

Instituto Superior Tecnológico Público

“De Las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

Diseño y simulación de un motocultor para cultivo de cereales en beneficio de los agricultores del distrito de pampas grande, provincia de Huaraz departamento de Ancash 2023

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN MECÁNICA DE PRODUCCIÓN

PRESENTADO POR:

GUERRERO BUSTAMANTE, Kennedy Waldelomar

LIMA-PERÚ

2025

Dedicatoria

A mi padre, quien formó en mí valores y buenos hábitos, siendo el motivo para la realización de este proyecto.

Agradecimientos

A mi padre Samuel por el apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios, forjando en mí valores, para llegar a ser un gran profesional.

A mis hermanas por estar presentes apoyándome económicamente, emocionalmente de poder seguir y no desistir en mi desarrollo profesional.

A los docentes, por compartir sus conocimientos a lo largo de mi preparación académica.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las Fuerzas Armadas por brindar la oportunidad a los licenciados de las FFAA de alcanzar el sueño de estudiar una carrera profesional técnica.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Resumen.....	ix
Introducción.....	x
Capítulo I. Determinación del Problema	
1.1 Formulación del Problema.....	12
1.1.1. Problema General.....	12
1.1.2. Problemas Específicos.....	13
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1. Objetivo General.....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.3.1. Justificación económica.....	13
1.3.2. Justificación técnica.....	14
Capítulo II. Marco teórico	
2.1. Estado de Arte.....	16
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	17
2.2. Bases Teóricas.....	18
2.2.1. Concepto de diseño.....	18
2.2.2. Simulación.....	19
2.2.3. Diseño de máquinas agrícolas.....	28
Capítulo III. Desarrollo del trabajo	
3.1. Finalidad.....	34
3.2. Propósito.....	34
3.3. Componentes.....	34
3.3.1. Diseño de elementos mecánicos y estructura del motocultor.....	34

3.4. Actividades	35
3.4.1. Análisis de estado de arte	35
3.4.2. Árbol de funciones	36
3.4.3. Tabla de especificaciones	36
3.4.4. Diseño conceptual	38
3.4.5. Matriz morfológica.....	39
3.4.6. Diseño de forma	41
3.4.7. Diseño mediante software CAD por elemento.....	42
3.4.8. Análisis FEM mediante software CAE	44
3.4.9. Ensamble y animación de la máquina motocultor	46
3.4.10. Elaboración de planos	46
3.5. Limitaciones.....	47
Capítulo IV. Resultados	
Resultados.....	50
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	
Conclusiones.....	54
Recomendaciones	55
Referencias Bibliográficas.....	56
Apéndices	
A. Cronograma de actividades	60
B. Presupuesto	61
C. Planos.....	62

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de métodos de preparación de tierras para sembrío.....	19
Figura 2. Pico.....	20
Figura 3. Barreta.....	20
Figura 4. Método de siembra con chaquitacla.....	21
Figura 5. Arado.....	22
Figura 6. Yugo.....	22
Figura 7. Toros y Bueyes.....	23
Figura 8. Tractor cultivador.....	24
Figura 9. Tractor para arar la tierra.....	24
Figura 10. Cosechadora.....	25
Figura 11. Motocultor a gasolina.....	27
Figura 12. Motocultor Diésel.....	27
Figura 13. Motocultor eléctrico.....	28
Figura 14. Etapas de proceso de diseño según la norma VDI 2221.....	29
Figura 15. Oxidación de cadena de transmisión y perno.....	30
Figura 16. Software CAD.....	31
Figura 17. Representación de la Tensión de Von Mises en un engranaje.....	32
Figura 18. Árbol de funciones del diseño de motocultor.....	36
Figura 19. Caja negra.....	38
Figura 20. Caja transparente.....	38
Figura 21. Matriz morfológico.....	40
Figura 22. Bosquejo a mano alzada por partes; estructura, arado y rueda del motocultor.....	41
Figura 23. Bosquejo a mano alzada del diseño completo del motocultor.....	42
Figura 24. Diseño de la estructura mediante software CAD.....	42
Figura 25. Diseño del arado ajustable mediante software CAD.....	43
Figura 26. Diseño de la rueda mediante software CAD.....	43
Figura 27. Estructura del motocultor sometido a la Tensión de Von Mises.....	44
Figura 28. Rueda del motocultor sometida a la Tensión de Von Mises.....	45
Figura 29. Arado del motocultor sometida a la Tensión de Von Mises.....	45
Figura 30. Ensamble del motocultor mediante software CAD.....	46
Figura 31. Elaboración de planos del motocultor.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de especificación de diseño	37
Tabla 2. Características del acero	50
Tabla 3. Resultados obtenidos	50
Tabla 4. Análisis de esfuerzos para el arado	50
Tabla 5. Análisis FEM del Arado	50
Tabla 6. Análisis de esfuerzos para la rueda	51
Tabla 7. Análisis FEM rueda.....	51
Tabla 8. Análisis de esfuerzos de la estructura.....	52
Tabla 9. Análisis FEM de la estructura	52

Resumen

El presente trabajo de aplicación profesional tiene como objetivo diseñar y simular un motocultor en beneficio de los agricultores del distrito de Pampas Grande, provincia de Huaraz departamento de Áncash.

La herramienta está diseñada para los trabajos agrícolas, ya que en la provincia no se cuenta con este tipo de instrumento, una de sus características es la utilidad y la facilidad para usarlo, además reduce el tiempo de trabajo para los agricultores.

Una vez determinado la herramienta de trabajo se optó por diseñar mediante el software CAD todos los componentes fundamentales, así como la estructura y motor diésel. Como resultado se obtuvo la simulación del motocultor en el software de diseño asistido por ordenador y, de esa forma, se podrá visualizar el funcionamiento del motocultor.

Palabras clave: simulación CAD-CAE, motocultor, VDI 2221, diseño de máquinas.

Introducción

El trabajo de aplicación profesional aborda la dificultad que enfrentan los agricultores para desarrollar sus actividades de producción agrícola por la escasez de mano de obra. En el campo es físicamente demandante, lo que dificulta encontrar trabajadores dispuestos a realizar estas labores. Como solución a este problema, se propone diseñar un motocultor que pueda asistir a los pequeños agricultores en sus tareas agrícolas, aliviando la carga de trabajo y facilitando sus operaciones. Verificando los trabajos de los agricultores del distrito de Pampas Grande se observó que tienen un avance lento en la siembra de cereales y para ayudar a resolver la problemática indicada se requiere construir un motocultor para apoyar a los agricultores.

La finalidad del motocultor es optimizar las labores agrícolas. Por ello, su diseño está orientado a mejorar la eficiencia del trabajo en el campo, reduciendo el tiempo dedicado al cultivo y contribuyendo al bienestar del agricultor. El trabajo de aplicación profesional se desarrolla en los siguientes capítulos:

Capítulo I: En este apartado se enfoca la determinación del problema, objetivos de la investigación, finalizando con la justificación del trabajo.

Capítulo II: Describe y explica la investigación teórica, se describió el estado de arte y las bases teóricas.

Capítulo III: Esta sección presenta, de forma detallada, los objetivos y propósitos del trabajo, así como los componentes involucrados, las actividades realizadas y las limitaciones que surgieron durante la ejecución de este proyecto de aplicación profesional.

Capítulo IV: Este apartado desarrolla, de manera específica, los resultados de la investigación.

Capítulo V: Finalmente, este apartado brinda las conclusiones y recomendaciones del trabajo de aplicación profesional.

Capítulo I

Determinación del Problema

1.1 Formulación del Problema

Según Morales (2015), Colombia es un país agrícola rico en recursos naturales y diversidad de productos alimenticios, pero carece de infraestructura competitiva a nivel internacional. La falta de tecnificación de los pequeños agricultores es un factor clave que afecta la competitividad. Para mejorar la eficiencia en el proceso de labranza y reducir los recursos energéticos, se propone diseñar y simular un dispositivo que incremente la eficiencia y reduzca costos, mejorando la calidad de vida y motivando la productividad de los cultivos.

Medina (2015) afirmó que la problemática que enfrentan los pequeños agricultores en su desarrollo de actividades agrícolas se relaciona con varios factores. Uno de los principales desafíos es la falta de mano de obra debido a la impresión de que el trabajo es muy fuerte y no atractivo para las nuevas generaciones. Esto ha llevado a una disminución en la participación de los jóvenes en la agricultura por tal motivo para facilitar sus trabajos se optó por una alternativa la cual es la construcción de un motocultor.

Como aseveró Cruz (2023) durante varias generaciones, las familias puneñas han trabajado y labrado la tierra utilizando aradores jalados por animales bovinos. Sin embargo, con el tiempo, el método tradicional de siembra con el arado rústico ha disminuido debido a varios factores. Por un lado, en la nueva generación se ha perdido el interés en utilizar este método tradicional de labranza de la tierra y, por otro lado, el ganado ha evolucionado para mejorar más en lo que se basa en la producción de leche y carne, lo que ha llevado a que ya no se críen ni se adiestren bovinos destinados al arado. Además, la implementación de arados mecánicos (tractores) ha aumentado la adquisición de máquinas, lo que ha contribuido a la disminución del uso de aradores jalados por animales.

Observando las arduas labores diarias de los agricultores del distrito de Pampas Grande se observó un avance lento en el proceso de siembra de cereales, y también se destaca que requiere al menos tres personas en su ejecución. Ante lo evidenciado, el proyecto pretende resolver la problemática indicada mediante la construcción de un motocultor para brindar alternativas tecnológicas a los agricultores.

1.1.1. Problema General

PG: ¿Cómo se puede reducir el tiempo en el proceso de siembra de cereales, realizado por los agricultores del distrito de Pampas Grande, provincia de Huaraz?

1.1.2. Problemas Específicos

PE1: ¿Cómo se puede dimensionar los componentes de un motocultor para mejorar los trabajos de siembra?

PE2: ¿Cómo seleccionar materiales para la fabricación del motocultor para mejorar los trabajos de siembra?

PE3: ¿Cómo validar el funcionamiento del motocultor para mejorar los trabajos de siembra?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

OG: Diseñar y simular un motocultor para mejorar la siembra de cereales reduciendo el tiempo de trabajo de los agricultores del distrito de Pampas Grande, provincia de Huaraz.

1.2.2. Objetivos Específicos

OG1: Diseñar los elementos mecánicos y la estructura del motocultor, mediante un software CAD de diseño mecánico.

OG2: Seleccionar los materiales según las características técnicas del diseño del motocultor.

OG3: Verificar la simulación del motocultor mediante la representación en un software CAD asistido por computadora.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación económica

Se observó que los agricultores no tienen recursos económicos suficientes para obtener máquinas agrícolas de arado de tierras que se encuentran disponibles en el mercado, por su costo elevado por ello se llegó a la conclusión de aportar con el diseño y simulación de un motocultor accesible a la economía de los agricultores del distrito de Pampas Grande, por ser una propuesta que emplea materiales y equipos disponibles en el mercado local, y con la posibilidad de requerir una manufactura simple.

1.3.2. Justificación técnica

El método de trabajo de siembra actual es mediante el uso de animales como bueyes y el yugo, que es una técnica tradicional pero no muy efectiva para zonas de difícil acceso, por ello la propuesta de proveer una máquina de arado presenta una gran oportunidad de mejora.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Estado de Arte

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Daquilema y Pulla (2022) realizaron una investigación cuya finalidad fue construir y diseñar las pruebas de los implementos agrícolas de un motocultor para su uso en las parcelas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) de la provincia de Chimborazo. La metodología implementada fue el modelo de Pahl y Beitz. Las conclusiones determinaron que los accesorios agrícolas diseñados y construidos son prototipos, por lo que se consideraron un margen de seguridad conservador en el proceso de diseño para cada implemento, no se conocen todos los efectos secundarios que pueden afectar su funcionamiento; además, lograron un diseño confiable y fácil de operar gracias a que se basó en los requerimientos y necesidades específicos del agricultor. Los equipos agrícolas diseñados y construidos presentaron significativas mejoras en términos de tamaño, peso y costo en comparación con los implementos agrícolas que ya existen en el mercado laboral. La metodología de Pahl y Beitz, desarrollada en esta tesis, permitió mejorar y determinar el estudio e investigación, llegando a obtener un diseño adecuado. Los arados de cincel, en particular, se destacan como opciones superiores a los sistemas de arado tradicionales debido a su simplicidad constructiva y costo reducido, lo que los hace más atractivos para los agricultores.

