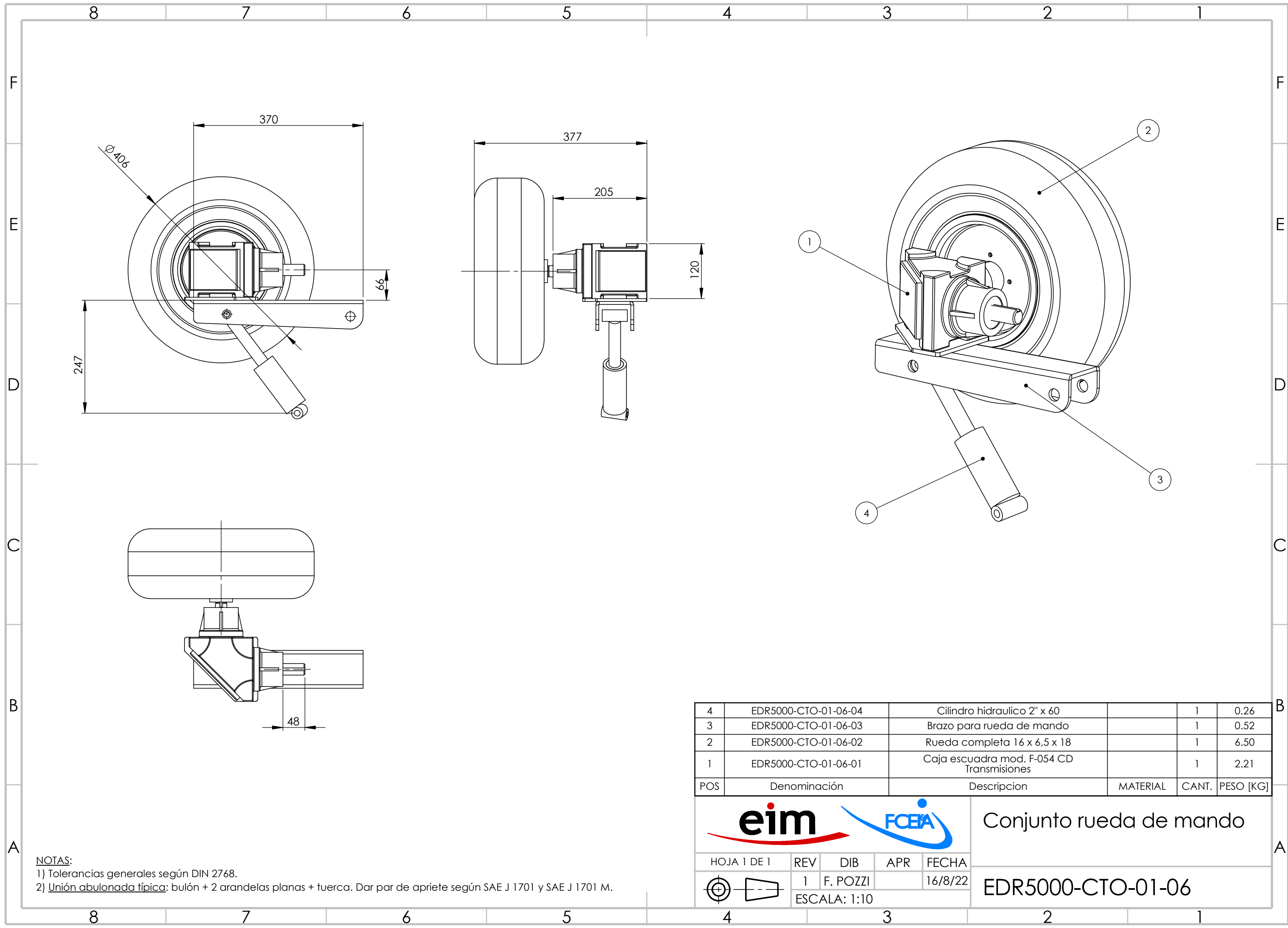
HOJA 1 DE 1REV DIB APR FECHA

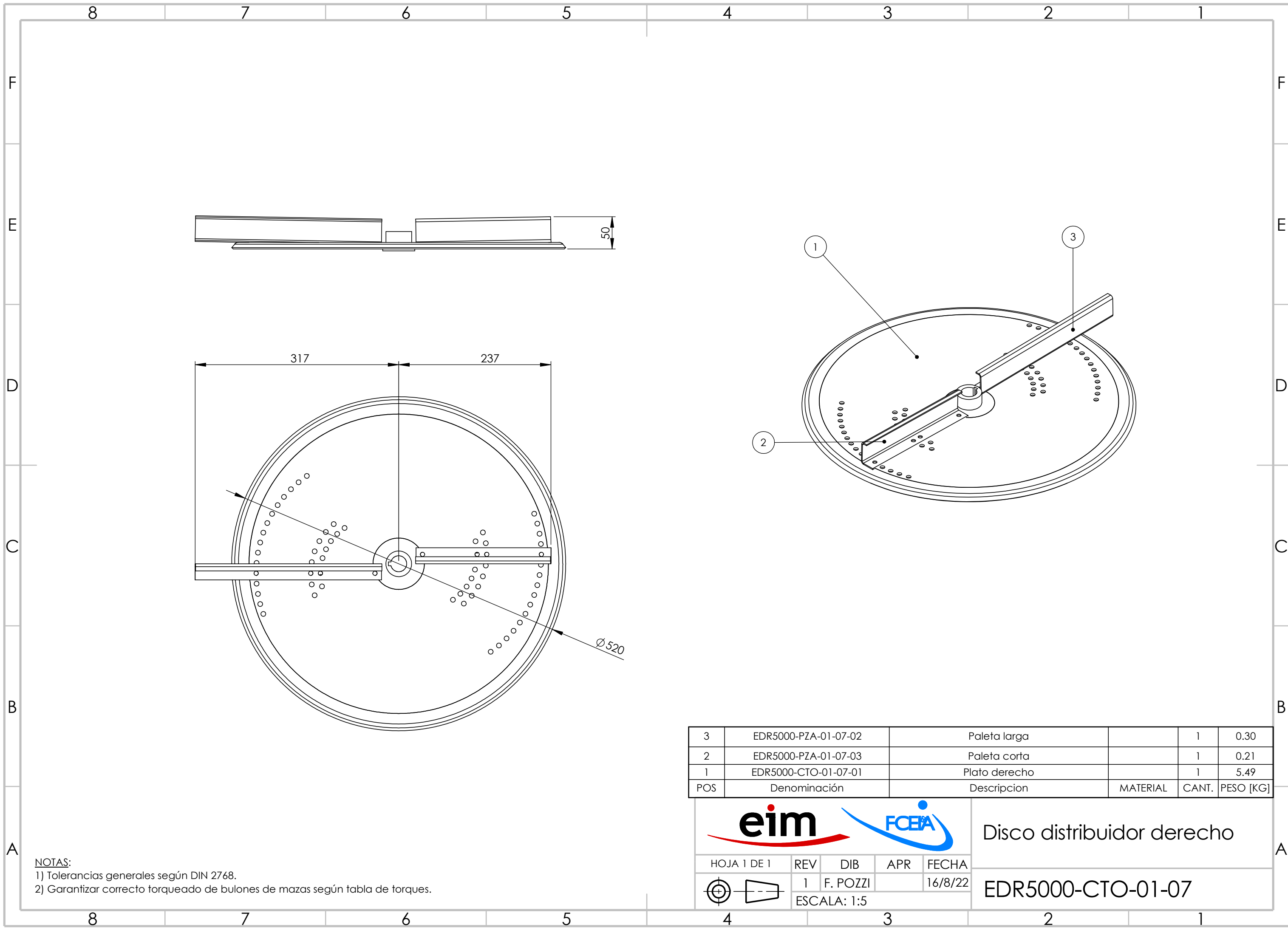
1 F. POZZI16/8/22

ESCALA: 1:10

EDR5000-CTO-01-04

NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Unión abulonada típica: bulón + 2 arandelas planas + tuerca. Dar par de apriete según SAE J 1701 y SAE J 1701 M.
3) Ajustar posición en montaje

