

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DISEÑO DE UNA SEMBRADORA DE DISCO DE TRACCIÓN AUTOMOTRIZ

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECAÁNICA**

STALIN ALEXANDER NARVAEZ TITUAÑA

stalin.narvaez01@epn.edu.ec

BRIAN DAVID VALLES YÁNEZ

brian.valles@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. SANTIAGO ORTIZ

oscar.ortiz02@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. WILSON MORÁN

wilson.moran@epn.edu.ec

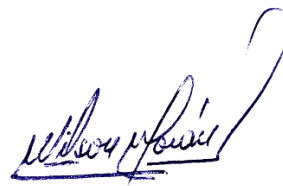
Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Narváez Tituaña Stalin Alexander y Valles Yánez Brian David, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión.

Handwritten signature of Oscar Ortiz in blue ink, with the name 'Oscar Ortiz' written below it.

Ing. Santiago Ortiz
DIRECTOR DEL PROYECTO

Handwritten signature of Wilson Morán in blue ink, with the name 'Wilson Morán' written below it.

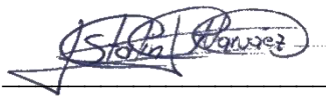
Ing. Wilson Morán
CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Narváez Tituaña Stalin Alexander con CI: 1724198963 y Valles Yánez Brian David con CI: 1722642806, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e innovación - COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociara los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa vigente.



Stalin Alexander Narváez Tituaña

CI: 172419896-3

Teléfono: 0990373820

Correo: stalin.narvaez01@epn.edu.ec



Brian David Valles Yánez

CI: 172264280-6

Teléfono: 0995803312

Correo: brian.valles@epn.edu.ec

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a toda mi familia, en especial a mi esposa y mi hijo que estuvieron junto a mí, durante todo mi periodo de formación, también le dedico a mis padres que gracias a su apoyo moral y económico pude terminar con éxito mi carrera de tecnología.

Les agradezco a todos ellos por cada palabra de aliento que me brindaron.

Stalin Alexander Narváez Tituaña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi esposa y a mi hijo por todo el tiempo que estuvieron junto a mí, dándome fuerza para poder culminar mi carrera.

Agradezco a mi madre y a mi padre por todo el apoyo que me brindaron, por los consejos que me dieron, por la humildad y el espíritu de lucha que me enseñaron.

Agradezco mucho a mi hermana quien me empujó durante toda la carrera para terminarla.

Agradezco a mis tutores de tesis, al ingeniero Santiago Ortiz y al ingeniero Wilson Morán por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.

Stalin Alexander Narváez Tituaña

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a la vida, y a todas las pruebas que puso en mi camino, en cada lágrima de frustración, cada problema que me hizo más fuerte para salir adelante

A mis padres que siempre me apoyaron y confiaron en mí, ellos fueron testigos de mis victorias y de mis derrotas, pero nunca perdieron su fe en mí y en que puedo lograr cada meta que me proponga.

A mis hermanos que siempre fueron mi soporte, a pesar de las peleas siempre me tendieron la mano para salir adelante.

Brian David Valles Yáñez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mi madre y a mi abuela, son mis ángeles, siempre me apoyaron desde cielo, cada vez que sentía que no podría más, ustedes fueron, son y siempre serán mi motivo para seguir.

A mi abuelo por ser mi alegría, por darme su bendición a cada momento, por darme vida con su sonrisa, por apoyarme, por ser mi modelo para seguir, por demostrarme el valor de la vida, el respeto y amor a los animales.

A mi padre que, a pesar de haberse viudo, trabajó día y noche porque a mis hermanos y a mí nunca nos falte los estudios ni un plato de comida en la mesa, por sus regaños que siempre me servían para retomar el camino y no darme por vencido.

A mis amigos que los conocí en la escuela y aún siguen aquí formando parte de mi historia, siendo compañeros de juergas y ratos tristes, grandes consejeros y apoyo incondicional.

A mis compañeros y amigos de la universidad, que en cada uno de los semestres compartieron experiencias, errores, soluciones y en muchos casos fueron un profesor más.

A mis ingenieros que siempre dieron lo mejor de ellos para apoyarnos en nuestra vida profesional y transmitir todo su conocimiento y experiencias con el fin de que alcancemos nuestras metas.

En especial al ingeniero Santiago Ortiz y al ingeniero Wilson Morán, por ser nuestro apoyo en este tema de titulación e impartirnos su conocimiento.

Brian David Valles Yáñez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Fundamentos.....	2
Siembra.....	2
Sembradora.....	6
2. Metodología.....	12
2.1 Técnicas empleadas para el diseño de una sembradora de tracción automotriz.....	12
3. Resultado y Discusión.....	14
3.1 Diseño de una sembradora de tracción automotriz.....	14
Selección del grano	14
Características de siembra del fréjol y el maíz	16
Selección de la sembradora	17
Componentes de la máquina sembradora	17
Requerimientos técnicos y cálculos de las partes de la sembradora.....	18
3.2 Evaluación de las partes de la sembradora utilizando el el Software Inventor.....	51
3.3 Simulación de las partes de la sembradora utilizando Software Inventor.....	65
3.4 Planos de conjunto y detalles	65
3.5 Desarrollo del manual de uso y funcionamiento	66
4. Conclusiones y recomendaciones	69
4.1 Conclusiones	69
4.2 Recomendaciones	70
5. Bibliografía	71
ANEXOS	74
Anexo 1: Estructura de la sembradora	i
Anexo 2: Conjuntos de la sembradora	iii
Anexo 3: Partes de la sembradora.....	iv

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Siembra tipo voleo	3
Figura 1.2 Siembra en líneas o a chorrillo	3
Figura 1.3 Siembra a golpes	3
Figura 1.4 Determinación de inclinación del terreno	4
Figura 1.5 Obra para cosecha de agua	4
Figura 1.6 Terreno con maleza	5
Figura 1.7 Limpieza de terrenos	5
Figura 1.8 Proceso de labranza	6
Figura 1.9 Bastidor de sembradora	7
Figura 1.10 Tolva de granos	7
Figura 1.11 Dosificador de plato horizontal	8
Figura 1.12 Dosificador de plato inclinado	8
Figura 1.13 Dosificador de plato vertical	8
Figura 1.14 Tubo de caída del grano	9
Figura 1.15 Fijación de los órganos de enterrado	9
Figura 1.16 Surcador tipo reja	10
Figura 1.17 Surcador de disco simple	10
Figura 1.18 Surcador de disco doble	11
Figura 2.1 Esquema de la metodología usada para el proyecto.....	13
Figura 3.1 Porcentaje de producción interna agrícola de cultivos transitorios	14
Figura 3.2 Porcentaje de producción interna de maíz a nivel nacional	15
Figura 3.3 Porcentaje de producción interna de fréjol a nivel nacional	15
Figura 3.4 Esquema grafico de la sembradora	18
Figura 3.5 Distribución entre granos e hileras.....	19
Figura 3.6 Vista frontal de la tolva	20

Figura 3.7 Vista superior de la tolva	21
Figura 3.8 Vista inferior de la tolva	21
Figura 3.9 Vista de la rueda	24
Figura 3.10 Vista de la rueda en 3D	25
Figura 3.11 Vista del dosificador	25
Figura 3.12 Vista en 3D del dosificador	25
Figura 3.13 Vistas de la base del sistema de dosificación	28
Figura 3.14 Vista en 3D de la base del sistema de dosificación	28
Figura 3.15 Vista del surcador frontal	29
Figura 3.16 Vista 3D del surcador frontal	29
Figura 3.17 diagrama de fuerzas del surcado frontal	31
Figura 3.18 Vista del surcador posterior	32
Figura 3.19 Vista 3D del surcador posterior	32
Figura 3.20 Vista del árbol del dosificador	36
Figura 3.21 Vista 3D del árbol del dosificador	36
Figura 3.22 Vista frontal árbol de la rueda	38
Figura 3.23 Diámetros de árbol de la rueda	38
Figura 3.24 Vista 3D del árbol de la rueda	38
Figura 3.25 Árbol de transmisión	39
Figura 3.26 Diagrama de cuerpo libre del árbol del dosificador.....	39
Figura 3.27 Diagrama de fuerza cortante del árbol del dosificador	41
Figura 3.28 Diagrama del momento flector del árbol del dosificador	42
Figura 3.29 Diagrama de cuerpo libre del árbol de la rueda	42
Figura 3.30 Diagrama de fuerza cortante del árbol de la rueda	44
Figura 3.31 Diagrama del momento flector del árbol de la rueda	45
Figura 3.32 Librería de inventor para rodamiento	45

Figura 3.33 Rodamiento de árbol de la rueda	46
Figura 3.34 Rodamiento de árbol del dosificador	46
Figura 3.35 Sistema de transmisión	47
Figura 3.36 Pernos estructurales	47
Figura 3.37 Base del árbol del dosificador	48
Figura 3.38 Base del árbol del dosificador 3D	48
Figura 3.39 Base de la tolva	48
Figura 3.40 Vista en 3D de la base de la tolva	49
Figura 3.41 Vista de la base de la rueda	49
Figura 3.42 Vista en 3D del tubo de caída del grano	50
Figura 3.43 Vista con medidas del bastidor	50
Figura 3.44 Vista 3D del bastidor	50
Figura 3.45 Sembradora vista en 3D	51
Figura 3.46 Análisis de presión de la tolva	52
Figura 3.47 Análisis de Desplazamiento de la tolva	52
Figura 3.48 Análisis de presión del dosificador	53
Figura 3.49 Análisis del desplazamiento del dosificador	54
Figura 3.50 Análisis de la presión ejercida en la base de la tolva	55
Figura 3.51 Análisis del desplazamiento ejercida en la base de la tolva	55
Figura 3.52 Análisis de presiones del árbol del dosificador	56
Figura 3.53 Análisis de desplazamiento del árbol del dosificador	57
Figura 3.54 Análisis de presión del árbol de la rueda	58
Figura 3.55 Análisis del desplazamiento del árbol de la rueda	58
Figura 3.56 Análisis de la presión ejercida sobre el surcador frontal	59
Figura 3.57 Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el surcador frontal.....	59
Figura 3.58 Análisis de la presión ejercida sobre el surcador posterior	60

Figura 3.59	Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el surcador posterior.....	61
Figura 3.60	Análisis de la presión ejercida sobre la base del sistema de dosificación..	62
Figura 3.61	Análisis de la base del sistema de dosificación	62
Figura 3.62	Análisis de presión de la base del árbol del dosificador	63
Figura 3.63	Análisis del desplazamiento de la base del árbol del dosificador	63
Figura 3.64	Análisis de la presión sobre el bastidor	64
Figura 3.65	Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el bastidor	64
Figura 3.66	Código QR de la simulación del ensamblaje de la sembradora.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Comparación de características de siembra en el fréjol y el maíz	16
Tabla 3.2 Partes que conforman la sembradora	18
Tabla 3.3 Datos para el cálculo de granos para 1 hectárea	19
Tabla 3.4 Propiedades del material de construcción de la tolva	51
Tabla 3.5 Resumen de análisis de la tolva	52
Tabla 3.6 Propiedades del material de construcción del dosificador	53
Tabla 3.7 Resultado final del análisis de presión del dosificador	54
Tabla 3.8 Propiedades del material de construcción de la tolva	54
Tabla 3.9 Resultado final del análisis de presión de la base de la tolva	55
Tabla 3.10 Propiedades del material de construcción del árbol del dosificador	56
Tabla 3.11 Resultados finales de la presión del árbol del dosificador	57
Tabla 3.12 Resultado final del análisis de presiones del árbol del dosificador	58
Tabla 3.13 Resultado final del análisis de presiones del surcador para abrir zanjas ..	60
Tabla 3.14 Resultado final del análisis de presión del surcadora posterior	61
Tabla 3.15 Resultado final del análisis de presión de la base del sistema de dosificación	62
Tabla 3.16 Resultado final del análisis de presión de la base del árbol del dosificador	64
Tabla 3.17 Resultado final del análisis de presión del bastidor	65

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 3.1 Área superior de la tolva_.....	22
Ecuación 3.2 Área inferior de la tolva	22
Ecuación 3.3 Volumen interior de la tolva	23
Ecuación 3.4 Cálculo de alveolos del dosificador	26
Ecuación 3.5 Velocidad angular de la rueda	26
Ecuación 3.6 Revoluciones por minuto de la rueda	27
Ecuación 3.7 Número de vueltas de una rueda	27
Ecuación 3.8 Tiempo de siembra de una hilera	29
Ecuación 3.9 Potencia del tractor	30
Ecuación 3.10 Trabajo del tractor	30
Ecuación 3.11 Fuerza normal en el surcado	31
Ecuación 3.12 Volumen del dosificador.....	33
Ecuación 3.13 Volumen de un alveolo	33
Ecuación 3.14 Volumen del centro del dosificador	34
Ecuación 3.15 Masa del dosificador	34
Ecuación 3.16 Fuerza total sobre el árbol del dosificador	35
Ecuación 3.17 Presión sobre el árbol del dosificador	35
Ecuación 3.18 Volumen de la rueda.....	36
Ecuación 3.19 Volumen del centro de la rueda.....	37
Ecuación 3.20 Volumen de los perfiles de la rueda.....	37
Ecuación 3.21 Volumen real de la rueda.....	37
Ecuación 3.22 Masa de la rueda.....	38
Ecuación 3.23 Sumatoria de fuerzas en Y del árbol del dosificador.....	40
Ecuación 3.24 Sumatoria del momentos en el punto A del árbol del dosificador.....	40
Ecuación 3.25 Sumatoria de fuerzas en Y del árbol de la rueda.....	43
Ecuación 3.26 Sumatoria del momento en el punto A del árbol de la rueda.....	43

RESUMEN

El presente trabajo de titulación presenta el diseño y la simulación de una sembradora de disco de tracción motriz, este proyecto se realizó utilizando el software Inventor de Autodesk para el diseño, ensamblaje y simulación.

Se diseñó la sembradora de tracción motriz tomando referencias de libros, tesis y proyectos anteriores, para lograr un modelo sencillo y amigable con los agricultores.

Se dimensionó la tolva a partir del cálculo que se realizó de la cantidad de granos con la que se llenará la tolva, utilizando valores que determinan la siembra de los granos tales como el área de una hectárea $10.000 (m)^2$, la distancia de separación entre hileras $0.8 (m)$, la distancia entre grano sembrado $0.15 (m)$, donde se obtuvo un resultado de 62.500 granos necesarios para completar el proceso de siembra de 1 hectárea.

Se determinó la cantidad de vueltas que realiza la rueda en un metro lineal, que se utilizó para el cálculo de transferencia de movimiento desde la rueda hasta el dosificador dando como resultado 1 vuelta en 1 metro lineal, se realizó el cálculo de alveolos en donde se obtuvo un resultado de 6 alveolos en el dosificador, se comprobó que de esta forma se obtiene una distancia de siembra de $0.15 (m)$ entre granos.

Se calculó la fuerza de corte del suelo tipo franco $362.2 (N)$ y la fuerza de arrastre del tractor de la marca Johny Deere modelo 5036c $12.025,25 (N)$, que se utilizaron para el diseño de los surcadores tanto frontal como posterior.

PALABRAS CLAVE: Inventor, sembradora, tensión.

ABSTRACT

The present title work presents the design and simulation of a motor drive disc planter, this project was carried out using Autodesk's Inventor software for design, assembly and simulation.

The motor drive planter was designed taking references from previous books, theses and projects, to achieve a simple and farmer-friendly model.

The hopper was sized from the calculation that was made of the amount of grains with which the hopper will be filled, using values that determine the sowing of the grains such as the area of a hectare $10.000 (m)^2$, the separation distance between rows 0,8 (m), the distance between sown grain 0,15 (m), where a result of 62.500 grains needed to complete the sowing process of 1 hectare was obtained.

The number of turns made by the wheel in a linear meter was determined, which was used to calculate the transfer of movement from the wheel to the dispenser, resulting in 1 turn in 1 linear meter, the calculation of alveoli was carried out where obtained a result of 6 alveoli in the dispenser, it was found that in this way a sowing distance of 0,15 (m) between grains is obtained.

The cutting force of the soil type loam 362,2 (N) and the pulling force of the tractor of the Johny Deere brand model 5036c 12.025,25 (N) were calculated, which were used for the design of the front and rear furrowers.

KEYWORDS: Inventor, seeder, tension.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, se cuenta con la materia de Dibujo Mecánico Asistido Por Computador (TEMR114) y Procesos De Manufactura (TEMR114), asignaturas que ayudan a los estudiantes de la carrera de Electromecánica a realizar diseños de piezas que formarán parte de máquinas o plantas automatizadas que servirán para el bien común de la industria del país.

Edgar Salazar (2010) afirma que “El tecnólogo debe poseer una sólida formación académica, humanística, conceptual y práctica, en el manejo y supervisión de equipos industriales procurando aportar en el desarrollo del país”. Dentro de las habilidades prácticas que debe desarrollar el futuro tecnólogo está el uso de software, en este caso a través del programa Inventor, se realizará el diseño, simulación y elaboración de planos para una máquina sembradora de disco. [1]

En el ámbito agrícola se determinó que existen métodos de siembra poco eficientes, debido a esto se planteó el diseño de una máquina sembradora de disco la cual entre otras ventajas elimina la necesidad de arar el terreno antes de la siembra contribuyendo de esta manera a la protección del suelo y sus nutrientes. Con un disco para la aplicación y uso de granos secos. [2]

El estudio de distintos programas orientados al dibujo técnico tiene un amplio campo ocupacional en la industria debido a su alto índice de aplicación en la misma, permite desarrollar procesos industriales manuales y automatizados; por tal razón es muy importante para el tecnólogo en Electromecánica, ya que deben estar en capacidad de diseñar y fabricar partes mecánicas que en un futuro serán implementadas en máquinas que aporten a la sociedad, de tal forma que puedan desempeñar su trabajo con responsabilidad y ética profesional. [3]

El perfil profesional que plantea la ESFOT de la EPN es un tecnólogo electromecánico que debe contar con las capacidades necesarias para: crear, instalar, adaptar, operar y dar mantenimiento a sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos, neumáticos y el conjunto de ellos, de igual manera debe gestionar recursos económicos y humanos mediante la aplicación de conocimientos, técnicas y procedimientos actualizados para la resolución de problemas en áreas de su competencia. [3]

El propósito de este proyecto es impulsar el desarrollo de la industria agrícola del país diseñando nuevos métodos de siembra, dejando atrás los métodos tradicionales, para

que los campesinos tengan una mayor oportunidad de mejorar la producción con menor tiempo de siembra y con una mayor eficiencia del uso de granos.

1.1 Objetivo general

Diseñar una sembradora de disco de tracción automotriz.

1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar los requerimientos técnicos necesarios para el dimensionamiento de la sembradora de disco de tracción automotriz.
2. Diseñar las partes de la sembradora utilizando el software Inventor según los requerimientos establecidos.
3. Realizar la simulación de los componentes de la máquina sembradora.
4. Elaborar los planos de conjunto y despiece de la sembradora.
5. Desarrollar el manual de uso y funcionamiento de la sembradora.

1.3 Fundamentos

Siembra

El uso de los suelos previamente preparados para la colocación de granos con el fin de facilitar las condiciones de crecimiento de la planta.

La siembra directa

Este método de siembra es el que se lo realiza directamente en los lugares de la estadía final de la planta, para este método de siembra se tiene algunos tipos de sembrado, los cuales están dados según algunos aspectos de las granos que se deben tomar en cuenta, como el tamaño del grano, tamaño de la planta, tipo de fruta de la planta, condiciones térmicas de la grano, de acuerdo con estos aspectos se tiene [4]:

- Sembrado a voleo
- Sembrado en líneas o a chorrillo
- Sembrado a golpes

Sembrado a voleo

Es un método de distribución al azar de las granos sobre toda la superficie del terreno, este tipo siembra requiere de una gran cantidad de granos.



Figura 1.1 Siembra Tipo Voleo [5]

Sembrado en líneas o a chorrillo

Distribución aleatoria de las granos a lo largo del surco, cubriéndolas para dar líneas definitivas en cada hilera.



Figura 1.2 Siembra en líneas o a chorrillo [5]

Sembrado a golpes

Distribución individual o en grupo de granos dentro del surco en una distancia definida a lo largo de la hilera.



Figura 1.3 Siembra de Golpe [5]

Selección del terreno

Antes de iniciar la siembra de un terreno se deben tomar en cuenta varios aspectos que debe cumplir para posteriormente obtener un cultivo deseable, estos aspectos son [6]:

- La pendiente del terreno
- Acceso al agua
- Vegetación del terreno

La pendiente del terreno

La pendiente del terreno debe tener una ligera inclinación menor a los 20° , de esta manera se asegura de que no exista encharcamiento de agua y se obtiene una distribución apropiada de los nutrientes del agua en todo el cultivo.



Figura 1.4 Determinación de inclinación del terreno [7]

Acceso al agua

Los suministros de agua deben estar próximos a los sembríos de tal manera que se pueda obtener un sistema de riego eficiente sin la necesidad de utilizar bombas de agua.



Figura 1.5 Obra de agua para cosecha [6]

Vegetación del terreno

Se debe determinar la vegetación existente y los cultivos anteriores que se dieron en la parcela, esto puede ser un indicativo al éxito en el futuro del sembrío.



Figura 1.6 Terreno con maleza [6]

Preparación del suelo

La preparación se realiza para proveer las condiciones adecuadas para una buena germinación de los granos y obtener una excelente producción, las labores para la preparación son [6]:

- Limpieza del terreno
- Labranza

Limpieza del terreno

Esta labor consiste en limpiar toda la maleza existente en el terreno, para posteriormente exponer el terreno a los rayos del sol para la desinfección de enfermedades y plagas.



Figura 1.7 Limpieza de terrenos [8]

Labranza

Permite romper la parte compacta del terreno y darle mayor soltura para un mejor crecimiento de las raíces, este proceso se lo realiza utilizando animales o maquinaria.



Figura 1.8 Proceso de labranza [9]

Sembradora

Esta máquina agrícola permite la siembra regular sobre una superficie de tierra y a una profundidad uniforme en un menor tiempo, evita que los agricultores trabajen directamente en el campo y se abstengan de sufrir enfermedades. [10]

Principios de funcionamiento de la sembradora

Los granos colocados en los depósitos, caen hacia el sistema de distribución, el cual deja caer los granos según la distancia requerida dentro de un surco junto al fertilizante; posteriormente el surco será tapado con una capa ligera de tierra para la germinación del grano.[10]

Partes de la sembradora

El funcionamiento de la sembradora esta provisto de conjuntos de elementos que trabajan entre sí para cuidar el bienestar de los granos durante todo el proceso de sembrado, a continuación, será explicado cada parte y la función que cumplen para garantizar una siembra exitosa.

Bastidor

Es la estructura metálica de la sembradora, se encuentra constituido por barras las cuales soporta los cuerpos de siembra, puede ser transportado manualmente o utilizando un vehículo agrícola.[10]

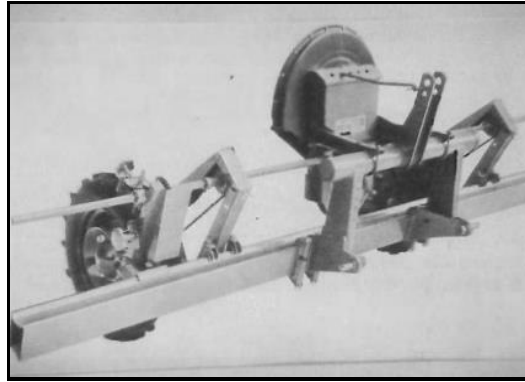


Figura 1.9 Bastidor de sembradora [10]

Tolva

Es el depósito que contiene los granos o el fertilizante durante la siembra, la tolva puede ser común para cada línea de siembra o independiente para cada una.

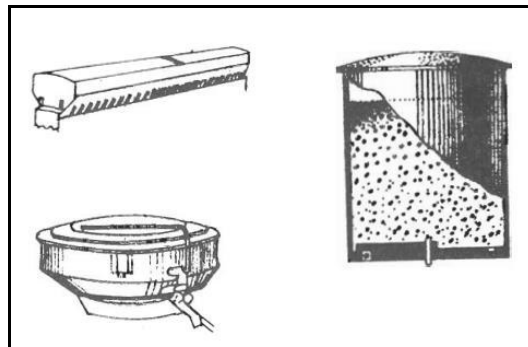


Figura 1.10 Tolva de granos [10]

Dosificador

Lleva a cabo la siembra de forma eficiente, el dosificador distribuye y deposita los granos dentro de un surco, la distancia entre granos esta dado de acuerdo con el tipo de siembra que se requiera realizar, a continuación, los principales dosificadores mecánicos para realizar la siembra de precisión. [11]

- Dosificador de plato Horizontal
- Dosificador de plato inclinado
- Dosificador de plato vertical

Dosificador de plato horizontal

El disco tendrá un movimiento horizontal en el cual los granos son trasportados por los alveolos, desde la tolva de granos hacia el exterior en donde por medio de caída libre llegan a surco.[12]



Figura 1.11 Dosificador de plato horizontal [12]

Dosificador de plato inclinado

El disco tendrá una posición oblicua en la parte lateral de la tolva de donde recoge el grano de la parte baja de la tolva, llevándolo hasta la parte superior en donde son descargados hacia el exterior.[12]



Figura 1.12 Dosificador de plato inclinado [12]

Dosificador de plato vertical

Estos discos son los de mayor ventaja, ya que distribuye el grano muy cerca al suelo sin procesos de caída libre, son de gran precisión ya que no se presentan desviaciones entre granos en el punto final de siembra.[12]

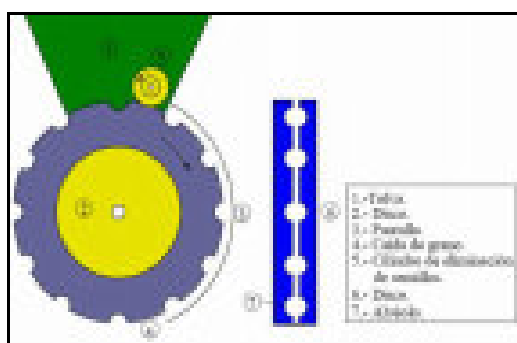


Figura 1.13 Dosificador de plato vertical [12]

Órganos de enterrado

Cumplen con la labor de enterrar el grano dentro de surco para su posterior germinación, los órganos de enterrado constan de:

- Tubos de caída del grano
- Fijación de los órganos de enterrado
- Surcadores

Tubos de caída del grano

Los tubos tienen por misión llevar el grano que sale del dosificador hasta el surco, la longitud del tubo depende de las características de diseño de la máquina, así como las características del terreno de la siembra.

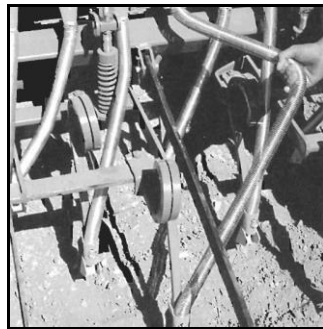


Figura 1.14 Tubo de caída del grano [10]

Fijación de los órganos de enterrado

Es un procedimiento por el cual los elementos de enterrado se fijan al bastidor de la sembradora con tuercas y pasadores, de tal forma que puedan tener un movimiento vertical y evitar movimientos horizontales, este sistema de fijación debe permitir a los órganos adaptarse a las desigualdades del terreno.



Figura 1.15 Fijación de los órganos de enterrado [10]

Surcadores

Trabajan abriendo pequeños surcos en la tierra para que posteriormente el grano que baja por el tubo de caída se deposite dentro del surco para su germinación, se clasifican según la forma de la siguiente manera:

- Surcadora de reja
- Surcadora de disco simple
- Surcadora de disco doble

Surcadora de reja

Está constituida de piezas perfiladas de acero o hierro, se adapta fácilmente a cualquier tipo de tierra, para su fabricación el material debe tener resistencia a las tierras abrasivas.



Figura 1.16 Surcador tipo reja [10]

Surcadora de disco simple

Son ligeramente curvos hacia el centro, presentan ventajas de corte hacia la tierra, ya que cuentan con pequeñas gradas en todo el perímetro del surcador.



Figura 1.17 Surcador de disco simple [10]

Surcadoras de disco doble

Son dos discos los cuales se juntan en su parte delantera ayudando al grano a que caiga entre ellos hacia el surco, sirven para suelos no preparados y su desgaste es lento, no necesitan de una fuerza de tracción elevada.

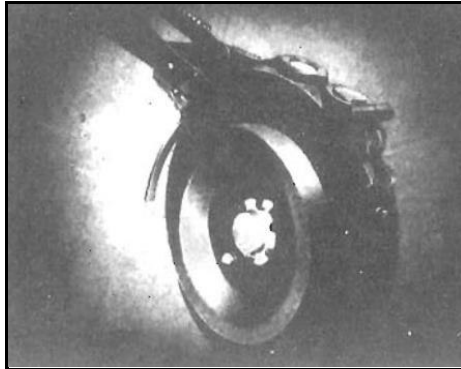


Figura 1.18 Surcadora de disco doble [10]

2. METODOLOGÍA

2.1 Técnicas empleadas para el diseño de una sembradora de tracción automotriz.

El diseño de la sembradora de tracción automotriz se realizó a partir de una investigación proyectiva, la cual permite dar la solución de un problema existente mediante el planteamiento de un modelo o proyecto, para satisfacer las necesidades de tecnificación en la agricultura, a partir de un prototipo de sembradora de disco, se busca que los campesinos mejoren el rendimiento de la siembra de algunos granos secos.

Primero, se realizó una investigación mediante manuales, libros, tesis y catálogos referentes a las sembradoras que existen en el mercado, de esta forma se seleccionó el modelo de siembra por golpe monograno, de acuerdo con las necesidades para la siembra de algunos granos secos, el resultado de esta investigación se aplicó para el diseño de la máquina sembradora.

Segundo, a partir del modelo de sembradora seleccionado se procedió a realizar los estudios técnicos necesarios para la selección de los componentes que se utilizaron en la sembradora por siembra de golpe monograno, aquí se realizó; el cálculo de fuerzas, cálculo de presión, funcionamiento de la máquina y selección de materiales adecuado para el diseño.

Una vez obtenidos los requerimientos técnicos necesarios y seleccionados los componentes, se realizó un primer bosquejo manual de la sembradora que posteriormente se hizo el diseño de cada componente de la sembradora en el software de diseño y simulación Inventor.

A continuación, se procedió a unir cada una de las partes de la sembradora, posteriormente se realizó el análisis de fuerzas y presiones sobre las partes que tienen mayor esfuerzo al soportar el peso de los demás elementos.

Finalmente se realizó la simulación del ensamblaje de la sembradora y los planos de las partes de la sembradora en el software Inventor.

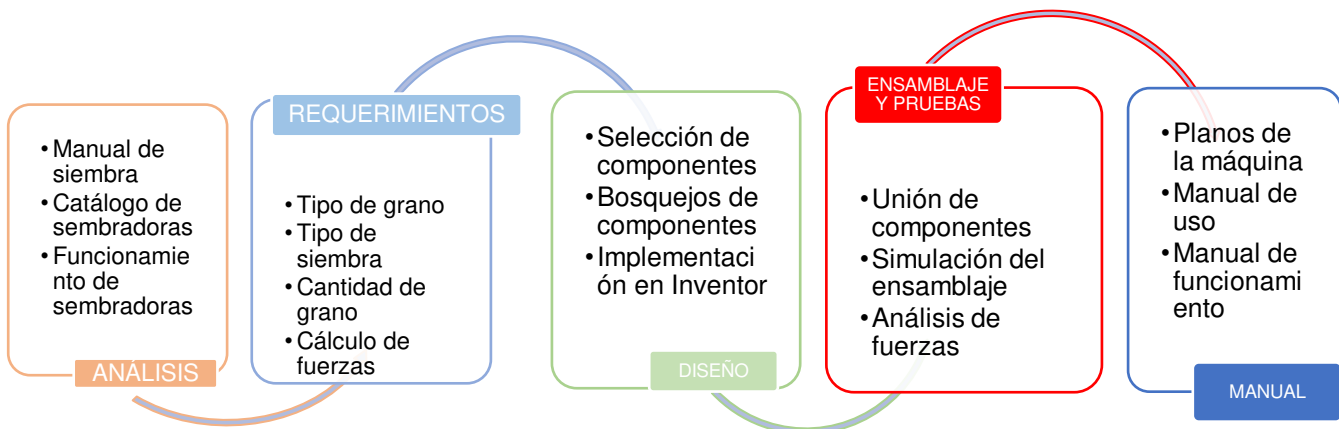


Figura 2.1 Esquema de la metodología usada para el proyecto

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 Diseño de una sembradora de tracción automotriz

El bosquejo de la sembradora se lo realizó con base en la selección del tipo de grano seco de acuerdo con su tamaño, volumen y peso, además las partes de la sembradora fueron seleccionadas de acuerdo con el tipo de terreno, el peso que va a soportar la sembradora y al tipo de siembra que se va a realizar, el diseño de la sembradora se lo realizó en el software de Autodesk “Inventor”.

Selección del grano

La selección del grano para realizar el diseño de la sembradora se dio con base en informes del sector agrícola del Ecuador [13][14], en donde se decidió trabajar con el grano del maíz, debido al alto impacto económico que tiene este para los agricultores del Ecuador y el grano del frejol, debido a que se encuentra dentro de los cultivos transitorios más sembrados en el Ecuador y a las características similares de siembra con el maíz.