Lucero y Tipán (2022) plantearon como principal propósito de investigación, diseñar y construir un motocultor que retirará la maleza y desmontar la tierra de manera eficiente, con el fin de preparar el terreno para el cultivo. Para recopilar los parámetros necesarios, se empleó la metodología que combina métodos de investigación de campo, experimental y bibliográfica. Las conclusiones del estudio proporcionaron una comprensión más detallada y clara de sus funciones y sus componentes del motocultor, destacando la importancia de no remover excesivamente la capa de suelo asegurando una buena oxigenación y preservar los nutrientes esenciales para las futuras cosechas. A través del análisis de alternativas, se optó por un motocultor a gasolina debido a su costo y operatividad más accesible, en comparación con el motocultor a diésel, que tiene un exceso de fuerza para el prototipo y un costo que es el 60% más alto en el mercado. A través de las pruebas de campo, se analizaron diversos parámetros del suelo para informar el diseño del motocultor. Los resultados obtenidos indican que se requiere una fuerza de 1 471 N para levantar la primera capa de la superficie. Además, se determinó que el apero debe trabajar a una profundidad de 100 mm y un ancho de 150 mm entre cada cuchilla, con una profundidad de arado de 400 mm.

Mora y Copa (2017) en su investigación plantearon como objetivo diseñar y construir un arado de discos para el motocultor YTO DF-15L, específicamente para la región central del Ecuador. Se utilizó una metodología que combinó análisis bibliográfico, síntesis de información y comparación de alternativas de arado, seguida de pruebas en campo, lo que permitió demostrar la efectividad del equipo. En conclusión, la potencia del motocultor YTO DF-15L supera las necesidades del apero, lo que garantiza su capacidad para realizar labores agrícolas sin problemas. El diseño del mecanismo de arado de discos, evaluado mediante software de diseño y simulación, demostró ser efectivo, con pequeñas variaciones en la simulación utilizando ANSYS. El apero, diseñado para el motocultor, permite cambiar entre tres discos de arado, ajustando el ancho de trabajo y el trecho labrado según sea necesario. En pruebas de campo, se observó que la eficiencia aumentaba a medida que se incrementaba la velocidad de volteo.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Alarcón y Tequen (2022) propusieron diseñar un sistema innovador que combina la potencia de un motocultor con herramientas especializadas para cosechar tubérculos de papa de manera eficiente y segura. Para el desarrollo del sistema mecánico de cosecha para tubérculos de papa, emplearon el método de diseño establecido en la norma VDI 2221. Esta norma proporciona un procedimiento estructurado para determinar el diseño conceptual óptimo, basándose en las necesidades y requerimientos que se deben atender. Las conclusiones fueron que el diseño conceptual para el mecanismo cosechador de papas se realizó siguiendo el procedimiento de diseño según la norma VDI 2221, teniendo en cuenta los requisitos específicos de cosecha en cultivos rurales. Para determinar las dimensiones del sistema extractor de papas, se estableció una fuerza de corte de 3.057 kN, considerando un coeficiente de labranza máximo de 40 kgf/dm^2 para tierra suelta. Luego, se validó mediante simulación CAE, obteniendo un factor de seguridad de 5.60. Además, el sistema estructural de soporte se diseñó para un peso total de 3093.38 kgf, incluyendo los componentes y un operador. La validación por software CAE arrojó un factor de seguridad de 3.2, lo que indica que el sistema resistirá adecuadamente las cargas solicitadas.

Cruz (2023), la investigación tiene como objetivo desarrollar un motocultor adaptado con un motor de motocicleta para remplazar el método convencional de arado en la agricultura. La metodología de su investigación fue aplicada, mediante un diseño experimental con un motor de motocicleta de marca Forte de 197 cc de 16 hp. En conclusión, se logró adaptar el motocultor utilizando un motor de motocicleta, lo que permitió arar en solo un día de trabajo

de 6 horas un área de 5859 m², mientras que el método tradicional de arado solo logró arar un área de 4017.6 m² en el mismo tiempo. El motocultor fue diseñado con componentes específicos, incluyendo un motor de 197 cc, una batería de 12 voltios, conductores de 14 y 10 AWG, y un sistema de transmisión por cadena. Se construyó utilizando soldadura y pernos, y se verificó su funcionamiento en campo, demostrando una buena maniobrabilidad y capacidad de producción. El costo total de los materiales fue de S/. 2507.20, y el tiempo de retorno fue de 21 días si la máquina trabajaba 6 horas al día.

Rivera (2021) desarrolló una investigación cuyo objetivo fue adaptar una cultivadora multiuso a un motocultor con suspensión independiente para reducir y mejorar las labores agrícolas en cultivos alimenticios. La metodología de la investigación constó de componente de taller, desarrollada en el laboratorio de maquinaria agrícola y mecánica general, y el componente de campo, donde se aplican y prueban los resultados obtenidos. En conclusión, se logró adaptar una máquina cultivadora multiuso para utilizar tres herramientas de trabajo diferentes: aporcadora, extirpadora y escarificadora. La barra porta herramienta común para todos los casos, pero los brazos portaherramientas varían según la función específica de cada herramienta. La máquina se acopló a una moto cultivadora diésel de 18 HP, utilizando un sistema de barra de tiro simple y práctico para asegurar una buena operación del conjunto. La capacidad de trabajo efectivo de la máquina cultivadora multiuso varió entre 0.225 Ha/hr en el aporque de la papa y 0.262 Ha/hr en la escarda del cultivo de trigo. El tiempo operativo máximo fue de 5.34 hr/Ha en el cultivo de papa y el mínimo de 3.82 hr/Ha en la escarda del cultivo de trigo. Al comparar los ahorros entre la labor mecanizada y la labor manual, el ahorro máximo fue de 294.10 soles/Ha en el aporque del cultivo de papa, mientras que el ahorro de costo mínimo fue de 186.30 soles/Ha en el extirpado de malezas del cultivo de arveja.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concepto de diseño

El diseño se aplica a diversas áreas del conocimiento humano de forma específica, con un proceso de conceptualización mental, que implica una planificación creativa orientada a encontrar o buscar soluciones de dichas problemáticas permitiendo desarrollar, bosquejos, con el fin de lograr un resultado funcional y que satisfaga los requisitos establecidos. (Marta, 2024).

2.2.2. Simulación

La finalidad es brindar asistencia o el apoyo requerido al diseñador a lo largo de las etapas de diseño, análisis y diagnóstico, de la manera más eficiente posible, mediante el software, con el objetivo de entender cómo se comporta el sistema o analizar nuevas estrategias, (Rivas, 2004).

Proceso de preparación de tierra para siembra de cereales: En la actualidad aún se conserva los métodos tradicionales de siembra en el campo, como es la siembra con chaquitacla, con bueyes, herramientas como pico, barreta. Pero estos métodos tradicionales son para pequeños terrenos de sembrío.

El hombre con las tecnologías obtuvo un avance, llegando a construir pequeños motocultores, para el sembrío de cereales, siendo muy beneficiosos para los agricultores ya que tienen una ventaja muy importante que es el poder realizar los trabajos en un menor tiempo. En la actualidad contamos con máquinas de cultivo ya modernizado tanto para sembrar, cosechar. Estas máquinas son para terrenos con mayor capacidad, ayudando a una mayor producción de cereales para el consumo.

Figura 1

Evolución de métodos de preparación de tierras para sembrío



Método tradicional de preparación de tierra para siembra de cereales. La adecuada preparación del terreno es un paso fundamental en cualquier sistema de cultivo. Mantener los campos en condiciones óptimas es esencial para lograr plantaciones saludables y productivas, especialmente cuando el objetivo es mejorar la eficiencia y rentabilidad de la producción. Actualmente en los distritos, caseríos, de nuestro Perú los métodos de preparación de los

terrenos son de manera tradicional apoyándose de las herramientas como picos, barreta, chaquitacla y el arado que son tirados por un par de bueyes (Lambo, 2018).

Pico: Es una herramienta muy útil y de gran ayuda para los campesinos, utilizado para remover la tierra en la preparación y siembra en los terrenos.

Figura 2

Pico



Barreta: Herramienta de gran ayuda para el agricultor empleado para múltiples usos como realizar palanca, transmitiendo una fuerza que permita levantar, mover la tierra o separar algo.

Figura 3

Barreta



Chaquitacla: También conocida como tirapié o arado de pie, consta de un palo con una punta ligeramente encorvada, que puede ser de metal o piedra. A este palo se le adapta un palo transversal, llamado takillpu, en el cual el agricultor apoya su pie para hundir la punta en el suelo y remover la tierra, formando un surco. Este instrumento ancestral, la chaquitacla, sigue siendo utilizado por campesinos en diversas comunidades altoandinas del Perú hasta el día de hoy. Esto demuestra la persistencia de esta práctica agrícola tradicional a lo largo del tiempo (Odar,2023).

Figura 4

Método de siembra con chaquitacla



Nota. La chaquitacla se convirtió en una herramienta indispensable para la agricultura. Tomado de *La República*, por D. Odar, 2023, Datos LR

Yunta de bueyes: A pesar de los avances tecnológicos y la introducción de maquinarias agrícolas modernas, la yunta de bueyes continúa siendo un elemento clave en la labor de cultivo de los pequeños productores de las zonas andinas. Esta forma de labrar la tierra es la más tradicional consta de:

- a) Arado. Es el principal instrumento utilizado en la agricultura para abrir surcos en el terreno y remover el suelo para la siembra, construido de madera, armado por una cabeza y timón de eucalipto, cuñado con pedazos de maderas y un puntal de metal amarrado con fleje y cuero que abre el surco a la tierra.

Figura 5*Arado*

Nota. Arado, diseño del hombre, para voltear la tierra que va amarrando una punta de metal facilitando una mejor penetración al abrir el surco.

- b) Yugo. Instrumento de madera compuestos con coyuntas para amarrar los toros o bueyes como delantera y ligada al yugo con una sogas para que pueda tirar del arado.

Figura 6*Yugo*

Nota. Yugo, artefacto de madera que va en la nuca de los bueyes, permitiendo el arrastre del arado.

- c) Toros o bueyes. Animales importantes en esta actividad, siendo los encargados de realizar el trabajo de voltear el terreno de preparación y siembra, en ellos irá acoplada el yugo siendo amarrados entre los cachos y la nuca el yugo seguidamente acoplado del arado con punta listos para realizar los trabajos del campo.

Figura 7*Toros y Bueyes*

Nota. Toros o Bueyes, son los animales encargados de realizar el tirón del arado permitiendo voltear la tierra.

Métodos tecnificados de preparación de tierra para la siembra de cereales. En la actualidad gracias al avance de la tecnología, contamos con los tractores agrícolas que son vehículos especiales autopropulsados por energía. Estos vehículos especializados cumplen un rol esencial al proveer la potencia necesaria para accionar los diversos aperos y máquinas agrícolas utilizados en las labores de campo. Los tractores agrícolas son una herramienta fundamental para trabajar la tierra y producir alimentos como vegetales, frutas y leguminosas de manera rápida y eficiente. Sin embargo, la elección del tractor adecuado requiere una evaluación cuidadosa, planificación y tiempo, ya que es necesario encontrar el modelo que se adapte mejor a las necesidades específicas de cada cultivo y terreno (Forigo, 2023).

Tractor cultivador. Son de menor potencia y tamaño, elaborado específicamente para realizar funciones agrícolas básicas o tareas de jardinería. Este tipo de tractor es el más común y habitual, obteniendo una fuerza suficiente para arrastrar remolques y otros tipos de herramientas, que son para las tareas más frecuentes en el ámbito agrícola de jardinería.

Figura 8*Tractor Cultivador*

Nota. Tractor cultivador, son versátiles, cómodos y ágiles, ideales para áreas pequeñas. Tomado de *Cultivador MX10 Equipos de Labranza John Deere*, por J. Deere, 2024, JOHN DEERE.

Tractor para arar la tierra. El objetivo principal de esta labor es eliminar las malas hierbas y los restos del cultivo anterior, empujándolos en profundidad para que no interfieran en el crecimiento de las futuras plantas. Además, el arado permite suavizar y preparar progresivamente el terreno para recibir el próximo cultivo, facilitando así su desarrollo y producción.

Figura 9*Tractor para arar la tierra*

Nota. Tractor para arar la tierra, diseñados para resistir una de los trabajos más duros del campo el barbecho. Tomado de *Equipos de Labranza John Deere*, por J. Deere, 2024, JOHN DEERE.

Tractor para cosechar diferentes cultivos. Diseñados y construidos con el objetivo de cosechar en grandes cantidades. Estos equipos han simplificado enormemente la intensidad del trabajo de los agricultores, al realizar tareas que antes requerían un gran esfuerzo manual. Además, los tractores han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la agricultura, al permitir una mayor productividad y rendimiento de los cultivos.

Figura 10

Cosechadora



Nota. Cosechadora, este es el equipo esencial para la etapa de cosecha de todo tipo de granos. Tomado de *Blog MADISA*, por MADISA CAT, 2023.

Motocultor. La función principal de este equipo es trabajar el suelo, por lo que su diseño está optimizado para ofrecer el mejor rendimiento en esta tarea, que comúnmente se lleva a cabo mediante azadas rotativas que forman parte del implemento conocido como roto cultor. Un motocultor, o tractor de un solo eje, es un vehículo autopropulsado de un solo eje que puede ser dirigido por un operador que camina a pie, utilizando manceras. Este tipo de maquinaria se utiliza para realizar labores superficiales en el suelo. Algunos motocultores también permiten ser conducidos desde un asiento que está incorporado en un remolque o en un implemento adicional.