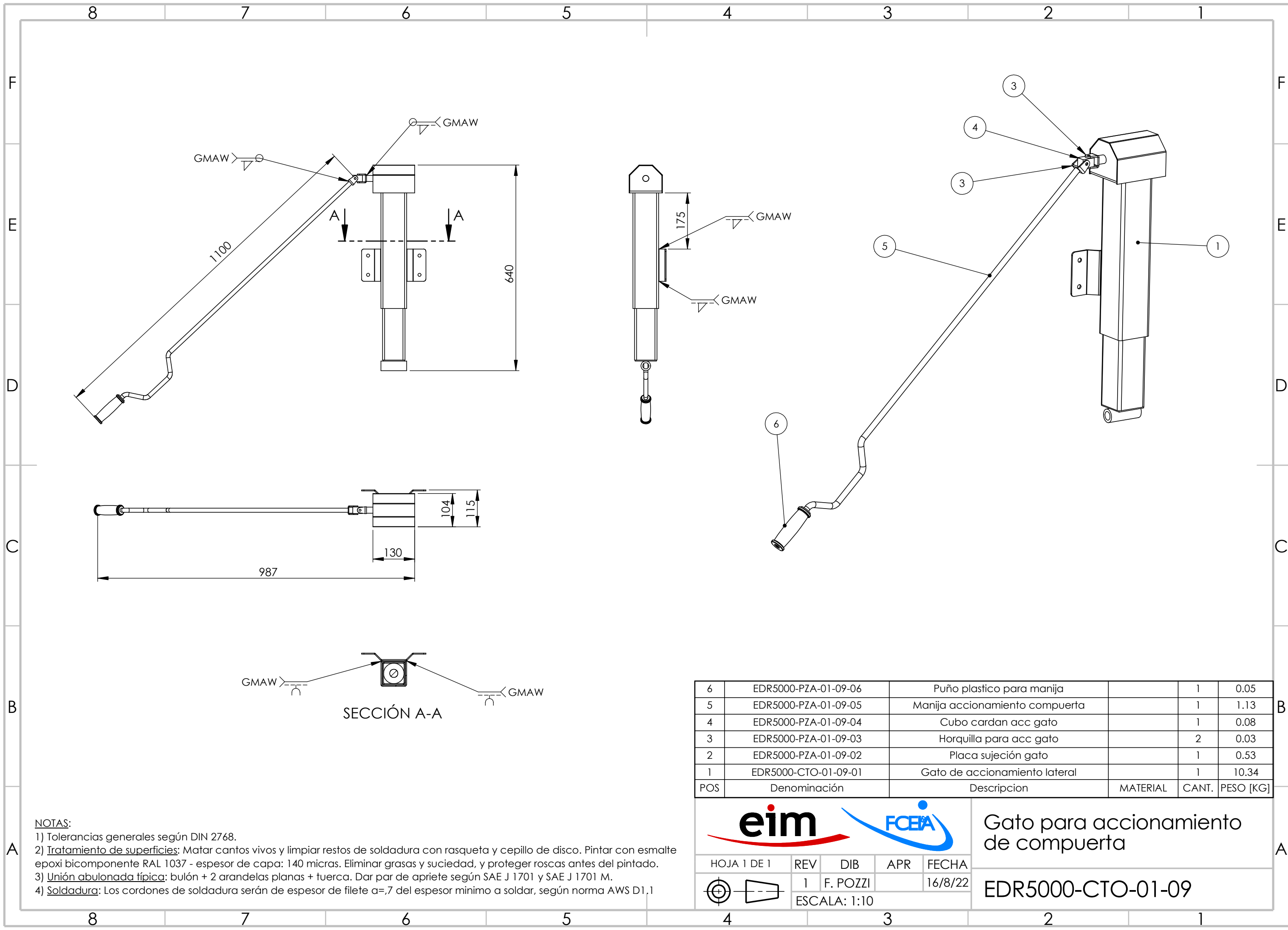


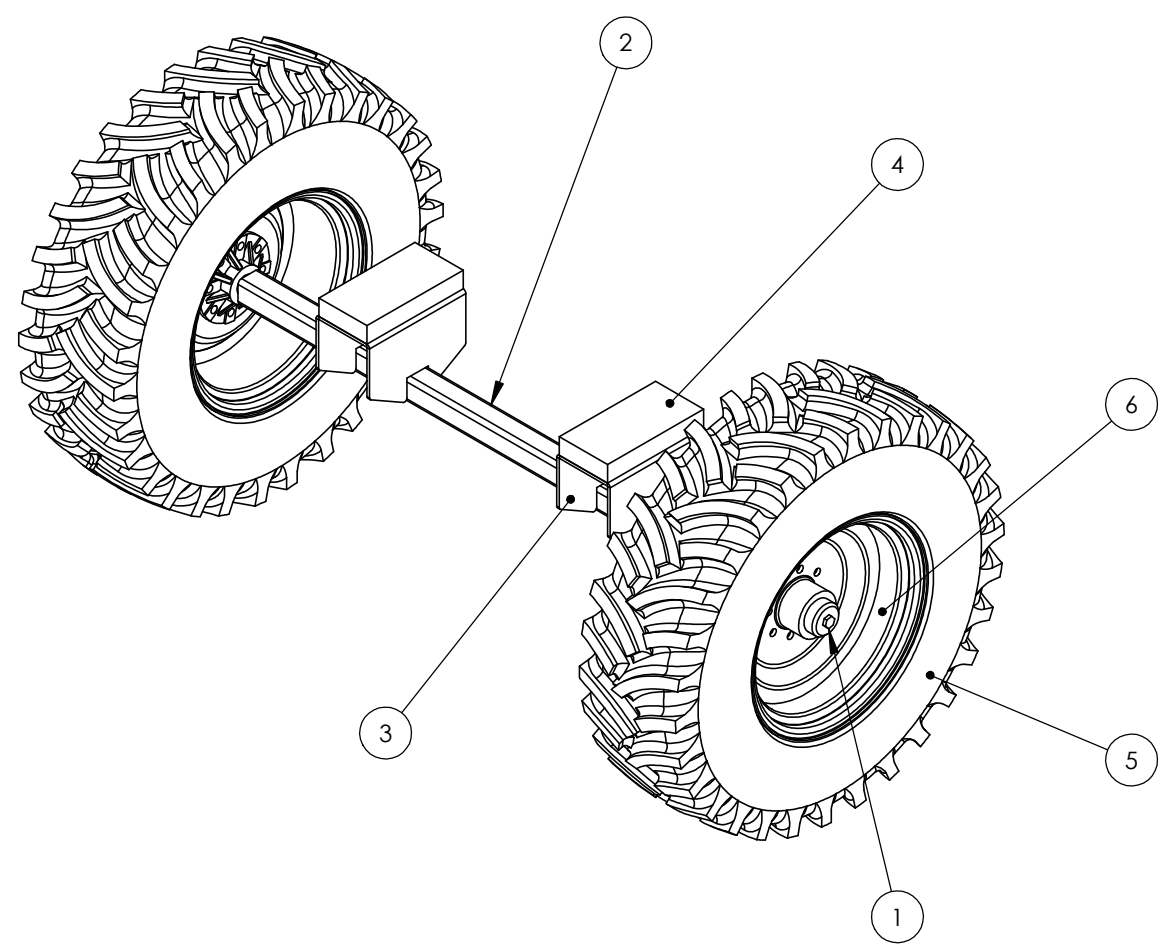
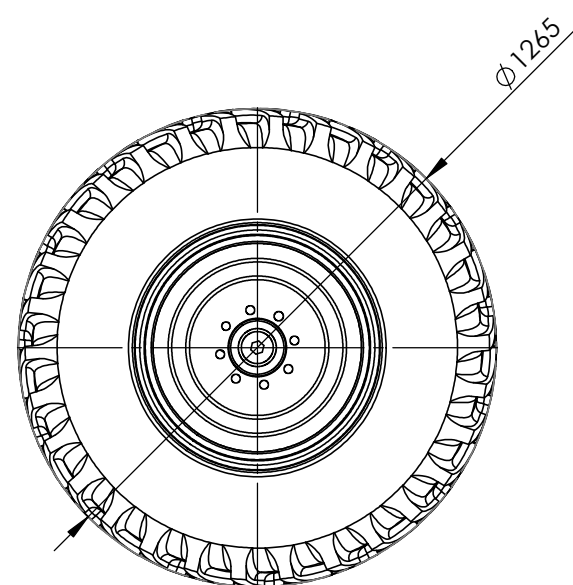
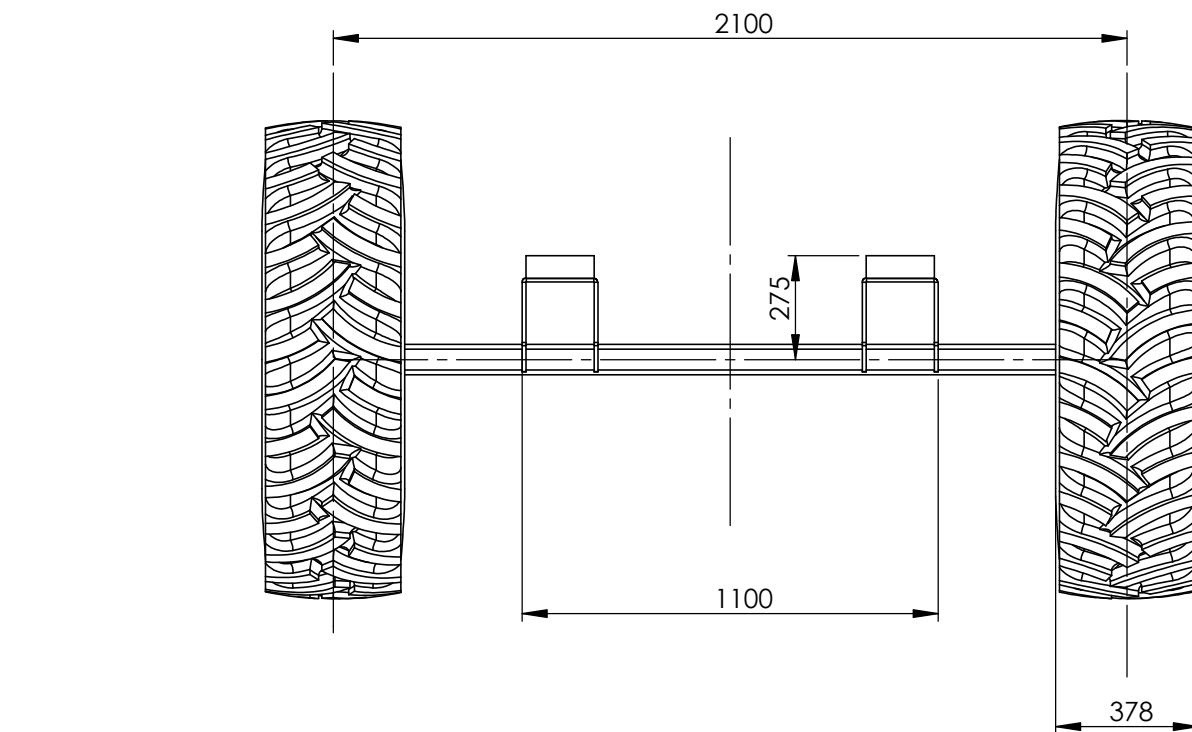


NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Garantizar correcto torqueado de bulones de mazas según tabla de torques.