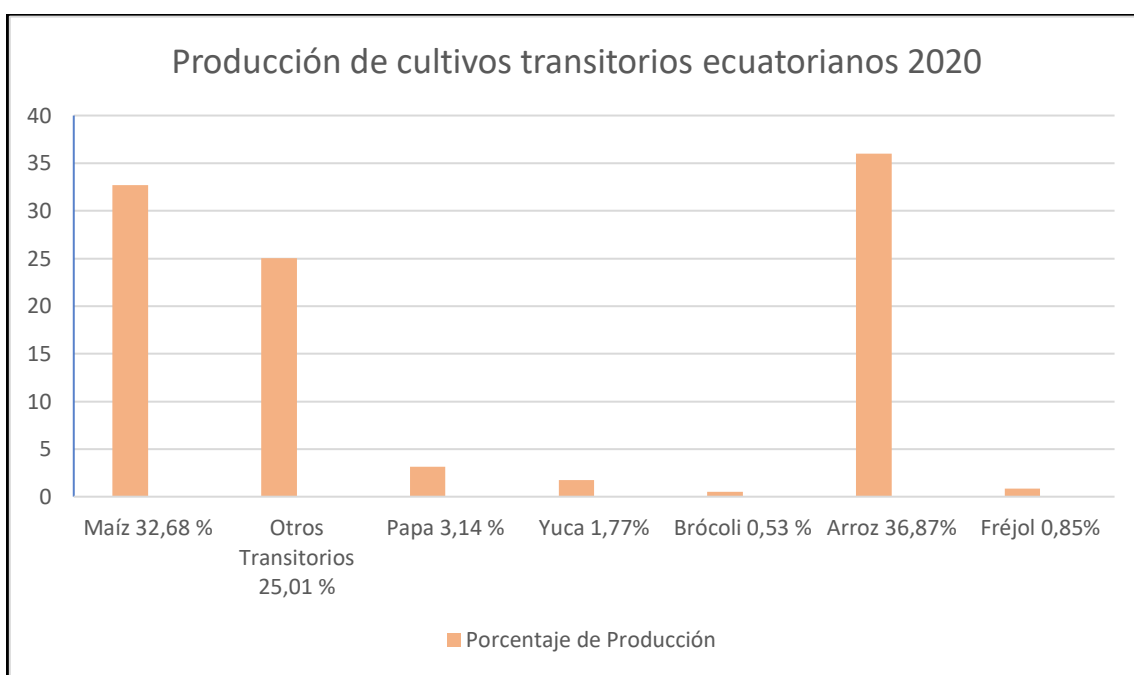


Figura 3.1 Porcentaje de producción interna agrícola de cultivos transitorios [12]



Figura 3.2 Porcentaje de producción interna de maíz a nivel nacional [12]

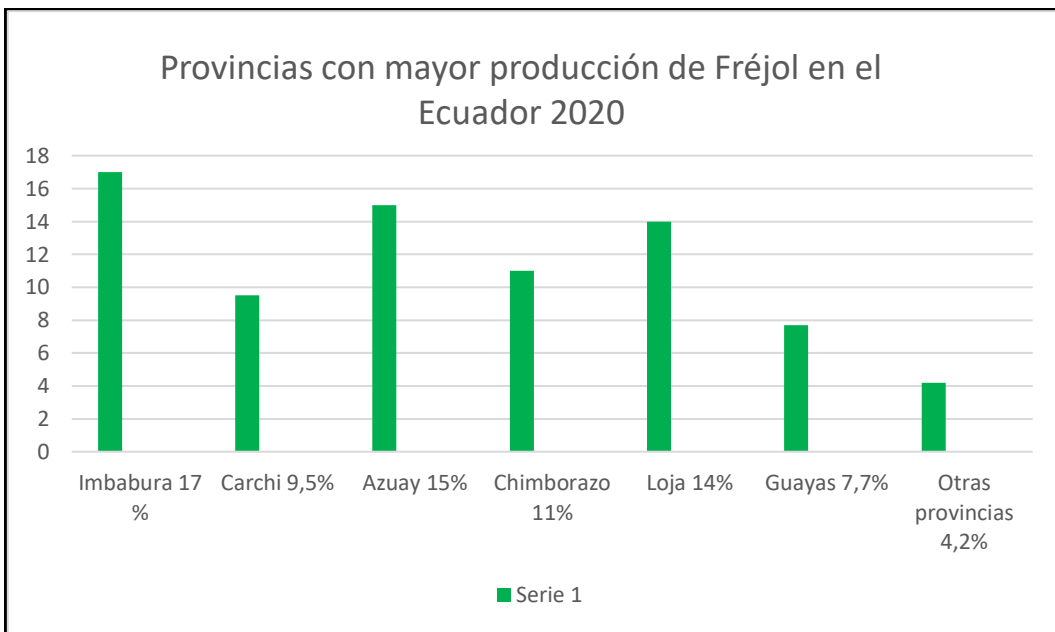


Figura 3.3 Porcentaje de producción interna de fréjol a nivel nacional [13]

En la figura 3.1, se observa, que el maíz representa el 32,68% de la producción interna agrícola del Ecuador siendo superado solo por el arroz en lo que respecta a cultivos transitorios, mientras que el fréjol cuenta con un 0.85% de la producción interna siendo la región sierra en donde más se produce.

La figura 3.2, muestra que la producción interna del maíz a nivel nacional, siendo más influyente en la región costa del Ecuador, los agricultores optan por la siembra del maíz

dado la acogida que tiene para el consumo tanto por la población humana como para la crianza de animales.

Finalmente, la figura 3.3, muestra que las provincias con mayor acogida a este tipo de grano, el fréjol es uno de los productos más cultivados en la sierra ecuatoriana, el cual es un producto muy importante tanto para la agroindustria como para la exportación, debido a su alto contenido de proteínas y vitaminas, resultando en un grano muy atractivo para los agricultores.

Características de siembra del fréjol y el maíz

En la tabla 3.1 , se observa las características más importantes para la siembra de los granos de maíz y de fréjol, para poder obtener una producción óptima de estos productos.

Tabla 3.1 Comparación de características de siembra en el fréjol y el maíz [16][13]

Características	Fréjol	Maíz
Precipitación	500 a 900 ((mm)/año)	550 a 1500 ((mm)/año)
Temperatura	12 a 25 °C	10 a 30 °C
Altitud	1000 a 2500 msnm	45 a 3000 msnm
Suelo	Franco o arenoso	Franco
Tipo de siembra	Siembra a golpe individual	Siembra a golpe individual
Tamaño del grano	1,60 x 1 x 0,6 (cm)	1,5 x 0,8 x 0,5 (cm)
Peso del grano	0,655 (g)	0,225 (g)
Profundidad de siembra	3 a 4,5 (cm)	3 a 4,8 (cm)
Distancia entre granos	14>distancia<30 (cm)	11>distancia<25 (cm)

Según la página oficial de INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), Jaime Malla en su trabajo de “Evaluación del Rendimiento del Fréjol “Y Emilio Basantes en su trabajo “Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador”[13], se llenó la tabla 3.1 con las características de los granos del maíz y del fréjol, algunas condiciones para su siembra. Tomando en cuenta los datos proporcionados por la tabla 3.1, se examina las similitudes que se presentan para realizar el cultivo de estos granos, lo que significa que la sembradora es óptima para realizar la siembra de cualquiera de los 2 granos, teniendo en cuenta los factores más importantes para el diseño que son el tamaño del grano, tipo de siembra, la profundidad de siembra, y el tipo de suelo.

Selección de la sembradora

Para la selección de la sembradora se debe tener en cuenta las características de siembra mostradas en la tabla 3.1, las características más importantes para diseñar una sembradora son:

Según el tipo de siembra

Como se mira en el apartado 1.3 se cuenta con 3 tipos de siembra, dadas las características de la siembra del maíz y del fréjol, se debe optar por una sembradora de tipo golpe monograno, ya que esta sembradora ofrece los siguientes beneficios:

- Siembra de granos individuales
- Distancia de siembra determinada
- Mayor facilidad para la recolección
- Profundidad de siembra uniforme

La clave para la obtención de los beneficios antes mencionados es tener un buen sistema de distribución de granos que sea capaz de realizar la siembra requerida, un grano tras otro a una misma distancia y profundidad.

Componentes de la máquina sembradora

A continuación, en la tabla 3.2, se observa de una forma definida las partes con las cuales va a estar conformada la máquina sembradora.

Tabla 3.2 Partes que conforman la sembradora

Elemento	Explicación
Bastidor	Esqueleto de la sembradora en el cual se fijan los demás componentes.
Tolva	Recipiente de almacenamiento del grano.
Dosificador	Sistema de distribución del grano, va en conjunto con la tolva.
Surcadora frontal	Elemento que abre una zanja en la tierra para el depósito del grano.
Surcadora posterior	Elemento que cubre el surco con tierra posterior al depósito del grano.
Rueda	Elemento giratorio que ayuda con el movimiento del dosificador.

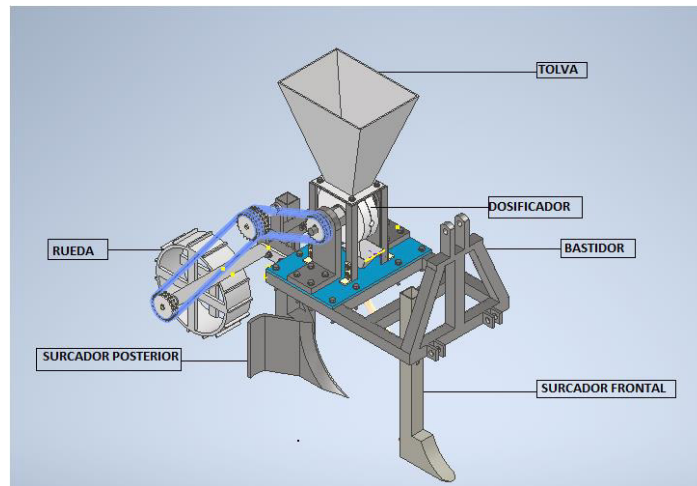


Figura 3.4 Esquema gráfico de la sembradora

Requerimientos técnicos y cálculos de las partes de la sembradora

Para determinar los parámetros según el objetivo 1, se debe tomar en cuenta que la sembradora será de tracción automotriz para lo cual se consideró los siguientes aspectos:

- Dimensión y peso de los elementos
- Peso total de la sembradora
- Fuerza de arrastre del tractor

Tolva

Como se mencionó en la tabla 3.2, la tolva es el recipiente donde se realiza el almacenamiento del grano, el cual trabaja en conjunto con el dosificador para obtener una siembra uniforme, la tolva debe tener los siguientes requerimientos:

- El material de la tolva debe ser antibacteriano
- El material debe presentar resistencia a la fricción del grano
- La tolva debe soportar el peso de diseño
- La tolva debe contar con facilidad de montaje y desmontaje para realizar el mantenimiento adecuado
- El diseño estructural de la tolva debe presentar una ligera inclinación para que el dosificador pueda recoger el grano de forma constante.

Para el diseño de la tolva se inició con el cálculo de la cantidad de granos que se deben emplear en una hectárea de terreno según los datos expuestos en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Datos para el cálculo de granos para 1 hectárea

Datos de siembra	
Área de 1 Hectárea	10.000 (m^2)
Distancia entre hileras	0,80 (m)
Distancia de siembra entre granos	0,158 (m)

Con la información proporcionada por la tabla 3.3 se puede realizar el cálculo de la cantidad de granos usadas en una hectárea, la distribución se observa en la figura 3.5 .

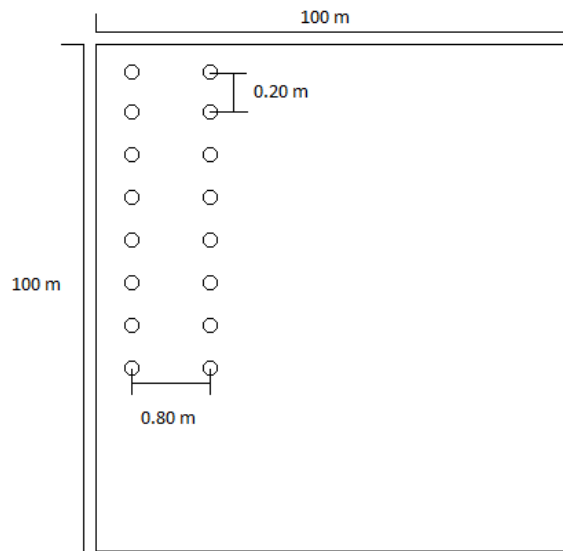


Figura 3.5 Distribución entre granos e hileras

Para el cálculo de la cantidad de granos por hilera se tiene:

Largo del terreno \div distancia entre granos = número de granos

$$100 (m) \div 0,20 (m) = 500 \text{ granos por hilera}$$

Para el cálculo de la cantidad de hileras por hectárea se tiene:

Ancho del terreno \div distancia entre hileras = número de hileras

$$100 (m) \div 0,80 (m) = 125 \text{ hileras}$$

Para calcular la cantidad de granos por hectárea se debe multiplicar la cantidad de granos por la cantidad de hileras.

$$500 \text{ granos} \times 125 \text{ hileras} = 62.500 \text{ granos}$$

Para el cálculo del peso de las granos de maíz y fréjol se tienen los datos de la tabla 3.2 en donde:

$$1 \text{ semilla de maíz} = 0,225 \text{ (g)}$$

$$62.500 \text{ granos de maíz} = 14,062 \text{ (Kg)}$$

$$14.062 \text{ (Kg) de maíz} = 1 \text{ Hectárea}$$

$$1 \text{ semilla de fréjol} = 0,620 \text{ (g)}$$

$$62.500 \text{ granos de fréjol} = 37,750 \text{ (Kg)}$$

$$37,750 \text{ (Kg) de fréjol} = 1 \text{ Hectárea}$$

Con esto se obtuvo que se necesita de 62.500 granos para realizar el cultivo en un terreno de aproximadamente 1 hectárea. A continuación, se realizó el diseño de la tolva con las medidas necesarias que permiten cumplir con el cultivo para una hectárea.

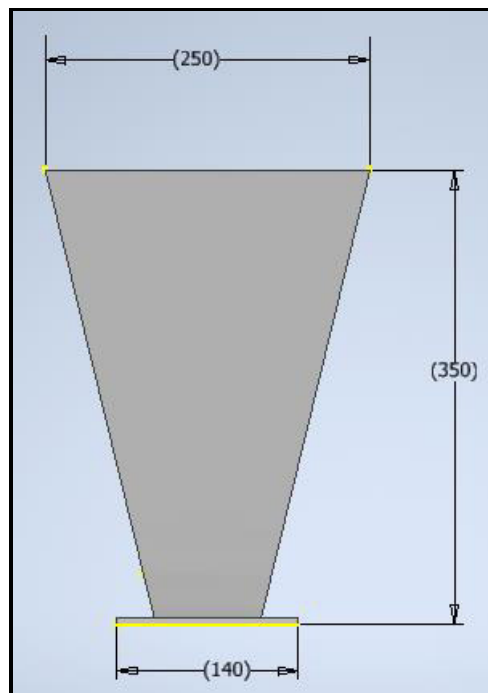


Figura 3.6 Vista frontal de la tolva

En la vista frontal, como se muestra en la figura 3.6 se tiene las siguientes medidas:

- Altura = 350 (mm)
- Ancho base superior = 250 (mm)
- Ancho base inferior = 140 (mm)

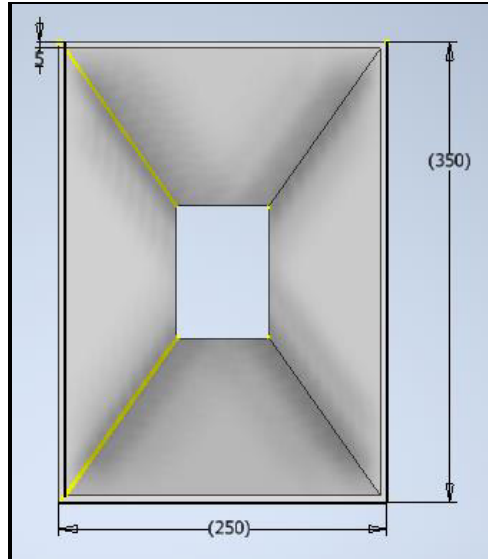


Figura 3.7 Vista superior de la tolva

En la vista superior como se muestra en la figura 3.7 se tiene las siguientes medidas:

- Ancho base superior 250 (mm)
- Largo base superior 350 (mm)
- Espesor de la tolva 5 (mm)

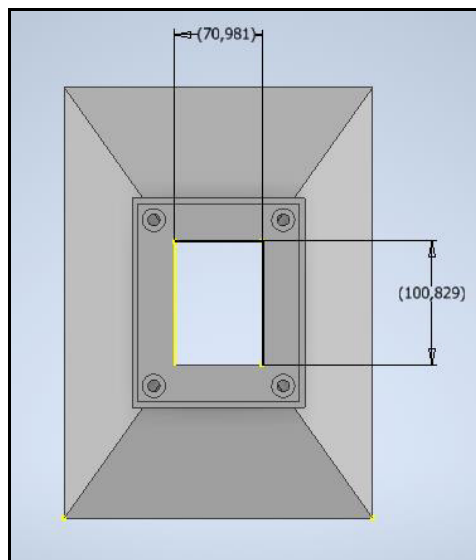


Figura 3.8 Vista inferior de la tolva

En la vista inferior como se muestra en la figura 3.8 se tiene las siguientes medidas:

Largo base interior inferior = 100,829 (mm)

Ancho base interior inferior = 70,981 (mm)

Según las medidas de la tolva se puede obtener el volumen total aplicando la ecuación para cálculo de volúmenes de tolvas.

Cálculo del área superior.

$$A_1 = B_1 * L_1$$

Ecuación 3.1 Área superior de la tolva [17]

En donde:

B_1 : 0,24(m) Base de la vista superior

L_1 : 0,34(m) Lado de la vista superior

A_1 : (m^2) Área de parte superior de la tolva

Por lo tanto:

$$A_1 = 0,082(m^2)$$

Cálculo del área inferior.

$$A_2 = B_2 * L_2$$

Ecuación 3.2 Área inferior de la tolva [17]

En donde:

B_2 : 0,071(m) Base de la vista inferior de la tolva

L_2 : 0,10(m) Lado de la vista inferior de la tolva

A_2 : (m^2) Área inferior de la tolva

Por lo tanto:

$$A_2 = 0,0071(m^2)$$

Cálculo del volumen de la tolva.

$$V = \frac{H}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) + A_1 H$$

Ecuación 3.3 Volumen interior de la tolva [17]

En Donde:

H : 0,35(m) Altura de la tolva

A_1 : 0,082(m²) Área superior de la tolva

A_2 : 0,0071(m²) Área inferior de la tolva

V : (m³) Volumen interior de la tolva

Por lo tanto:

$$V = 0,049286(m^3)$$

$$V \approx 0,0493(m^3)$$

Se tomó en cuenta los datos proporcionados por la Tabla 3.1, en donde se encuentran las dimensiones de los granos que se utilizaran para la siembra, se pudo realizar los cálculos pertinentes para obtener el volumen de cada grano y la cantidad total de granos que se puede utilizar para llenar la tolva.

$$\text{Volumen del Maíz} = 1,5 \times 0,8 \times 0,5 \text{ (cm)}$$

$$\text{Volumen del Maíz} = 0,6 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen del Fréjol} = 1,6 \times 1 \times 0,6 \text{ (cm)}$$

$$\text{Volumen del Fréjol} = 0,96 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Una vez obtenido el volumen de cada grano, se debe aplicar una regla de tres, sabiendo que el volumen de la tolva es de 0,0493 (m³) o 49.300 (cm³), para sacar la cantidad de granos que se puede colocar en la tolva.

$$\frac{1 \text{ grano de maíz}}{0,6(\text{cm}^3)} = \frac{x}{49.300(\text{cm}^3)}$$

$$x = 82.166,66 \approx 82.167 \text{ granos de maíz}$$

$$\frac{1 \text{ grano de fréjol}}{0,96(\text{cm}^3)} = \frac{x}{49.300(\text{cm}^3)}$$

$$x = 51.354,16 \approx 51.354 \text{ granos de fréjol}$$

$$\frac{1 \text{ grano de fréjol}}{0,620 \text{ (g)}} = \frac{51.354}{x}$$

$$x = 31.839,48 \text{ (g)} \approx 31,839 \text{ (Kg)}$$

$$37,750 \text{ (Kg) de fréjol} = 1 \text{ Hectárea}$$

$$37,750 \text{ (Kg)} - 31,839 \text{ (Kg)} = 5,911 \text{ (Kg) de fréjol}$$

Por lo tanto, si se utiliza el grano del maíz se debe llenar la tolva 1 sola vez mientras que si se desea sembrar fréjol se necesita realizar una recarga en la tolva de aproximadamente 5,911 (Kg) de grano de fréjol.

Para la implementación de la tolva se recomienda utilizar acero inoxidable de tipo austenítico, tiene resistencia a la corrosión, bajas propiedades magnéticas, alta soldabilidad y evita el desarrollo de bacterias.,[18]

Rueda

La rueda es la encargada de trasferir la potencia de movimiento hacia el dosificador, el diseño de la rueda cuenta con pequeñas gradas, las cuales se introducen dentro de la tierra logrando un mejor agarre en la tierra, evitando que se resbale o patine y además, brinda un mejor movimiento giratorio

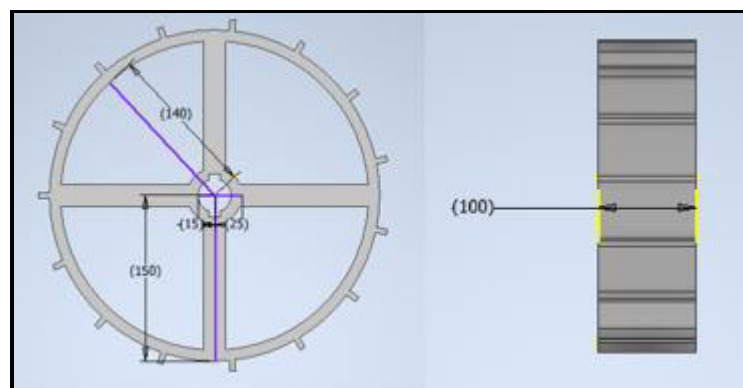


Figura 3.9 Vista superior de la rueda

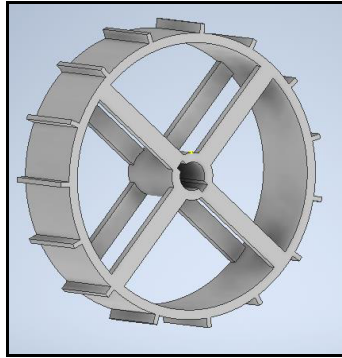


Figura 3.10 Vista de la rueda en 3D

Para la implementación se recomienda usar acero laminado.[18][19]

Dosificador

El dosificador es el elemento el cual permite realizar la siembra ordenada a una misma distancia entre granos.

El tipo de dosificador seleccionado es un dosificador de disco tipo vertical el cual funciona con movimiento mecánico, se ha seleccionado este tipo de dosificador debido al fácil diseño y mantenimiento de este, ya que la estructura permite desmontar por completo el dosificador para darle el respectivo mantenimiento.

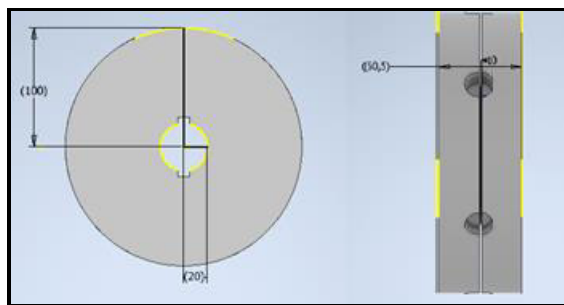


Figura 3.11 Vista del dosificador

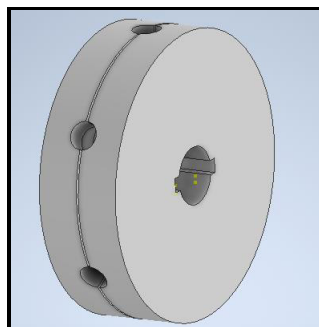


Figura 3.12 Vista en 3D del dosificador

Para calcular la distancia entre granos, la cual se produce por el trabajo del dosificador, se debe calcular la transmisión de potencia entre el elemento principal que sería la rueda y el elemento secundario que en este caso es el dosificador.

Se inicia con el número de alveolos en el dosificador para la recolección de granos, teniendo en cuenta que el dosificador debe dar una sola vuelta en 1 metro lineal , y la distancia entre granos es de 15 (cm), según el libro de “ Máquinas de siembra” [20] se tiene la siguiente ecuación:

$$Av = \frac{Vd}{S}$$

Ecuación 3.4 Cálculo de alveolos del dosificador [20]

En donde:

Vd : 1 *vuelta* Vueltas del disco dosificador

S : 0,15 (m) Distancia entre granos

Av : Número de alveolos para el grano

Se obtiene:

$$Av = 6 \text{ aberturas para la recolección de los granos}$$

Teniendo en cuenta el diseño del dosificador, el material que se recomienda usar para su ensamblaje es el. Polietileno de alto peso molecular, ya que presenta una alta resistencia a la tracción en el punto de ruptura[21].

A continuación, se debe calcular la transmisión de la potencia desde la rueda hacia el disco dosificador.

Para esto se sabe que, según Bragachini N, la velocidad de siembra recomendada es de 7 (Km/h), y el radio de la rueda de tracción es de 15 (cm), entonces se puede calcular la velocidad angular[22]:

$$W1 = \frac{V1}{R}$$

Ecuación 3.5 Velocidad angular de la rueda [23]

En donde:

$V1$: 1,944 (m/s) Velocidad del tractor

R : 0,15 (m) Radio de la rueda

$W1$: (*rad/s*) Velocidad angular de la rueda

Por lo tanto

$$W1 = 12,96 \text{ (rad/s)}$$

Con este resultado se puede calcular las RPM.

$$N1 = \frac{60 \times W1}{2\pi}$$

Ecuación 3.6 Revoluciones por minuto de la rueda[23]

En donde:

$N1$: (*rpm*) Revoluciones por minuto de la rueda

$W1$: 12,96 (*rad/s*) Velocidad angular de la rueda

Por lo tanto:

$$N1 = 123,76 \text{ (rpm)}$$

A continuación, se calcula cuantas vueltas realizará la rueda en un 1 metro lineal.

$$Nv = \frac{Lc}{2\pi \times R}$$

Ecuación 3.7 Numero de vueltas de una rueda [24]

En donde:

Lc : 1(*m*) Distancia recorrida

R : 0.15 (*m*) Radio de la rueda

Nv : Número de vueltas

Se obtiene:

$$Nv = 1,06$$

$$nv \approx 1 \text{ vuelta por metro lineal}$$

Con esto se obtiene que la rueda de tracción va a girar 1 vuelta en un metro lineal, mientras que el plato dosificador también debe girar 1 vuelta en la misma distancia, por lo tanto, la relación de transferencia de movimiento es 1 a 1.

Los engranes para la transferencia de movimiento deben ser del mismo tipo debido a relación de 1 a 1, esto quiere decir mismo tamaño y misma cantidad de dientes.

Base del sistema de dosificación

La base del sistema de dosificación soporta el conjunto en general entre el dosificador y la tolva, en esta parte se encuentra una pequeña tolva la cual dirige al grano hacia el tubo por el cual va a caer hacia la zanja en la tierra.

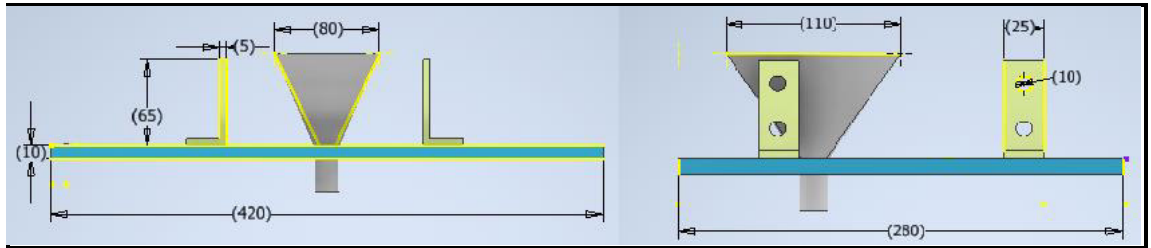


Figura 3.13 Vistas de la base del sistema de dosificación

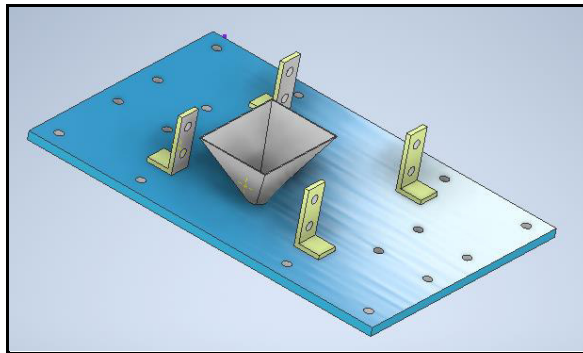


Figura 3.14 Vista en 3D de la base del sistema de dosificación

Surcadora frontal

La surcadora frontal es la parte que abre una zanja en la tierra en donde posteriormente se depositan los granos, se realizó un diseño de surcador de tipo canilla debido a su fácil estructura, ya que permite tener un montaje y desmontaje muy fácil para su posterior mantenimiento.

Debido al método de ajuste con el cual se acopla el surcador con el bastidor, este método permite una selección de profundidad de corte en la tierra, lo cual es perfecto para seleccionar longitudes diferentes para realizar la siembra.

A continuación, se presenta el diseño geométrico de la surcadora:

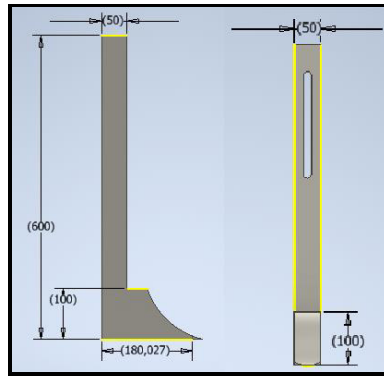


Figura 3.15 Vista del surcador frontal

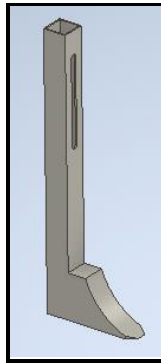


Figura 3.16 Vista 3D del surcador frontal

Según datos obtenidos se conoce que la resistencia del suelo al corte, tiene un promedio de 37 (Kg) [25], lo que significa que el surcador debe ser capaz de realizar el corte en la tierra superando la fuerza de resistencia que presenta la tierra, en este caso una tierra de tipo franco.

Para realizar un análisis de las fuerza que ejerce la surcadora se debe partir del tiempo que se demora un tractor en completar una hilera, se sabe que la velocidad de siembra será de 7 (Km/h) [22], y la distancia de trabajo será de 96 (m),(Figura 3.5).

$$Th = \frac{D}{V}$$

Ecuación 3.8 Tiempo de siembra de una hilera [23]

En donde:

D : 100 (m) Distancia de la hilera

V : 1,94 (m/s) Velocidad del tractor

Th : (s) Tiempo en sembrar una hilera

Por lo tanto:

$$T_h \approx 52 \text{ (s)}$$

Conociendo el tiempo de siembra por hilera se empieza a calcular el trabajo que realiza al tractor sabiendo que la potencia es de 31 (Hp) [26], que es una de las potencias más bajas de los tractores de agricultura de la marca John Deere, esta potencia pertenece al modelo 5036c.

Se debe mencionar que la sembradora diseñada puede ser utilizada por cualquier modelo de tractor o vehículo de tracción motriz con una potencia de arrastre superior a los 31 (Hp), teniendo esto claro, entonces:

$$31 \text{ (Hp)} \times \frac{746 \text{ (w)}}{1 \text{ (Hp)}} = 23.126 \text{ (w)}$$

$$P_m = \frac{W_m}{T_m}$$

Ecuación 3.9 Potencia del tractor [23]

En donde:

W_m : (J) Trabajo del motor

T_m : 52(s) Tiempo de trabajo del motor

P_m : 23.126 (w) Potencia del motor

También se conoce que el trabajo es igual a:

$$W_m = F_m D_t \cos\theta$$

Ecuación 3.10 Trabajo del tractor [23]

En donde:

F_m : (N) Fuerza que ejerce el tractor

D_t : 100 (m) Distancia del trabajo

$\cos\theta$: $\cos(0^\circ)$ Ángulo entre la velocidad y la fuerza

Remplazando la ecuación 10 en la ecuación 9:

$$P_m = \frac{F_m \times D_t \times \cos\theta}{T_m}$$

Despejando la fuerza queda:

$$F = 12.025,25 \text{ (N)}$$

Una vez obtenida la fuerza de arrastre del tractor se realiza un análisis de fuerza en solitario de la surcadora:

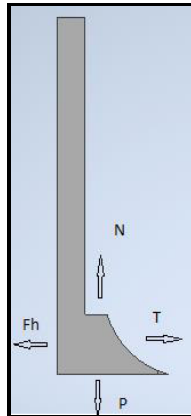


Figura 3.17 Diagrama de fuerzas del surcado frontal

Observando el diagrama de cuerpo libre se obtiene que:

$$\Sigma Fy = 0$$

$$N - P = 0$$

$$N = M \times G$$

Ecuación 3.11 Fuerza normal en el surcador

En donde:

M : 15 (Kg) Masa del surcador

G : 9,8 (m/s^2) Velocidad de la gravedad

N : (N) Fuerza normal

Por lo tanto:

$$N = 147,58 (N)$$

A continuación, se calcula cual es la fuerza necesaria para mover el surcador suponiendo que este se encuentra en reposo.

$$\Sigma Fx = m \times a$$

$$Fh - T = m \times a$$

Teniendo en cuenta que, Fh se considera como la fuerza necesaria para realizar el corte a la tierra por medio del surcador [27], se toma como Fh el valor de 37 (Kg). Que son las medidas promedio de la resistencia de la tierra al corte [25].

$$Fh = T$$

$$T = 37(\text{Kg}) \times 9,8 (\text{m/s}^2)$$

$$T = 362,6 (\text{N})$$

Con esto se obtiene que la fuerza que va a ejercer el tractor es más que suficiente para que el surcador cumpla con el cometido de realizar el corte en la tierra para la posterior siembra del grano.

$$F > T$$

Surcadora posterior

Este elemento de la sembradora es la que cubre al grano con tierra y deja el surco definido para que los agricultores caminan por él.