Los motocultores generalmente tienen una potencia que no supera los 15 kW y son guiados y maniobrados por un operador que camina a pie. Cuentan con marchas tanto hacia adelante como hacia atrás. Están equipados con un motor de gasolina o diésel. Se diferencian de la moto azadas con tracción transmitida en que los motocultores propiamente dichos tienen dos ruedas motrices. Además, si tienen suficiente potencia, pueden circular con un pequeño remolque y con el conductor sentado (Agroscopio, 2021).

Los motocultores de dos ruedas son extremadamente versátiles, equipándose con una gran variedad de implementos agrícolas como arados, sembradoras, sistemas de riego y remolques, entre otros. Incluso los tractores de ruedas más potentes pueden ser modificados para incluir un asiento y ruedas traseras, convirtiéndolos en pequeños tractores. A continuación, destacamos las principales ventajas de los motocultores:

- Prácticos. Por su tamaño y simplicidad, apoyan a los agricultores, facilitando y agilizando diversas tareas en la granja. Tienen la capacidad de operar en áreas amplias con un mínimo esfuerzo y un excelente resultado. Además, son ligeros y duraderos, lo que los hace ideales para trabajos de larga duración.
- Versátiles. Los motocultores pueden equiparse con una amplia gama de implementos o aperos agrícolas, lo que les permite realizar diversas actividades de mantenimiento del terreno, como arar, abonar, sembrar y regar.
- Remolque o semirremolque. Adecuado para el transporte de sacos de granos, químico y otros insumos que permiten un menor trabajo de peso para el operario. También, permite que el operario pueda manejar la máquina sentado.
- Manejables. Es una opción más económica en comparación con un tractor y, además, es muy fácil de usar, lo que requiere un mínimo esfuerzo por parte del operador; en muchos casos, los motocultores pueden ser manejados desde una posición sentada. También se pueden transportar de un lugar a otro sin dificultad, utilizando una furgoneta (Agroscopio, 2021).

Motocultor a gasolina. Es el modelo más popular y se considera el más eficiente, puede ser de dos o cuatro tiempos. Por lo general, se utilizan para realizar trabajos superficiales en terrenos pequeños o medianos. Su manejo es algo más complicado en comparación con otros tipos de motocultores, aunque el arranque es más fácil que en los motores diésel, ideal para usarlos en jardines pequeños que requieren una preparación periódica del suelo para la siembra.

Figura 11*Motocultor a gasolina*

Nota. Motocultor a gasolina. Tomado de *Agriexpo Online* (p,22), por NIBBI Product Catalogue 2023.

Motocultor diésel. Es muy similar al modelo de gasolina mencionado antes, pero generalmente más costoso y no tan popular. Se recomienda para trabajar en terrenos extensos. En estos modelos, es crucial estar atento para evitar que, entre agua al motor, ya que puede causar daños. Son utilizados para diferentes tareas en el campo y la jardinería, se caracterizan por su robustez y versatilidad.

Figura 12*Motocultor Diésel*

Nota. Motocultor diésel. Tomado de *diseño y construcción de motocultor con una potencia de 6.5 hp, para la estación de investigación de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en la ciudad de Cayambe – Ecuador* (p.89), por A. Lucero, E. Tipán, 2022.

Motocultor eléctrico. Tienen un diseño perfecto para áreas pequeñas, con una configuración que genera menos vibración, menor contaminación y un nivel de ruido reducido. Además, son los más asequibles del mercado. Además, se le puede implementar distintas herramientas que nos permiten desarrollar diversas tareas.

Figura 13

Motocultor eléctrico



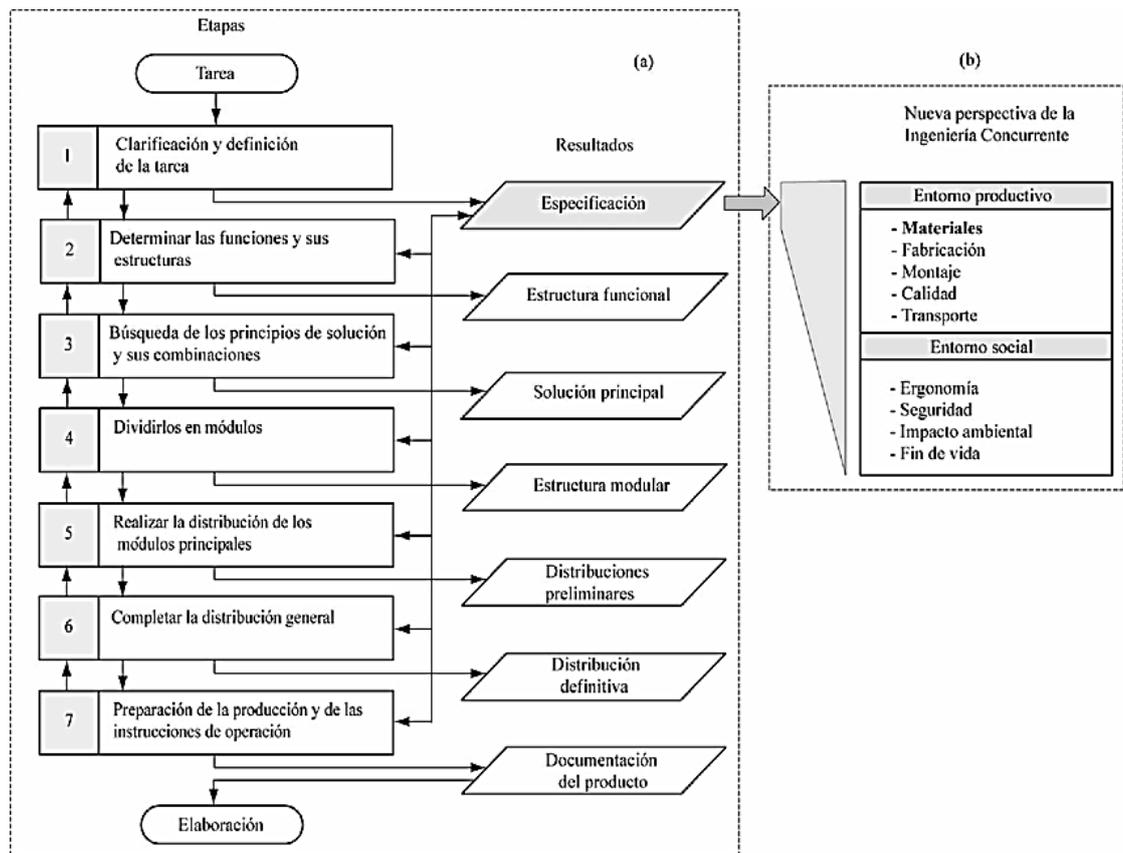
Nota. Motocultor eléctrico. Tomado de *greencut-tools*, por GREENCUT 2022.

2.2.3. Diseño de máquinas agrícolas

Método de diseño VDI 2221. El método VDI 2221 es un proceso crucial para el desarrollo de un producto, y en el se recopilan datos esenciales que forman parte importante de la manufactura. Estos datos permiten a los ingenieros y responsables identificar aspectos errores o negativos del modelo antes de la producción, lo que permite facilitar un control que evita sobrecostos y demoras en el producto final. Las etapas de este modelo facilitan la visualización de una serie de actividades destinadas a identificar la información requerida para el desarrollo de un producto (Juárez, 2022).

Figura 14

Etapas de proceso de diseño según la norma VDI 2221



Nota: Tomado de *Experiencias en la selección de aceros asistida por computadoras en la carrera de ingeniería mecánica*, por R. Perez. 2010, ReseachGate.

Principios del método VDI 2221. El método VDI 2221 se enfoca en buscar alternativas de diseño con el fin de encontrar la solución técnica más adecuada. El proceso incluye los siguientes pasos:

- Definición del problema: Determinar e identificar claramente el problema que se pretende resolver.
- Generación de alternativas: Desarrollar posibles soluciones que puedan abordar el problema identificado.
- Evaluación de alternativas: Analizar y comparar las diferentes alternativas apoyándose en criterios establecidos, como el costo, la viabilidad técnica y los requisitos del cliente.
- Selección de la mejor alternativa: Elegir la opción más adecuada tomando decisiones fundamentadas en la evaluación previa.
- Implementación: Ejecutar la solución seleccionada, asegurando que se cumplan los requisitos de diseño y funcionalidad.

Este método resulta valioso permite reducir costos y aumentar la eficiencia en el proceso de desarrollo.

Aplicaciones. El VDI 2221 es aplicado en las diferentes áreas de la ingeniería, como el diseño de maquinaria, productos electrónicos y sistemas complejos. Su enfoque sistemático facilita a los equipos de diseño trabajar de forma colaborativa y eficiente, garantizando que todas las consideraciones relevantes se tengan en cuenta antes de culminar un diseño. Para finalizar, el método VDI 2221 es una herramienta de gran valor para diseñadores e ingenieros, proporcionando un enfoque estructurado para la selección y evaluación de soluciones de diseño.

Material. Para la selección del material y obtener un buen resultado de fabricación de nuestro producto, es importante tener en cuenta la categoría en la que estará expuesto el proyecto.

Condiciones de clima. Para una buena selección de material adecuado para la construcción del proyecto, también dependerá de las condiciones climáticas donde se llevará a cabo el trabajo.

Figura 15

Oxidación de cadena de transmisión y perno



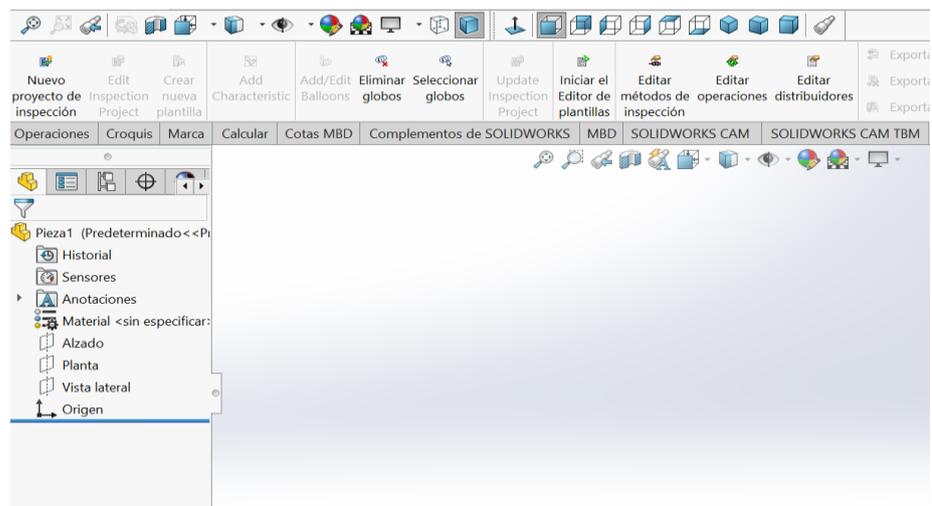
Nota. Oxidación del material debido a condiciones del clima.

Accesibilidad y disponibilidad del material: La accesibilidad y disponibilidad de los materiales, puede ser un factor que podría afectar al campesino, debemos tener en cuenta a la hora de elegir los materiales, seleccionar considerando que los consumidores tengan alcance a dichos productos por su zona, también ver el costo asequible de la economía de los campesinos.

Software de diseño CAD. El dibujo asistido por computadora es una tecnología que permite a los diseñadores crear, modificar y documentar diseños técnicos de manera digital, reemplazando así los métodos tradicionales de dibujo manual. Este software se utiliza en diversas profesiones para aumentar la precisión y eficiencia en la visualización y desarrollo de modelos bidimensionales y tridimensionales, facilitando la conceptualización y optimización de productos y estructuras en múltiples sectores. Para la selección de un software CAD se recomienda considerar las necesidades y objetivos específicos del proyecto. (Autodesk, 2024).

Figura 16

Software CAD



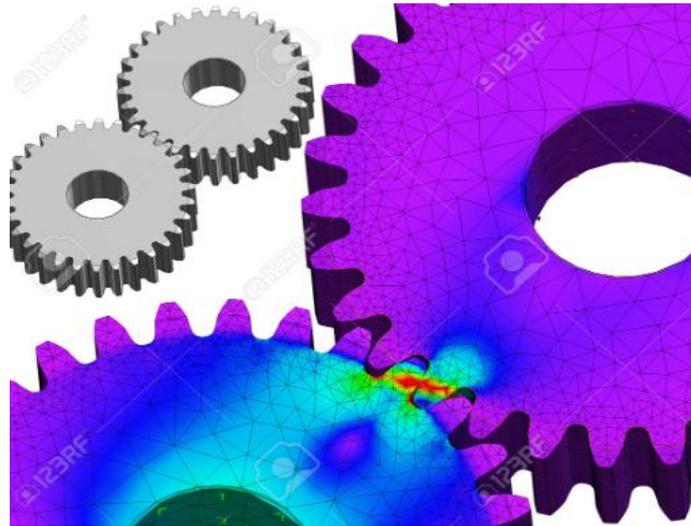
Nota. Software de diseño asistido por computadora, dónde nos permite realizar proyectos con medidas reales, simulando el correcto funcionamiento de dichos trabajos.