3	EDR5000-PZA-01-07-02	Paleta larga		1	0.30
2	EDR5000-PZA-01-07-03	Paleta corta		1	0.21
1	EDR5000-CTO-01-07-01	Plato derecho		1	5.49
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]

eim FCEA					Disco distribuidor derecho
HOJA 1 DE 1	REV	DIB	APR	FECHA	EDR5000-CTO-01-07
	1	F. POZZI		16/8/22	
ESCALA: 1:5					





NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Garantizar correcto torquedo de bulones de mazas según tabla de torques.

6	LLANTA W13 X 24			2	
5	FATE GD-79 R-1 14.9-24			2	
4	PIEZA7^EDR5000-CTO-01-18			2	
3	PIEZA6^EDR5000-CTO-01-18			2	
2	PIEZA5^EDR5000-CTO-01-18			1	
1	COPIA DE PUNTA EJE^EDR5000-CTO-01-18			2	
POS	DENOMINACIÓN	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



HOJA 1 DE 2

REV

DIB

APR

FECHA



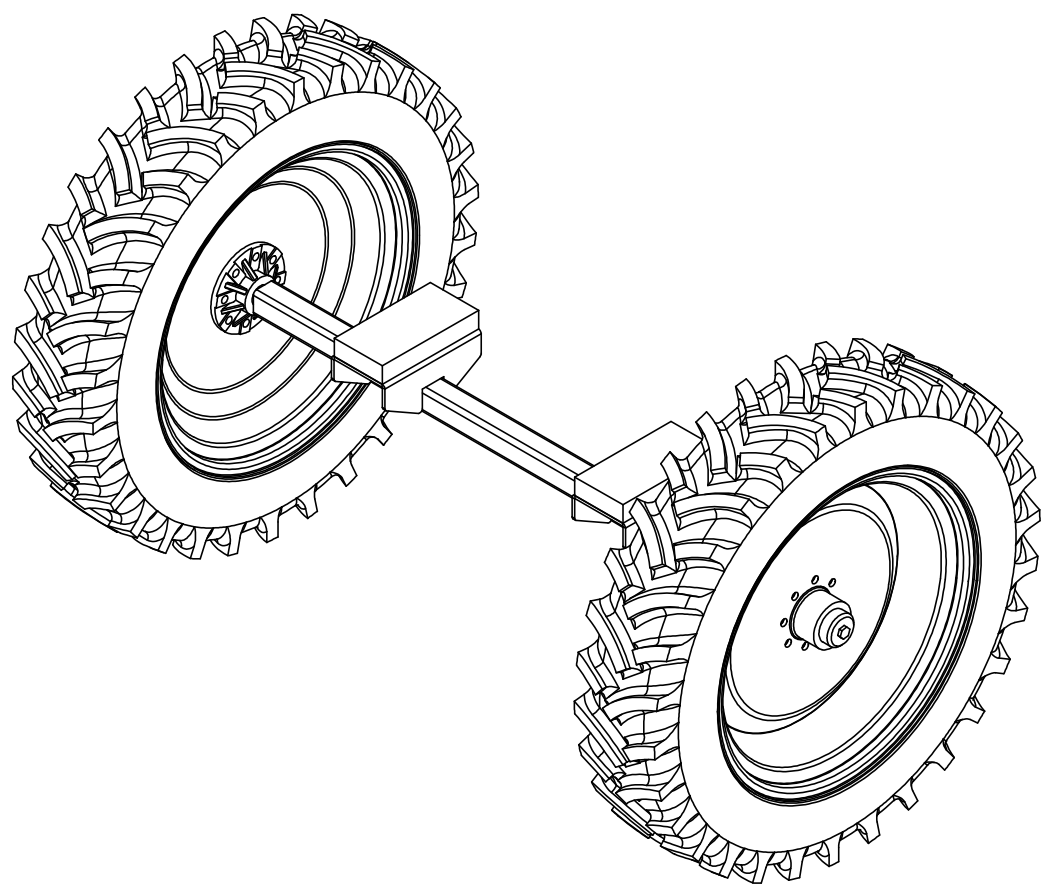
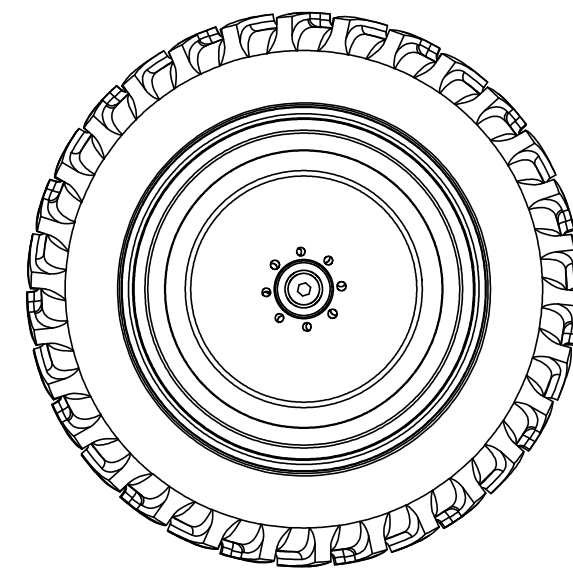
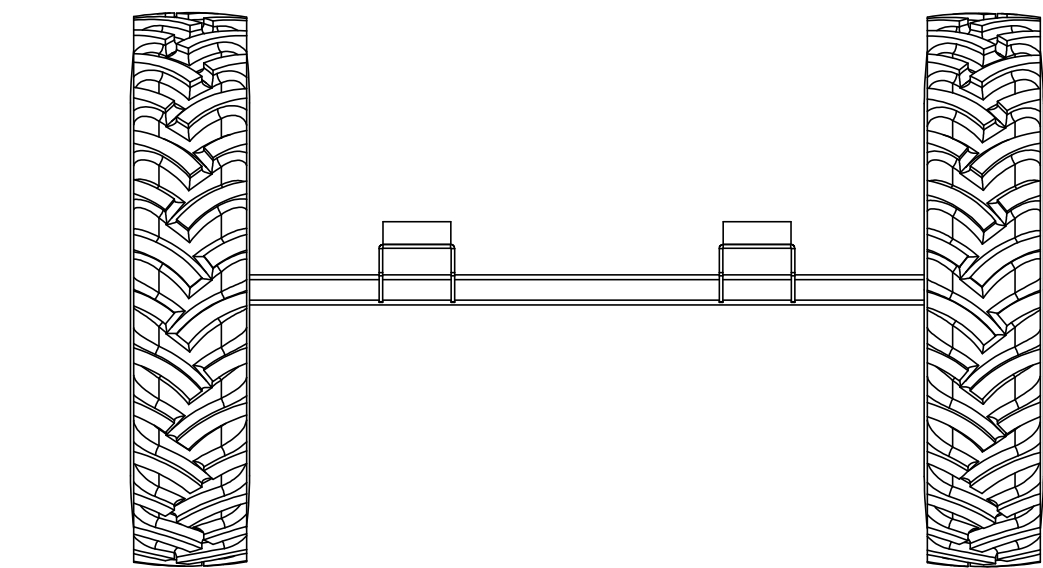
1 F. POZZI