Debido a la similitud en peso y material entre surcadores y a los cálculos realizados anteriormente se considera que el surcador posterior puede realizar su trabajo sin ningún esfuerzo. Ya que con el corte que realiza el primer surcador la tierra pierde su dureza lo que significa que la resistencia al corte es más baja.

A continuación, se observa el diseño geométrico del surcador para cerrar las zanjas:

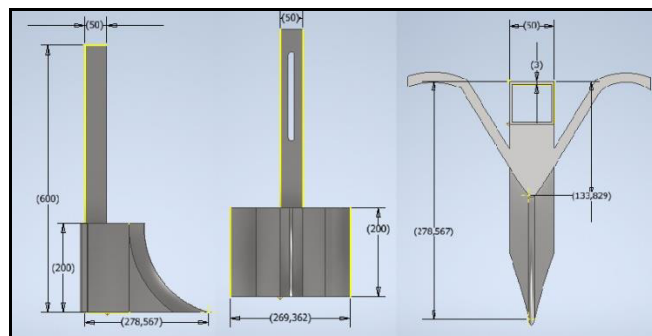


Figura 3.18 Vista del surcador posterior

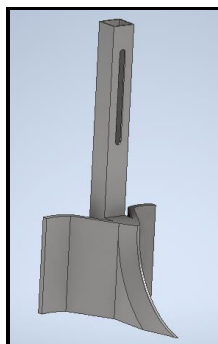


Figura 3.19 Vista 3D del surcador posterior

Accesorios de la sembradora

En esta sección se encuentran los elementos secundarios usados para armar la sembradora tales como: árboles, rodamientos, tornillos y bases.

Arboles

Para la sembradora se diseñó 3 árboles, uno para el movimiento del dosificador, otro para el movimiento de la rueda de tracción y el último para transmitir el movimiento entre la rueda y el dosificador, para el diseño se tomó en cuenta el peso que soporta cada uno, adicionalmente se examinó el diámetro para los rodamientos y los engranes.

Árbol del dosificador

El árbol del dosificador ayuda al dosificador a girar para que este puede despachar los granos de la tolva, el movimiento al árbol llega por medio de engranes los cuales se encuentran en un sistema de cadenas para transmitir el movimiento.

Para calcular el peso del dosificador se tiene que:

$$Vd = \pi Rd^2 \times Hd$$

Ecuación 3.12 Volumen del dosificador [17]

En donde:

Rd : 0,1 (m) Radio del dosificador

Hd : 0,065 (m) Altura del dosificador

Vd : (m^3) Volumen total del dosificador

Se obtiene:

$$Vd = 0,00204(m^3)$$

Se debe tener en cuenta que el dosificador tiene aberturas como son los alveolos para la salida del grano hacia el surco, y cuenta con una abertura para la unión con el árbol de transmisión de movimiento, para esto se aplica que:

$$Va = \pi Ra^2 \times Ha$$

Ecuación 3.13 Volumen de un alveolo [17]

En donde:

Ra : 0,01(m) Radio del alveolo

Ha : 0,015(m) Altura del alveolo

Va : (m³) Volumen de 1 alveolo

Vta : (m³) Volumen de los 6 alveolos

Por lo tanto:

$$Va = 0,000004712 (m^3) \times 6$$

$$Vta = 0,00002827 (m^3)$$

$$Vc = (\pi Rc^2 \times Hc) + 2(Bch \times Hch \times Pch)$$

Ecuación 3.14 Volumen del centro del dosificador [17]

En donde:

Rc : 0,02(m) Radio del centro del dosificador

Hc : 0,065(m) Altura del centro del dosificador

Bch : 0,005635(m) Base del chavetero

Hch : 0,01(m) Altura del chavetero

Pch : 0,065(m) Profundidad del chavetero

Vc : (m³) Volumen del centro del dosificador

Se obtiene:

$$Vc = 0,0000890069 (m^3)$$

Conociendo los volúmenes de los alveolos y del centro del dosificador se calcula el volumen real del dosificador como se muestra a continuación:

$$Vr = Vd - Vta - Vc$$

$$Vr = 0,00204(m^3) - 0,00002827(m^3) - 0,0000890069(m^3)$$

$$Vr = 0,001922(m^3)$$

Como se conoce la densidad del polietileno de alto peso molecular[21], se calcula el peso del dosificador de la siguiente manera:

$$Md = Dd \times Vr$$

Ecuación 3.15 Masa del dosificador [28]

Donde:

D_d : 0,925 (g /cm³) Densidad del polietileno

V_r : 922 (cm³) Volumen real del dosificar

M_d : (g) Masa del dosificador

Por lo tanto:

$$M_d = 1.777 (g) \approx 1,78 (kg)$$

Conociendo el peso del dosificador y el peso de las granos, se obtiene la presión que va a soportar el eje en la parte central la cual va acoplada con el dosificador, de la siguiente manera.

$$F_t = F_g + F_d$$

Ecuación 3.16 Fuerza total sobre el árbol del dosificador [23]

En donde:

F_g : 312,839 (N) Fuerza que ejerce el peso del grano

F_d : 17,54 (N) Fuerza que ejerce el dosificador

F_t : (N) Fuerza total que resistirá el árbol

Por lo tanto:

$$F_t = 329,56 (N)$$

La presión ejercida en ese punto es de:

$$P_a = \frac{F_t}{A_t}$$

Ecuación 3.17 Presión sobre el árbol del dosificador [28]

En donde:

F_t : 329,56(N) Fuerza total sobre el árbol

A_t : 0,0035(m²) Área baja de la salida del grano de la tolva

P_a : (Pa) Presión ejercida sobre el árbol

Por lo tanto:

$$Pa = 94.160,285 \text{ (Pa)} \approx 94,1 \text{ (KPa)}$$

A continuación, se ve las medidas del árbol del dosificador.

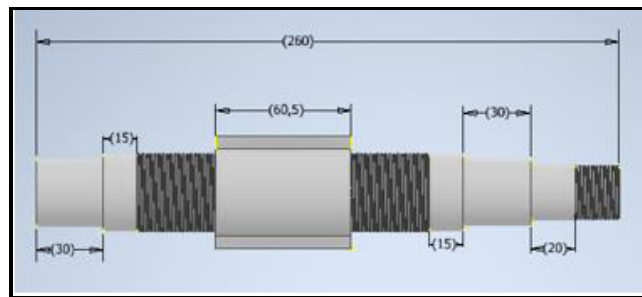


Figura 3.20 Vista del árbol del dosificador

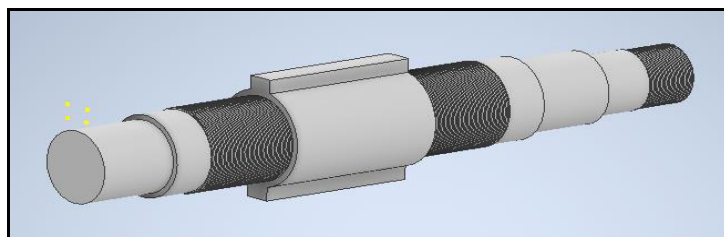


Figura 3.21 Vista 3D del árbol del dosificador

Árbol de la rueda

El árbol de la rueda tiene que soportar una presión menor a comparación del árbol del dosificador ya que este tiene que soportar a la rueda cuando la sembradora es levantada por el brazo hidráulico del tractor, el principal objetivo de este árbol es transmitir el movimiento para que gire el dosificador.

A continuación, se calcula el peso de la rueda de la siguiente manera:

$$Vl = (\pi Rex^2 x Hl) - (\pi Rin^2 x Hl)$$

Ecuación 3.18 Volumen de la rueda [17]

En donde:

Rex : 0,15(m) Radio de vértice exterior de la rueda

Hl : 0,1(m) Altura de la rueda

Rin : 0,14(m) Radio del vértice interior de la rueda

Vl : (m³) Volumen de la rueda

Por lo tanto:

$$Vl = 0,0009111(m^3)$$

$$V_{bc} = (\pi R_{bex}^2 \times Hl) - (\pi R_{bin}^2 \times Hl) - 2(Bcha \times Hcha \times Pcha)$$

Ecuación 3.19 Volumen del centro de la rueda [17]

En donde:

R_{bex} : 0,025(m) Radio de vértice exterior de la base

Hl : 0,1(m) Altura de la rueda

R_{bin} : 0,015(m) Radio de vértice interior de la base

$Bcha$: 0,00585(m) Base del chavetero

$Hcha$: 0,01(m) Altura del chavetero

$Pcha$: 0,1(m) Profundidad del chavetero

V_{bc} : (m^3) Volumen de la base central de la rueda

Por lo tanto:

$$V_{bc} = 0,0001139(m^3)$$

$$V_{tp} = 8(Bp \times Hp \times Pp)$$

Ecuación 3.20 Volumen de los perfiles de la rueda [17]

En donde:

Bp : 0,03(m) Base del soporte

Hp : 0,1167(m) Altura del soporte

Pp : 0,01(m) Profundidad del soporte

V_{tp} : (m^3) Volumen de los 8 perfiles de soporte

Se obtiene:

$$V_{tp} = 0,0002800(m^3)$$

$$V_{fl} = Vl + V_{bc} + V_{tp}$$

Ecuación 3.21 Volumen real de la rueda [17]

$$V_{fl} = 0,0009111(m^3) + 0,0001139(m^3) + 0,0002800(m^3)$$

$$V_{fl} = 0,001305(m^3)$$

$$Ml = Dl \times Vfl$$

Ecuación 3.22 Masa de la rueda [28]

En donde:

Dl : $7.850(kg/m^3)$ Densidad de la rueda

Vfl : $0,001305(m^3)$ Volumen de la rueda

Ml : (kg) Masa de la rueda

Se obtiene:

$$ml = 10,24 (kg)$$

A continuación, se observa las medidas del árbol de la rueda.

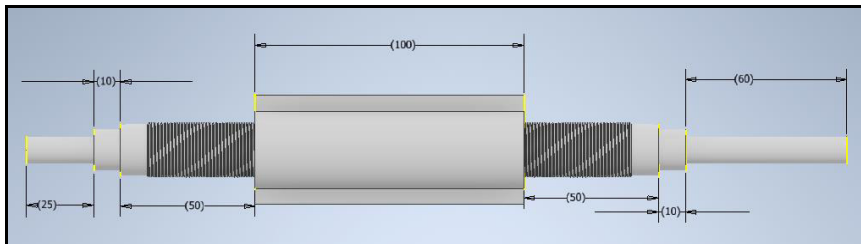


Figura 3.22 Vista frontal árbol de la rueda

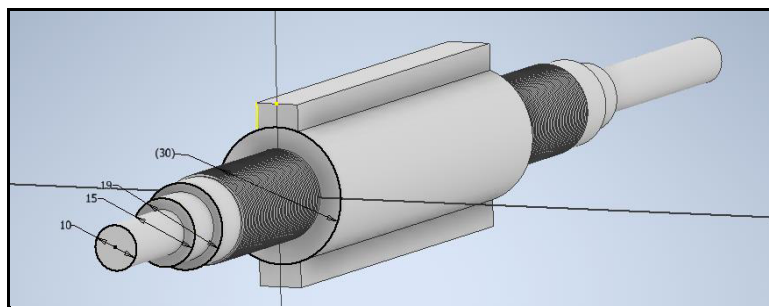


Figura 3.23 Diámetros de árbol de la rueda

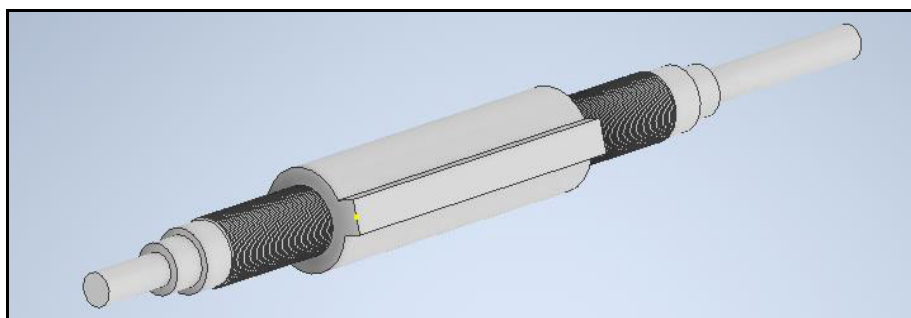


Figura 3.24 Vista 3D del árbol de la rueda

Árbol de transmisión

El árbol de transmisión es una pieza muy importante en el diseño de la sembradora debido a que, al ser muy grande la distancia de la rueda al dosificador, el diseño necesita un árbol adicional para que pueda transmitir el movimiento desde la rueda hasta el dosificador.

El árbol de transmisión contará con 2 juegos de engranes, 1 entre el árbol de la rueda y el árbol de transmisión, mientras que el otro entre el árbol de transmisión y el árbol del dosificador.

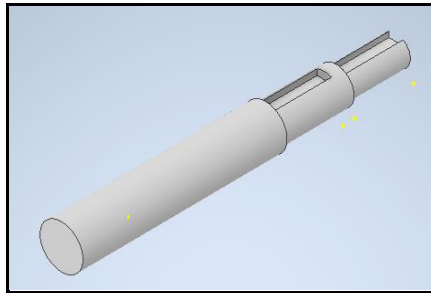


Figura 3.25 Árbol de transmisión

Calculo de fuerza cortante y momento flector

Para realizar los cálculos de cada árbol se realizó un diagrama de cuerpo libre para posteriormente realizar los diagramas de fuerza cortante y momento flector.

A continuación, en la figura 3.26 se observa el diagrama de cuerpo libre del árbol del dosificador.

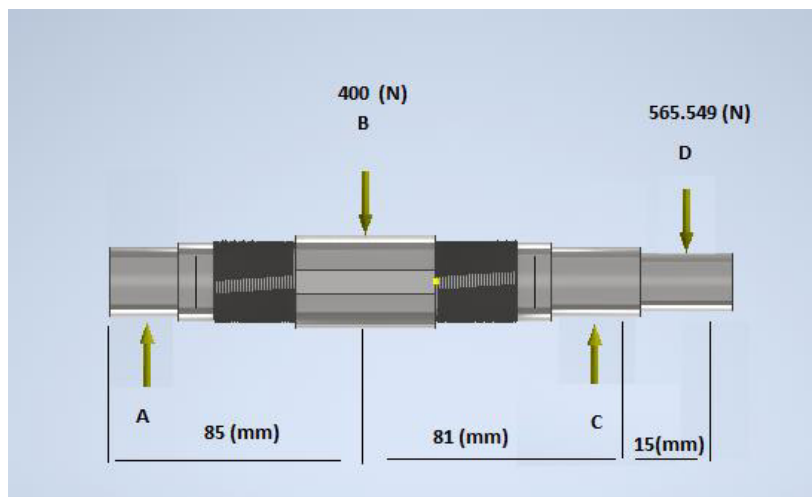


Figura 3.26 Diagrama de cuerpo libre del árbol del dosificador

Para calcular las fuerzas en los puntos A y C, se realiza un análisis de sumatoria de fuerzas en el eje Y[29], como se muestra a continuación(.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$FA - FB + FC - FD = 0$$

En donde:

FA : (N) Fuerza en el punto A

FB : 400 (N) Fuerza en el punto B

FC : (N) Fuerza en el punto C

FD : 565,549 (N) Fuerza en el punto D

Por lo tanto:

$$FA = 965,549 (N) - FC$$

Ecuación 3.23 Sumatoria de fuerzas en Y del árbol del dosificador

Para encontrar la fuerza en el punto C se aplica sumatoria de momentos en el punto A[29].

$$\Sigma MA = 0$$

$$- FB \times 85(mm) + FC \times 166(mm) - FD \times 181 (mm) = 0$$

Ecuación 3.24 Sumatoria de momentos en el punto A del árbol del dosificador

En donde:

FB : 400 (N) Fuerza en el punto B

FC : (N) Fuerza en el punto C

FD : 565,549 (N) Fuerza en el punto D

Por lo tanto:

$$FC = 821,47 (N)$$

Reemplazando el resultado de la ecuación 3.24 en la ecuación 3.23 se obtiene.

$$FA = 144,079 (N)$$

En la figura, se observa el diagrama de fuerzas cortantes.

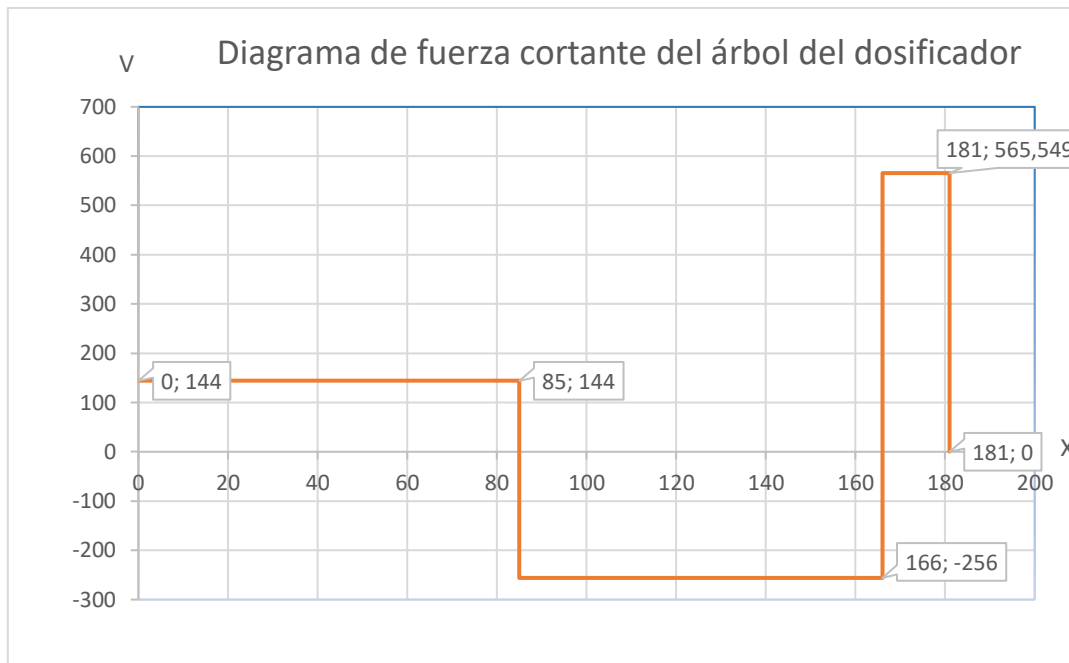


Figura 3.27 Diagrama de fuerza cortante del árbol del dosificador

Como se observa la figura 3.27, se analiza que la mayor fuerza de corte equivale a 565,549 (N).

A continuación, se debe calcular el área de los momentos según la gráfica de la figura, las distancia se pueden obtener tanto de la figura como del diagrama de cuerpo libre de la figura 3.26.

$$\text{Área1} = 144 \text{ (N)} \times 0,085 \text{ (m)}$$

$$\text{Área1} = 12,24 \text{ (Nm)}$$

$$\text{Área2} = -256 \text{ (N)} \times 0,081 \text{ (m)}$$

$$\text{Área2} = -20,736 \text{ (Nm)}$$

$$\text{Área3} = 565,549 \text{ (N)} \times 0,015 \text{ (m)}$$

$$\text{Área3} = 8,482 \text{ (Nm)}$$

A continuación, se calcula el momento flector de cada área de la siguiente forma.

$$M1 = 12,24 \text{ (Nm)}$$

$$M2 = 12,24 \text{ (Nm)} - 20,736 \text{ (Nm)}$$

$$M2 = -8,482 \text{ (Nm)}$$

$$M3 = -8,482 \text{ (Nm)} - 8,482 \text{ (Nm)}$$

$$M3 = 0 \text{ (Nm)}$$

En la figura 3.28, se observa el diagrama de momento flector del árbol del dosificador.

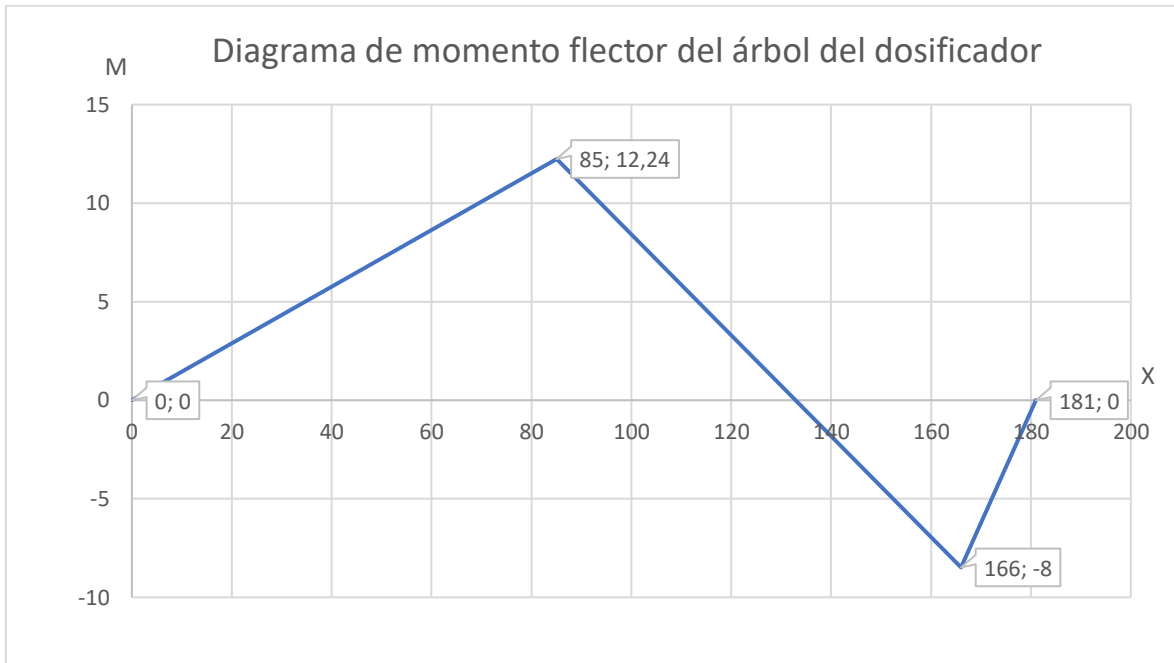


Figura 3.28 Diagrama de momento flector del árbol del dosificador

Como se analiza en la figura 3.28 el valor máximo de momento flector es de 12,24 (Nm).

A continuación, en la figura 3.29, se observa el diagrama de cuerpo libre del árbol de la rueda.

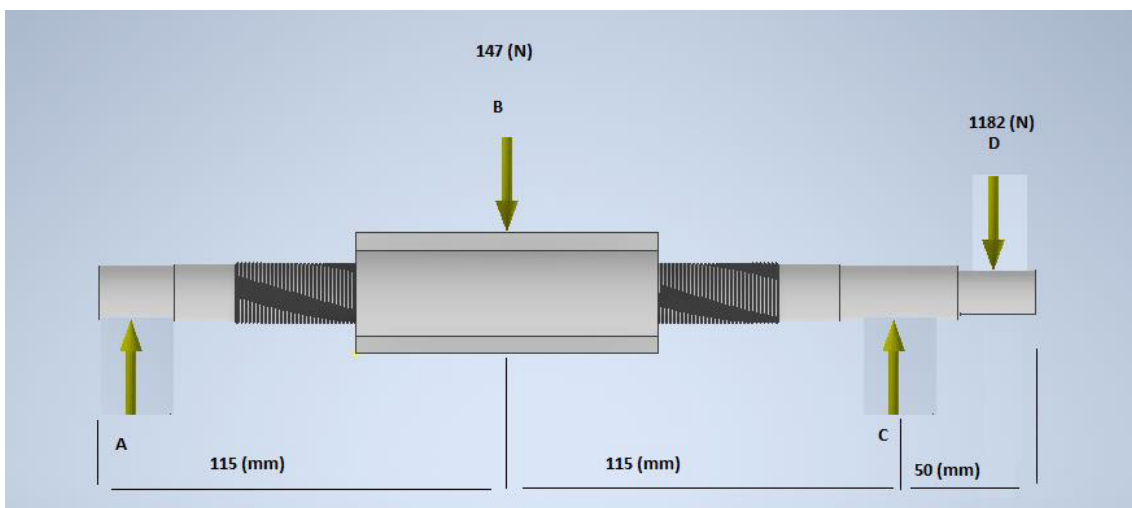


Figura 3.29 Diagrama de cuerpo libre del el árbol de la rueda

Aplicando el mismo método de cálculo del árbol del dosificador, se aplica la sumatoria de fuerzas en el eje Y, como se muestra a continuación.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$F_{Ar} - F_{Br} + F_{Cr} - F_{Dr} = 0$$

En donde:

F_{Ar} : (N) Fuerza en el punto A

F_{Br} : 147 (N) Fuerza en el punto B

F_{Cr} : (N) Fuerza en el punto C

F_{Dr} : 1182 (N) Fuerza en el punto D

Por lo tanto:

$$F_{Ar} = 1329 \text{ (N)} - F_{Cr}$$

Ecuación 3.25 Sumatoria de fuerzas en Y del árbol de la rueda

Para encontrar la fuerza en el punto C, de la misma forma que el árbol del dosificador se aplica sumatoria de momentos en el punto A.

$$\Sigma MA = 0$$

$$- F_{Br} \times 115(\text{mm}) + F_{Cr} \times 230(\text{mm}) - F_{Dr} \times 280 (\text{mm}) = 0$$

Ecuación 3.26 Sumatoria de momentos en el punto A del árbol de la rueda

En donde:

F_{Br} : 147 (N) Fuerza en el punto B

F_{Cr} : (N) Fuerza en el punto C

F_{Dr} : 1182 (N) Fuerza en el punto D

Por lo tanto:

$$F_{Cr} = 1512,46 \text{ (N)}$$

Remplazando el resultado de la ecuación 3.26 en la ecuación 3.25 se obtiene.

$$F_{Ar} = -183,46 \text{ (N)}$$

En la figura 3.30, se observa el diagrama de fuerzas cortantes.

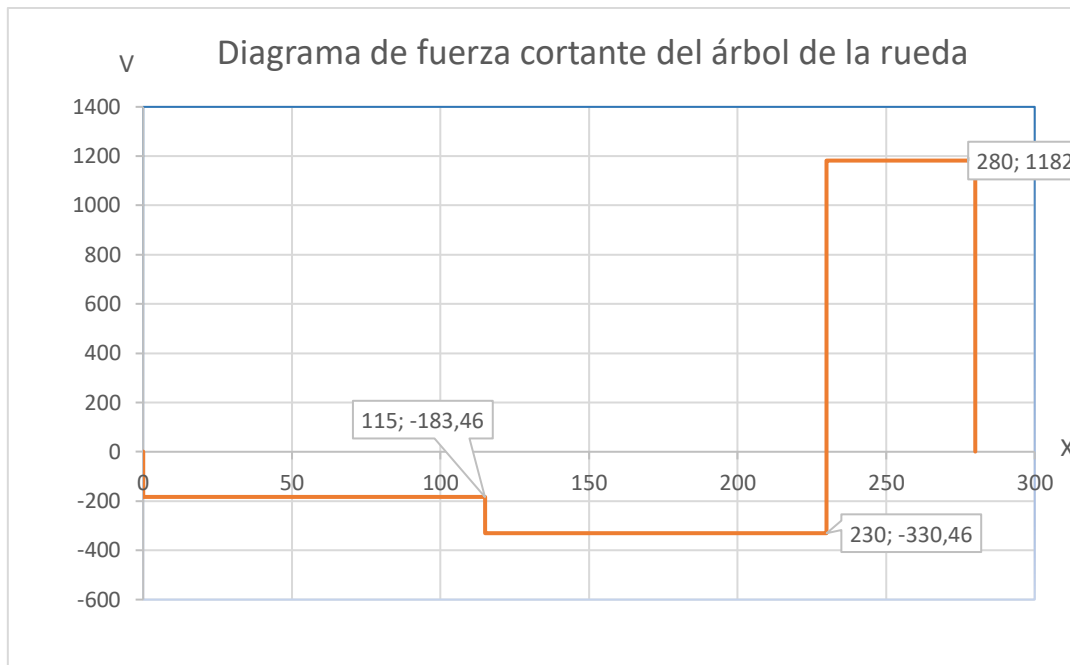


Figura 3.30 Diagrama de fuerza cortante del árbol de la rueda

Según se analiza la figura 3.30, la fuerza cortante más alta es de 1182 (N).

A continuación, se debe calcular el área de los momentos según la gráfica de la figura, las distancia se pueden obtener de la figura

$$\text{Área1} = -183,46 \text{ (N)} \times 0,115 \text{ (m)}$$

$$\text{Área1} = -21,1 \text{ (Nm)}$$

$$\text{Área2} = -330,46 \text{ (N)} \times 0,115 \text{ (m)}$$

$$\text{Área2} = -59,1 \text{ (Nm)}$$

$$\text{Área3} = 1182 \text{ (N)} \times 0,050 \text{ (m)}$$

$$\text{Área3} = 59,1 \text{ (Nm)}$$

A continuación, se calcula el momento flector de cada área de la siguiente forma.

$$M1 = -21,1 \text{ (Nm)}$$

$$M2 = -21,1 \text{ (Nm)} - 38 \text{ (Nm)}$$

$$M2 = -59,1 \text{ (Nm)}$$

$$M3 = -59,1 \text{ (Nm)} + 59,1 \text{ (Nm)}$$

$$M3 = 0 \text{ (Nm)}$$

En la figura 3.31, se observa el diagrama de momento flector del árbol del dosificador.

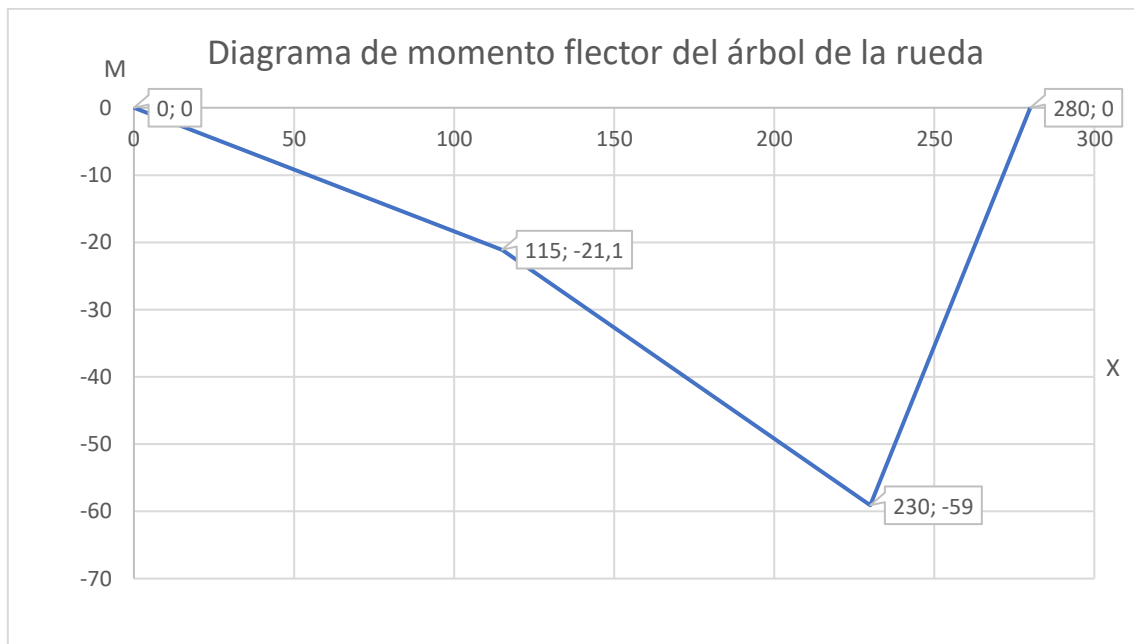


Figura 3.31 Diagrama de momento flector del árbol de la rueda

Como se observa en la figura 3.31, se observa un momento de pico negativo de -59,1 (Nm).

Rodamientos

Para la selección de los rodamientos se utilizó la herramienta de las librerías del simulador de Inventor de Autodesk, para lo cual se seleccionó el tipo de rodamiento tomando en cuenta el diámetro exterior e interior.

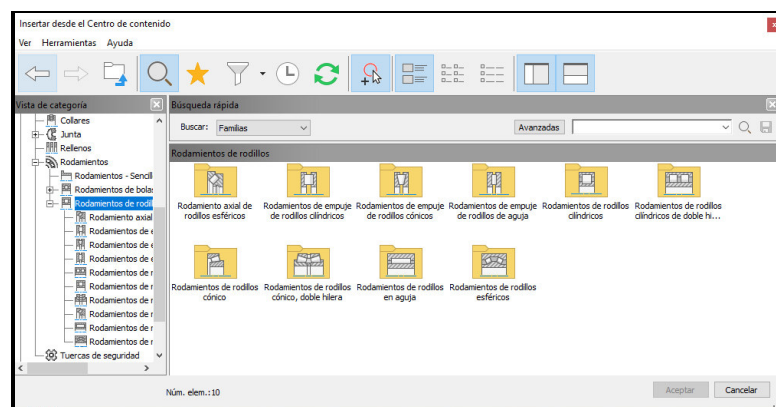


Figura 3.32 Librería de inventar para rodamiento

Para el diseño de la máquina sembradora se utiliza para la parte de la rueda de tracción un rodamiento de tipo rodillo, debido a que sus características cuenta con alta resistencia para trabajar con cargas elevadas en velocidades medias[30], los dos rodamientos que se emplearan en el diseño cumplen con las normas DIN 722.