Tensión de Von Mises: Es un concepto fundamental en la mecánica de materiales, utilizado para predecir el comportamiento de materiales dúctiles bajo cargas complejas. Establece que un material comenzará a ceder cuando la tensión equivalente de Von Mises alcance el límite de fluencia del material y se utiliza principalmente en análisis estructural, para determinar si un componente soportará las cargas aplicadas sin fallar. También en el diseño de materiales, para comparar la tensión calculada con el límite elástico, y así se puede calcular un factor de seguridad, lo que ayuda a decidir si es necesario redimensionar un componente (Pereiras, 2018).

El criterio de Von Mises es especialmente relevante en la ingeniería mecánica y civil, debido que permite evaluar la seguridad y la integridad estructural de componentes sometidos a condiciones de carga complejas. La tensión de Von Mises proporciona una forma efectiva de simplificar el análisis al combinar las múltiples tensiones en un solo valor escalar que puede ser fácilmente comparado con las propiedades del material.

Figura 17

Representación de la tensión de Von Mises en un engranaje



Nota. En la figura se aprecia en tonos de colores las zonas próximas a colapsar por la excesiva tensión generada por el mecanismo, Tomado de 123RF.

Capítulo III

Desarrollo del trabajo

3.1. Finalidad

La finalidad de desarrollar el diseño de un motocultor es proporcionar de documentación técnica que permita la construcción de una máquina motocultor, según las necesidades propias de una zona agrícola del departamento de Ancash, para la ejecución de actividades de preparación de suelo y siembra. Además, es una propuesta que aplica tecnologías para optimizar recursos y tiempo.

3.2. Propósito

El propósito del proyecto es estandarizar el diseño, con los materiales disponibles en el mercado local, y el tipo de manufactura para su construcción. En consecuencia, el diseño del motocultor posterior a su construcción permitirá labrar la tierra de manera rápida y eficiente a comparación del arado rústico. La mecanización del proceso de siembra permitirá al agricultor ser más competitivo, debido que para su manejo requiere de un solo operario, a comparación del método tradicional que emplea animales y 02 operarios.

3.3. Componentes

3.3.1. Diseño de elementos mecánicos y estructura del motocultor

Estructura. El diseño de la estructura debe ser elaborada teniendo en consideración los tipos de terrenos que será sometido el trabajo, la medida de la altura de la estructura es en razón con la estatura promedio de los agricultores para que puedan tener un desplazamiento adecuado evitando generar enfermedades ocupacionales y para el ancho de la estructura es determinante el tipo de motor a instalarse.

Diseño conceptual. La estructura estará diseñada para permitir al campesino todas las facilidades como reducir el tiempo de siembra, reducir la cantidad del personal y mejorar el avance, por ello se optó el método VDI 2221 donde se especifica la estructura como las ruedas, motor, chumaceras etc. Y obtener un motocultor acorde a las necesidades de los agricultores de Pampas Grande.

Bosquejo a mano alzada. Considerar en el diseño del motocultor un bosquejo con la estructura requerida del motor seleccionado, las ruedas, chumaceras y las cadenas de transmisión.

Software CAD. El Software de diseño asistido por computadora permite reunir la información necesaria, para representar en un entorno computacional, generar la visualización de los componentes y ensamblaje del motocultor, evaluar el efecto de las cargas a las cuales estará sometida y generar la documentación técnica para el proceso de fabricación.

Selección de materiales para el motocultor. Para la construcción de la estructura del motocultor en el diseño se eligió un acero estructural rectangular; ruedas metálicas, para proporcionar una mejor adherencia al suelo evitando problemas en su desplazamiento.

En el diseño del arado se optó por un arado regulable, permitiendo al operador reducir o aumentar la profundidad requerida. El material de construcción de la herramienta de arado es a base de un acero ASTM A36 o ASTM A752, reutilizados a partir de muelles de vehículos pesados, con características de buena resistencia a la torsión, fatiga, abrasión y tracción.

La selección de materiales consideró materiales al alcance de la zona, así como algunos materiales reciclables para reducir los costos y cuidado del medio ambiente, ya que la propuesta es diseñar un motocultor eficiente para realizar un adecuado trabajo, pero teniendo en cuenta que sea una máquina al alcance de la economía de los agricultores.

Simulación del funcionamiento del motocultor. La simulación es parte del diseño y es fundamental, brinda la oportunidad de experimentar y observar el comportamiento del diseño, así como identificar áreas donde se pueden implementar mejoras en su funcionamiento, en base a los resultados obtenidos. Antes de iniciar cualquier proyecto, es esencial comprender cómo opera el sistema y cuáles son las variables implicadas para poder crear un modelo que se asemeje lo más posible a la realidad. La forma más efectiva de validar el modelo es asegurarnos de que sus resultados se aproximen estrechamente a la realidad del sistema.

3.4. Actividades

3.4.1. Análisis de estado de arte

En esta etapa se desarrollará las características principales que efectuará el motocultor, para obtener mayor comprensión del producto.

- a) El ancho del surco que abrirá el arado del motocultor es de 20cm a 25 cm.
- b) La altura de los surcos para preparar la tierra es aproximadamente de 25cm a 28cm, mientras para sembrío será un aproximado de 23cm a 25cm.
- c) Los tipos de suelo en la que estará expuesto el motocultor será, en suelos arenosos, arcillosos y suelos francos.
- d) Se logrará voltear la tierra en lugares angostos por tener la capacidad de ser una máquina pequeña.
- e) Se utilizará una manija de reducción de velocidades, permitiendo un avance requerido por el operario.
- f) El uso del motocultor normalmente será de cuatro veces al año.

3.4.2. *Árbol de funciones*

Para la elaboración del árbol de funciones, se tomaron en cuenta los requisitos necesarios para la máquina motocultor. Este árbol inicia con los requerimientos funcionales de alto nivel y se desarrolla hacia funciones más específicas de nivel inferior.

Figura 18

Árbol de funciones del diseño de motocultor



3.4.3. *Tabla de especificaciones*

El método de "lista de especificaciones" tiene como objetivo facilitar la definición del problema de diseño. Esta especificación establece de manera general las restricciones del proyecto, por lo que se pone especial atención en el rendimiento que se busca lograr.

Tabla 1*Lista de especificación del motocultor*

Cambios (fecha)	Deseos o Exigencia	Especificación	Categoría
10/08/2023	E	Arar la tierra para proceso de preparación y siembra, optimizando recursos.	Función principal
24/08/2024	D	El precio de la máquina no deberá superar los 2100 soles.	Costo
24/08/2024	E	El tipo de material será seleccionado de acuerdo al clima al que estará expuesto y en las condiciones que se trabajará.	Material
24/08/2024	E	La máquina contará con las dimensiones adecuadas, requeridas para la comodidad del agricultor.	Geometría
24/08/2024	D	La máquina estará compuesta de un motor de combustión interna, para brindar energía a las ruedas.	Energía
24/08/2024	E	El arado del motocultor contará con un ángulo, permitiendo introducir la cuchilla a una profundidad adecuada.	Función principal
24/08/2024	E	La velocidad de avance del motocultor dependerá del operario, este se encargará de conducir al ritmo deseado.	Cinemática
24/08/2024	E	Se tomarán medidas de seguridad, a los elementos mecánicos que podrían perjudicar o generar daños de gravedad al operario.	Seguridad
24/08/2024	D	El personal a cargo del mantenimiento del motocultor deberá contar con la disponibilidad de componentes en el mercado, para acceder a comprar.	Mantenimiento
24/08/2024	D	El modelo de estructura de la maquina deberá ser desarmable, permitiendo su facilidad de transporte.	Transporte
24/08/2024	E	La máquina contará con la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de preparación y sembrío de tierra.	Función principal
24/08/2024	E	Se realizará simulaciones, para corroborar la estabilidad, robustez y garantizar la vida útil de la máquina.	Diseño
24/08/2024	D	Se utilizará la metodología VDI 2221 para el diseño del motocultor.	Diseño
24/08/2024	D	La vida útil de la máquina deberá superar los 5 años	Diseño

3.4.4. Diseño conceptual

a) **Caja negra.** En esta fase del diseño se ejecutará las estrategias que el diseño debe lograr sin enfocarse en como se va lograr, con la metodología llamada "caja negra" lo realizaremos de forma sencilla con ciertas "entradas" "salidas" requeridas.

Figura 19

Caja negra

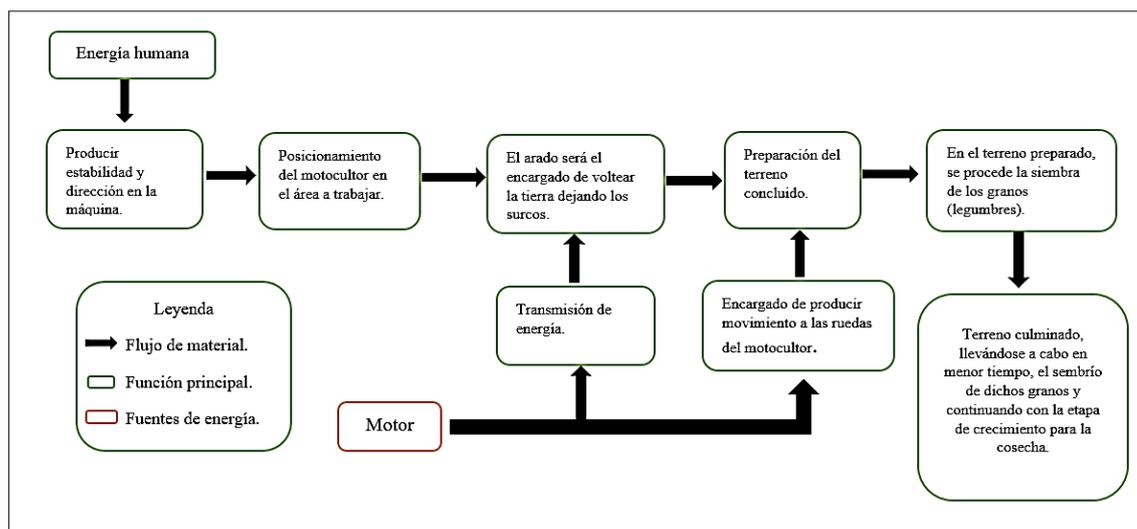


Nota. Caja negra, un diagrama de diseño para la máquina del motocultor para la visualización de las variables de entrada y salida de la máquina.

b) **Caja transparente.** Una vez identificado lo que se logrará con el motocultor, se procedió a analizar cómo obtener las funciones que se deberá llevar a cabo en el motocultor, así poder conseguir un resultado eficaz para el correcto funcionamiento requerido.

Figura 20

Caja transparente



Nota. Caja transparente, diagrama para la máquina motocultor.

3.4.5. Matriz morfológica

La matriz morfológica es una herramienta valiosa para la innovación y el diseño de productos o servicios, así como para abordar problemas complejos. Facilita la exploración de todas las soluciones posibles y su evaluación objetiva, lo que ayuda a identificar la opción más adecuada, una vez propuesta con las alternativas de prototipos que se asemejan más a nuestro diseño, optamos por elegir los componentes que nos permitirá el diseño de nuestro motocultor.

Figura 21*Matriz morfológica*

		Soluciones		
		1	2	3
Funciones				
1	Fuente de Energía.	Motor eléctrico 	Motor a gasolina 	Manual 
2	Fuentes de transmisión de Movimiento.	Cadena 	Faja 	Faja en V 
3	Desplazamiento de La máquina.	Ruedas metálicas 	Ruedas neumáticas 	Ruedas simples 
4	Diseño de arado Para abrir el surco.	Arado (aporcador) Extensible 	Arado (aporcador) regulable 	Pala Simple 
5	Mecanismo para realizar un mejor movimiento de las ruedas.	Chumaseras de Bola 	Chumaceras Troqueladas 	Chumacera colgante 
6	Mecanismos para tener un mejor agarre de las chumaceras.	Perno allen 	Perno Hexagonales 	Pernos carrocería 

Nota. En la Matriz morfológica, podemos observar propuestas de solución de la disposición del motocultor, color rojo solución 1 y color verde solución 2, optando así por la solución 1 que se ajusta a los requerimientos del diseño conceptual.