16/8/22

ESCALA: 1:10

TREN RODANTE CONVENCIONAL

EDR5000-CTO-01-18



NOTAS:
1) Tolerancias generales según DIN 2768.
2) Garantizar correcto torqueado de bulones de mazas según tabla de torques.

6	Pieza7^EDR5000-CTO-01-18			2	
5	Pieza6^EDR5000-CTO-01-18			2	
4	Pieza5^EDR5000-CTO-01-18			1	
3	Copia de Punta eje^EDR5000-CTO-01-18			2	
2	Llanta W11 x 36			2	
1	Fate GD-79 R-1 12.4-36			2	
POS	Denominación	Descripción	MATERIAL	CANT.	PESO [KG]



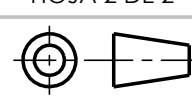
HOJA 2 DE 2

REV

DIB

APR

FECHA



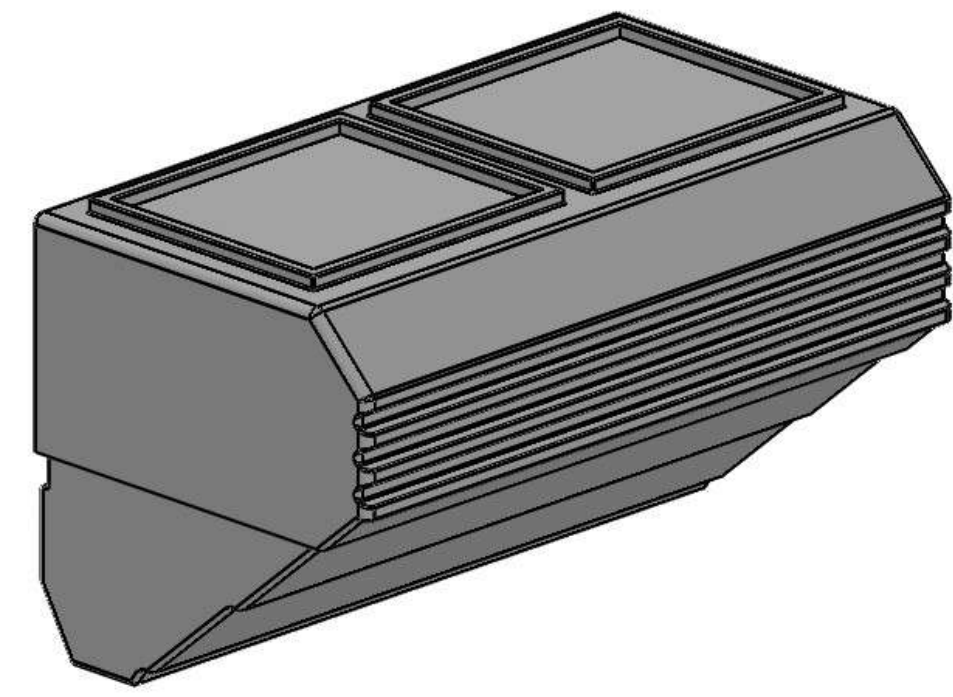
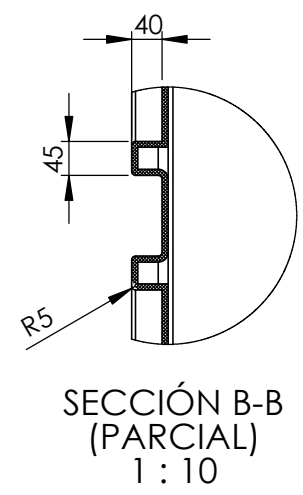
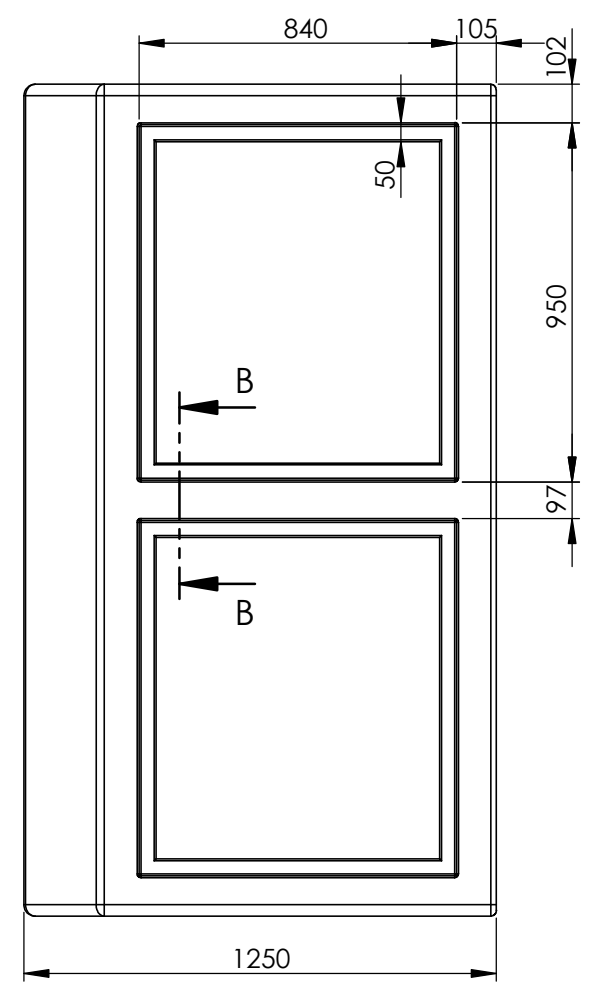
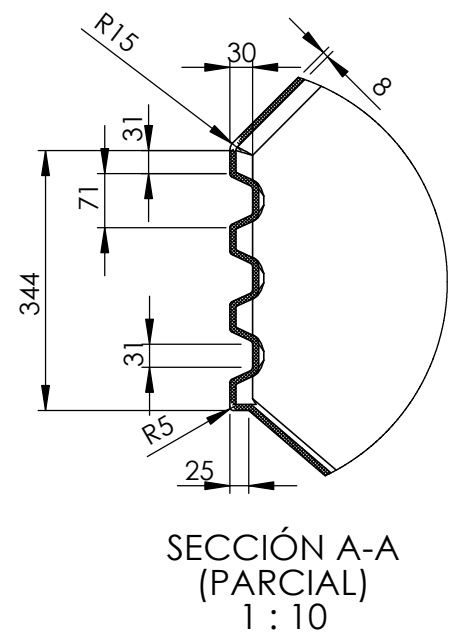