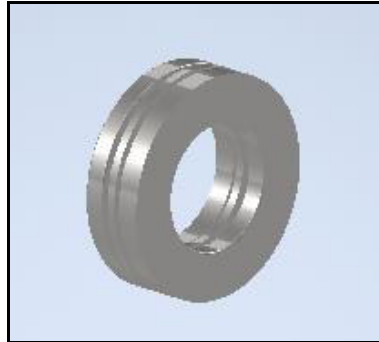


Figura 3.33 Rodamiento de árbol de la rueda

Para el diseño del árbol del dosificador se utilizaron rodamientos de bolas de contacto angular, el cual cumple con la norma DIN 5012 SKF, este rodamiento soporta grandes cargas, además de una rotación constante en tracción, lo cual es ideal para el funcionamiento del dosificador.

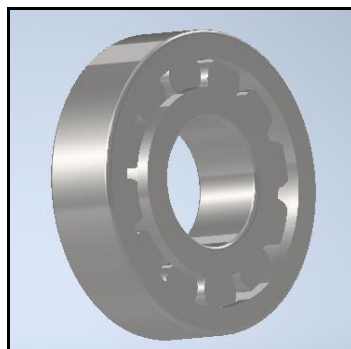


Figura 3.34 Rodamiento de árbol del dosificador

Para la implementación de la sembradora, los rodamientos seleccionados se pueden encontrar en el catálogo de la marca SKF. [31]

Sistema de transmisión

Para la selección de la cadena se utilizó una cadena de tipo rodillo que cumple con la norma DIN 8164 de la marca SKF y dos ruedas dentadas de igual diámetro de tipo rodillo de la misma marca SKF.

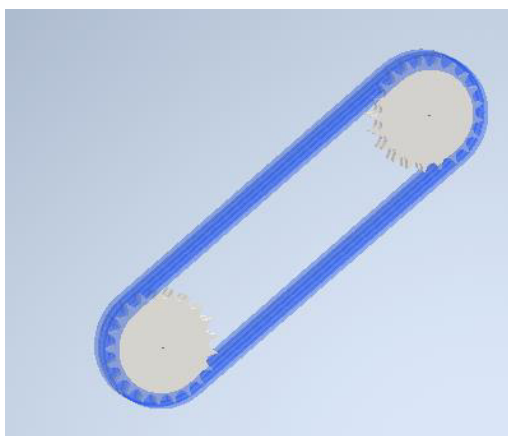


Figura 3.35 Sistema de transmisión

Para la implementación del sistema de transmisión se recomienda usar el catálogo de SKF para sistemas de transmisión.[32]

Pernos

Para la selección de los pernos se utilizó la librería del programa basada en la normativa ASTM A325, dichos pernos son empleados para construcciones estructurales, su fabricación es en acero al carbono medio, además, cuentan con una gran resistencia para estructuras robustas[33].

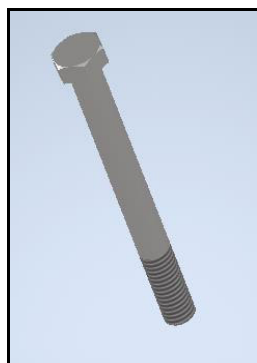


Figura 3.36 Pernos estructurales

Base del árbol del dosificador

Las bases del dosificador son las encargadas de soportar el peso de la estructura de dosificación, en la parte superior del mismo se encuentra el orificio en el cual se alojan los rodamientos que sirven de soporte al movimiento del eje del dosificador.

A continuación, se muestra la base del dosificador geoméricamente:

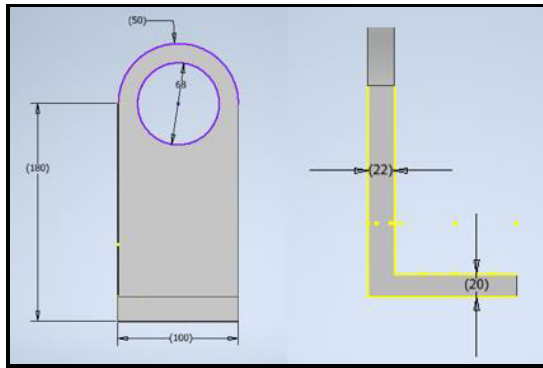


Figura 3.37 Base del árbol del dosificador

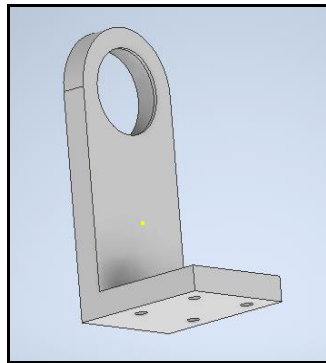


Figura 3.38 Base del árbol de dosificador 3D

Base de la tolva

La base de la tolva es la pieza que se monta sobre la base del sistema de dosificación, esta base soporta el peso de la tolva en conjunto con la cantidad de grano colocado en la tolva, sobre la parte superior de la base se encuentra un área pequeña en la cual debe caer el grano hacia el dosificador, por otro lado, todas las partes deben soportar el peso, así como los esfuerzos causados al momento de la tracción, el material recomendado para la construcción de la base, es acero laminado, el cual posee una gran resistencia a cargas elevadas.

A continuación, se observa la base de la tolva:

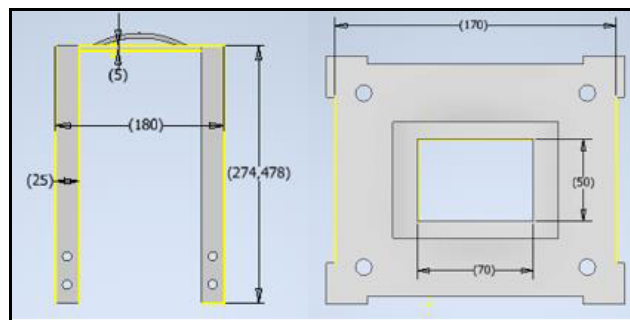


Figura 3.39 Vista de la base de la tolva

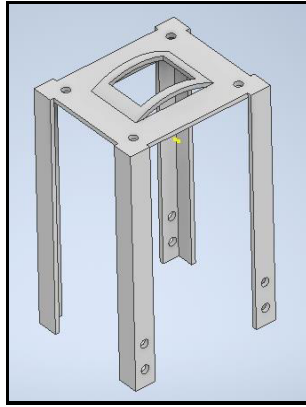


Figura 3.40 Vista en 3D de la base de la tolva

Bases de la rueda de tracción

La base para la rueda está unida al bastidor por medio de pernos, esta base debe soportar el peso de la rueda de tracción, debido a su diseño está fijada a una sola altura que impide ajustarla, se recomienda usar acero laminado para su fabricación.

Debido a su estructura que está sujeta al bastidor por pernos, es de fácil desmontaje para su respectivo mantenimiento.

A continuación, podemos observar la base de la rueda:

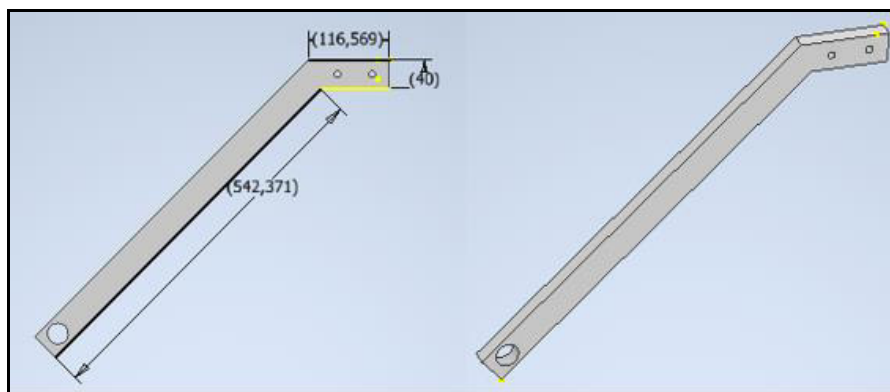


Figura 3.41 Vista de la base de la rueda

Tubo de caída del grano

Este tubo direcciona la caída del grano justo detrás del surcador frontal el cual abre la zanjitas para los granos, para la implementación se recomienda usar un tubo de material polietileno de baja densidad, ya que es un material muy resistente y tiene un alto índice de reciclaje.[34]

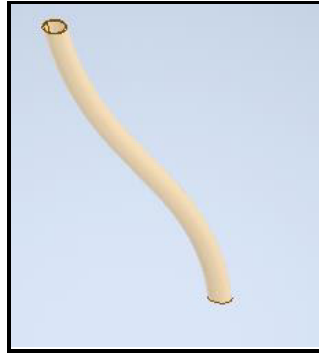


Figura 3.42 Vista en 3D del tubo de caída del grano

Bastidor

El bastidor es parte del chasis de la sembradora, este elemento es el que va a soportar todo el peso de las demás piezas de las que se encuentra compuesta la sembradora.

Para el diseño del bastidor se recomienda usar tubo estructural de acero laminado en caliente.

A continuación, el diseño geométrico del bastidor:

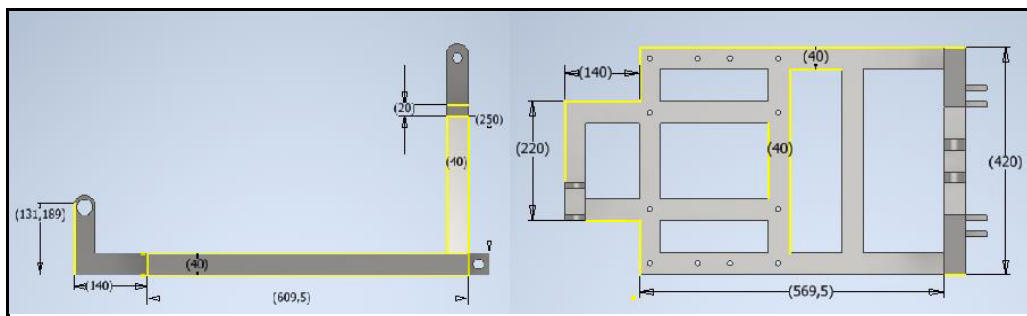


Figura 3.43 Vista con medidas del bastidor

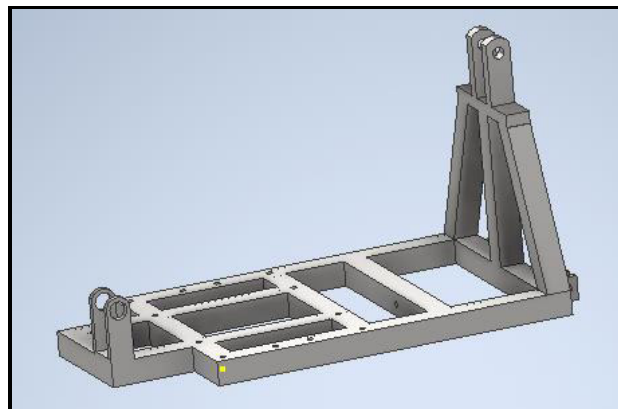


Figura 3.44 Vista 3D del bastidor

A continuación, se observa el conjunto armado de la sembradora.

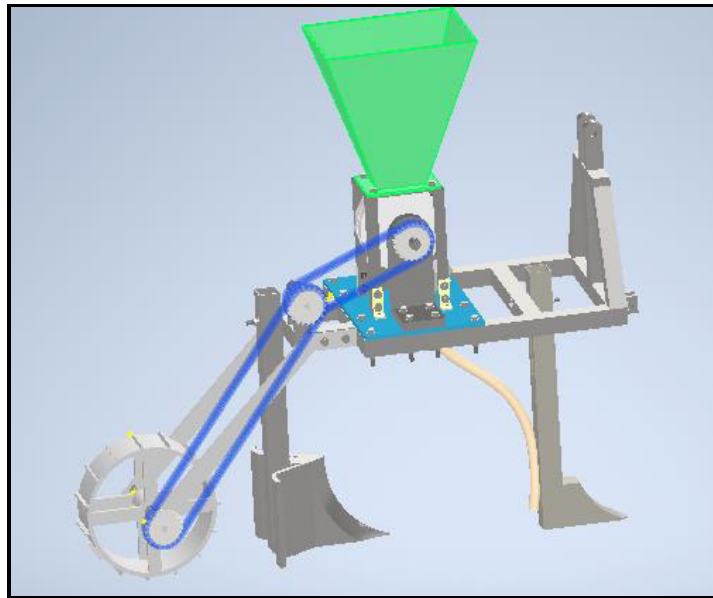


Figura 3.45 Sembradora vista en 3D

3.2 Evaluación de las partes de la sembradora utilizando el Software Inventor.

Se realizó un análisis de las partes de la sembradora tanto de fuerza y presión, se realizó en el estudio de simulación del entorno de Inventor, cada elemento importante fue sometido a las fuerzas y presiones calculadas y se observó las partes de la sembradora tanto en diseño como en material recomendado, que cumplen con las especificaciones calculadas.

Análisis de la tolva

Para el análisis de la tolva se aplicó una fuerza en las paredes interna y la base, las cuales tuvieron que soportar una fuerza equivalente a la ejercida por el peso del grano que se usa en 1 hectárea.

Tabla 3.4 Propiedades del material de construcción de la tolva

PROPIEDADES DEL MATERIAL DE LA TOLVA		
MATERIAL	Acero inoxidable, austenítico	
GENERAL	Densidad de masa	8 (g/cm ³)
	Límite de elasticidad	228 (MPa)
	Resistencia máxima a tracción	540 (MPa)
TENSIÓN	Módulo de Young	190,3 (GPa)
	Coefficiente de Poisson	0,305 (su)
	Módulo cortante	72,911 (GPa)

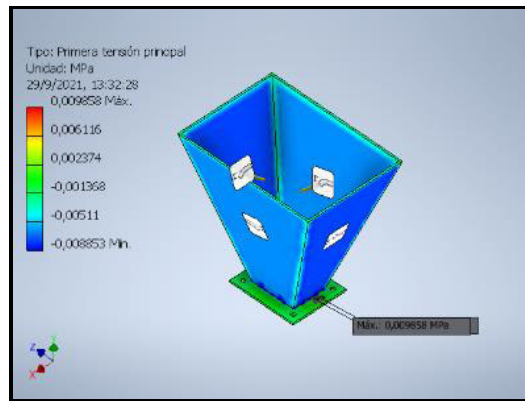


Figura 3.46 Análisis de presión de la tolva

Como se observa en la figura 3.46, la base de la tolva es donde se acumula la mayor cantidad de esfuerzo, pero este es mínimo, esto se debe a que la base será la que soporte las paredes de la tolva para que se mantenga firme en la sembradora.

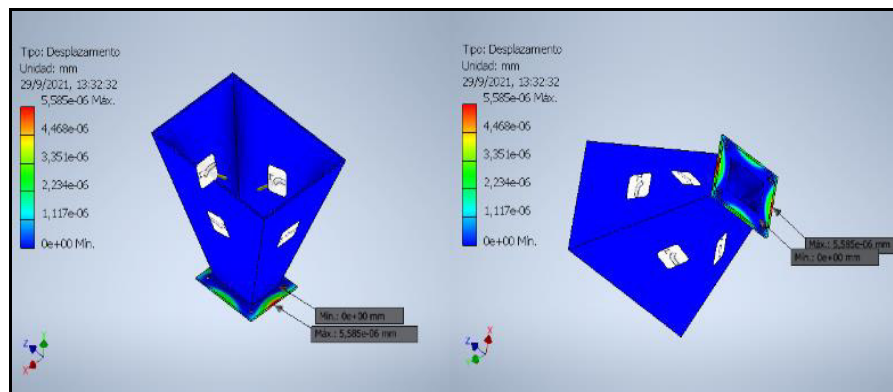


Figura 3.47 Análisis de Desplazamiento de la tolva

Como se observa en la figura 3.47, existe un mínimo desplazamiento en la base de la tolva.

En la siguiente tabla 3.5 se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 3.2 Resumen de análisis de la tolva

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	13259820 (mm) ²	
MASA	10,6385 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,000116103 (MPa)	0,0174694 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,00885263 (MPa)	0,00985826 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,0199788 (MPa)	0,000490053 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00000558461 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Análisis del dosificador

Se realizó el análisis en una parte de perímetro del dosificador, debido a que en esta área se ejerce la máxima presión del sistema, la cual está dada por el peso de grano que se encuentra retenido en el dosificador, el material seleccionado para la implementación no se encuentra disponible en el Software de Inventor por lo cual se utilizó el polímero similar, en este caso el poliestireno de alto impacto.

Se recomienda que el peso del grano sea alrededor de 38 (Kg) lo que equivale a una fuerza de 372 (N), se utilizó esta fuerza para el análisis del dosificador.

Tabla 3.3 Propiedades del material de construcción del dosificador

PROPIEDADES DEL MATERIAL DEL DOSIFICADOR		
MATERIAL	Poliestireno, alto impacto	
GENERAL	Densidad de masa	1,02 (g/cm ³)
	Límite de elasticidad	26,5 (MPa)
	Resistencia máxima a tracción	25,5 (MPa)
TENSIÓN	Módulo de Young	1,9 (GPa)
	Coefficiente de Poisson	0,38 (su)
	Módulo cortante	0,68840 (GPa)

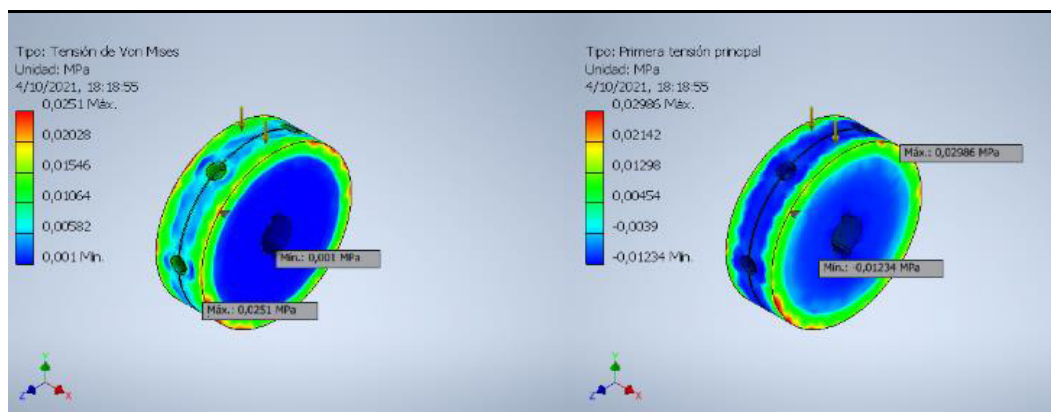


Figura 3.48 Análisis de presión del dosificador

Como se mencionó anteriormente la presión ejercida, fue sobre una pequeña área en el perímetro del dosificador ya que esta área equivale a la parte baja de la tolva por donde sale el grano, en la figura 3.48, se observa que el mayor impacto de la presión es en el perímetro del dosificador, debido a su forma cilíndrica la presión se distribuye uniformemente.

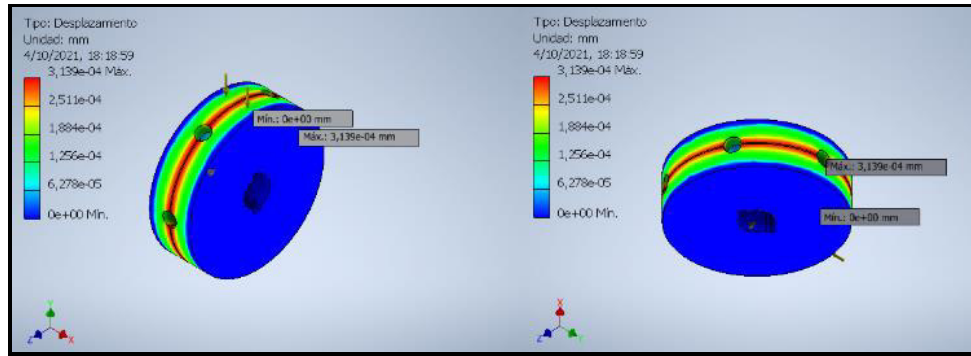


Figura 3.49 Análisis del desplazamiento del dosificador

Se observa en la figura 3.49, que el desplazamiento producido por la presión del grano es casi nulo, se observó que el material elegido para el dosificador soporta correctamente la fuerza ejercida.

A continuación, se observa los resultados finales de la presión que soporta el dosificador.

Tabla 3.4 Resultado final del análisis de presión del dosificador

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	1757380 (mm) ²	
MASA	1,79605 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,00100117 (MPa)	0,0250952 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,0123351 (MPa)	0,0298635 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,0267796 (MPa)	0,00379943 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,000313917 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Análisis de la base de la tolva

La base de la tolva es la encargada de contralar la salida del grano a un área específica, por lo cual se analizó la fuerza que soporta la tolva y la fuerza del grano.

Se aplicó un peso equivalente a 49 (Kg), es decir una fuerza de 480 (N), que es la fuerza acumulada del grano y de la tolva.

Tabla 3.5 Propiedades del material de construcción de la tolva

PROPIEDADES DEL MATERIAL DE LA BASE DE LA TOLVA		
MATERIAL	Acero, galvanizado	
GENERAL	Densidad de masa	7,85 (g/cm ³)
	Límite de elasticidad	207 (MPa)
	Resistencia máxima a tracción	345 (MPa)
TENSIÓN	Módulo de Young	200 (GPa)
	Coefficiente de Poisson	0,3 (su)
	Módulo cortante	76,923 (GPa)

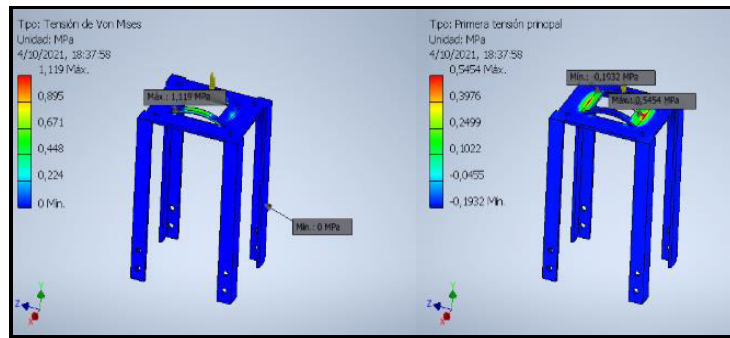


Figura 3.50 Análisis de la presión ejercida en la base de la tolva

En la figura 3.50, se observa que el arco soporta la presión del grano sin ningún problema, mientras que la mayor presión ejercida es sobre el perímetro de la base de la tolva, a pesar de esto, la base cumple con las especificaciones requeridas.

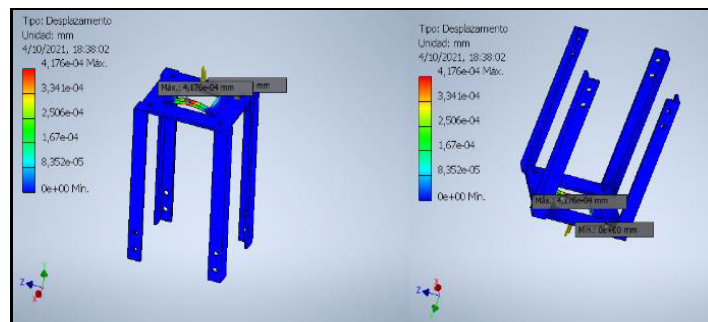


Figura 3.51 Análisis del desplazamiento ejercido en la base de la tolva

En la figura 3.51, se observa que el desplazamiento se desarrolla en mayor medida en el arco que soporta el peso del grano, sin embargo, cumple con los requisitos para que pueda funcionar sin problemas.

En la tabla 3.9, se observa el resultado final de la presión ejercida sobre la base de la tolva.

Tabla 3.6 Resultado final del análisis de presión de la base de la tolva

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	343818 (mm) ²	
MASA	2,69897 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,0000000970444 (MPa)	1,11914 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,193173 (MPa)	0,545355 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-1,38615 (MPa)	0,0409577 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,0004176 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Análisis del árbol del dosificador

El análisis de presión del árbol fue el más importante, ya que aquí es donde se concentra el peso total del conjunto de dosificación, es decir el árbol soporta la presión ejercida por el grano y el dosificador, adicionalmente tiene que soportar la presión que ejerce el sistema de transmisión de movimiento, al igual que las otras partes metálicas de la sembradora el árbol está fabricado por acero laminado; para el análisis, se utilizó acero de alta resistencia de baja aleación, debido a su parecido con el acero laminado.

Para realizar el análisis se utilizó una fuerza de 400 N, la cual equivale al peso del grano más el dosificador y más los engranes.

Tabla 3.7 Propiedades del material de construcción del árbol del dosificador

PROPIEDADES DEL MATERIAL DEL ÁRBOL DEL DOSIFICADOR		
MATERIAL	Acero, alta resistencia, aleación baja	
GENERAL	Densidad de masa	7,85 (g/cm ³)
	Límite de elasticidad	275,8 (MPa)
	Resistencia máxima a tracción	448 (MPa)
TENSIÓN	Módulo de Young	200 (GPa)
	Coefficiente de Poisson	0,287 (su)
	Módulo cortante	77,700 (GPa)

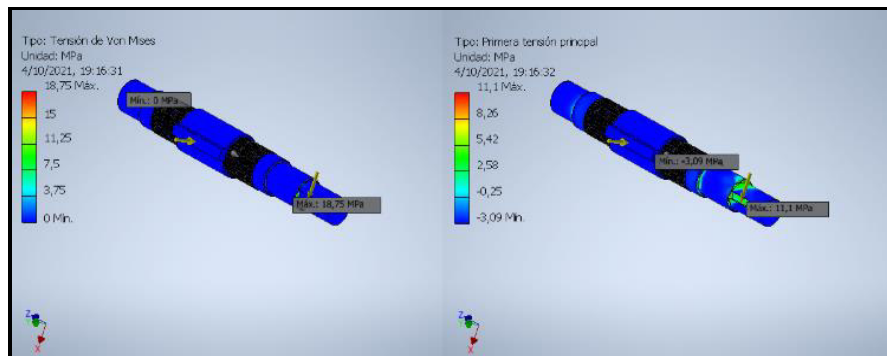


Figura 3.52 Análisis de presiones del árbol del dosificador

Según el análisis de la figura 3.52, el árbol del dosificador soporta la presión ejercida la cual se concentra en su mayoría en el centro del eje; debido a que, ahí se concentra la presión del sistema de dosificación, mientras que la presión que se ejerce en el sistema de transmisión es soportada sin problema alguno.

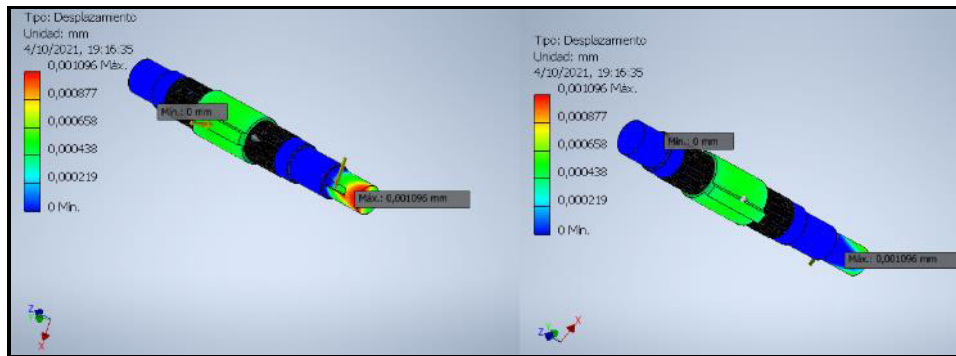


Figura 3.53 Análisis de desplazamiento del árbol del dosificador

Como se observa en la figura 3.53, la parte con mayor índice al desplazamiento es la zona donde se ubica el sistema de transmisión, es decir, los engranajes; a pesar de esto, el árbol del dosificador cumple con los requerimientos necesarios.

A continuación, en la tabla 3.11 se observa los resultados finales del análisis del árbol del dosificador.

Tabla 3.8 Resultados finales de la presión del árbol del dosificador

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	243307 (mm) ²	
MASA	1,90996 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,00401559 (MPa)	18,7491 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-3,09063 (MPa)	11,0964 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-14,1525 (MPa)	1,86597 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00109602 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	14,71 (su)	15 (su)

Árbol de la rueda

Este árbol soporta la presión ejercida por la rueda la cual se concentra en gran parte en el centro del árbol, mientras que en el lado donde va el engrane, debe soportar la presión del sistema de transmisión de movimiento.

Al igual que los demás árboles, se recomienda usar acero laminado para su fabricación, para realizar el análisis en Inventor, se utilizó acero de alta resistencia de baja aleación, revisar la tabla 3.10.

La fuerza a la cual fue sometido el árbol en la simulación fue el peso de la rueda más el sistema de transmisión lo cual equivale a 15 (Kg), es decir se aplicó 147 (N) de presión.

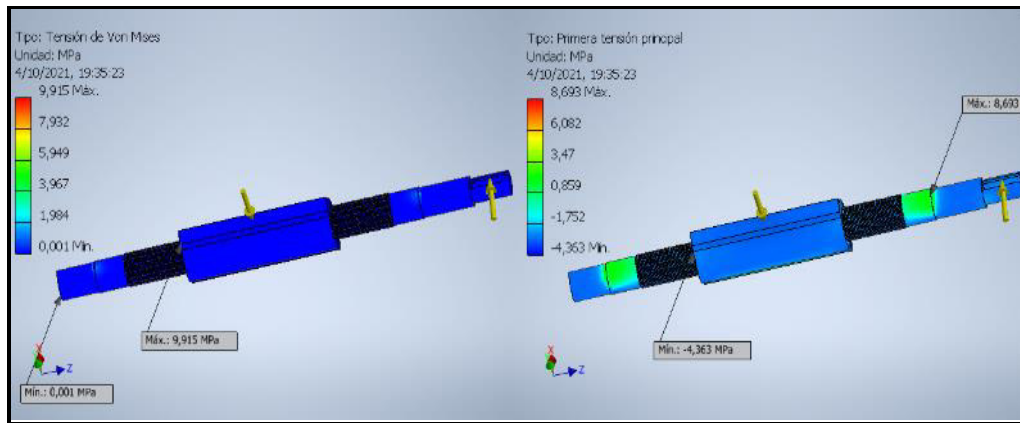


Figura 3.54 Análisis de presión del árbol de la rueda

La figura 3.54, muestra que el árbol de la rueda de tracción no presenta gran acumulación de presión en los puntos donde se realizó el análisis.

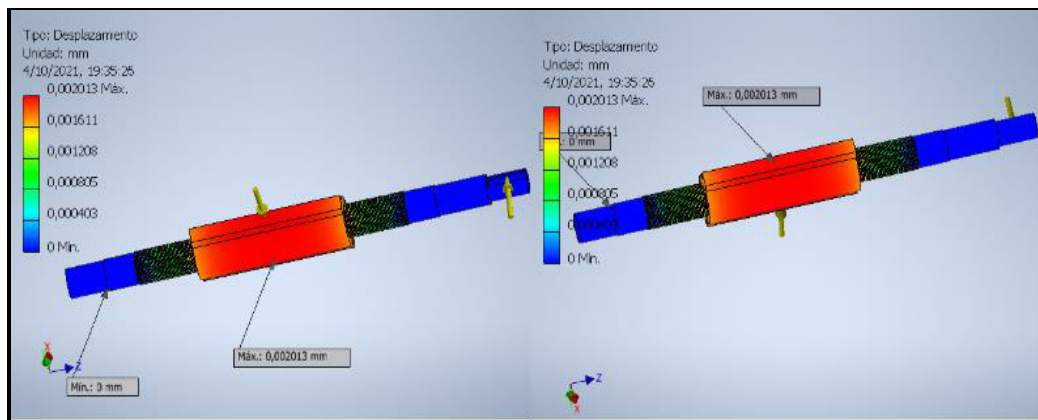


Figura 3.55 Análisis del desplazamiento del árbol de la rueda

El desplazamiento generado se da en la parte central, como se mencionó anteriormente, en esta parte es donde se concentra la mayor cantidad de presión.

A continuación, en la tabla 3.12 se observa los resultados del análisis del árbol de la rueda de tracción:

Tabla 3.9 Resultado final del análisis de presiones del árbol del dosificador

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	136345 (mm) ²	
MASA	1.07031 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,000900121 (MPa)	9,91512 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-4,36303 (MPa)	8,69265 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-14,4457 (MPa)	3,04767 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00201327 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Surcador frontal

En esta parte de la sembradora se analizó la fuerza de resistencia al corte que ejerce la tierra hacia el surcador y se observó si el surcador frontal cumple con los requerimientos, para el análisis se utilizó acero galvanizado, las propiedades del material son visibles en la tabla 3.8.

Para realizar el análisis de la fuerza se aplicó un valor de 363 (N).

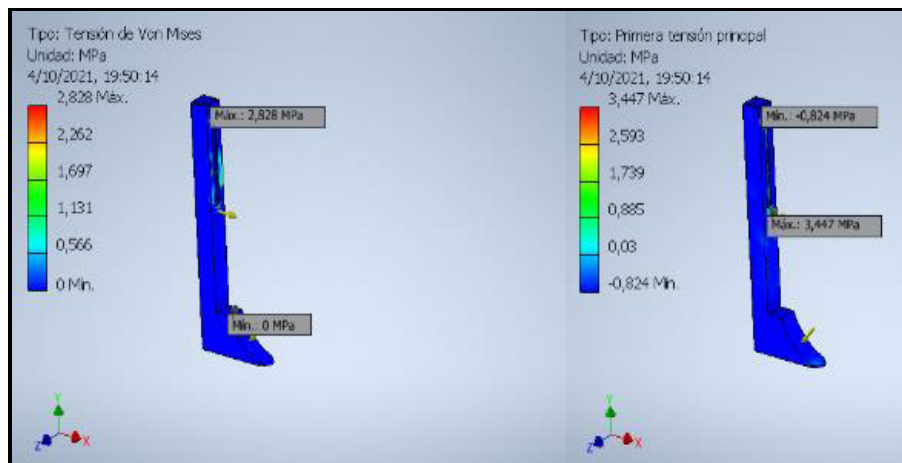


Figura 3.56 Análisis de la presión ejercida sobre el surcador frontal

En la figura 3.56, se observa que el surcador soporta la presión de resistencia de la tierra al corte sin ningún inconveniente; esto significa que el diseño y el material seleccionado cumple con su función.