3.4.6. Diseño de Forma

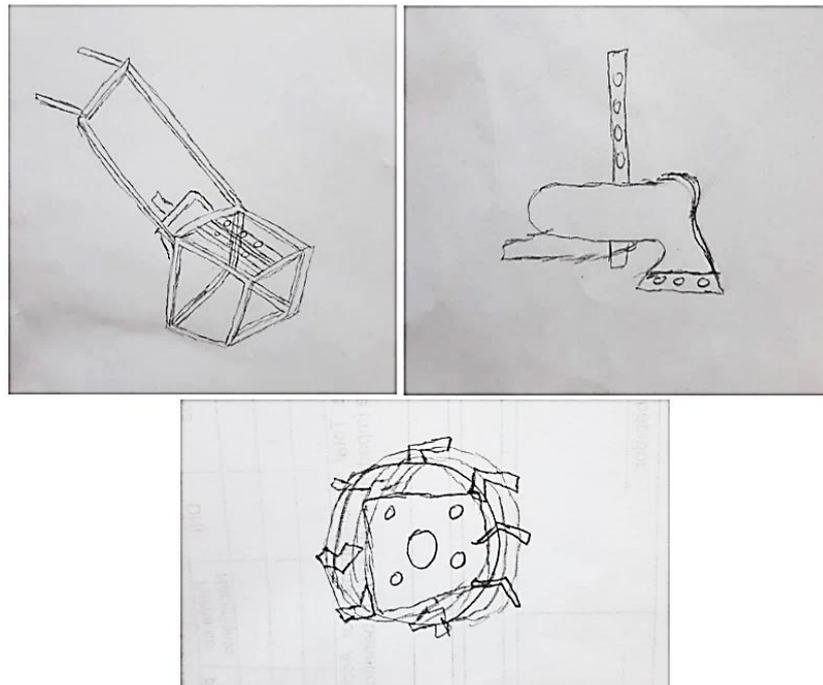
Se procede a presentar el aspecto físico del motocultor, desde una versión a mano alzada, y posteriormente representado en un software de diseño asistido por computadora, para evaluar mediante análisis por elementos finitos la consistencia y validez del diseño.

Bosquejo a mano alzada. Las fuentes para diseño del motocultor tienen sus orígenes, en atender la necesidad de los agricultores del distrito de Pampas Grande, teniendo en cuenta que, para la siembra con el método tradicional, se requiere de dos a más personas, lo cual no resulta muy favorable para los agricultores, ya que los jóvenes son desplazados a otras locaciones con fines de educación y actividad económica, reduciendo el personal. Un motocultor será de gran utilidad para plantear nuevas estrategias y técnicas de agricultura que anime a las nuevas generaciones de ser partícipe de las actividades agrarias.

Con una idea más clara y aplicando el método de diseño VDI 2221, se puede proyectar los materiales a utilizar, el tipo de estructura final, tipo de rueda, sistema de montaje etc. Se presenta el bosquejo del motocultor a mano alzada para posteriormente representar y parametrizar en un software de diseño asistido por computadora.

Figura 22

Bosquejo a mano alzada por partes; estructura, arado y rueda del motocultor

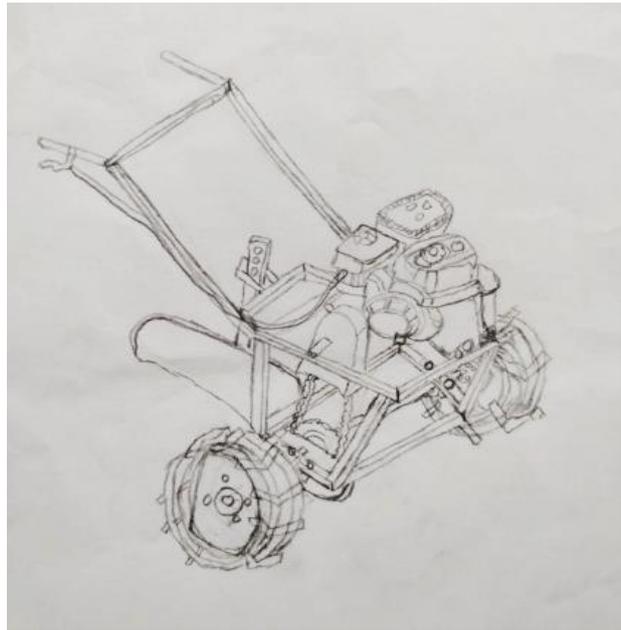


Nota. A partir de los alcances en la etapa de diseño conceptual, se procede a representar gráficamente el aspecto y características de los subsistemas del motocultor.

Con fines de proyectar a los usuarios que son los agricultores se ha diseñado una versión del motocultor con gran parte de los atributos que está proyectado a desarrollar, y que está compuesto de la estructura, motor de combustión, ruedas, cadena, soporte de eje mediante chumaceras, la herramienta del arado, sistema de freno y aceleración.

Figura 23

Bosquejo a mano alzada del diseño completo del motocultor



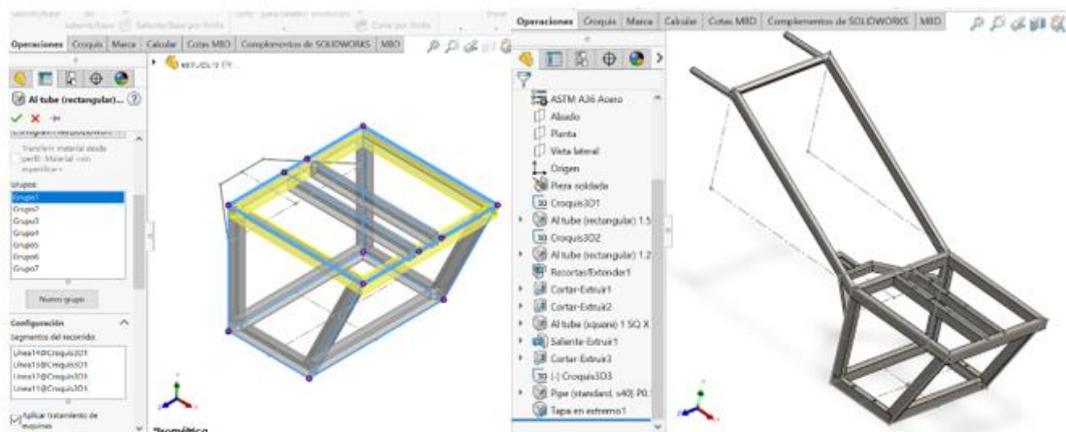
Nota. Diseño completo del motocultor, dibujado a mano alzada.

3.4.7. Diseño mediante software CAD por elemento

Diseño de la estructura. Se ha determinado emplear el perfil tubular rectangular de 28x25 mm, tipo de material a emplear es un acero ASTM A513, las uniones sugieren emplear soldadura por proceso GMAW, caracterizado, por la limpieza y uniformidad del cordón.

Figura 24

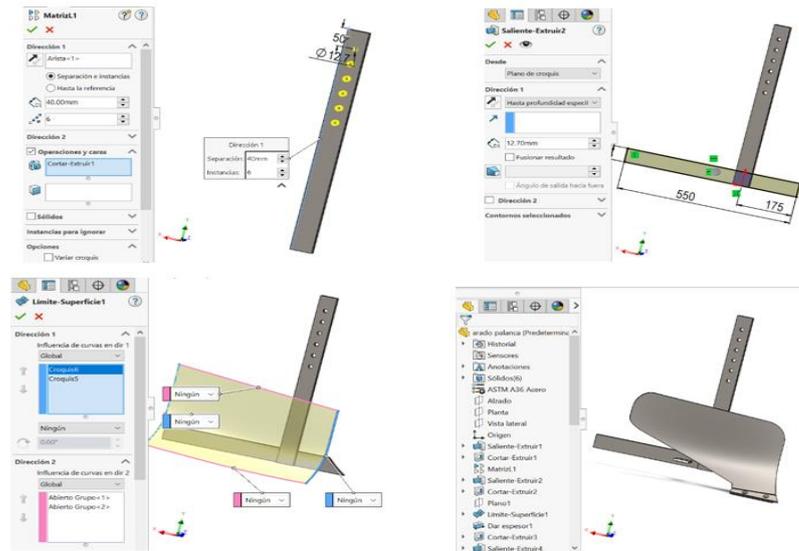
Diseño de la estructura mediante software CAD



Diseño del arado. Según el diseño conceptual el modelo del arado que se ajusta al terreno de la zona de Pampas Grande es del tipo “arado aporcador ajustable”, el material a emplear para el soporte es ASTM A513, mientras que para la zona de herramienta se empleará material reutilizado de muelles de láminas de vehículos.

Figura 25

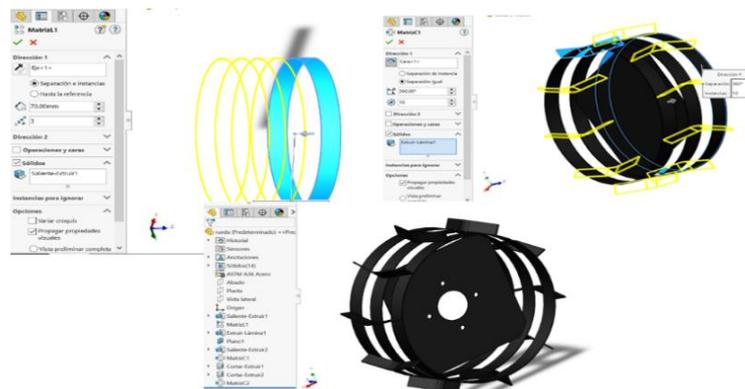
Diseño del arado ajustable mediante software CAD



Diseño de la rueda. Para el diseño del motocultor, teniendo en cuenta la matriz morfológica según VDI 2221 se determinó emplear, ruedas metálicas de diámetro de 350mm, ancho 59, longitud 119mm. Este tipo de ruedas son fundamentales para el tipo de maquinaria agrícola, a diferencia de las ruedas de goma, las ruedas de metal están fabricadas para soportar condiciones más rigurosas en terrenos complicados, así poder obtener un mayor agarre de la máquina en el terreno a trabajar y optimizar el rendimiento del motocultor.

Figura 26

Diseño de la rueda mediante software CAD



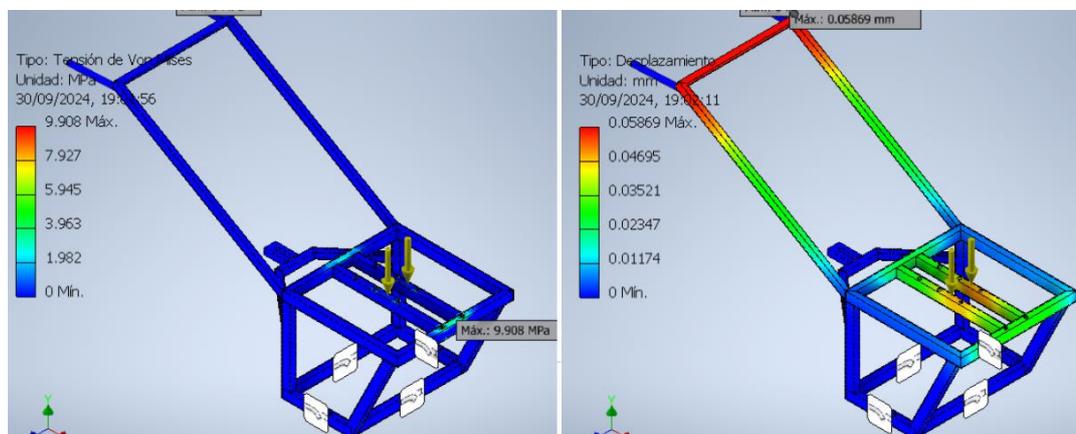
3.4.8. Análisis FEM mediante software CAE

Para determinar la confiabilidad de la propuesta se representa los esfuerzos a los cuales estará sometido la estructura, la rueda y el arado.

Estructura. Una vez establecidas los pesos al que estará sometido la estructura como el motor, se pasó a realizar la tensión de Von Mises, como resultado obtuvimos con la primera tensión principal un mínimo de -0.683256 MPa y máximo 10.346 MPa. Con la tercera tensión principal sometido a la estructura tenemos un resultado de mínimo -10.2707 MPa y un máximo de 0.0586873 MPa, teniendo estas dos tensiones, nos da como resultado que la estructura tendría una deformación de 0 mm a 0.0586873 mm.

Figura 27

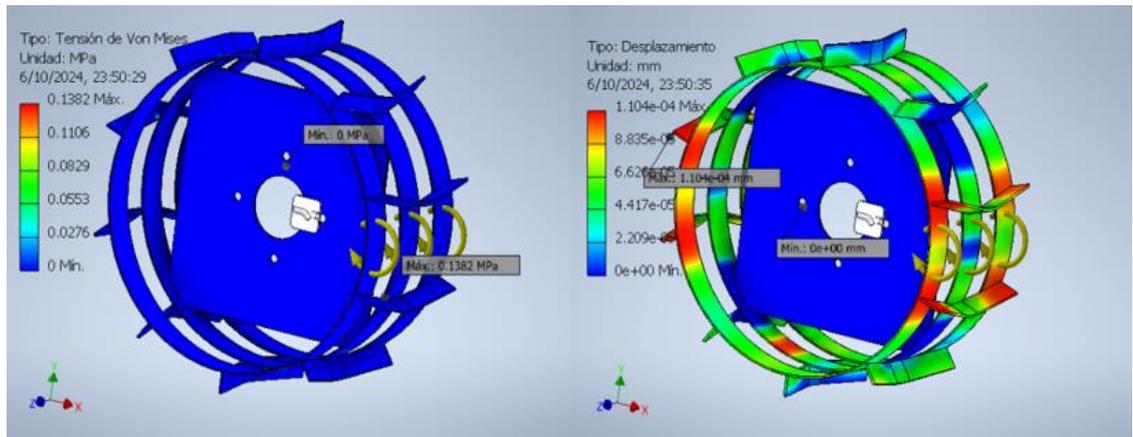
Estructura del motocultor sometido a la Tensión de Von Mises



Rueda. Determinado el peso que sostendrá la rueda y estableciendo el esfuerzo al que estará sometido de arrastrar el arado y en los tipos de terreno que se llevará a cabo, se sometió a la Tensión de Von Mises obteniendo en la primera tensión principal mínima de -0.004003 MPa, máximo 0.0421673 , en la tercera tensión principal como resultado un mínimo de -0.03241 MPa y en el máximo un 0.0054382 MPa, teniendo estos dos resultados la rueda sufría una deformación de 0 mm a 0.0000367647 mm. Dichos resultados obtenidos nos da la seguridad que las ruedas no tendrán dificultades para poder trabajar en los terrenos de dicha zona.