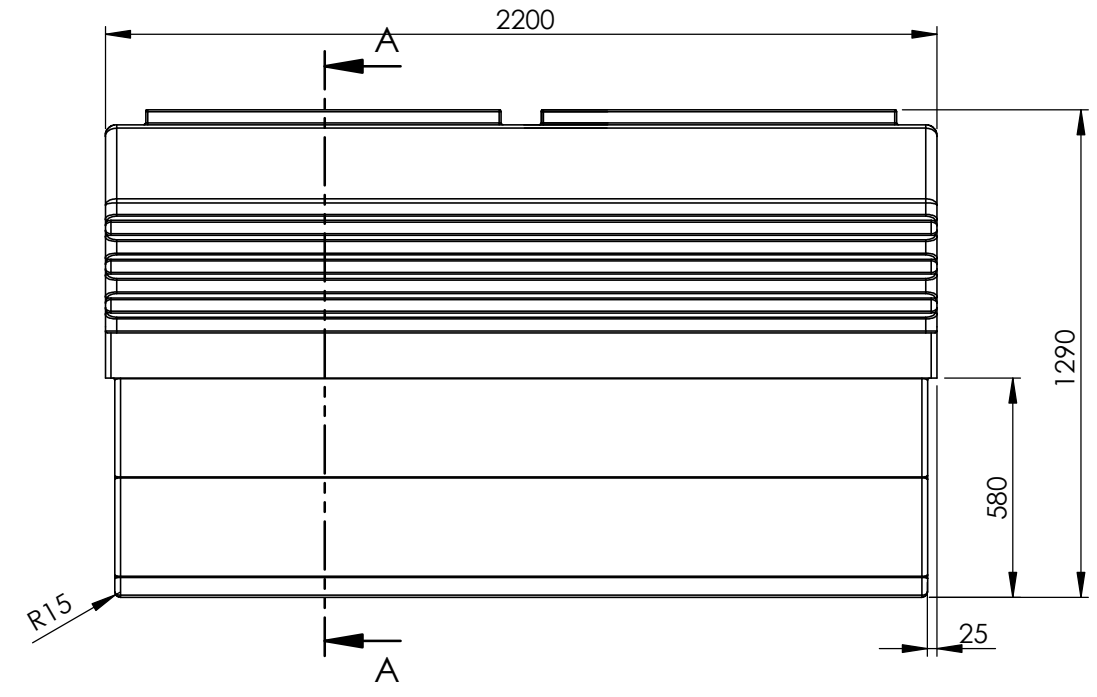
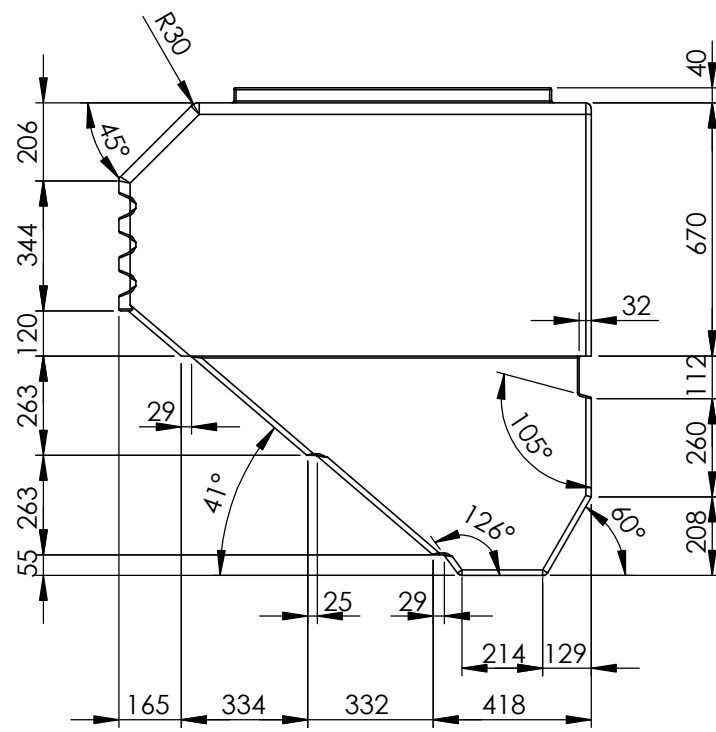
1 F. POZZI

16/8/22

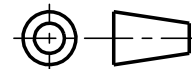
ESCALA: 1:10

TREN RODANTE
ROW CROP

EDR5000-CTO-01-18



- NOTAS:
- 1) Tolerancias generales según DIN 2768.
 - 2) Pieza rotomoldeada - espesor = 8mm
 - 3) El peso indicado corresponde a la piza sin recortes y aberturas.
 - 4) Todos los redondeos no indicados son de radio = 5mm.

1	EDR5000-PZA-01-03	PE Alta densidad	Rotomoldeado	2	95.70
POS	DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	CANT.	PESO [KG]
		Tolva modulo (rotomoldeado)			
HOJA 1 DE 2	REV	DIB	APR	FECHA	
	1	F. POZZI		5/8/22	
		ESCALA: 1:20		EDR5000-PZA-01-03	