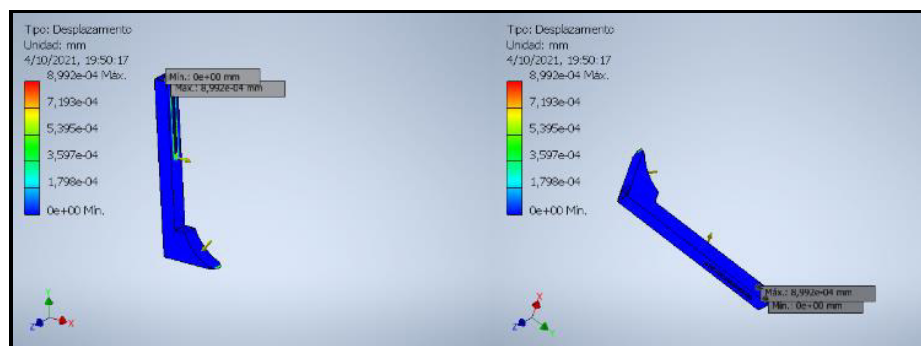


Figura 3.57 Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el surcador frontal

En la figura 3.57, se observa que el desplazamiento existente en el surcador frontal es despreciable. A continuación, se examina el resultado del análisis de presión en el surcador frontal

Tabla 3.10 Resultado final del análisis de presiones del surcador para abrir zanjas

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	700556 (mm) ²	
MASA	5,49936 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,000000216638 (MPa)	2,82778 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,823813 (MPa)	3,44713 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-3,02609 (MPa)	1,10548 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,000899159 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Surcadora posterior

A diferencia de surcadora frontal, el surcador posterior tiene menos resistencia de corte por parte de la tierra, debido al trabajo del primer surcador en donde la tierra se afloja.

Para realizar el análisis de fuerzas se utilizó el mismo valor del surcador frontal el cual es 363 (N).

De la misma forma que el surcador fontal, para la implementación se recomienda utilizar Acero Galvanizado, las especificaciones se observan en la tabla 3.8.

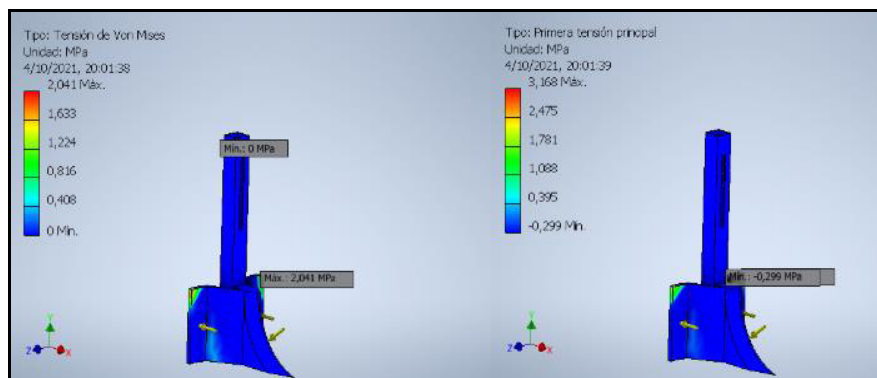


Figura 3.58 Análisis de la presión ejercida sobre el surcador posterior

Como se observa en la figura 3.58, la parte más afectada es el arrastrador de tierra, esto debido al diseño de la surcadora en donde los arrastradores están implementados por láminas de acero.

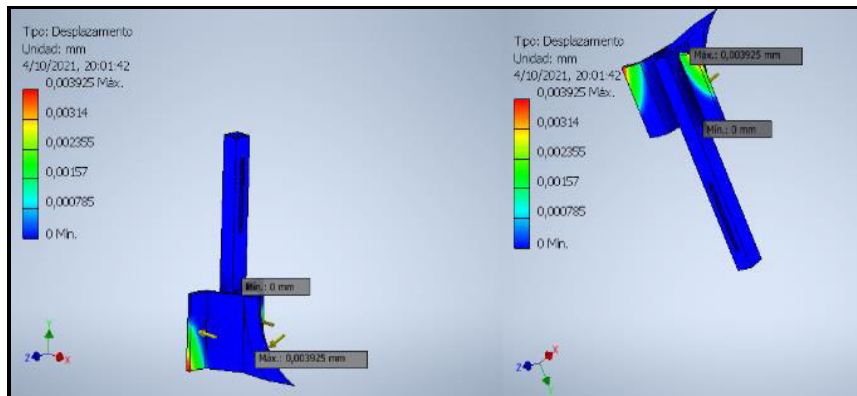


Figura 3.59 Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el surcador posterior

Como se observa el análisis de desplazamiento de la figura 3.59, existe un desplazamiento en los extremos de los arrastradores de tierra.

A continuación, se observa el análisis final de presión en el surcador posterior.

Tabla 3.11 Resultado final del análisis de presión del surcadora posterior

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	2055620 (mm) ²	
MASA	16,1366 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,000000199543 (MPa)	2,04063 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,298859 (MPa)	3,16825 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,912721 (MPa)	1,03602 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00392498 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Base del sistema de dosificación

La base del sistema de dosificación es en la cual se asienta todo el sistema de dosificación, es decir, la base de los árboles, la base de la tolva, tolva, dosificador, etc., Sin embargo, este parte no soporta todo el peso ya que queda montada sobre el bastidor, para fines de diseño se realizó un análisis de fuerzas sobre esta parte de la sembradora,

Para el diseño se aplicó una fuerza equivalente a todo el sistema de dosificación es decir 55.6 (Kg), lo que significa que se aplicó una fuerza de 545 (N).

El material recomendado para el ensamblaje es una plancha de acero laminado, dado que Inventor no contiene este material en su biblioteca se utilizó un acero de similares características, las especificaciones del material se pueden observar en la tabla 3.10.

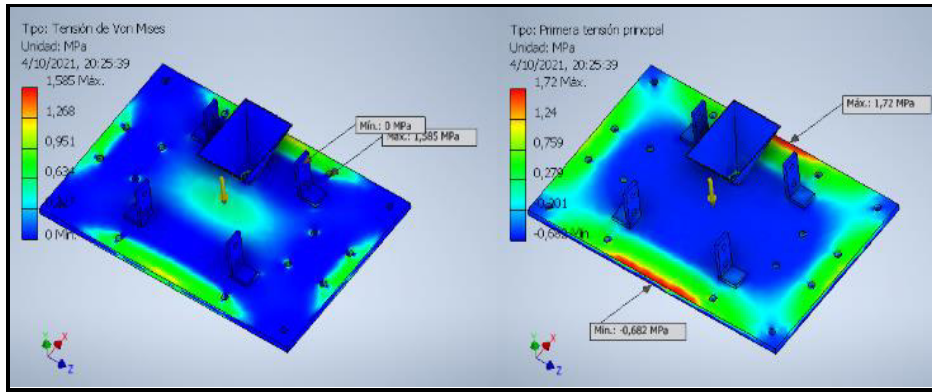


Figura 3.60 Análisis de la presión ejercida sobre la base del sistema de dosificación

Como se observa en la figura 3.60, se aprecia que la mayor presión recae sobre los bordes de la base, pero el diseño soporta todo el sistema de dosificación sin tomar en cuenta que esta pieza va sobre el bastidor.

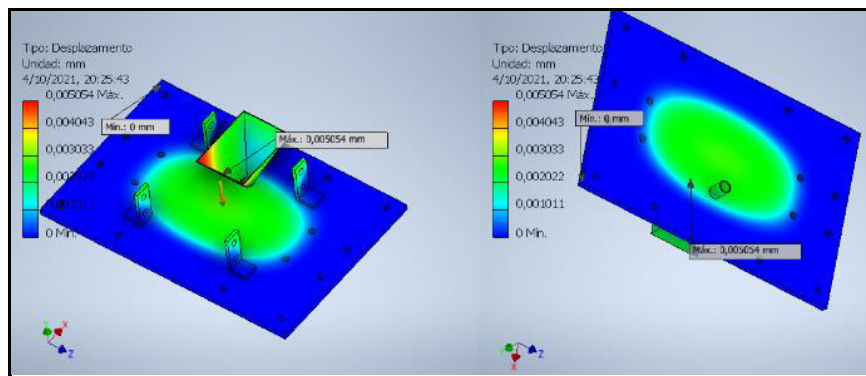


Figura 3.61 Análisis de la base del sistema de dosificación

Como se observa en la figura 3.61, el desplazamiento sobre la base es despreciable, con esto se reitera que la base diseñada cumple con las especificaciones de diseño.

A continuación, en la tabla 3.15 se observa los resultados finales del análisis.

Tabla 3.12 Resultado final del análisis de presión de la base del sistema de dosificación

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	1222730 (mm) ²	
MASA	9,59842 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,0000740845 (MPa)	1,58547 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,681582 (MPa)	1,72019 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-1,89529 (MPa)	0,641863 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00505428 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Bases del árbol del dosificador

En estas bases va acoplado el árbol de dosificación, esta pieza debe cumplir con las especificaciones adecuadas, debido a que soporta el peso del árbol, el dosificador y los granos.

Para la implementación se recomienda usar acero galvanizado, se observa las especificaciones del material en la tabla 3.8.

Para realizar el análisis de fuerza se aplicó una fuerza de 420 (N) lo cual equivale al peso de todo el sistema de dosificación.

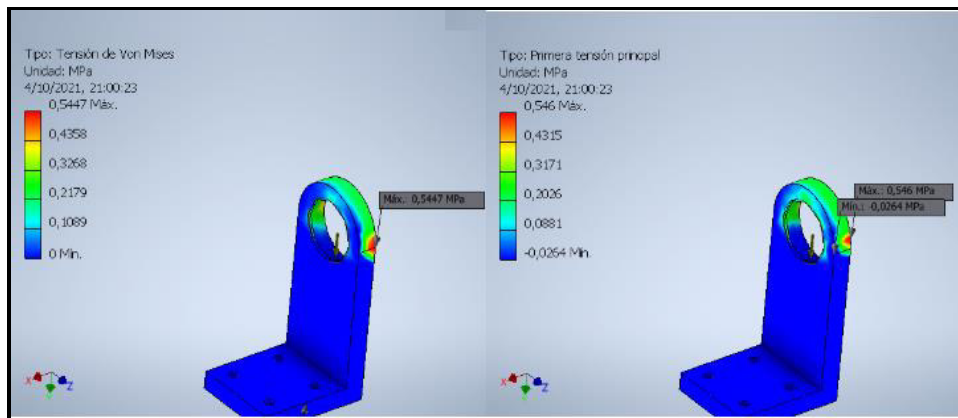


Figura 3.62 Análisis de presión de la base del árbol del dosificador

Como se observa en la figura 3.62 la mayor presión se acumula en el perímetro del espacio circular para los rodamientos, a pesar de esta presión, la base del árbol soporta el sistema de dosificación sin problemas.

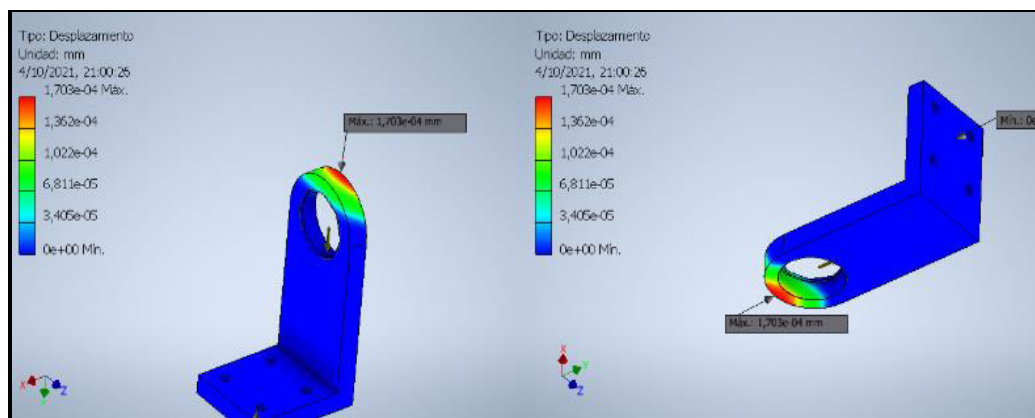


Figura 3.63 Análisis del desplazamiento de la base del árbol del dosificador

El análisis de desplazamiento de la figura 3.63, muestra un desplazamiento despreciable en la parte superior del espacio para el rodamiento.

A continuación, se observa el resultado final que se obtuvo tras el análisis de fuerzas.

Tabla 3.13: Resultado final del análisis de presión de la base del árbol del dosificador

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	597857 (mm) ²	
MASA	4,69318 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,0000000072450 (MPa)	0,544694 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0.0263645 (MPa)	0,545993 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-0,363832 (MPa)	0,041466 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,000170271 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

Bastidor

El bastidor es el que mayor peso debe soportar, debido a que todos los otros elementos van ajustados sobre sí.

Para el análisis de fuerzas se tomó en cuenta que el peso de las piezas restantes de la sembradora que aproximadamente tienen un peso de 90 (Kg) por lo cual se aplicó una fuerza de 882 (N).

El material recomendado es perfil estructural de acero galvanizado, las especificaciones de este material se observan en la tabla 3.8.

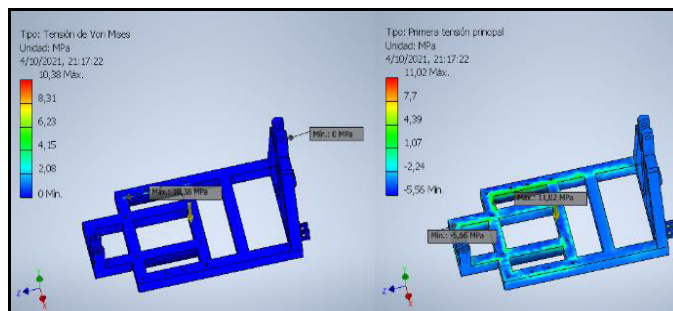


Figura 3.64 Análisis de la presión sobre el bastidor

La figura 3.64, muestra el esfuerzo que presenta el bastidor es mínimo, por lo tanto, la presión que debe soportar de los otros elementos no le afecta durante su trabajo.

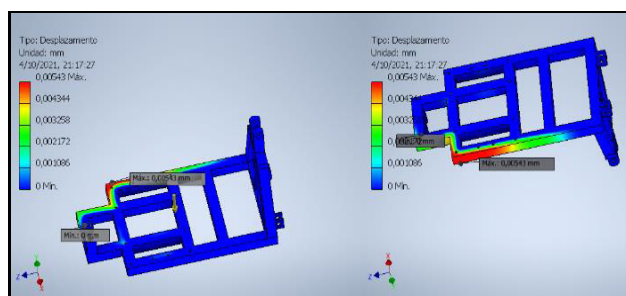


Figura 3.65 Análisis del desplazamiento desarrollado sobre el bastidor

Como se observa en la figura 3.65, el desplazamiento será despreciable, es decir el bastidor no es afectado cuando soporte ese peso.

A continuación, se observa en la tabla 3.17 del análisis final del bastidor.

Tabla 3.14 Resultado final del análisis de presión del bastidor

NOMBRE	MÍNIMO	MÁXIMO
VOLUMEN	2665430 (mm) ²	
MASA	20,9237 (Kg)	
TENSIÓN DE VON MISES	0,00000447744 (MPa)	10,3839 (MPa)
PRIMERA TENSIÓN PRINCIPAL	-5,55546 (MPa)	11,0193 (MPa)
TERCERA TENSIÓN PRINCIPAL	-14,2526 (MPa)	2,63634 (MPa)
DESPLAZAMIENTO	0 (mm)	0,00542953 (mm)
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	15 (su)	15 (su)

3.3 Simulación de las partes de la sembradora utilizando software Inventor.

En el siguiente código QR podemos observar la simulación del ensamblaje de la sembradora.



Figura 3.66 Código QR de la simulación del ensamblaje de la sembradora

3.4 Planos de conjunto y detalles.

Los planos del diseño de la sembradora se observan en los anexos, cabe recalcar que las medidas presentadas en los planos se encuentran en milímetros (mm).

3.5 Desarrollo del manual de uso y funcionamiento

La sembradora de disco destinada para la siembra de grano tales como: frejol y maíz, entre sus ventajas ofrece una uniformidad en la distribución del grano, mejorando las operaciones, disminuyendo el tiempo de siembra y reduciendo la cantidad de accesorios empleados por los agricultores.

Los granos serán distribuidos por un disco vertical rotativo que cuenta con alveolos destinados a la colocación de grano en el ducto de salida. La dosificación del grano se dará mediante la relación de transmisión de la rueda dentada y el dosificador.

MANUAL DE USO:

Al operador

- Tomando en cuenta que es una máquina rotativa los aspectos de seguridad deben ser constantemente observados y controlados para evitar accidentes.
- La sembradora fue diseñada con el fin de ser un equipo de fácil operación, pero demanda cuidados básicos e indispensables para el correcto funcionamiento, tales como; limpieza y lubricación de las partes giratorias.
- Mantenga siempre en mente que la seguridad propia y de la máquina exige una atención continua, así como prudencia durante el trabajo, mantenimiento y almacenamiento de la máquina.
- Tenga especial cuidado cuando se trabaje sobre terrenos con inclinaciones pronunciadas. Existe el peligro de volcarse.
- Durante el trabajo utilice calzado de seguridad.
- Solamente utilice personal capacitado para trabajar con la sembrador.
- No permita que niños jueguen próximos o sobre la sembradora, estando la máquina en operación, almacenada o en transporte.
- Tenga cuidado al efectuar el enganche en la barra de tracción.
- Utilice guantes de protección al trabajar cerca al disco de distribución de semilla.
- Halar la sembradora únicamente con un tractor de potencia adecuada para el trabajo.
- Al desenganchar el equipo, en campo o en el lugar de almacenaje, hágalo en un espacio plano y firme. Verifique que el mismo esté correctamente apoyado.

Transporte sobre camión o camioneta

- Usar rampas adecuadas para cargar o descargar el equipo. No efectúe cargas en hondonadas, pueden ocurrir un grave accidente
- En caso de levantamiento con plumas, utilizar los puntos adecuados para el izamiento.
- Ubicar adecuadamente el equipo sobre el transporte
- Utilizar amarras (cadenas, cuerdas, fajas, etc.) como sean necesarias para inmovilizar el equipo durante el transporte.
- Si va a ser transportada por varios kilómetros, se recomienda verificar la carga entre los 8 a 10 primeros kilómetros, después, cada 80 a 100 kilómetros verificando que las amarras no se encuentren flojas. Se recomienda verificar la carga con mayor frecuencia en autopistas averiadas o con baches.

Enganche al tractor

- La sembradora se encuentra equipada para realizar el enganche directo al tractor, por lo tanto, se debe seguir los siguientes pasos:
 1. Enganchar el brazo de tres putos en las bases de tipo U, que se encuentra en parte superior de la vista frontal de la sembradora.
 2. A continuación, enganchar los brazos hidráulicos del tractor a las bases en tipo U que se encuentran en la vista frontal de la sembradora.
 3. Para el ajuste de los brazos en la sembradora se recomienda utilizar pernos estructurales.

Nivelación de la sembradora

Levante las líneas accionando los bazos hidráulicos del tractor, mediante el extensor realice la nivelación de la sembradora con respecto al suelo.

FUNCIONAMIENTO DE LA SEMBRADORA

Sistema de enterrado

- Los surcadores deben estar alineados con respecto a la tierra y se debe ajustar la distancia por debajo de la superficie de la tierra para realizar la zanja y el surco para la siembra del grano.
- Durante el arrastre del tractor a la sembradora, este proporciona una fuerza en donde el surcador frontal con su diseño tipo canilla abre una zanja en la tierra, para depositar el grano el cual baja por el tubo que se encuentra en la parte trasera del surcador, una vez depositado el grano, el surcador posterior ira tapando la zanja y al mismo tiempo ira abriendo los surcos en la tierra para

trabajos de riego y cosecha, una vez abiertos los surcos el grano quedará tapado en el centro de la hilera.

Sistema de dosificación

- El sistema de dosificación está conformado por la tolva el dosificador y el tubo por donde cae el grano hasta la zanja.
- El dosificador cuenta con 6 alveolos los cuales se encuentra perfectamente distribuidos a través del perímetro del dosificador de tal forma que los granos caigan hacia la zanja con una distancia de 15 (cm) entre grano.
- Además el dosificador tiene una ranura en la parte central del perímetro la cual cruza todos los alveolos, esta ranura es como una guía para los granos para que se depositen en el alveolo mientras el dosificador está girando.
- El dosificador se encuentra en el área baja de la tolva a una distancia de 3(mm), para que no exista rozamiento va sacando los granos de la tolva a través de los alveolos “1 grano por cada alveolo” a una razón de 6 granos por metro lineal mediante la rotación del dosificador.

Sistema de rotación y transmisión de movimiento

- La sembradora cuenta con una rueda la cual tiene pequeñas gradas en todo su contorno para mejorar la adherencia hacia la tierra.
- La rueda gira conforme avanza el tractor, es decir, a una razón de 7 (Km)/h y da una vuelta completa en un metro lineal, por esta razón la relación de transmisión de movimiento será de 1 a 1, los engranes son del mismo diámetro y tienen la misma cantidad de dientes.
- La transmisión está conformada por el árbol de la rueda, el árbol de transmisión y el árbol del dosificador.
- Cuando la rueda gira esta provoca un movimiento en el árbol y esto provoca que también gire el engrane que se encuentra insertado en el árbol de la rueda, mediante una cadena el movimiento se transmite hacia el primer engrane del árbol de transmisión el cual provoca que este árbol gire.
- Con el movimiento del árbol de transmisión se tiene al segundo engrane girando de tal forma que el movimiento se trasmite a través de la segunda cadena hasta el engrane del árbol del dosificador.
- Con el movimiento del árbol del dosificador, el dosificador realiza un giro completo en un metro lineal y esto provoca que el grano caiga hacia la tierra cada 15(cm) entre grano.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La sembradora diseñada es de tipo de disco vertical de tipo monograno, de maíz y de frejol, cuenta con 2 clases de surcadores además utiliza un dosificador de tipo vertical con un direccionamiento tipo embudo el cual dirige el grano hacia el tubo para asegurarse de que el grano sea depositado en la zanja.
- La tolva tiene una capacidad de carga de 31 (Kg), dependiendo del grano esta capacidad será suficiente para realizar la siembra en una hectárea de terreno.
- El surcador posterior fue diseñado para cumplir con dos trabajos, el primero, cerrar la zanja abierta por el surcador frontal para depositar el grano y al mismo tiempo realizar el surco en la tierra para realizar labores de riego y recolección.
- La sembradora podrá ser arrastrada por un tractor con una fuerza de arrastre de 12 KN, correspondiente a un tractor pequeño de la marca John Deere, lo que significa que podrá trabajar con tractores de mayor fuerza de arrastre o vehículos con una fuerza superior a la mencionada.
- El software de Inventor cuenta con diferentes áreas de trabajo las cuales nos permiten diseñar por separado cada pieza de un proyecto, armar el proyecto por completo, realizar simulaciones de movimiento, ensamblaje y de fuerzas aplicadas a cada pieza, también permite realizar los planos correspondientes a cada pieza y al proyecto final armado.
- Para realizar la simulación de fuerzas de las partes de la sembradora, en algunos casos se utilizó otro tipo de materiales, pero con características similares debido a que la biblioteca del software de Inventor no cuenta con algunos tipos de acero y plásticos.
- La biblioteca del software de Inventor cuenta con una gran variedad de piezas establecidas bajo diferentes tipos de normas las cuales pueden resultar de gran utilidad ya que se ahorra tiempo de trabajo cuando se realiza el diseño de cualquier proyecto.
- Los planos desarrollados en Inventor de la sembradora serán una guía y ayudarán al usuario para poder implementar cada pieza de la máquina para su posterior uso.
- El manual de uso y funcionamiento ayuda al usuario a conocer los parámetros para que la máquina pueda trabajar sin complicaciones y al mismo tiempo el usuario puede salvaguardar su salud y evitar posibles lesiones.

4.2 Recomendaciones

- Antes de empezar a utilizar el software de Inventor se recomienda verificar las características del ordenador y si estas cumplen con las características de funcionamiento del programa ya que de no ser el caso se tendrá varios problemas durante el diseño de proyectos.
- Si se desea realizar la implementación de la sembradora se recomienda utilizar los materiales antes mencionados y seguir el video de ensamblaje de la máquina en el orden prescrito.
- Si en algún momento la máquina se encuentra implementada y lista para el trabajo se recomienda no sobrecargar la tolva de grano, para evitar una sobrecarga en los elementos mecánicos.
- Para trabajar con esta sembradora se recomienda utilizar los granos mencionados ya que el dosificador fue diseñado con los parámetros del maíz y del frejol, colocar otro tipo de grano puede provocar algún tipo de daño en el dosificador o el excesivo depósito de grano en un mismo punto.
- Si se desea diseñar un dosificador para otro tipo de grano se recomienda mantener el diseño original de disco vertical, únicamente se debería variar el diámetro de los alveolos, ya que con esta forma de diseño se evita cambiar el mecanismo de funcionamiento por uno más complejo como un mecanismo neumático.
- Se recomienda realizar cualquier tipo de diseño de proyectos en el Software Inventor ya que es un programa muy amigable con el diseñador con un interfaz bastante sencilla de utilizar.

5. Bibliografía

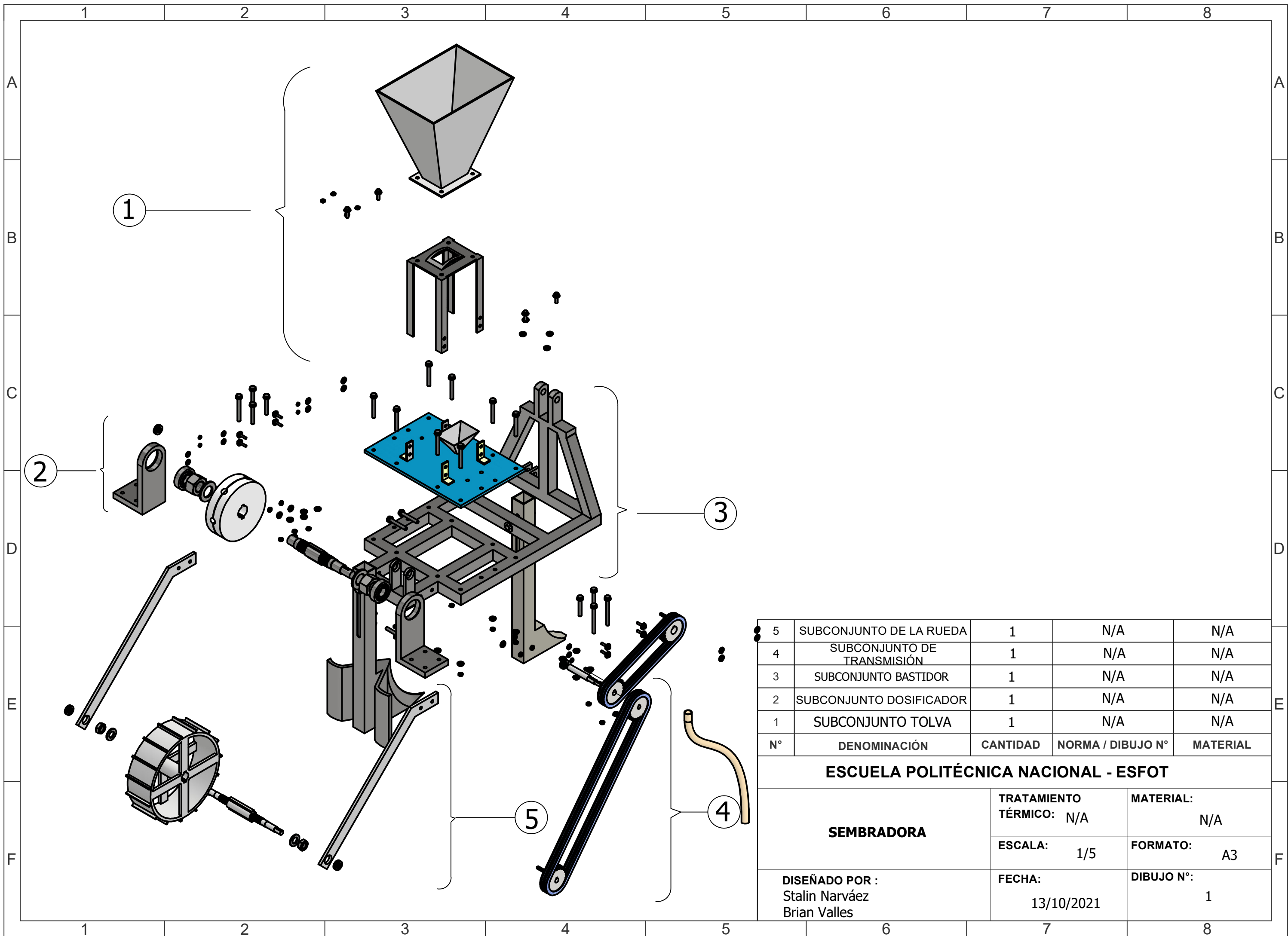
- [1] Salazar Edgar A., "Una reflexión desde la Facultad de Tecnología," Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.
- [2] Silvana R. Allasia, "TIPOS DE SIEMBRA," 2011.
<https://sites.google.com/site/339tejidosdeproduccion/tipos-de-siembra>.
- [3] "Tecnología Superior en Electromecánica - Escuela de Formación de Tecnólogos." <https://esfot.epn.edu.ec/index.php/oferta-academica/tecnologia-superior-en-electromecanica> (accessed Nov. 27, 2020).
- [4] C. Valero, *Las maquinas sembradoras*, Universida. Madrid, 2003.
- [5] Ilcero, "El huerto todo el año," 2018.
<http://elhuertoanual.blogspot.com/2018/08/minidiccionario.html>.
- [6] Efraín García Mendoza, "Guia tecnica para el cultivo," Boaco, 2008. [Online]. Available: <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>.
- [7] Fundacion Hondureña de Investigacion Agricola, "Guia sobre prácticas de conservacion del suelo," La Lima, 2011. [Online]. Available: http://www.fhia.org.hn/downloads/guia_conservacion_de_suelos.pdf.
- [8] Quevedo ciudad del rio, "Limpieza de terrenos para la siembra de arboles," 2020. <http://quevedo.gob.ec/inician-limpieza-de-terrenos-para-la-siembra-de-arboles/>.
- [9] O. de las N. U. para la Agricultura, "Labranza de conservacion," 2000.
<http://www.fao.org/noticias/2000/000501-s.htm>.
- [10] A. Porras, *Sembradoras Principios Y Caracteristicas*, Direccion. Cordoba, 1986.
- [11] M. A. CHÁVEZ, "Diseño de un sistema inteligente de dosificación neumático de semilla," Universidad Autónoma Agraria, 2006.
- [12] Deyanira Gayosso Tolentino, "Evaluacion y modificacion de un dosificar de semillas para superficies," Universidad Auonoma Agraria" Antonio Narro", 2010.
- [13] Malla Lema Jaime Gabriel, "Evaluación del rendimiento de fréjol (Phaseolusvulgaris L.) INIAP 484 Centenario, en siembra directa bajo fertilización química, orgánica más Rhizobiumsp.," Universidad Central Del Ecuador, 2018.

- [14] INEC, "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020," 2020. [Online]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion ESPAC 2020.pdf.
- [15] NEC, "Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua," 2016. [Online]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion ESPAC 2016.pdf.
- [16] INIAP, "Cultivos," 2014. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2>.
- [17] Juan Luis Gutierrez, *Áreas consultor didáctico*, NAUTA S.A. Barcelona: Sirven Grafic S.A, 1992.
- [18] Dipacmanta, "Aceros," 2021. <https://www.dipacmanta.com/descargas/09-inoxidable/planchas-inox.pdf>.
- [19] BOHMAN, "Barras de acero," *PAGINA WEB*, 2021. <https://bohman.com.ec/shop/product/acero-para-trabajo-en-frio-df2-aisi-01-barra-redonda-12133?category=202#attr=7009,7034>.
- [20] UNS, "MAQUINAS SEMBRADORAS," BAHIA BLANCA, 2010. [Online]. Available: <http://mecymaq.criba.edu.ar/attachments/section/1/MAQUINAS DE SIEMBRA 2020.pdf>.
- [21] UTEC, "Polietileno de ultra alto peso molecular," 2021. [Online]. Available: <file:///C:/Users/NEXFON/Downloads/09 UTEC v4 SP.PDF>.
- [22] M. Bragachini, "IMPACTO DE LA VELOCIDAD Y LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE UNIFORMIDAD EN LA EMERGENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS EN MAÍZ," Buenos Aires, 2012. [Online]. Available: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-impacto_velocidad_y_profundidad_de_siembra_en_ma.pdf.
- [23] Vallejo Zambrano, *Física Vectorial*, Rodin. Quito, 2008.
- [24] Rodolfo Velasquez, "Trigonometria," 2013. https://es.slideshare.net/xxrangelxx/semana-2-14044286?next_slideshow=1.
- [25] D. X. A. CUICHÁN, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMBRADORA CON DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA PARA SEMILLA DE QUINUA Y ABONO CON UNA CAPACIDAD DE 20 KG/H," POLITECNICA SALESIANA, 2016.