Figura 28

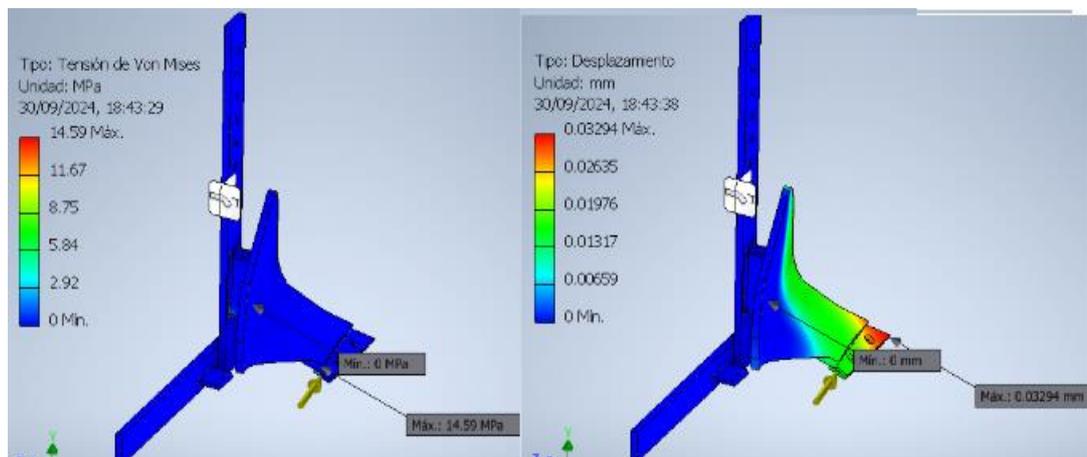
Rueda del motocultor sometida a la tensión de Von Mises



Arado. Después de los estudios que se realizó en las condiciones que será sometido el arado en los tipos de terrenos a trabajar, se sometió a realizar la tensión de Von Mises para poder determinar el comportamiento del arado, donde en la primera tensión principal tenemos un mínimo de -0.987811 MPa y un máximo de 16.2892 MPa, mientras que en la tercera tensión principal obtenidas de un mínimo de -16.4124 MPa y máximo de 1.20854 MPa, obteniendo como resultado que el arado que será sometido a los esfuerzos del terreno sufrirá una deformación de mínimo de 0 mm a máximo de 0.032937 , teniendo estos resultados nos da a conocer que el arado está en muy buenas condiciones a trabajar en los terrenos establecidos, obteniendo una deformación mínima.

Figura 29

Arado del motocultor sometida a la tensión de Von Mises



3.4.9. Ensamble y animación de la máquina motocultor

Teniendo una idea de cómo quedaría el diseño del motocultor y a la vez determinando la problemática que se encontró en los agricultores del distrito de Pampas Grande, se optó por diseñar y simular un equipo de ayuda para la siembra de legumbres como es el motocultor, mediante el método VDI 2221, donde se determinó los tipos de componentes del diseño el motocultor, la disposición de la estructura y actuadores. La última etapa consistió en un análisis de tensión y esfuerzos mediante el software CAE, logrando obtener resultados favorables. Además, se elaboró una representación de estructura, ensamble y animación del motocultor, logrando un diseño según los requerimientos de los agricultores y criterios técnicos.

Figura 30

Ensamble del Motocultor mediante software CAD.



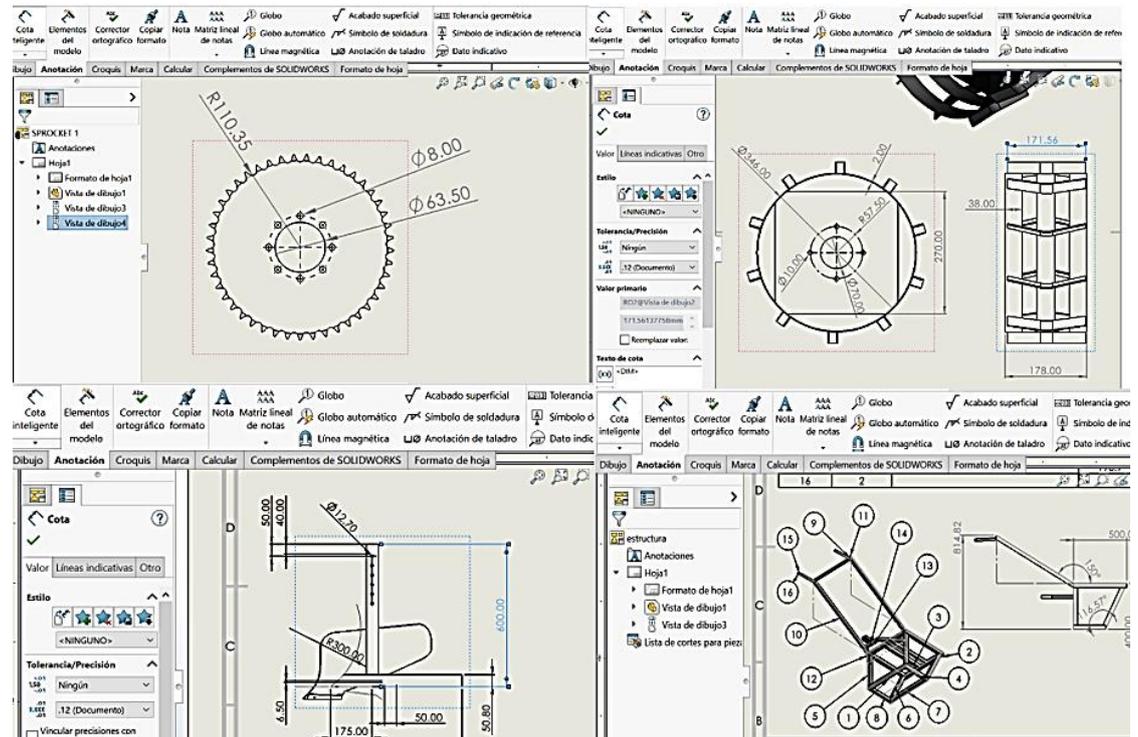
Nota. Desarrollo del procedimiento de un ensamblaje mediante el software CAD, permitiéndonos llevar a cabo dicho modelo a diseñar.

3.4.10. Elaboración de planos

Para fines de elaborar la documentación que permita la posible fabricación del motocultor, se procede a desarrollar la documentación técnica donde se detalla las dimensiones, disposición, tipo de material constructivo y otros. En primera instancia se elabora planos individuales de cada elemento, posteriormente la disposición del ensamblaje final.

Figura 31

Elaboración de planos del motocultor



Nota. Los planos obtenidos permitirán distribuir a los especialistas que estarán a cargo de la fabricación.

3.5. Limitaciones

No se pudo llevar a cabo la fabricación del motocultor por limitaciones económicas, por lo tanto, en esta primera etapa se presenta el diseño, por medio de un programa de simulación (software CAD).

Se esbozó el desarrollo del motocultor a base de energía renovable, pero se ha determinado que tiene limitaciones en proveer de la cantidad de energía requerida por el motocultor y resulta un costo económico elevado.

Se tuvo inconvenientes con el desarrollo del diseño y simulación, por falta de licencias para el uso de software CAD, debido que algunas funcionalidades son excluidas para las versiones de prueba o estudiante.

Se empleó los medios virtuales para desarrollar y complementar el trabajo de aplicación profesional con ayuda del asesor y docente.

Capítulo IV

Resultados

Resultados

Se logró diseñar y simular el motocultor gracias a la recopilación de datos de investigaciones de otros autores, que fueron de gran ayuda en diferentes aspectos para el diseño como la adecuación a los terrenos que será sometido el motocultor, tamaño de la estructura adecuada, permitiéndonos desarrollar el motocultor, de tal manera que se pueda reducir el tiempo de trabajo.

El método VDI 2221 permitió recopilar los componentes de los elementos mecánicos de los que está conformado el motocultor, permitiendo diseñar una estructura adecuada para el uso de los agricultores y la validación se realizó mediante del software CAD – CAE. que permitió concluir el proyecto de diseño y simulación.

Los materiales seleccionados para la estructura son a base de acero al carbono que presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 2

Características del acero

Nombre	Material ASTM A36 Acero	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm ³
	Límite de elasticidad	250 MPa
	Resistencia máxima a tracción	400 MPa
	Módulo de Young	200 GPa
Tensión	Coefficiente de Poisson	0.26 su
	Módulo cortante	79.3651 GPa
Nombre(s) de pieza	Arado, Estructura, rueda.	

Los resultados obtenidos a posterior al modelado de los componentes principales son:

Tabla 3

Resultados obtenidos

	Estructura	Rueda	Arado
Densidad	7.85 g/cm ³	7.85 g/cm ³	7.85 g/cm ³
Masa	15.951 kg	4.32285 kg	17.4853 kg
Área	1954520 mm ²	501233 mm ²	421462 mm ²
Volumen	2031980 mm ³	550682 mm ³	2227420 mm ³
Centro de gravedad	x=-137.486 mm	x=0.000251395 mm	x=-3.17311 mm
	y=340.116 mm	y=0.000548827 mm	y=132.199 mm
	z=0.00245035 mm	z=29.6204 mm	z=-30.1575 mm

En la etapa de análisis de esfuerzos se ha obtenidos resultados favorables para su implementación.

Análisis de esfuerzos para el arado, según las siguientes condiciones:

Tabla 4

Análisis de esfuerzos para el arado

Tipo de Carga Fuerza	
Magnitud	300.000 N
Vector X	-298.028 N
Vector Y	11.667 N
Vector Z	32.299 N

Se detalla el resumen de los resultados del arado posterior al análisis FEM.

Tabla 5

Análisis FEM del Arado

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2227510 mm ³	
Masa	17.486 kg	
Tensión de Von Mises	0 MPa	14.5901 MPa
Primera tensión principal	-0.987811 MPa	16.2892 MPa
Tercera tensión principal	-16.4124 MPa	1.20854 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.032937 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-16.3395 MPa	15.0895 MPa
Tensión XY	-3.99423 MPa	4.3239 MPa
Tensión XZ	-2.35943 MPa	3.50436 MPa
Tensión YY	-3.94202 MPa	5.73417 MPa
Tensión YZ	-2.42338 MPa	4.22644 MPa
Tensión ZZ	-8.16425 MPa	7.1384 MPa
Desplazamiento X	-0.017505 mm	0.00673826 mm
Desplazamiento Y	-0.00544592 mm	0.0145341 mm
Desplazamiento Z	-0.00849766 mm	0.0241432 mm
Deformación equivalente	0 su	0.0000654143 su
Primera deformación principal	-0.0000000000254974 su	0.0000751006 su
Tercera deformación principal	-0.0000770962 su	0.00000000000843188 su
Deformación XX	-0.0000766367 su	0.0000675426 su
Deformación XY	-0.0000251636 su	0.0000272406 su
Deformación XZ	-0.0000148644 su	0.0000220774 su
Deformación YY	-0.0000211612 su	0.0000235528 su
Deformación YZ	-0.0000152673 su	0.0000266266 su
Deformación ZZ	-0.000037364 su	0.0000326031 su
Presión de contacto	0 MPa	18.4328 MPa
Presión de contacto X	-18.2381 MPa	11.0902 MPa
Presión de contacto Y	-4.95275 MPa	3.22724 MPa
Presión de contacto Z	-6.48813 MPa	2.06169 MPa

Análisis de esfuerzos para la rueda, según las siguientes condiciones:

Tabla 6

Análisis de esfuerzos para la rueda

Tipo de carga Momento	
Magnitud	600.000 N mm
Vector X	0.000 N mm
Vector Y	0.000 N mm
Vector Z	-600.000 N mm

Resumen de los resultados de la rueda posterior al análisis FEM.

Tabla 7

Análisis FEM rueda

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2031980 mm ³	
Masa	15.951 kg	
Tensión de Von Mises	0 MPa	9.90815 MPa
Primera tensión principal	-0.683256 MPa	10.3464 MPa
Tercera tensión principal	-10.2707 MPa	0.418788 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.0586873 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-7.59178 MPa	8.0674 MPa
Tensión XY	-1.79991 MPa	1.21048 MPa
Tensión XZ	-3.12964 MPa	3.35427 MPa
Tensión YY	-3.22428 MPa	2.67892 MPa
Tensión YZ	-1.82937 MPa	2.01336 MPa
Tensión ZZ	-10.2262 MPa	10.3339 MPa
Desplazamiento X	-0.000198368 mm	0.0427837 mm
Desplazamiento Y	-0.045453 mm	0.0411313 mm
Desplazamiento Z	-0.00829816 mm	0.00581354 mm
Deformación equivalente	0 su	0.0000435296 su
Primera deformación principal	-0.000000693646 su	0.0000505087 su
Tercera deformación principal	-0.0000501036 su	0.000000335543 su
Deformación XX	-0.0000372595 su	0.0000394946 su
Deformación XY	-0.0000113394 su	0.00000762599 su
Deformación XZ	-0.0000197168 su	0.0000211319 su
Deformación YY	-0.0000160654 su	0.0000148169 su
Deformación YZ	-0.0000115251 su	0.0000126842 su
Deformación ZZ	-0.0000500444 su	0.0000504295 su
Presión de contacto	0 MPa	24.6645 MPa
Presión de contacto X	-10.7163 MPa	8.72818 MPa
Presión de contacto Y	-13.8547 MPa	22.5534 MPa
Presión de contacto Z	-17.4454 MPa	19.2264 MPa

Análisis de esfuerzos de la estructura, según las siguientes condiciones:

Tabla 8

Análisis de esfuerzos de la estructura

Tipo de carga		Fuerza
Magnitud		300.000 N
Vector X		0.000 N
Vector Y		-300.000 N
Vector Z		0.000 N

Resumen de los resultados de la estructura, posterior al análisis FEM.

Tabla 9

Análisis FEM de la estructura

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	550682 mm ³	
Masa	4.32285 kg	
Tensión de Von Mises	0.0000000013264 MPa	0.138188 MPa
Primera tensión principal	-0.0111575 MPa	0.127636 MPa
Tercera tensión principal	-0.118797 MPa	0.0138238 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.000110435 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-0.0743781 MPa	0.058296 MPa
Tensión XY	-0.0664885 MPa	0.0390393 MPa
Tensión XZ	-0.0410855 MPa	0.0315596 MPa
Tensión YY	-0.0669357 MPa	0.0881241 MPa
Tensión YZ	-0.0480366 MPa	0.0505916 MPa
Tensión ZZ	-0.0472493 MPa	0.0652333 MPa
Desplazamiento X	-0.0000840345 mm	0.0000723499 mm
Desplazamiento Y	-0.000096128 mm	0.000100386 mm
Desplazamiento Z	-0.0000129845 mm	0.0000159636 mm
Deformación equivalente	0.00000000000000563763 su	0.00000587436 su
Primera deformación principal	-0.000000104322 su	0.00000594212 su
Tercera deformación principal	-0.00000064419 su	0.000000105734 su
Deformación XX	-0.000000347509 su	0.000000289061 su
Deformación XY	-0.000000418878 su	0.000000245947 su
Deformación XZ	-0.000000258839 su	0.000000198826 su
Deformación YY	-0.000000364307 su	0.000000400459 su
Deformación YZ	-0.000000302631 su	0.000000318727 su
Deformación ZZ	-0.00000021549 su	0.000000236983 su
Presión de contacto	0 MPa	0.448196 MPa
Presión de contacto X	-0.221827 MPa	0.308767 MPa
Presión de contacto Y	-0.128522 MPa	0.294265 MPa
Presión de contacto Z	-0.285735 MPa	0.408227 MPa

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- a) El diseño y simulación de un motocultor para la siembra de cereales permite obtener la documentación de los aspectos técnicos fundamentales para llevar a cabo la construcción del motocultor, brinda detalles de la disposición de la estructura y la instalación de componentes.
- b) El diseño mediante el uso de software CAD, permite visualizar el entorno gráfico y los parámetros de diseño para realizar los dibujos, ensamble, planos y simulación del proyecto a llevar a cabo, considerando los criterios de diseño mediante la metodología VDI 2221.
- c) Los materiales para la construcción del motocultor son accesibles en el mercado, además se puede utilizar material reciclado que cumplan con las características técnicas necesarios.
- d) A través de la simulación del motocultor, se puede verificar si los diseños elaborados satisfacen los criterios y objetivos definidos al inicio del proyecto lo que garantiza que el diseño sea apropiado y cumpla con los requisitos técnicos y funcionales establecidos.

Recomendaciones

- a) Construir un motocultor según el diseño propuesto y considerar la adaptación a base de energía renovable siendo rentable para la economía del agricultor, aunque implique una inversión inicial elevada, pero a la larga beneficiará en la economía al utilizar energía renovable, por su disponibilidad gratuita y cuidado del medio ambiente.
- b) Realizar la capacitación previa en el manejo, funcionamiento y mantenimiento del motocultor a los agricultores, para evitar daños a la maquina e incidentes en los agricultores y promover el uso de manera correcta y segura.
- c) Al trabajar en plantaciones arbóreas, realizar un avance lento al momento de arar la tierra para evitar rebotes, choques violentos porque puede provocar daños en la máquina como la des-calibración del motocultor provocando fallas a futuro y acortando su vida útil.
- d) Tener repuestos adicionales, registro de mantenimiento con fechas, y horas de uso y tareas realizadas, capacitación de operador en detectar ruidos anormales o vibraciones.
- e) Realizar un mantenimiento preventivo al motocultor con el fin de prolongar su vida útil y garantizar el correcto funcionamiento, teniendo en consideración la tabla siguiente:

Frecuencia de mantenimiento	Áreas clave a vigilar en los terrenos
- Inspección general visual diario (antes y después de uso).	a) Caja de transmisión y reductores: - Verificar si hay fugas de grasa o aceite.
- Limpieza del motocultor después de culminar el trabajo.	b) Filtro de aire: - Se ensucia rápido con polvos fino del terrero.
- Lubricación de partes móviles cada 16 horas.	c) Soporte de los pernos: - Pueden aflojarse o dañarse.
- Revisión y ajuste de tornillos cada 8 horas de uso.	
- Cambiar el aceite cada 50 horas de uso.	
- Revisión del sistema de transmisión cada 8 horas de uso.	
- Revisión de las ruedas cada 28 horas.	

Referencias Bibliográficas

- Agroscopio. (2021). *Partes, tipos y funcionamiento de un motocultor*. Agroscopio.com.
https://agroscopio.com/partes-tipos-y-funcionamiento-de-un-motocultor/?srsltid=AfmBOop_-QLE6nDq0MaTuyxVtT3TGy19JvOAKCUfimirM7Cv9MDkAEkpi
- Alarcón y Tequen. (2022). *Propuesta de diseño de un accesorio mecánico para la cosecha de papas utilizando un motocultor como sistema de potencia*. [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán].
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/10051>
- Autodesk. (21 de julio del 2024). *¿Qué es el software de diseño CAD?* Autodesk.
<https://www.autodesk.com/latam/solutions/cad-software>
- Cruz, W. (2023). *Implementación de un motocultor con motor de motocicleta para remplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo – Azangaro*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/114805>
- Daquilema y Pulla. (2022). *Diseño, construcción y pruebas de implementos agrícolas de motocultor para uso en parcelas del MAGAP de la provincia de Chimborazo*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3709>
- Dumitrescu, L. Estrada, A. Rodríguez, R. & González, L. (2010). *Experiencias en la selección de aceros asistida por computadoras en la carrera de ingeniería mecánica*. Ciencias Holguín, 16(1), 1-12.
https://www.researchgate.net/publication/237027287_Experiencias_en_la_seleccion_de_aceros_asistida_por_computadoras_en_la_carrera_de_ingenieria_mecanica
- Forigo (25 de octubre 2023). *Arado: ¿qué es? Ventajas, desventajas y métodos alternativos*. FORIGO. <https://www.forigo.it/es/news/arado-qu%C3%A9-es-ventajas-desventajas-y-m%C3%A9todos-alternativos>
- GREENCUT (2022). *Motoazada eléctrica*. GREENCUT <https://www.greencut-tools.com/blog/motoazada-electrica-huerto-y-jardin/>

- Grozo, J. L. (2021). *Costos de producción para la actividad: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura en base a la Encuesta Nacional Agraria*. [Instituto Nacional de Estadística e Informática] <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/costos-de-produccion-v7.pdf>
- John, D. (2024). *Compañía global con sede en Illinois (Estados Unidos), dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola, motores, equipos forestales y equipos de construcción, entre otros productos. JOHN DEERE*. <https://www.deere.com/latin-america/es/tractores-de-jard%C3%ADn/>
- Juarez, J. (28 de abril 2022). *Aplicación de metodología VDI 2221 para elaborar procedimiento optimo de montaje de molino SAG de 40' x 26*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11612>
- Lambo. (2018) *El arado de la tierra con yunta de bueyes. Siembra de hortalizas en el Páramo Andino*. Steemit. <https://steemit.com/spanish/@lamdo2018/el-arado-de-la-tierra-con-yunta-de-bueyes-siembra-de-hortalizas-en-el-paramo-andino>
- Lucero A y Tipán E. (2022). *Diseño y construcción de motocultor con una potencia de 6.5 hp, para la estación de investigación de la universidad politécnica salesiana, ubicada en la ciudad de cayambe - ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23294>
- MADISA CAT. (2023) Equipos agrícolas esenciales para cada etapa de cultivo. <https://blog.madisa.com/equipos-agricolas-esenciales-para-cada-etapa-de-tu-cultivo#tractor>
- Marta, A. (27 de febrero 2024). *¿Qué es el diseño industrial?* SHIFTA escuela online de creadores digitales. <https://weareshifta.com/que-es-diseno-industrial/>
- Martínez, S. y Nájera, P. (2020). *Diseño y construcción de un motocultor para cultivo de productos de ciclo corto en terrenos pequeños*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20849/1/CD%2010370.pdf>

- Medina, J. P. (2015). *Diseño de motocultor de labores agrícolas para la parroquia de San Joaquín de la ciudad de Cuenca*. [Tesis pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7956/1/UPS-CT004817.pdf>
- Mora C y Copa E. (2017). *Diseño y construcción de un arado de discos para ser acoplado al motocultor yto df-15l para la zona de ecuador*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9221>
- Morales, O. (2015). *Diseño de un sistema de arado para la preparación del suelo en cultivos orgánicos dirigido a pequeños agricultores*. [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada – Colombia]. <http://hdl.handle.net/10654/7505>
- Odar D. (2023). *Chaquitacla, la herramienta que sirvió a los incas y que siguen usando los peruanos en el siglo XXI*. La República- Perú.
<https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2023/04/07/chaquitacla-la-herramienta-que-sirvio-a-los-incas-y-que-siguen-usando-los-peruanos-en-el-siglo-xxi-agricultura-evat-400008>
- Pereira, J (2018) *¿Qué es y para qué sirve la tensión de Von Mises?* LinkedIn
<https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-para-sirve-la-tensi%C3%B3n-de-von-mises-jose-manuel-pereiras>
- Rivas, J. (2004). *Importancia de la simulación*. TDX.
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6733/09Jrr09de27.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Rivera M. (2021). *Adaptación y evaluación de una cultivadora multiuso de tracción mecánica en cultivos alimenticios, Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4593>

Apéndices

Apéndice B. Presupuesto

Ítem	Descripción	Cantidad	Unid	Valor Unit.	Valor Total
Mano de obra					
1	Soldador	1	Unid	S/.120	S/.120
2	Tornero	1	Unid	S/.80	S/.80
3	Electricista	1	Unid	S/.60	S/.60
Sub Total					S/.260
Ítem	Descripción	Cantidad	Unid	Valor Unit.	Valor Total
Materiales					
1	Tubo cuadrado 35x25	5	KG	S/.90	S/.450
2	Eje 1.50 m	1	Unid	S/.40	S/.40
3	Motor Honda 8HP	1	Unid	S/.528	S/.528
4	Chumaceras	4	Unid	S/.65	S/.200
5	Pernos	12	Unid	S/.6	S/.24
6	Ruedas metálicas	2	Unid	S/.60	S/.120
7	Cadena levas	2	Unid	S/.32	S/.64
8	Piñón	2	Unid	S/.65	S/.130
9	Catalina	2	Unid	S/.110	S/.220
Sub Total					S/.1,776
Costo de Producción					
Mano de obra					S/.260
Materiales					S/.1,776
Total					S/.2,036