- [26] John Deere, "Características Tractor serie 5036c," Moline, 2019. [Online]. Available: <https://www.deere.com/latin-america/es/magazines/publication.html?id=4d4640a3#1>.
- [27] Cristian Rolando; Jorje Quiroz, "Diseño y construcción de un equipo de labranza con tracción accionada por un motor de combustión interna," Escuela Politécnica Nacional, 2012.
- [28] Luis Gutierrez, *Física Y Química*, Nauta S.A. Barcelona, 1992.
- [29] James R. Gere, *Mecánica de materiales*. Mexico, 2009.
- [30] NSK, "Cómo seleccionar el rodamiento y la disposición adecuados – Guía paso a paso," 2014. [Online]. Available: file:///C:/Users/NEXFON/Downloads/P_TI-0104_ES.pdf.
- [31] SKF, "No Title." EEUU, p. 1000, 2019, [Online]. Available: https://www.skf.com/binaries/pub201/Images/0901d19680416953-Rolling-bearings---17000_1-ES_tcm_201-121486.pdf.
- [32] SKF, "Productos SKF de transferencia de potencia." EEUU, 2019, [Online]. Available: <https://www.skfptp.com/Publications/DownloadFile?document=Downloads%2FCatalogues%2FProductos SKF de Transmisión de Potencia.pdf>.
- [33] IMPORPERNOS, "pernos estructurales," *ASTM A325*, 2014. <https://www.imporpernos.com/blog/norma-astm-a325>.
- [34] JUBEDI, "LDPE (Polietileno baja densidad)," 2019. [Online]. Available: <https://jubedi.com/wp-content/uploads/2019/09/LDPE-Polietileno-baja-densidad.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: ESTRUCTURA DE LA SEMBRADORA

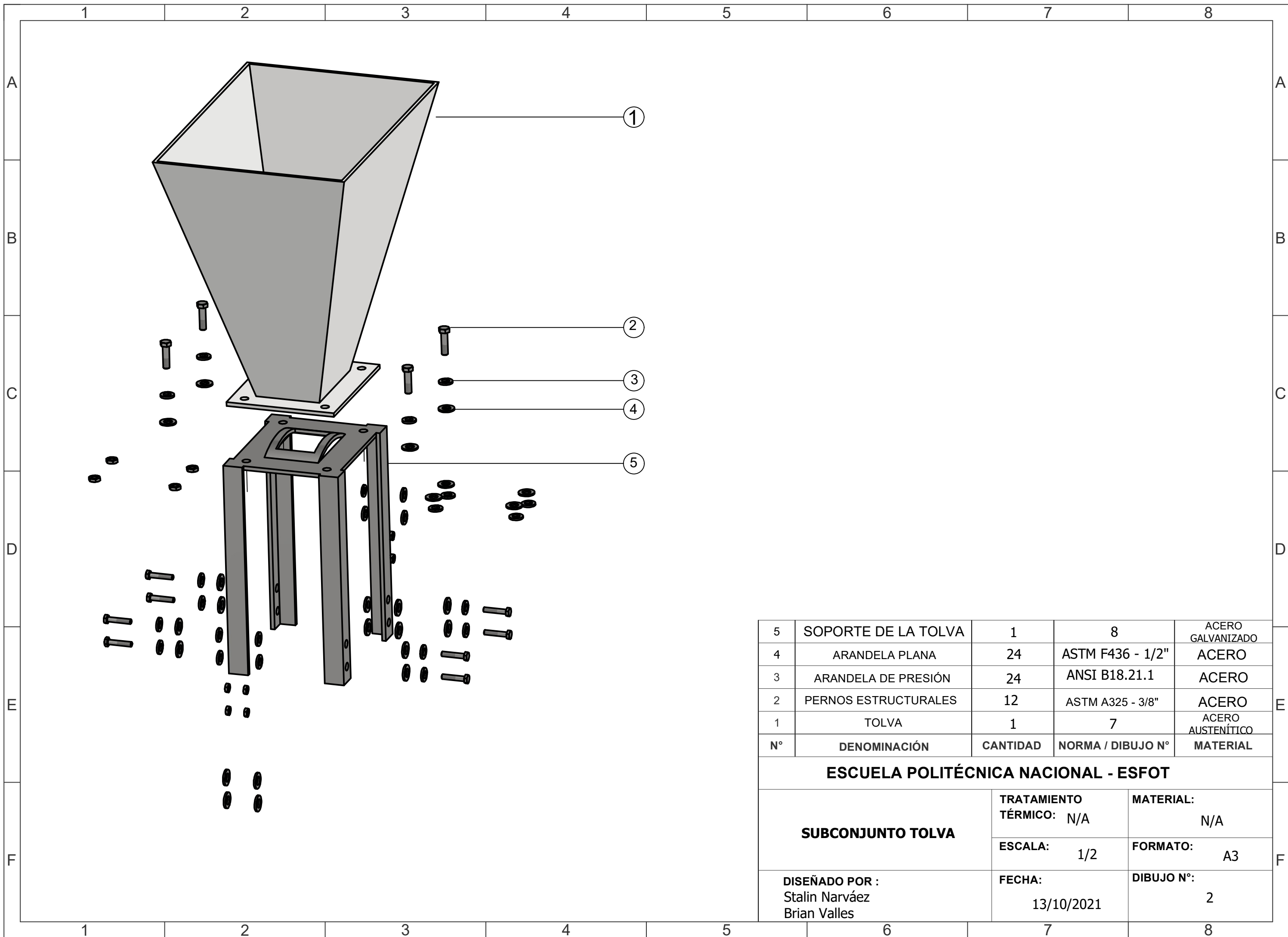


5	SUBCONJUNTO DE LA RUEDA	1	N/A	N/A
4	SUBCONJUNTO DE TRANSMISIÓN	1	N/A	N/A
3	SUBCONJUNTO BASTIDOR	1	N/A	N/A
2	SUBCONJUNTO DOSIFICADOR	1	N/A	N/A
1	SUBCONJUNTO TOLVA	1	N/A	N/A
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

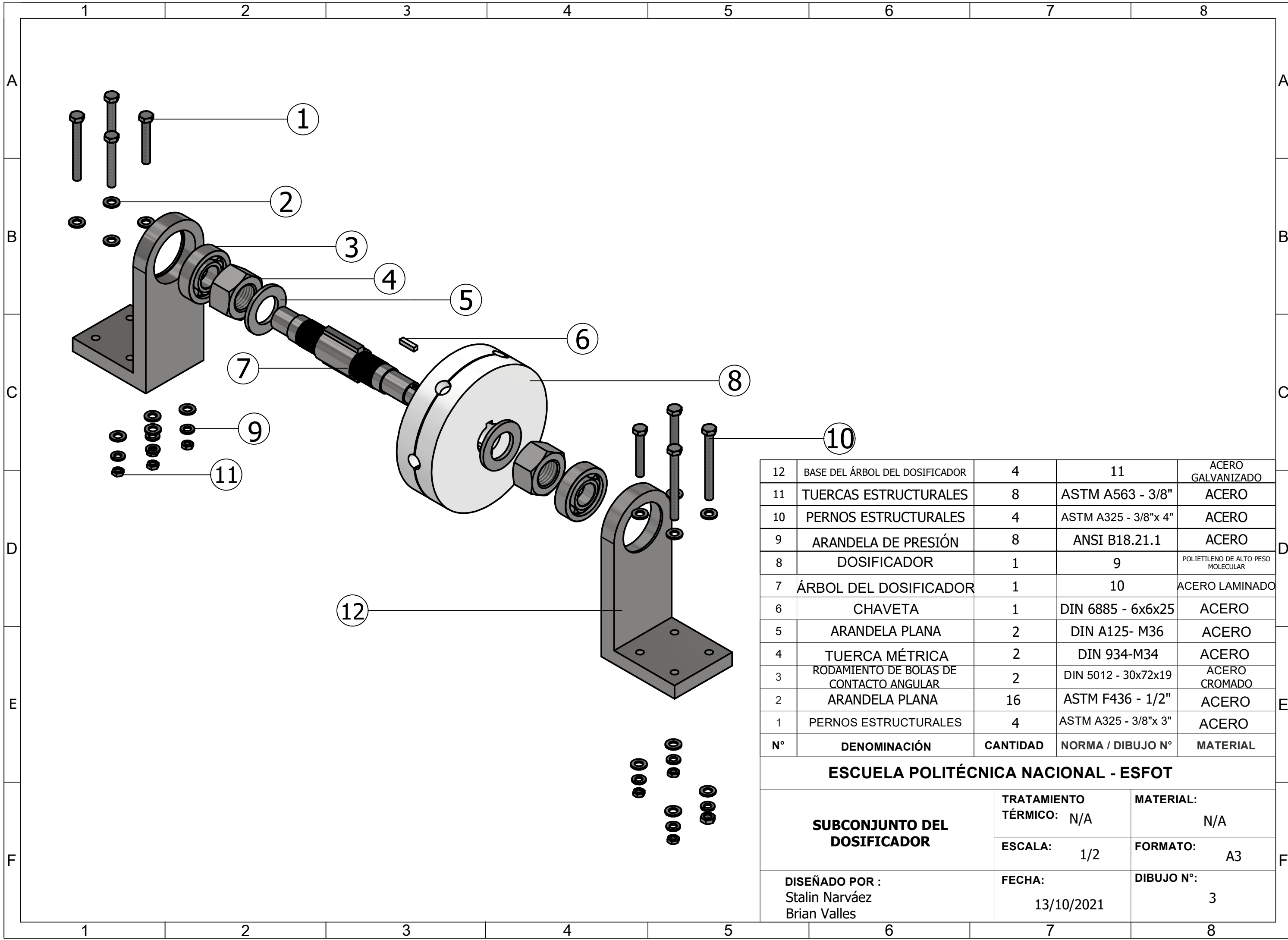
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

SEMBRADORA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: N/A
	ESCALA: 1/5	FORMATO: A3
DISEÑADO POR : Stalin Narvárez Brian Valles	FECHA: 13/10/2021	DIBUJO N°: 1

ANEXO 2: CONJUNTOS DE LA SEMBRADORA



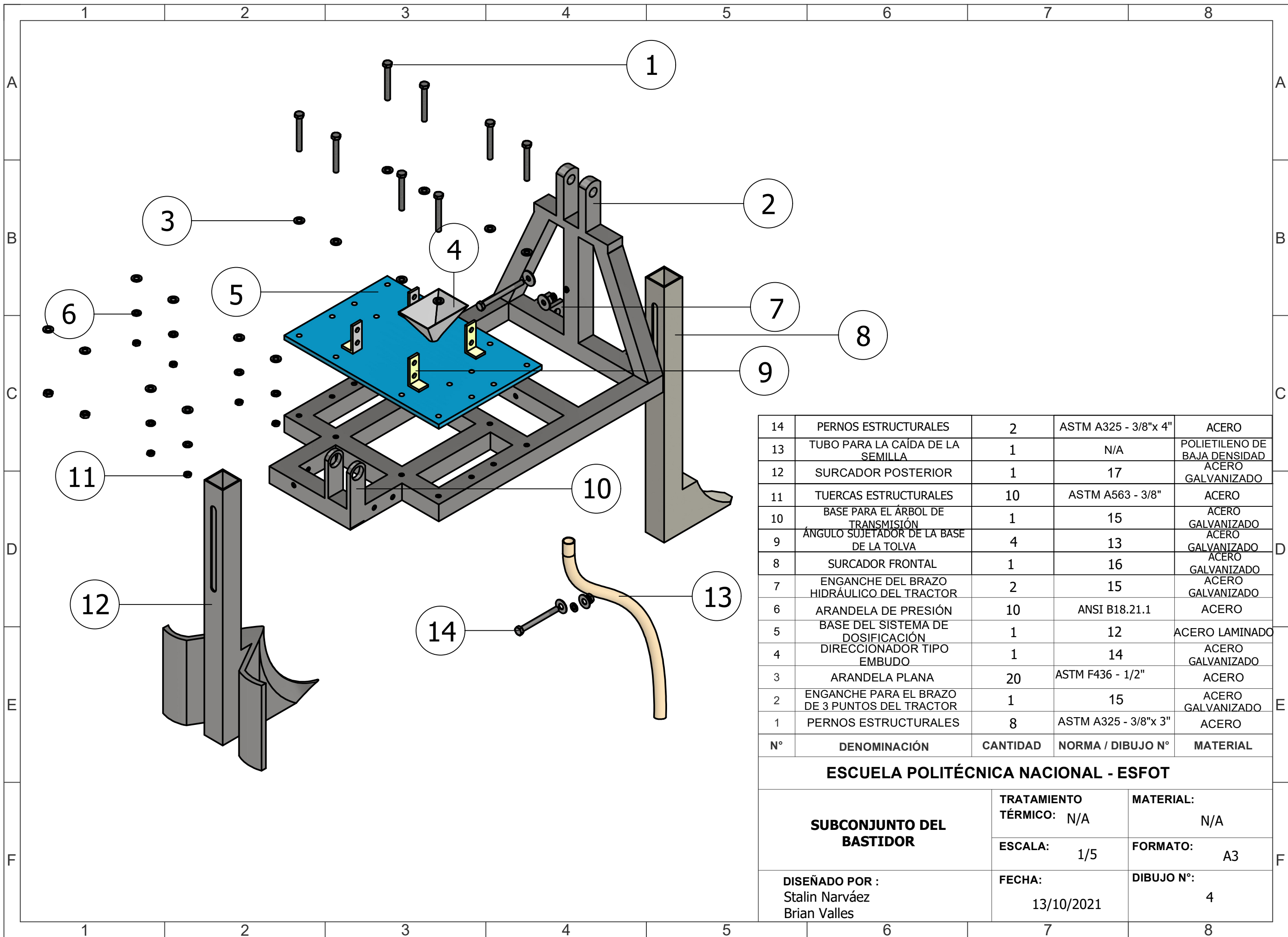
5	SOPORTE DE LA TOLVA	1	8	ACERO GALVANIZADO
4	ARANDELA PLANA	24	ASTM F436 - 1/2"	ACERO
3	ARANDELA DE PRESIÓN	24	ANSI B18.21.1	ACERO
2	PERNOS ESTRUCTURALES	12	ASTM A325 - 3/8"	ACERO
1	TOLVA	1	7	ACERO AUSTENÍTICO
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT				
SUBCONJUNTO TOLVA		TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:
				N/A
		ESCALA:	1/2	FORMATO:
				A3
DISEÑADO POR :		FECHA:	DIBUJO N°:	
Stalin Narváez		13/10/2021	2	
Brian Valles				



12	BASE DEL ÁRBOL DEL DOSIFICADOR	4	11	ACERO GALVANIZADO
11	TUERCAS ESTRUCTURALES	8	ASTM A563 - 3/8"	ACERO
10	PERNOS ESTRUCTURALES	4	ASTM A325 - 3/8"x 4"	ACERO
9	ARANDELA DE PRESIÓN	8	ANSI B18.21.1	ACERO
8	DOSIFICADOR	1	9	POLIETILENO DE ALTO PESO MOLECULAR
7	ÁRBOL DEL DOSIFICADOR	1	10	ACERO LAMINADO
6	CHAVETA	1	DIN 6885 - 6x6x25	ACERO
5	ARANDELA PLANA	2	DIN A125- M36	ACERO
4	TUERCA MÉTRICA	2	DIN 934-M34	ACERO
3	RODAMIENTO DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR	2	DIN 5012 - 30x72x19	ACERO CROMADO
2	ARANDELA PLANA	16	ASTM F436 - 1/2"	ACERO
1	PERNOS ESTRUCTURALES	4	ASTM A325 - 3/8"x 3"	ACERO
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

SUBCONJUNTO DEL DOSIFICADOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: N/A
	ESCALA: 1/2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR : Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/10/2021	DIBUJO N°: 3



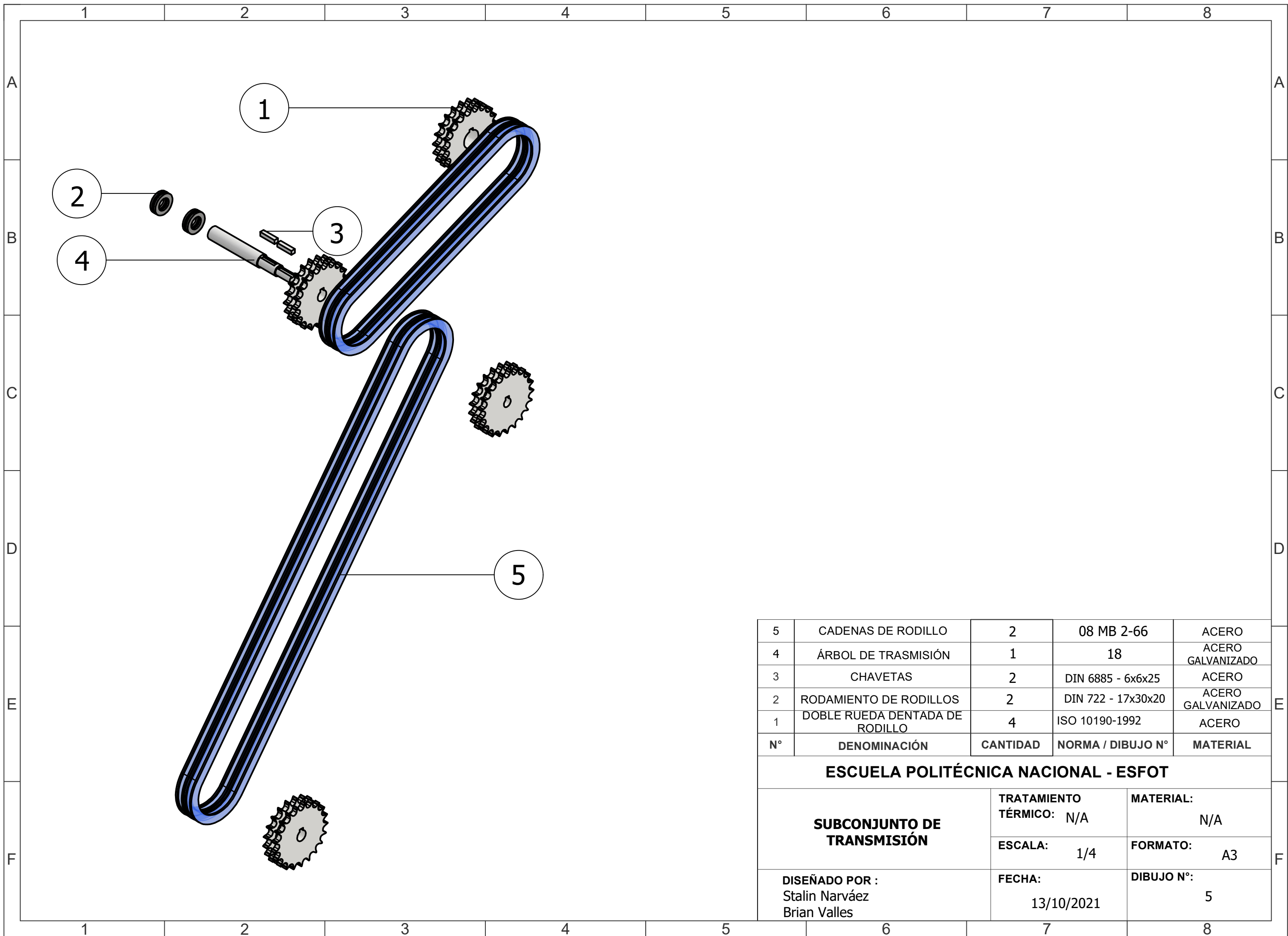
14	PERNOS ESTRUCTURALES	2	ASTM A325 - 3/8"x 4"	ACERO
13	TUBO PARA LA CAÍDA DE LA SEMILLA	1	N/A	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
12	SURCADOR POSTERIOR	1	17	ACERO GALVANIZADO
11	TUERCAS ESTRUCTURALES	10	ASTM A563 - 3/8"	ACERO
10	BASE PARA EL ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	1	15	ACERO GALVANIZADO
9	ÁNGULO SUJETADOR DE LA BASE DE LA TOLVA	4	13	ACERO GALVANIZADO
8	SURCADOR FRONTAL	1	16	ACERO GALVANIZADO
7	ENGANCHE DEL BRAZO HIDRÁULICO DEL TRACTOR	2	15	ACERO GALVANIZADO
6	ARANDELA DE PRESIÓN	10	ANSI B18.21.1	ACERO
5	BASE DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	1	12	ACERO LAMINADO
4	DIRECCIONADOR TIPO EMBUDO	1	14	ACERO GALVANIZADO
3	ARANDELA PLANA	20	ASTM F436 - 1/2"	ACERO
2	ENGANCHE PARA EL BRAZO DE 3 PUNTOS DEL TRACTOR	1	15	ACERO GALVANIZADO
1	PERNOS ESTRUCTURALES	8	ASTM A325 - 3/8"x 3"	ACERO
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

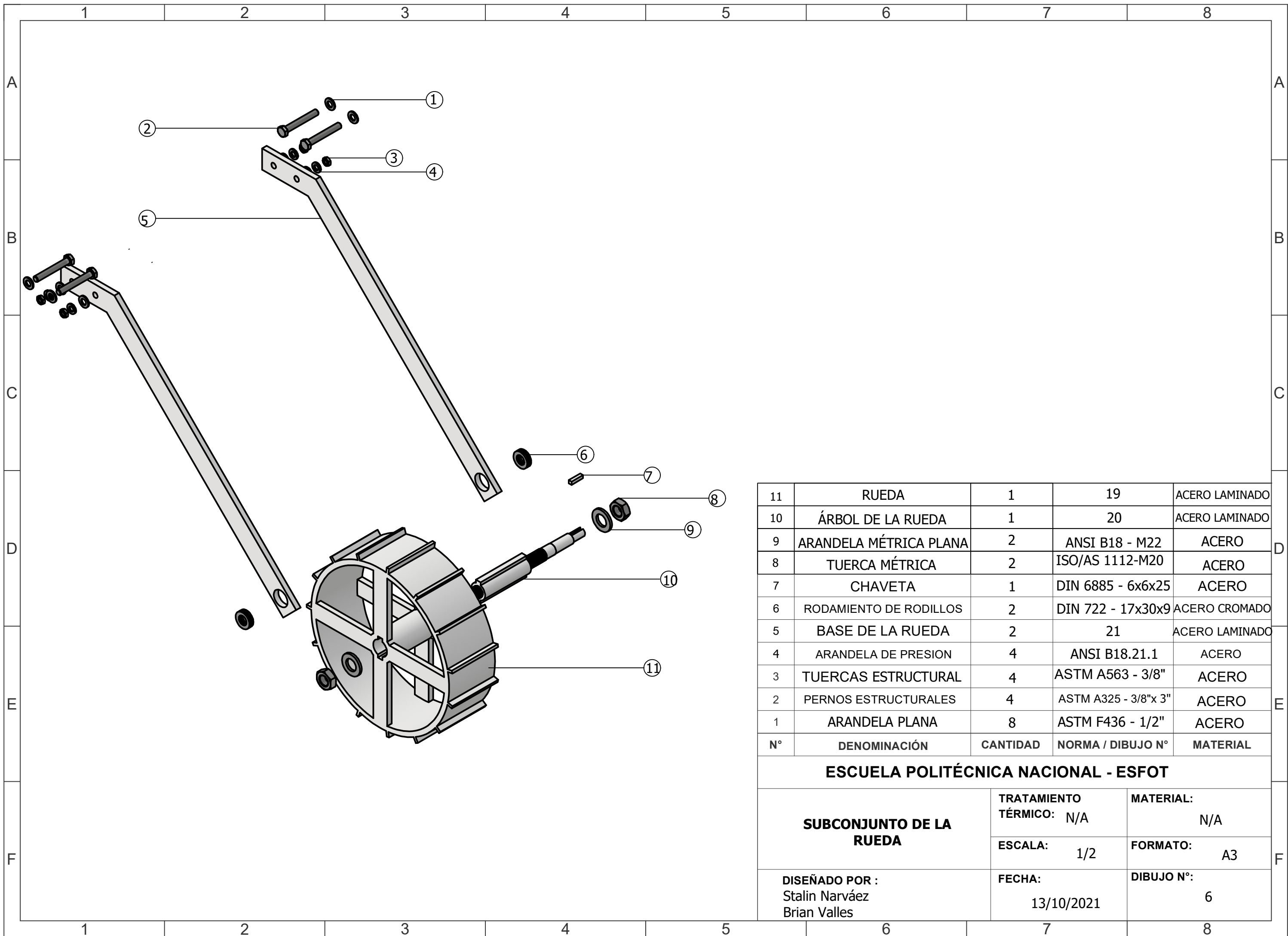
SUBCONJUNTO DEL BASTIDOR

TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:	N/A
ESCALA:	1/5	FORMATO:	A3
FECHA:	13/10/2021	DIBUJO N°:	4

DISEÑADO POR :
Stalin Narváez
Brian Valles



5	CADENAS DE RODILLO	2	08 MB 2-66	ACERO
4	ÁRBOL DE TRASMISIÓN	1	18	ACERO GALVANIZADO
3	CHAVETAS	2	DIN 6885 - 6x6x25	ACERO
2	RODAMIENTO DE RODILLOS	2	DIN 722 - 17x30x20	ACERO GALVANIZADO
1	DOBLE RUEDA DENTADA DE RODILLO	4	ISO 10190-1992	ACERO
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT				
SUBCONJUNTO DE TRASMISIÓN		TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:
				N/A
		ESCALA:	1/4	FORMATO:
				A3
DISEÑADO POR : Stalin Narváez Brian Valles		FECHA:	13/10/2021	DIBUJO N°:
				5



11	RUEDA	1	19	ACERO LAMINADO
10	ÁRBOL DE LA RUEDA	1	20	ACERO LAMINADO
9	ARANDELA MÉTRICA PLANA	2	ANSI B18 - M22	ACERO
8	TUERCA MÉTRICA	2	ISO/AS 1112-M20	ACERO
7	CHAVETA	1	DIN 6885 - 6x6x25	ACERO
6	RODAMIENTO DE RODILLOS	2	DIN 722 - 17x30x9	ACERO CROMADO
5	BASE DE LA RUEDA	2	21	ACERO LAMINADO
4	ARANDELA DE PRESION	4	ANSI B18.21.1	ACERO
3	TUERCAS ESTRUCTURAL	4	ASTM A563 - 3/8"	ACERO
2	PERNOS ESTRUCTURALES	4	ASTM A325 - 3/8"x 3"	ACERO
1	ARANDELA PLANA	8	ASTM F436 - 1/2"	ACERO
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

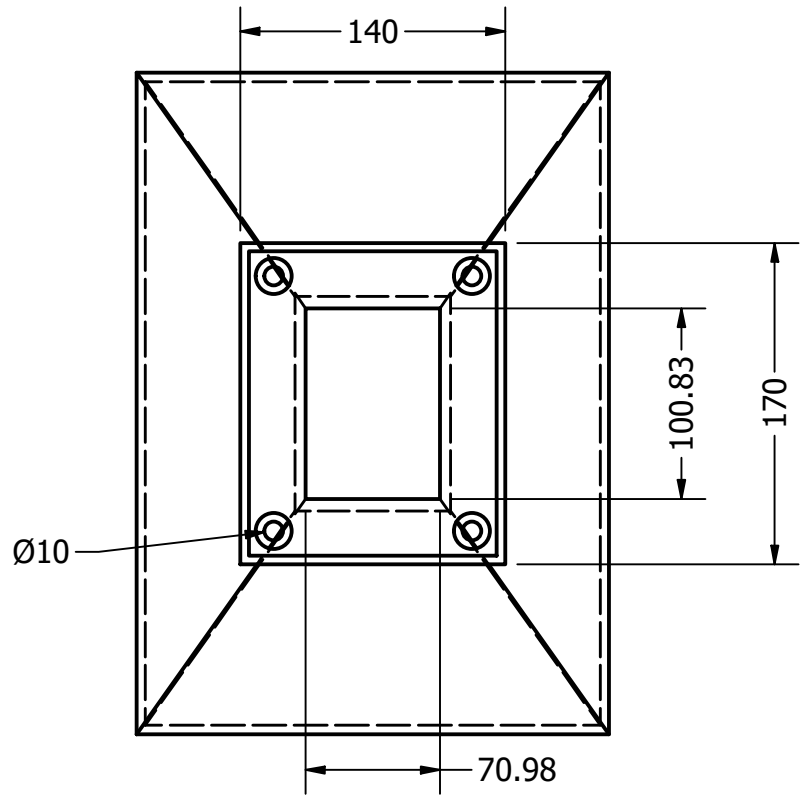
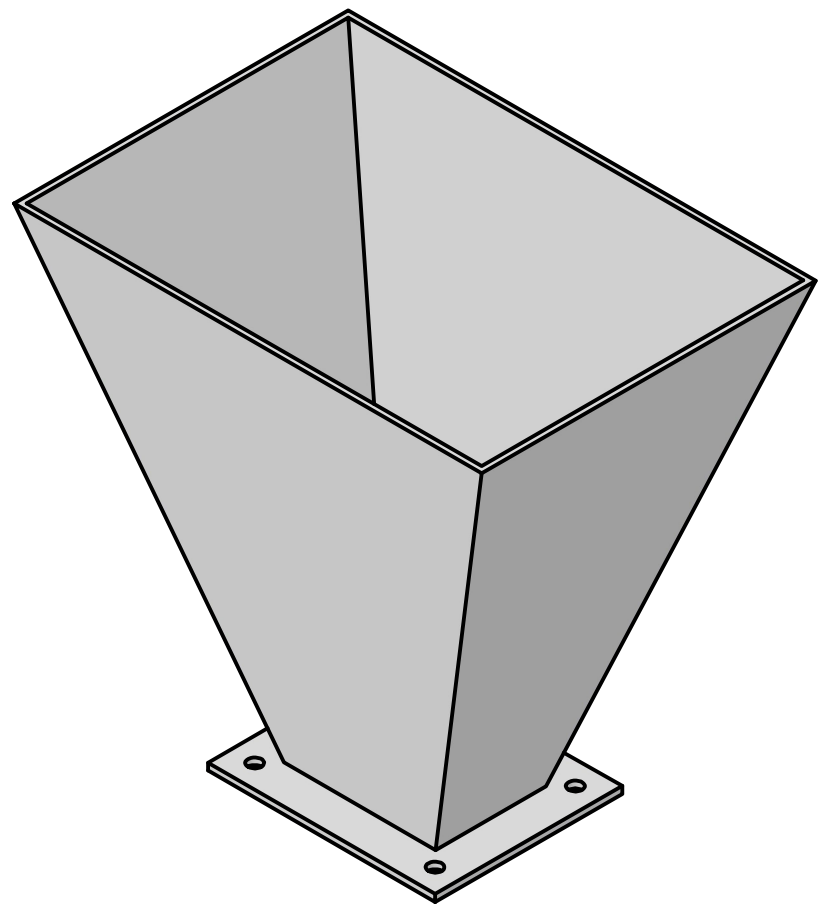
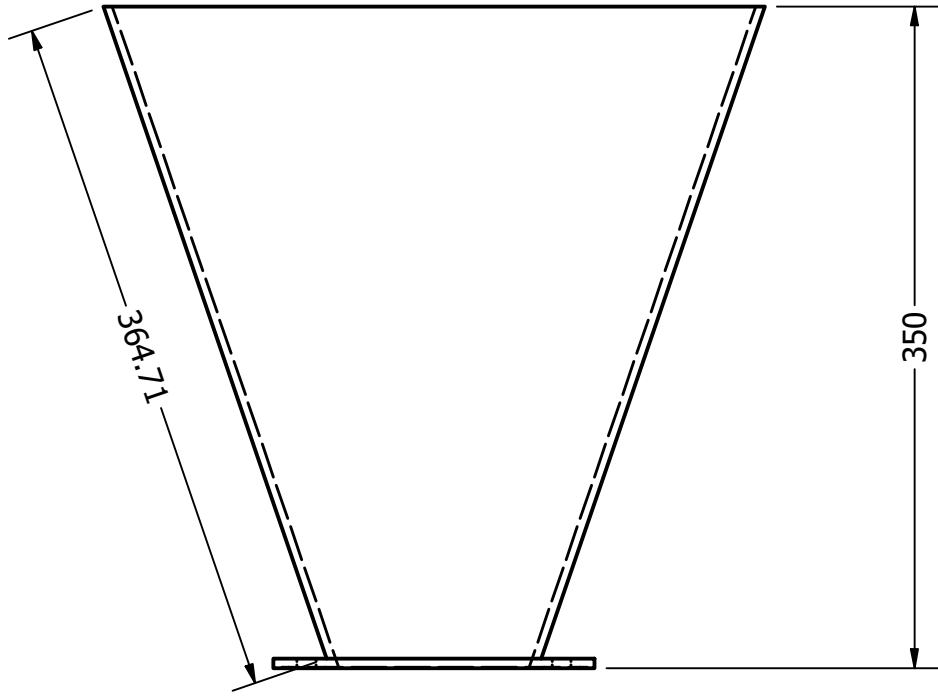
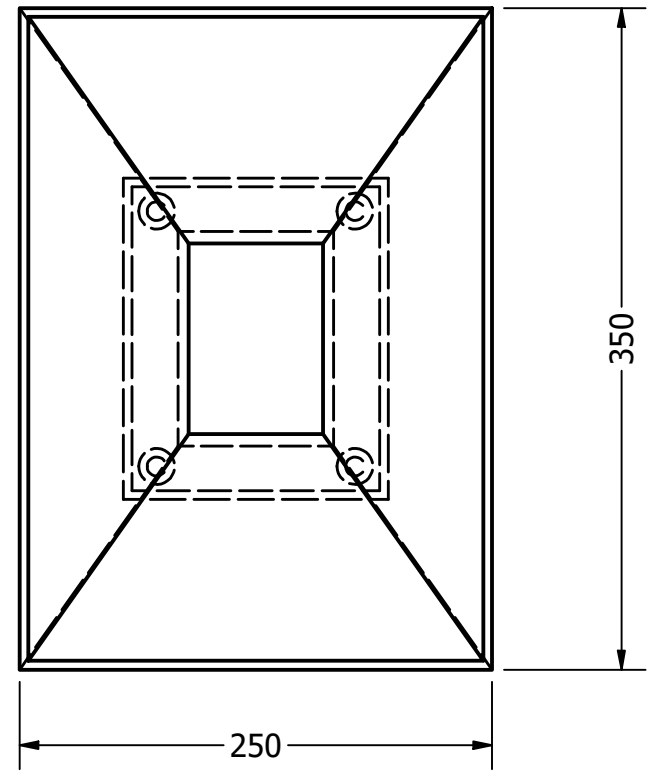
SUBCONJUNTO DE LA RUEDA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: N/A
	ESCALA: 1/2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR : Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/10/2021	DIBUJO N°: 6

ANEXO 3 : PARTES DE LA SEMBRADORA

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

A
B
C
D
E
F



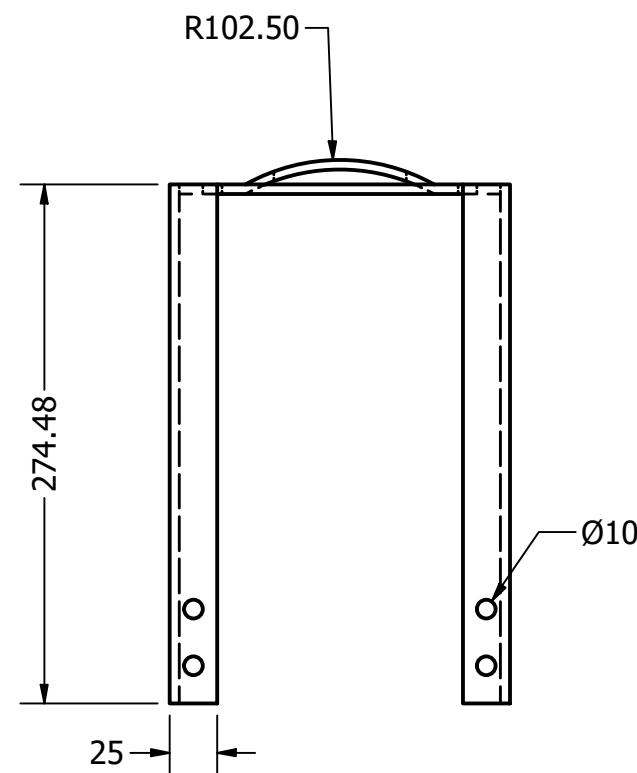
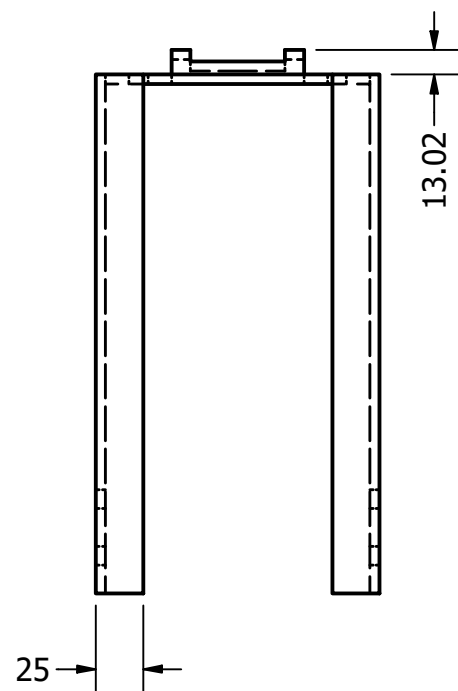
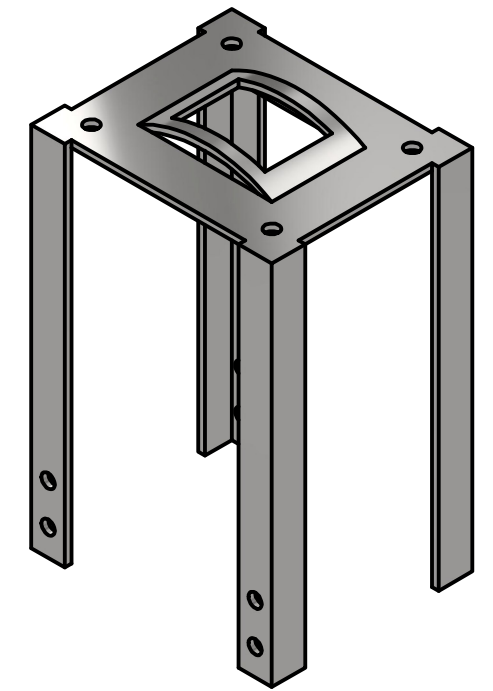
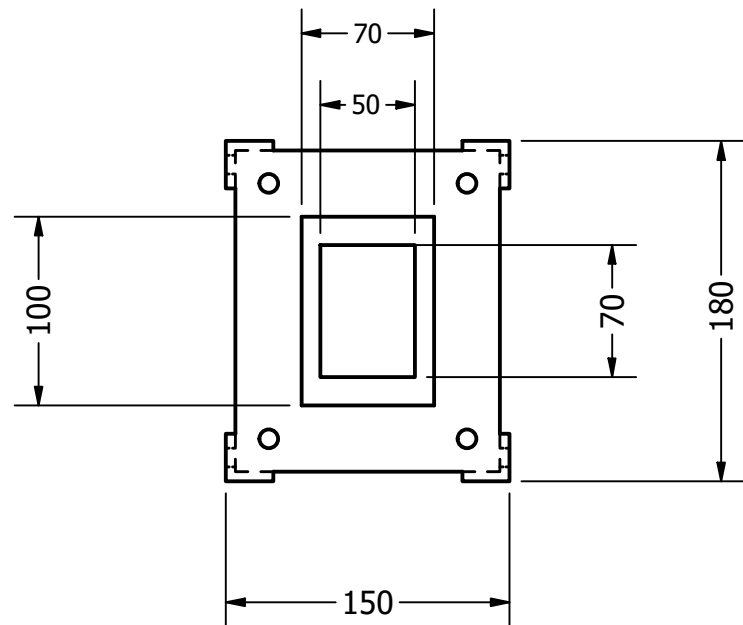
NOTA:

- EL ESPESOR DE LAS PAREDES DE LA TOLVA Y DE LA BASE SERÁ DE 5 mm
- TODOS LOS ORIFICIOS PARA INSERTAR LOS PERNOS TENDRÁN UN DIÁMETRO DE 10 mm

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

TOLVA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Austenítico
	ESCALA: 1 / 4	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/ 10 /2021	DIBUJO N°: 7

1 2 3 4 5 6 7 8



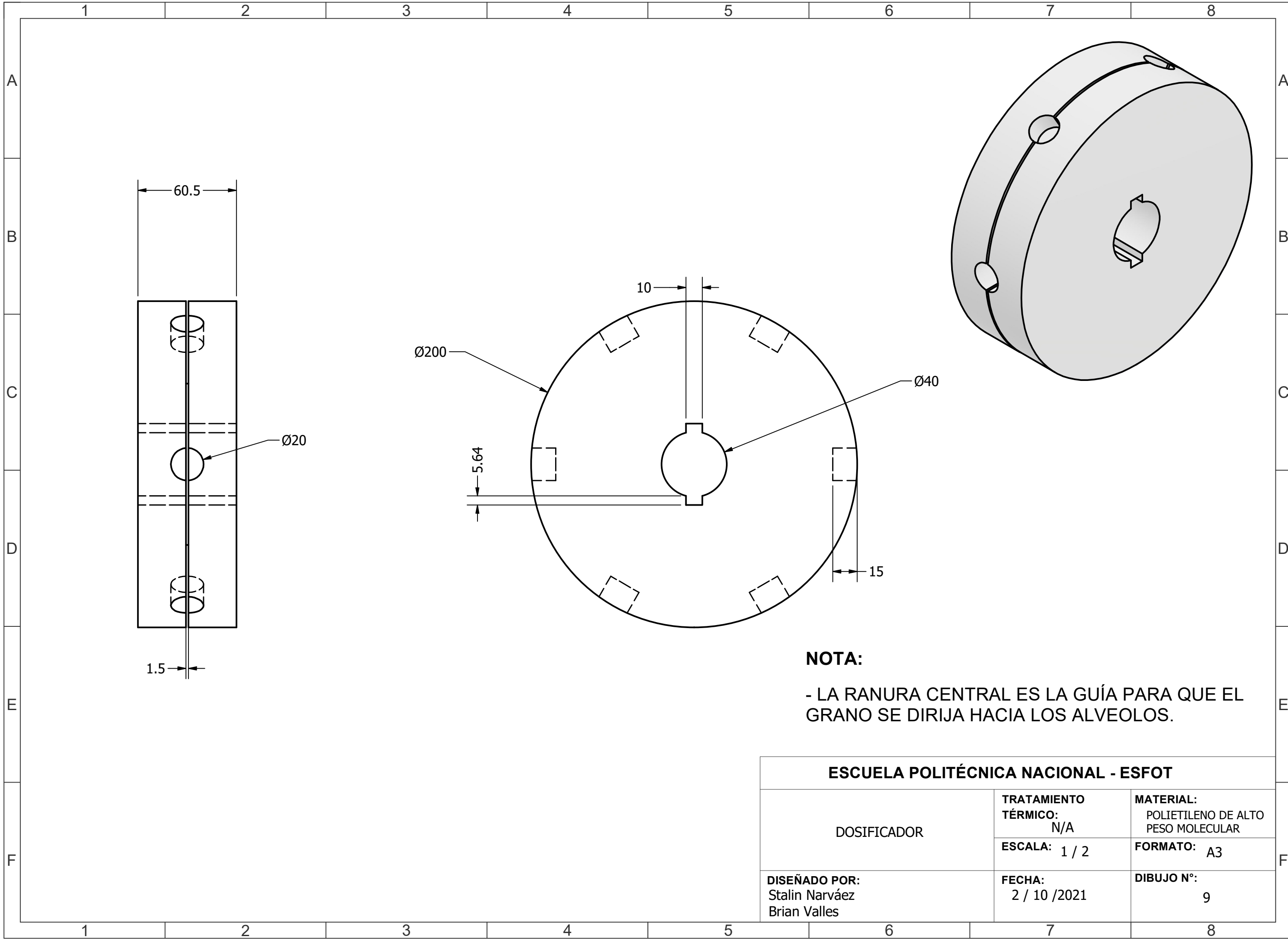
NOTAS:

- EL ESPESOR DE LOS ÁNGULOS DE LAS PATAS Y LA BASE DE LA PLACA, DEL SOPORTE DE LA TOLVA SERÁ DE 5 mm.

- TODOS LOS ORIFICIOS DONDE SE INTRODUCEN LOS PERNOS, DEL SOPORTE DE LA TOLVA TENDRÁN UN DIÁMETRO DE 10mm

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

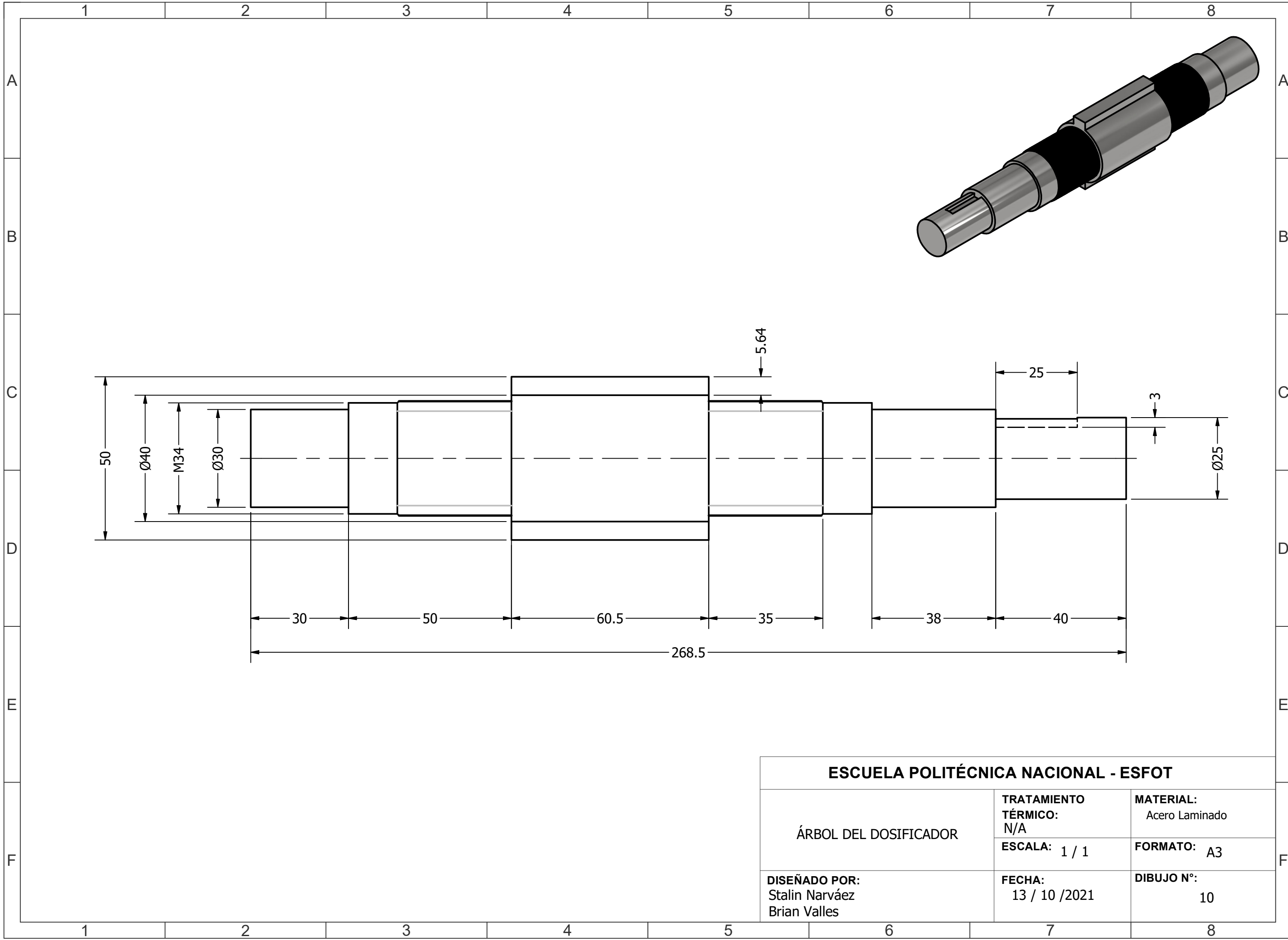
SOPORTE DE LA TOLVA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 4	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/ 10 /2021	DIBUJO N°: 8



NOTA:

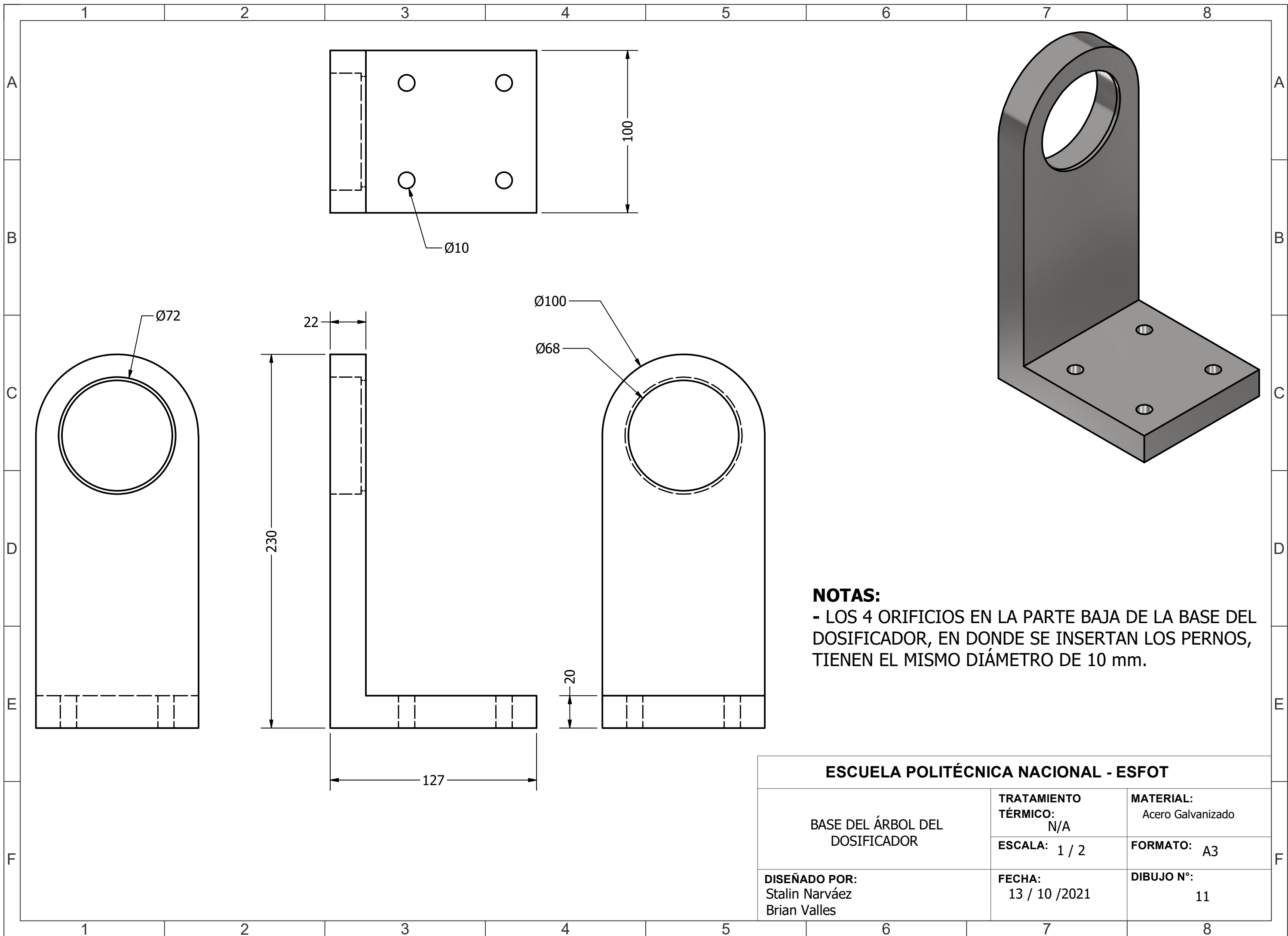
- LA RANURA CENTRAL ES LA GUÍA PARA QUE EL GRANO SE DIRIJA HACIA LOS ALVEOLOS.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
DOSIFICADOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: POLIETILENO DE ALTO PESO MOLECULAR
	ESCALA: 1 / 2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 2 / 10 /2021	DIBUJO N°: 9



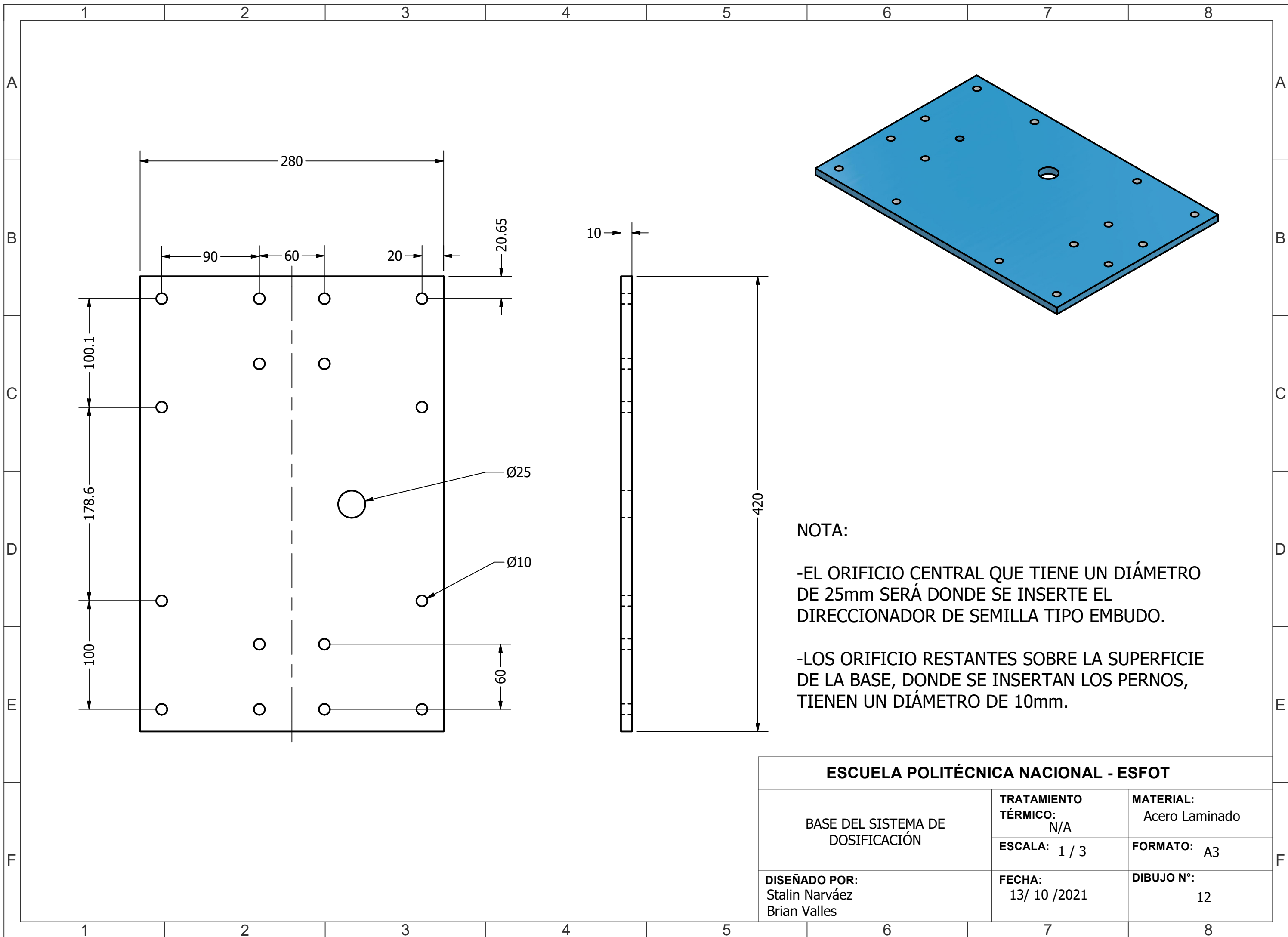
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

ÁRBOL DEL DOSIFICADOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 1	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 10



NOTAS:
 - LOS 4 ORIFICIOS EN LA PARTE BAJA DE LA BASE DEL DOSIFICADOR, EN DONDE SE INSERTAN LOS PERNOS, TIENEN EL MISMO DIÁMETRO DE 10 mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
BASE DEL ÁRBOL DEL DOSIFICADOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 /2021	DIBUJO N°: 11



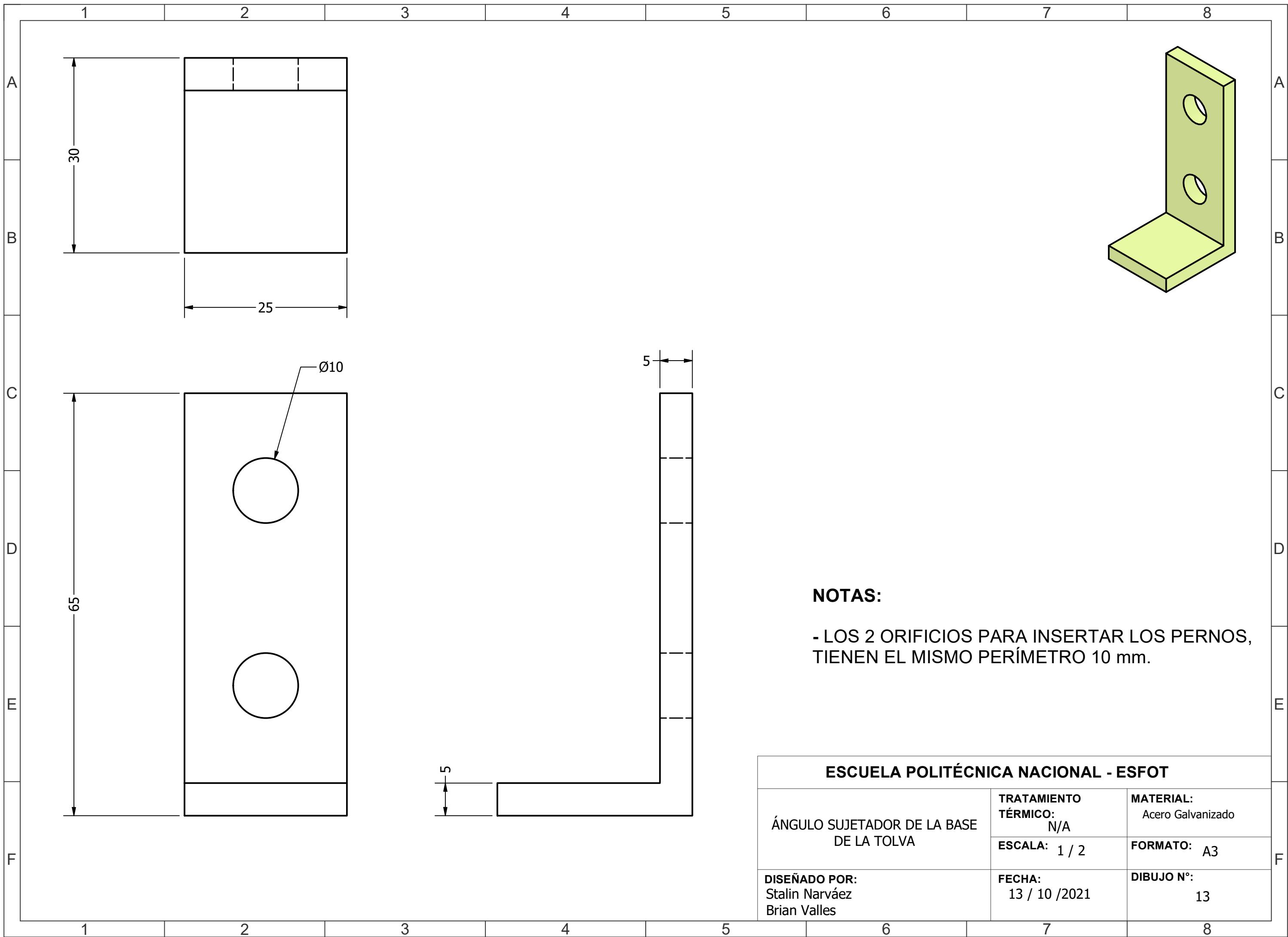
NOTA:

-EL ORIFICIO CENTRAL QUE TIENE UN DIÁMETRO DE 25mm SERÁ DONDE SE INSERTE EL DIRECCIONADOR DE SEMILLA TIPO EMBUDO.

-LOS ORIFICIO RESTANTES SOBRE LA SUPERFICIE DE LA BASE, DONDE SE INSERTAN LOS PERNOS, TIENEN UN DIÁMETRO DE 10mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

BASE DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 3	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/ 10 /2021	DIBUJO N°: 12

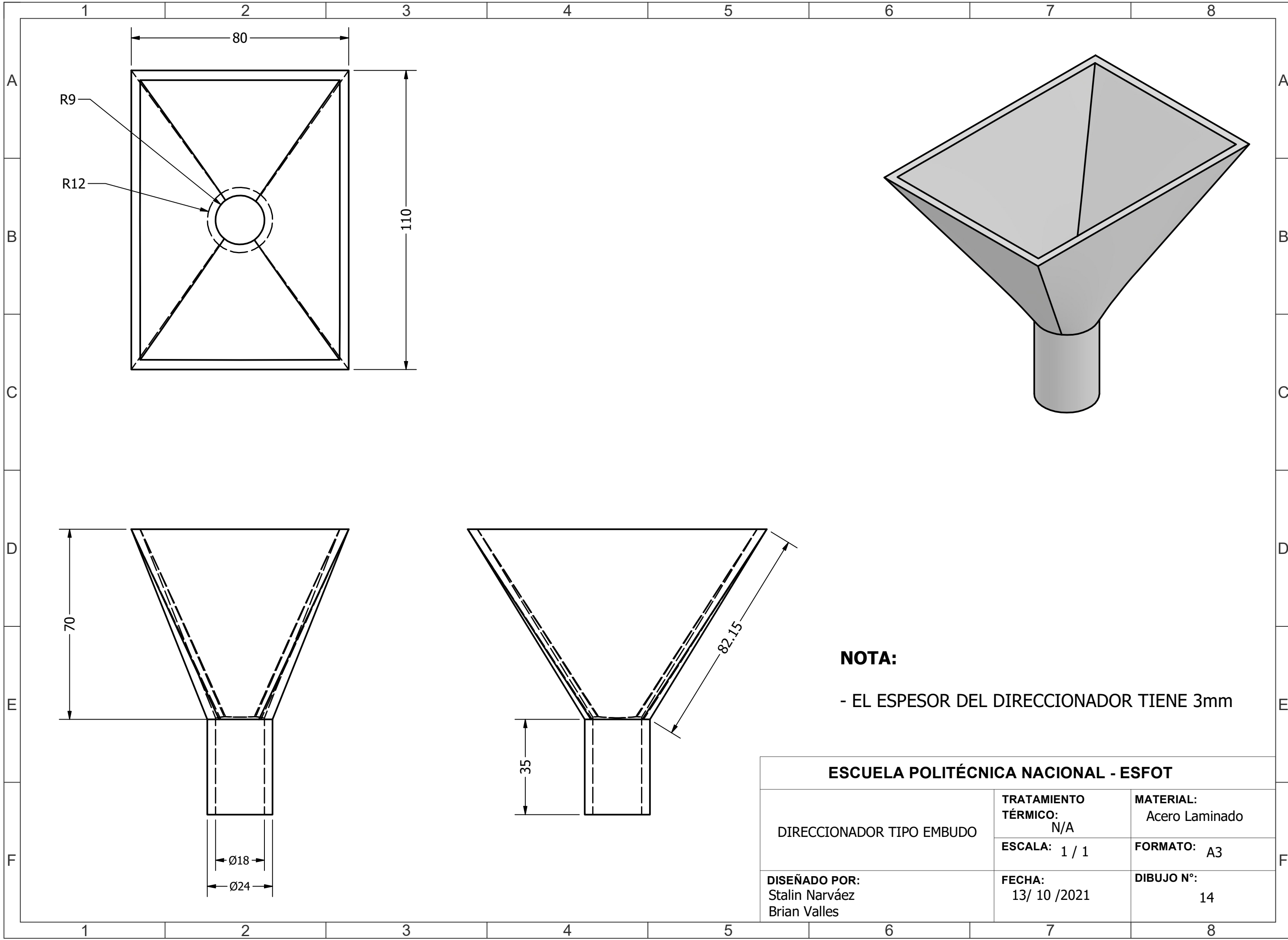


NOTAS:

- LOS 2 ORIFICIOS PARA INSERTAR LOS PERNOS, TIENEN EL MISMO PERÍMETRO 10 mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

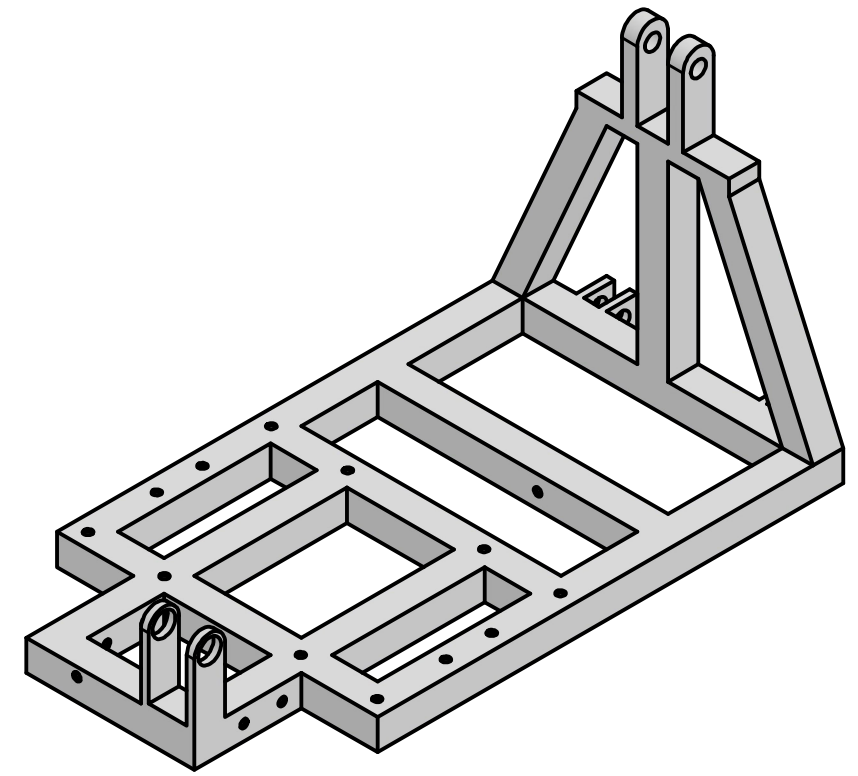
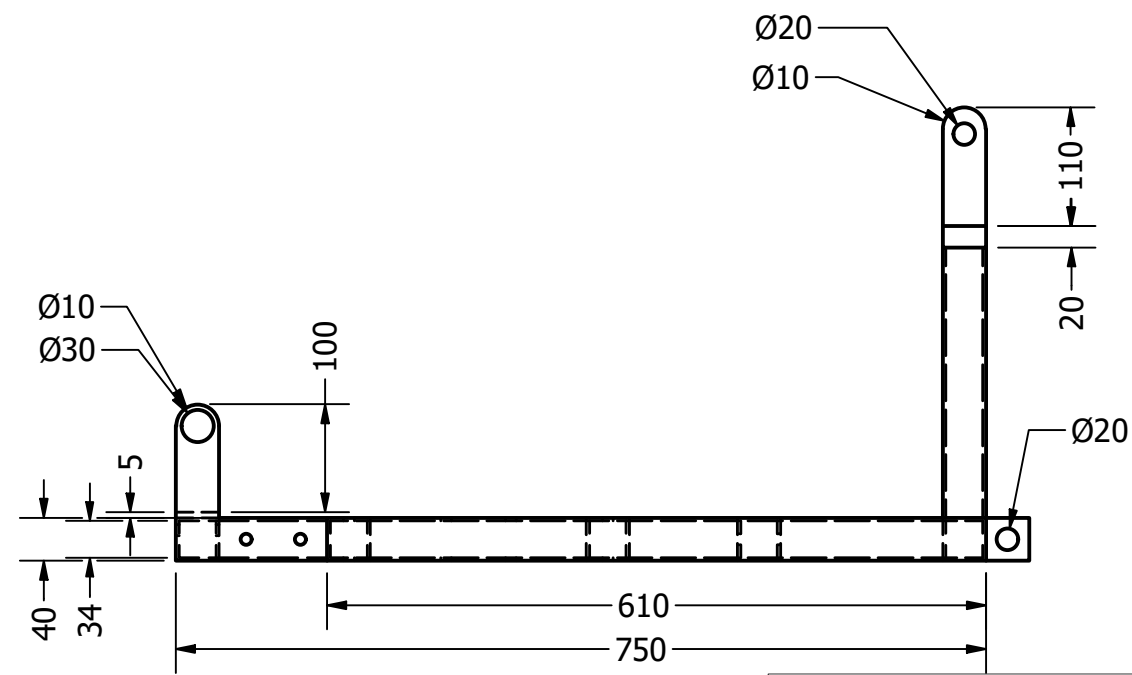
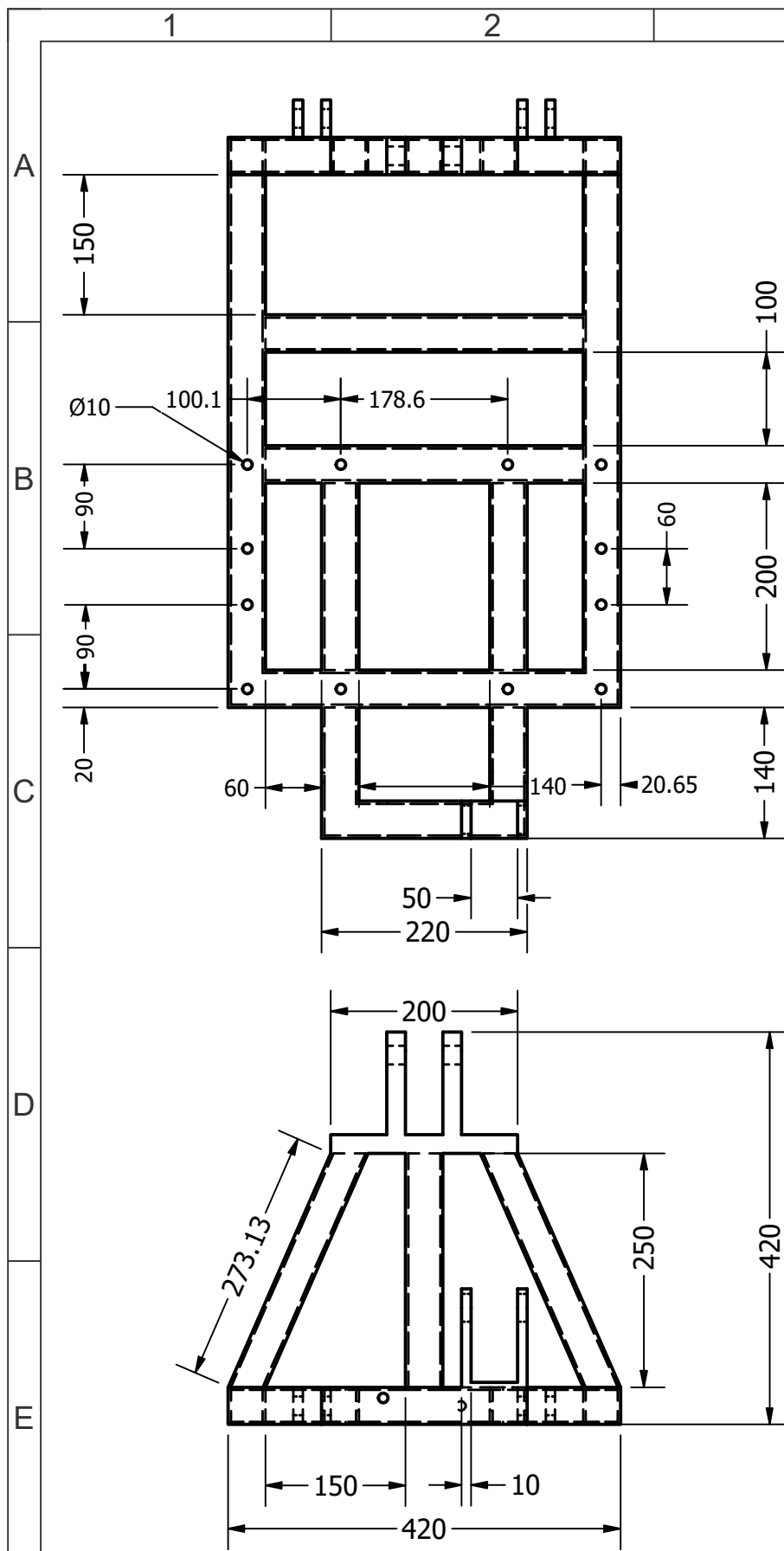
ÁNGULO SUJETADOR DE LA BASE DE LA TOLVA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 /2021	DIBUJO N°: 13



NOTA:

- EL ESPESOR DEL DIRECCIONADOR TIENE 3mm

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
DIRECCIONADOR TIPO EMBUDO	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 1	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13/ 10 /2021	DIBUJO N°: 14



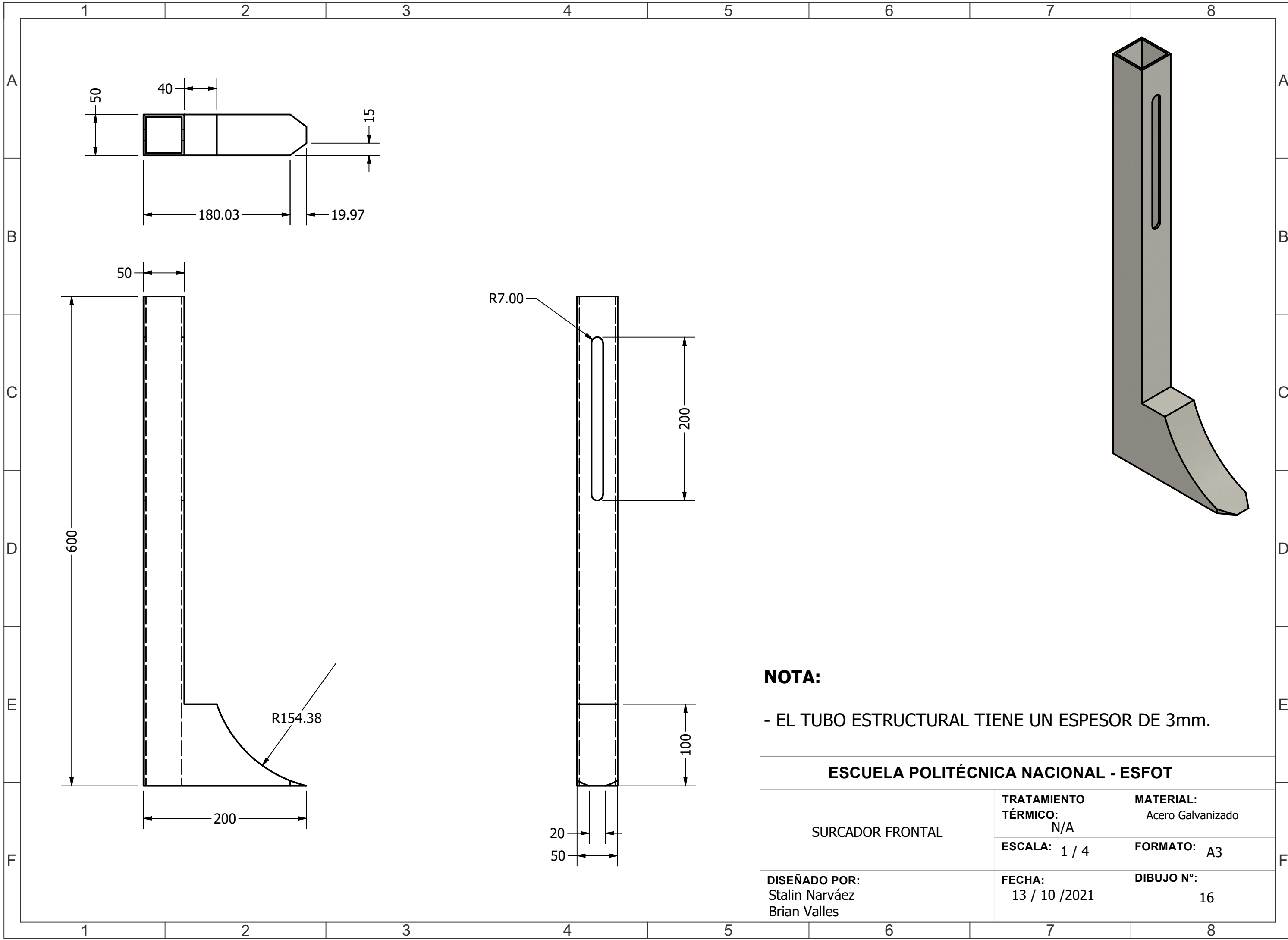
NOTA:

- TODOS LOS ORIFICIO EN LA SUPERFICIE DEL BASTIDOR, DONDE SE INSERTAN LOS PERNOS, TIENEN UN DIÁMETRO 10 mm.

- EL ESPESOR DEL TUBO ESTRUCTURAL ES DE 3mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

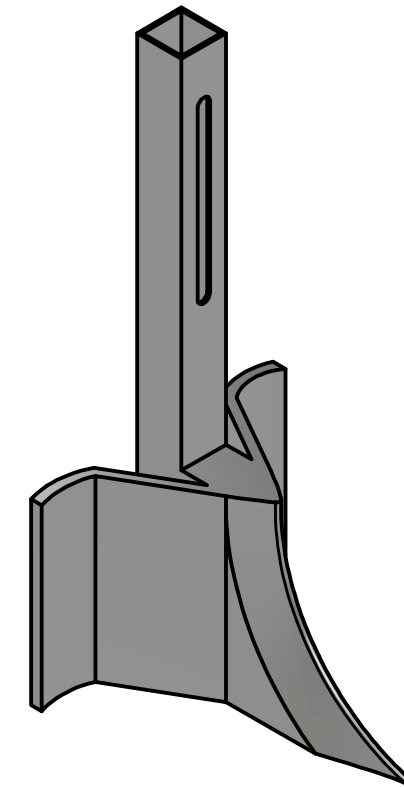
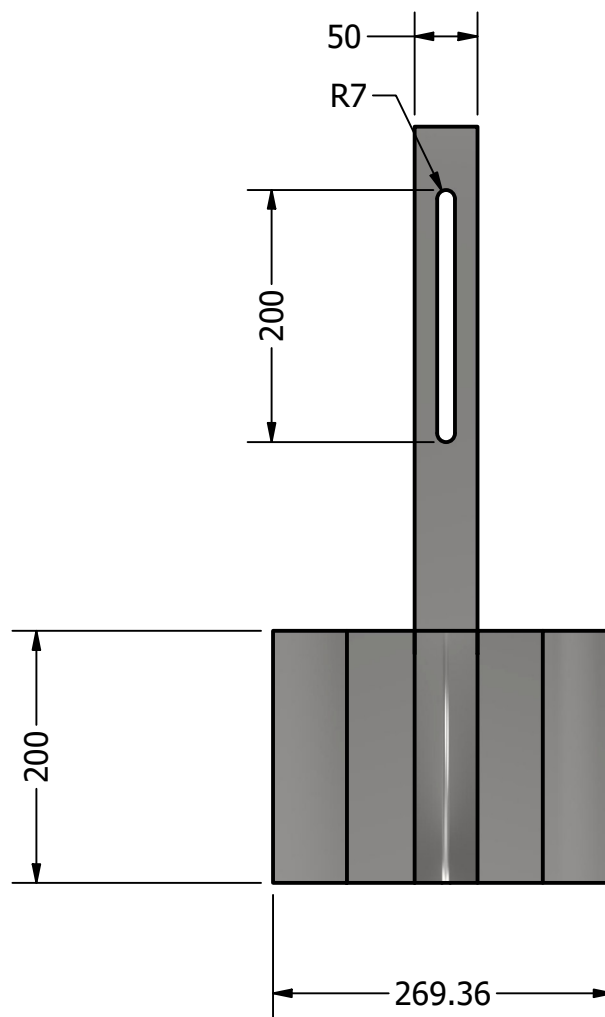
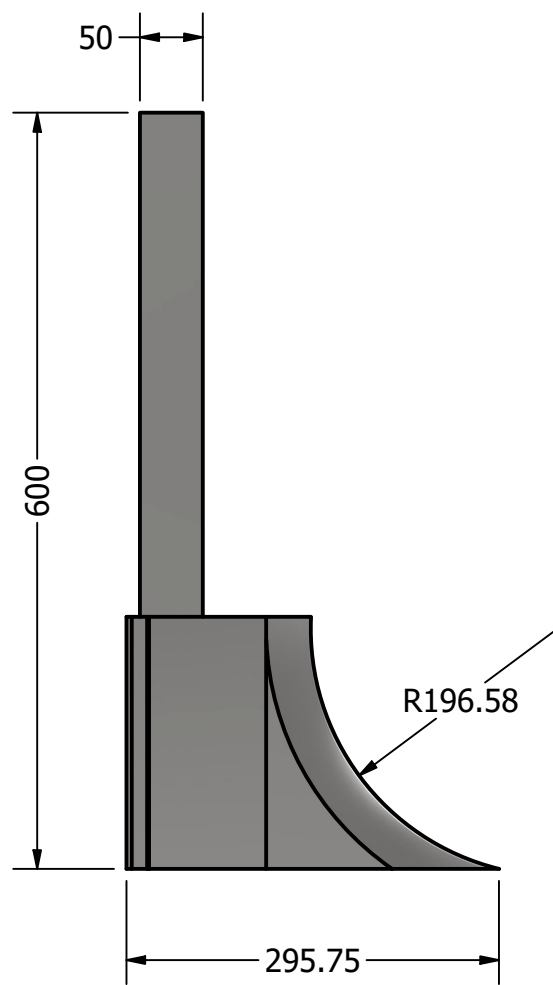
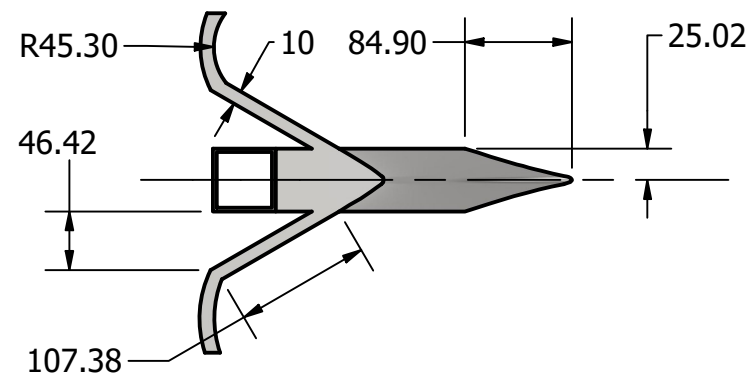
BASTIDOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 9	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 15



NOTA:

- EL TUBO ESTRUCTURAL TIENE UN ESPESOR DE 3mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
SURCADOR FRONTAL	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 4	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 16

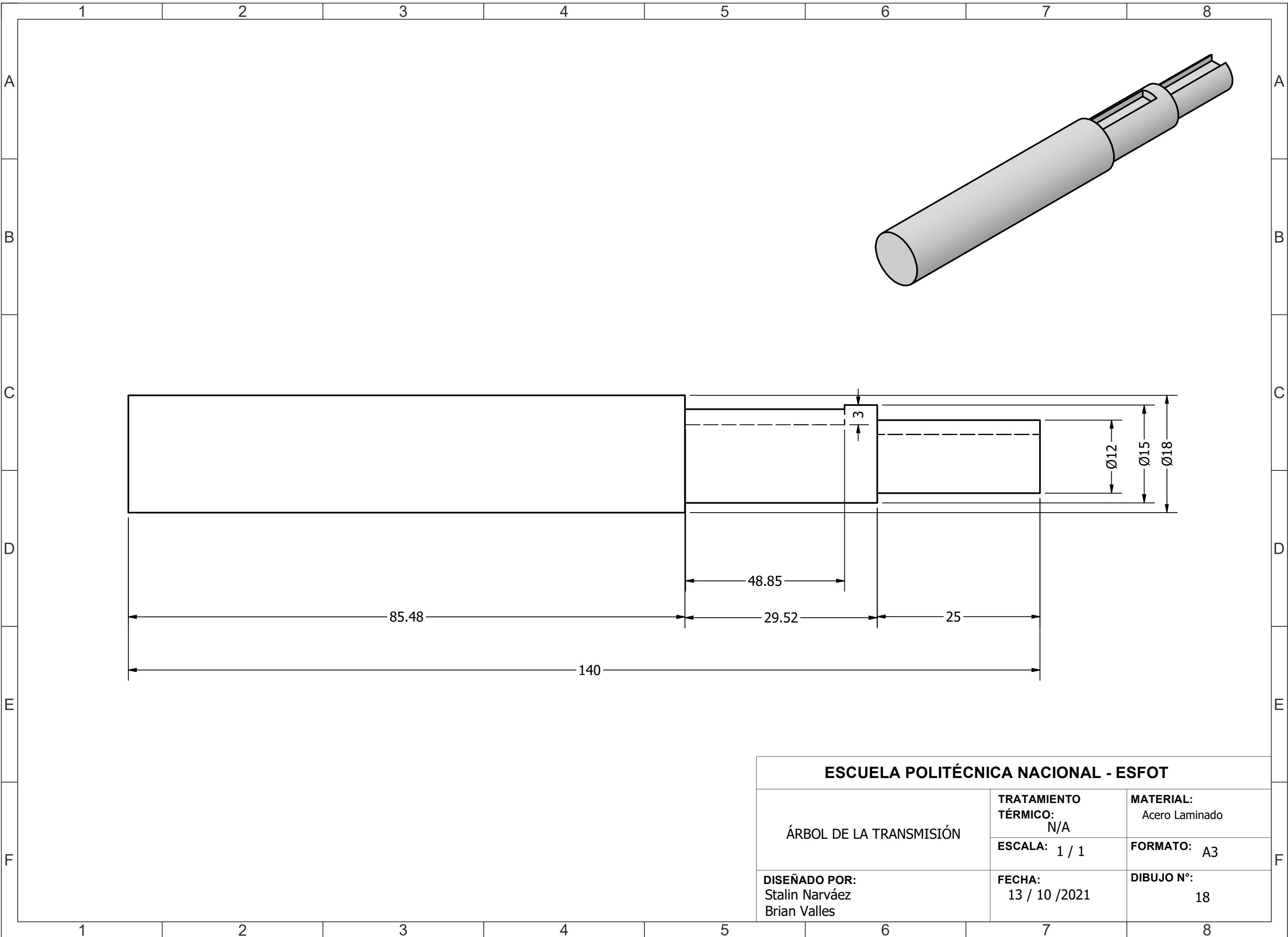


NOTA:

- EL TUBO ESTRUCTURAL TIENE UN ESPESOR DE 3mm.

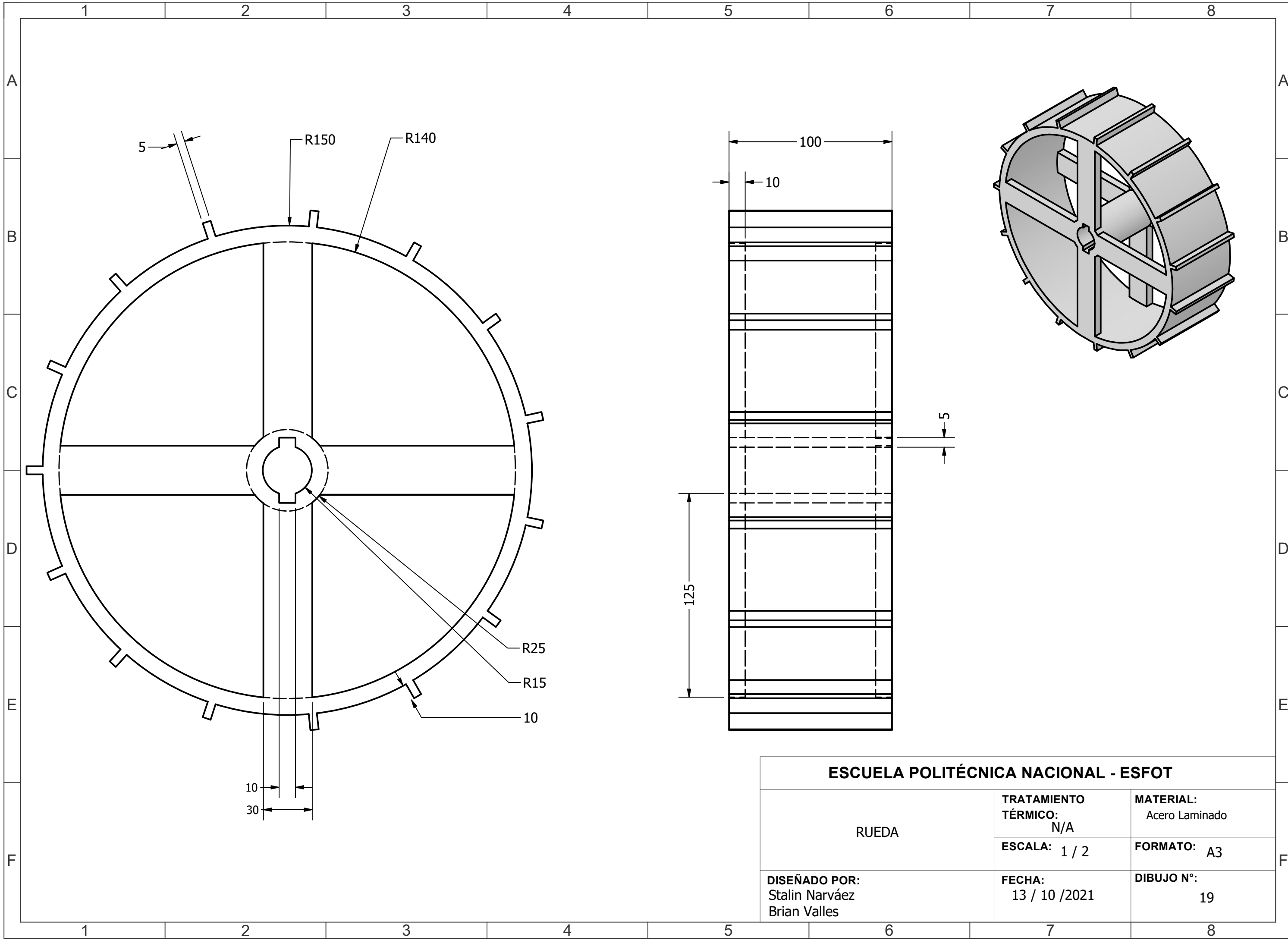
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

SURCADOR POSTERIOR	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Galvanizado
	ESCALA: 1 / 2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 /2021	DIBUJO N°: 17



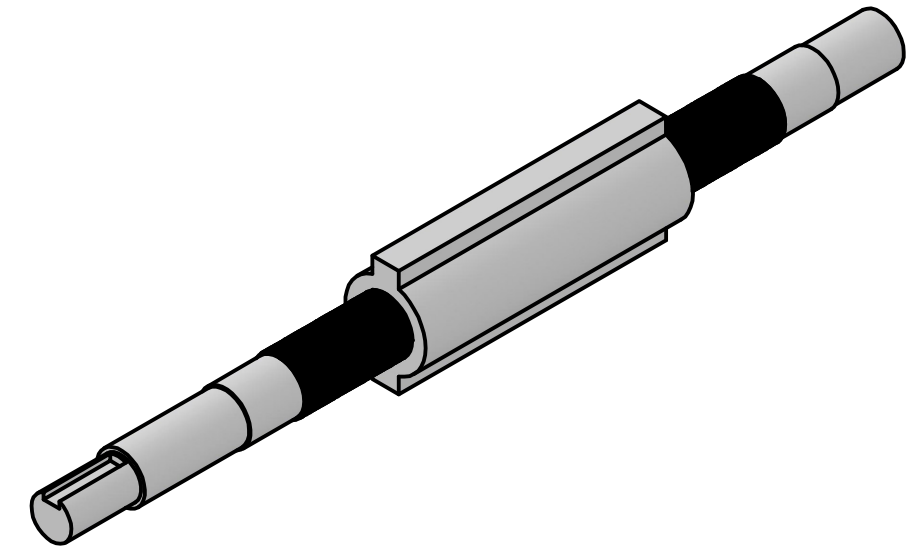
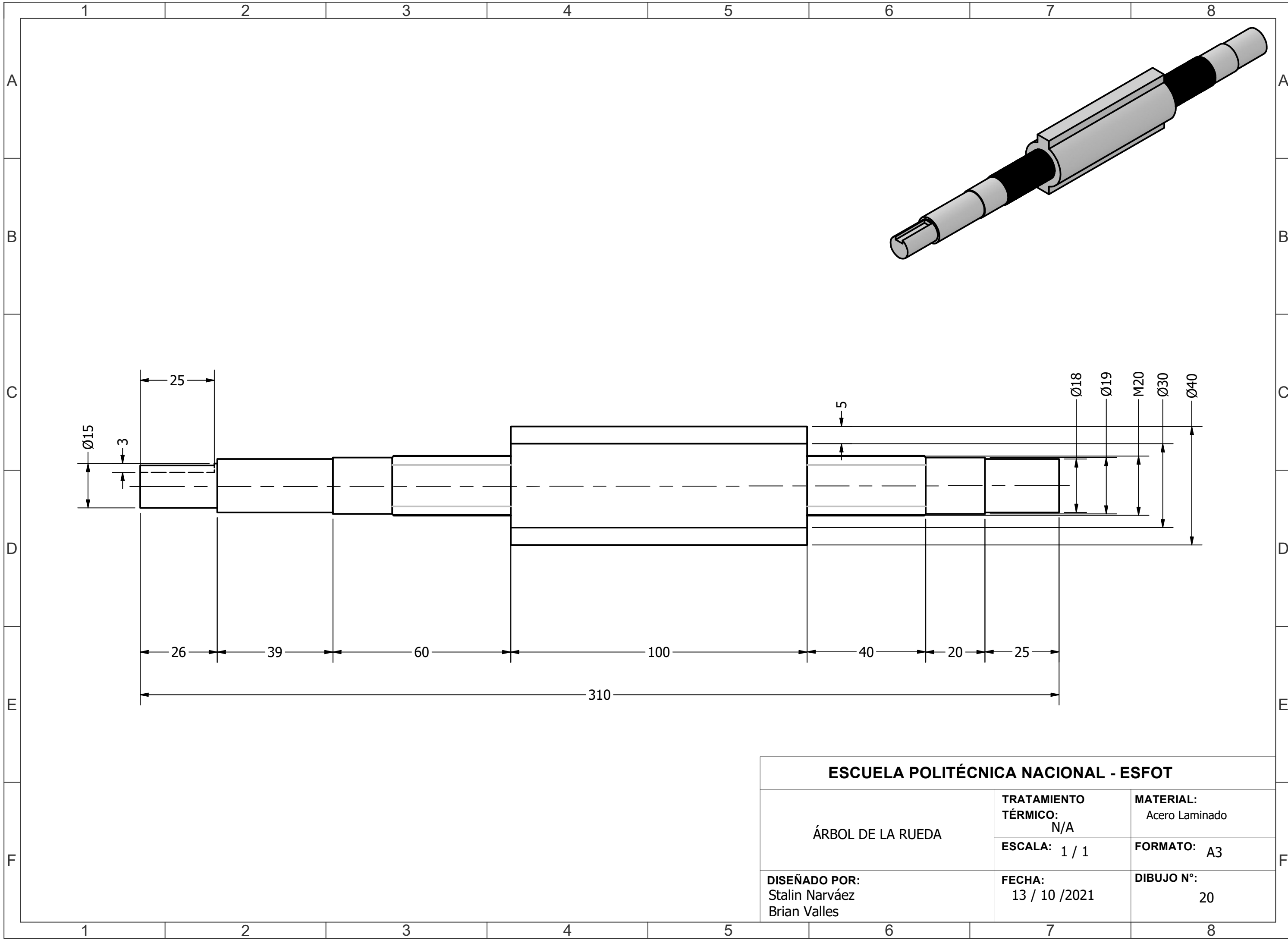
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

ÁRBOL DE LA TRANSMISIÓN	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 1	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 18



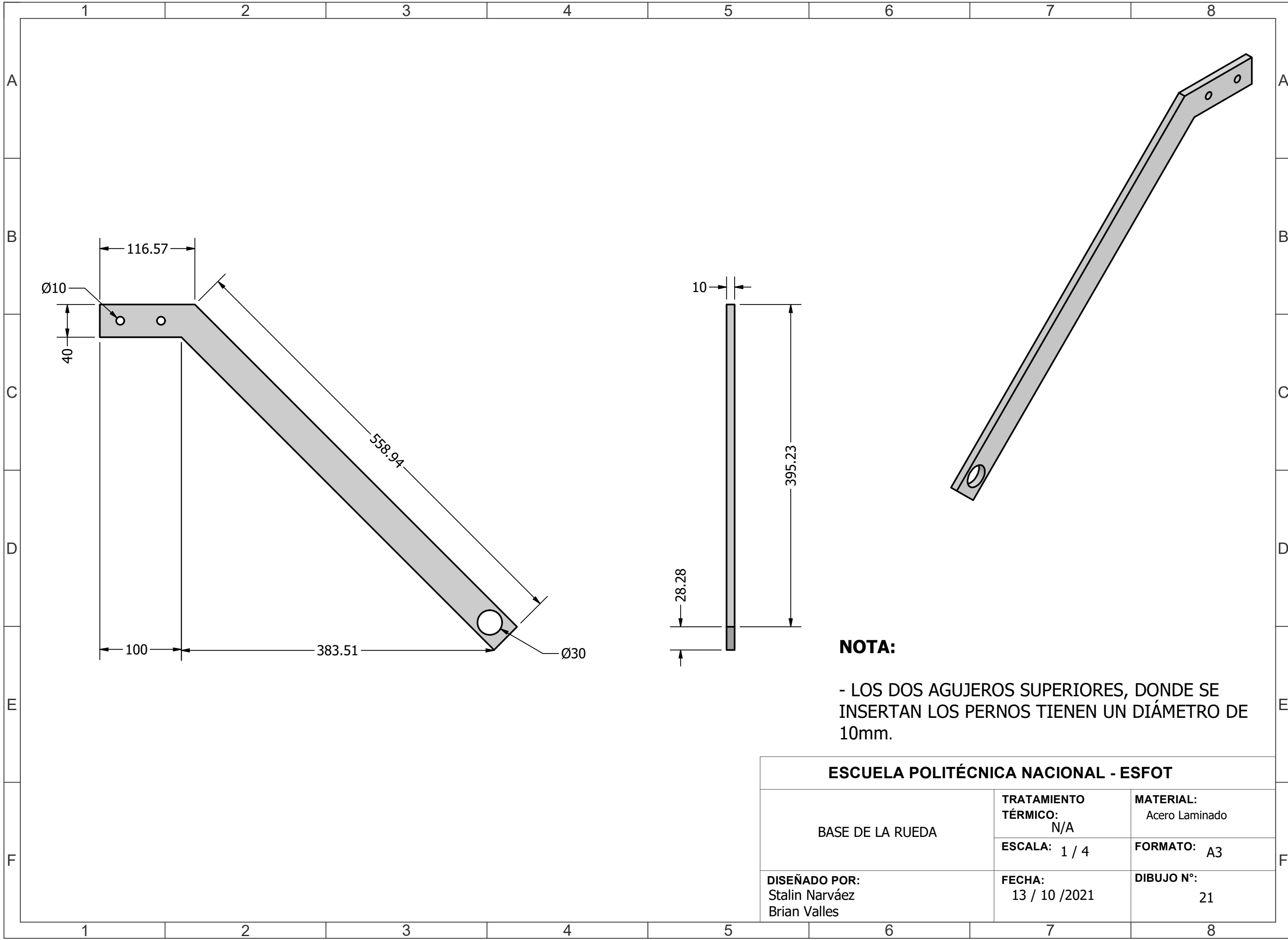
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

RUEDA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 2	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 19



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

ÁRBOL DE LA RUEDA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 1	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 20



NOTA:

- LOS DOS AGUJEROS SUPERIORES, DONDE SE INSERTAN LOS PERNOS TIENEN UN DIÁMETRO DE 10mm.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

BASE DE LA RUEDA	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Acero Laminado
	ESCALA: 1 / 4	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: Stalin Narváez Brian Valles	FECHA: 13 / 10 / 2021	DIBUJO N°: 21