Apéndice C. Planos

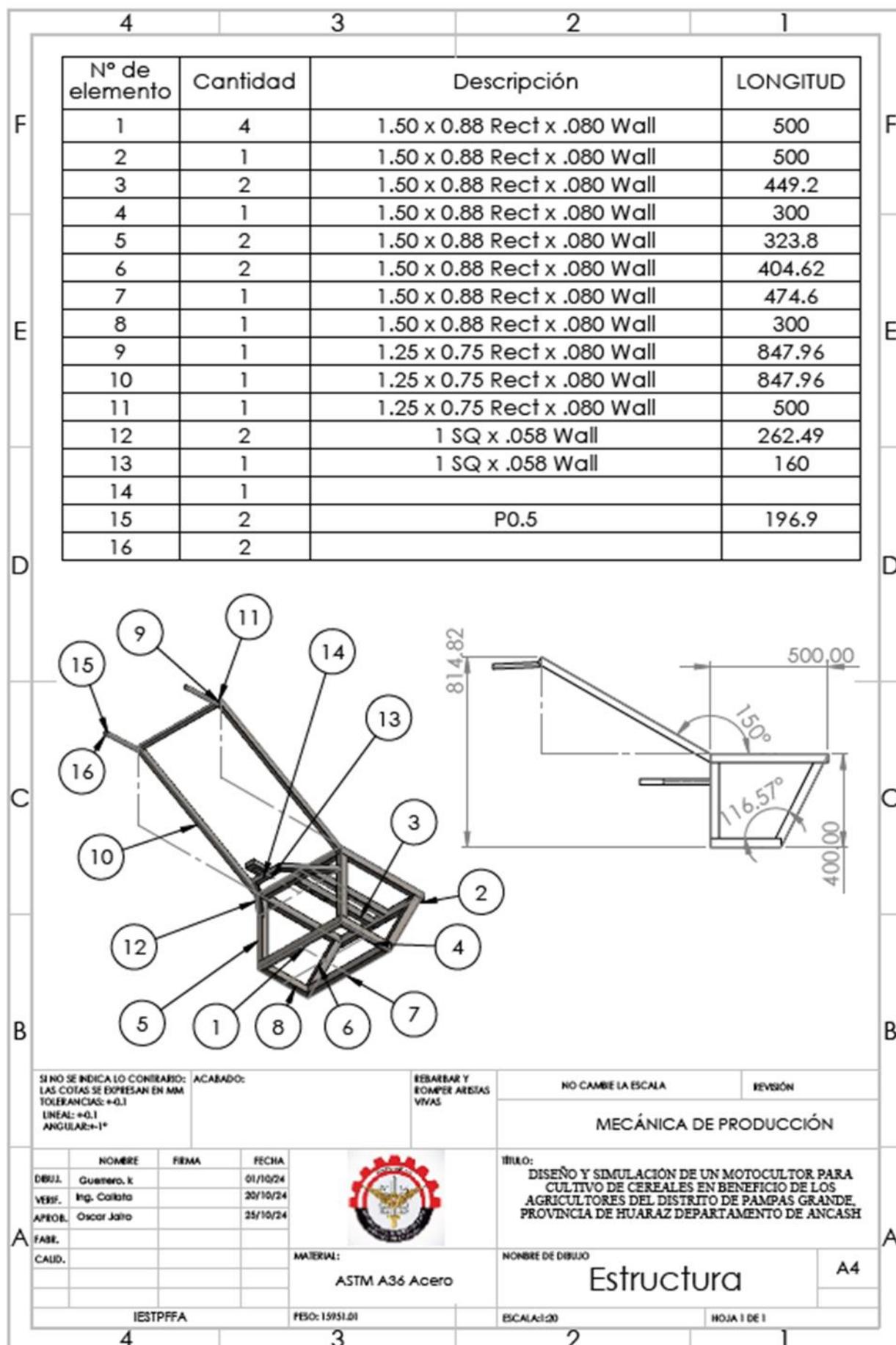
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	estructura	1
2	ucp_205	4
3	rueda	2
4	brida	1
5	eje	1
6	BOCINA ESPACIADORA	1
7	50-0.625P1ST15T15SO2.5H1.2L0.6250S1	1
8	50-0.625P1ST38T38SN3.0H2.0L2.5000N	1
9	50-0.625P1ST45T45SN3.0H2.0L2.5000N	1
10	50-0.625P1ST16T16SN3.0H2.0L1.0000S1	1
11	EJE INFERIOR	1
12	BRIDA POR SPROCKET	1
13	porta rueda -2	2
14	arado palanca	1
15	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 12 Hex SHCS -- 12NHX	8
16	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 25 Hex SHCS -- 25NHX	2
17	arandela de retención	2
18	B18.2.3.5M - Hex bolt M10 x 1.5 x 70 --26N	4
19	B18.2.3.5M - Hex bolt M10 x 1.5 x 80 --26N	4
20	B18.2.2M - Plain washer, 10 mm, regular	4
21	B18.2.4.2M - Hex nut, Style 2, M10 x 1.5, with 16mm WAF --D-N	4
22	guarda	1
23	GX270T2_UT2_STD stp	1
24	B18.2.2M - Plain washer, 10 mm, narrow	5
25	AM-M10-N	4
26	phc_50-1x5mtr_02	76
27	phc_50-1x5mtr_01	76
28	GUARDA INFERIOR	1
29	GUARDA POSTERIOR	1
30	MANIJA	1

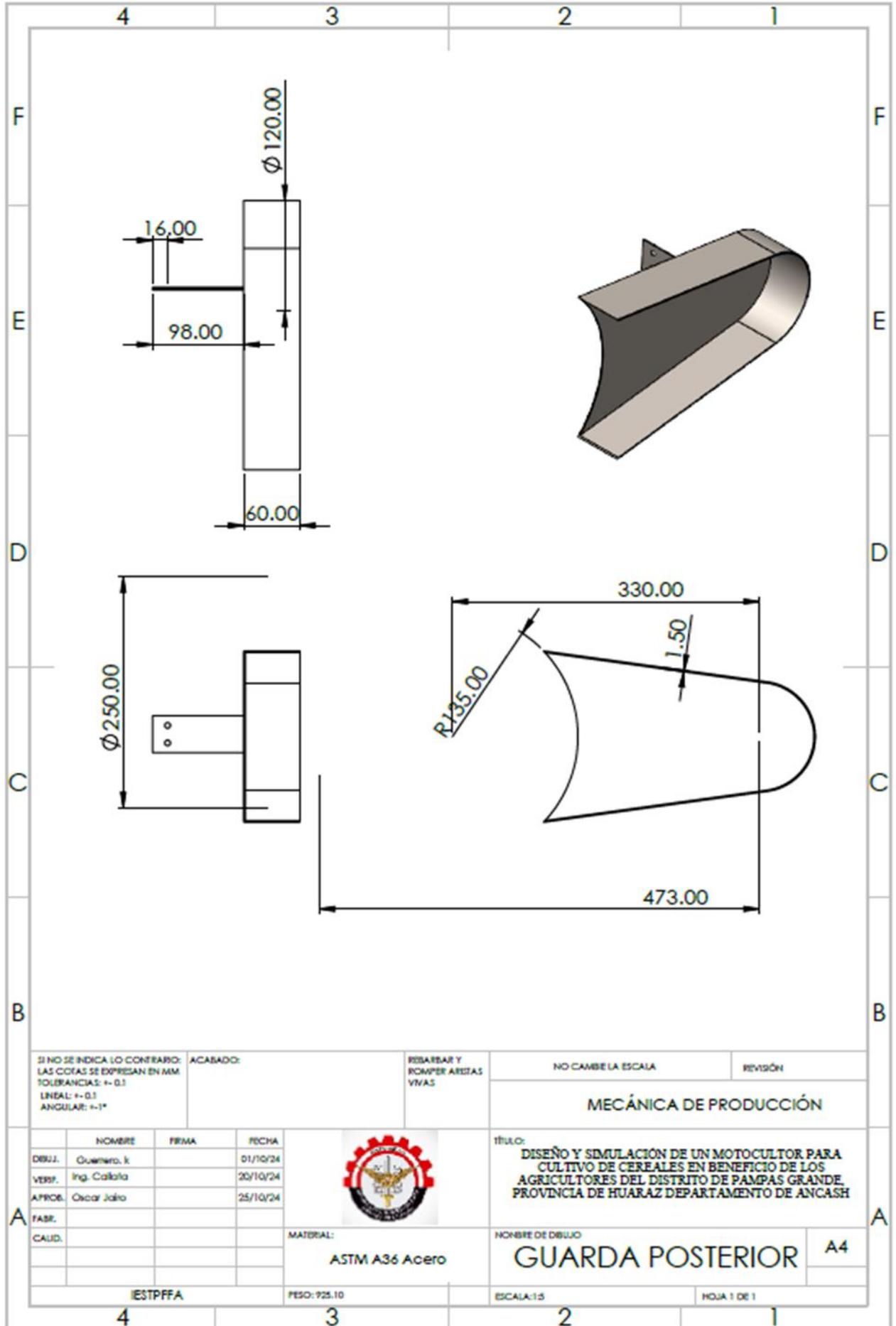
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COSAS SE EFECTUAN EN PULGADAS	HOMBRE	FECHA	
TOLERANCIAS: FRACCIONALES z ANGULAR: MAQUINA ± PLEQUE ± 2 LUGARES DECIMALES z 3 LUGARES DECIMALES z	DIBUJADO	Guerra, X	02/10/24
INTERPRETAR TOLERANCIA GEOMETRICA POR:	VERIFICADO	Ing. Colarik	20/10/24
MATERIAL	INGENIERIA		
ACABADO	FABRICACION		
NO CAMBIE LA ESCALA	CAIDAD		

TÍTULO: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUARAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH

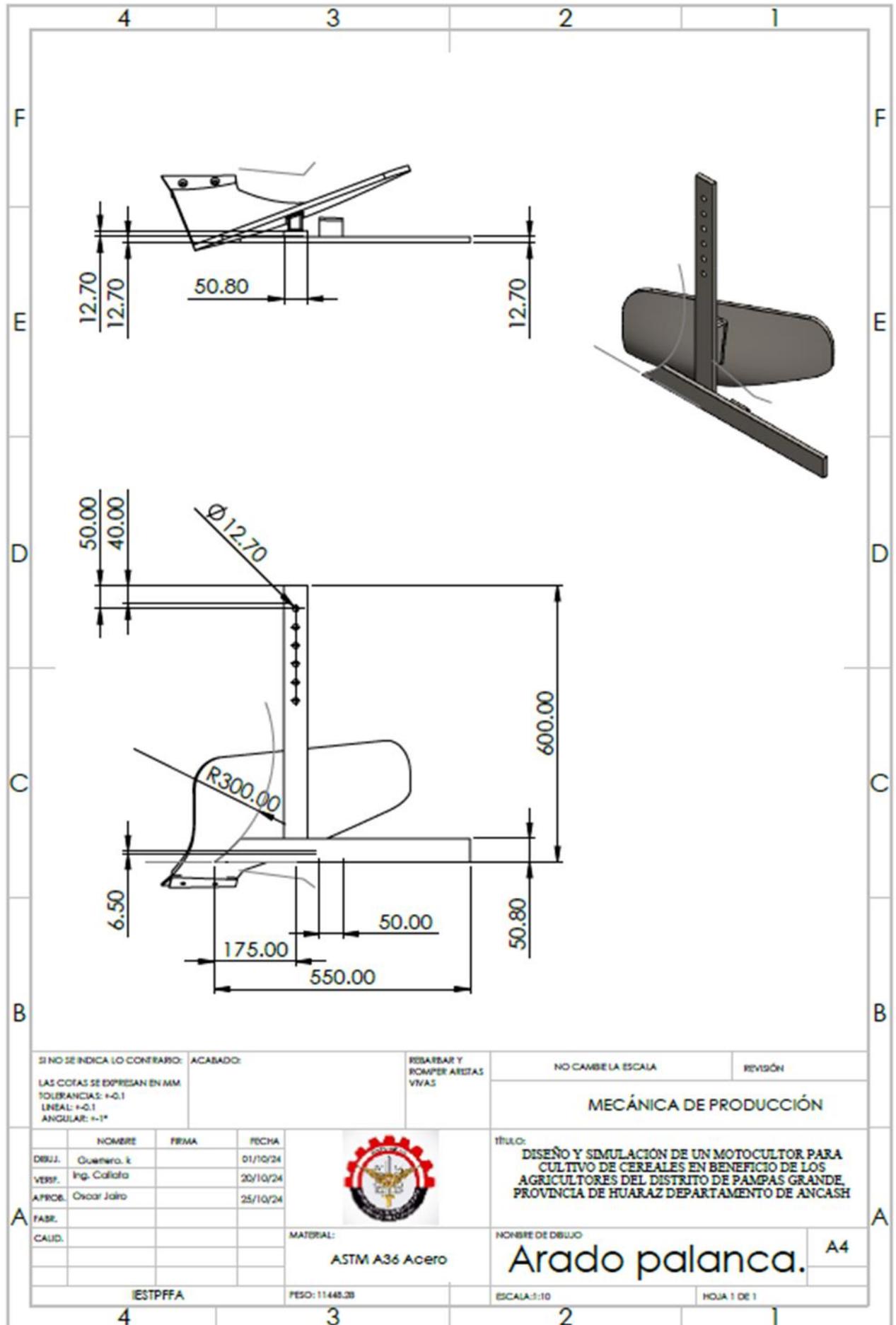
TAMAÑO N.º DE DIBUJO REV
B Ensamblaje

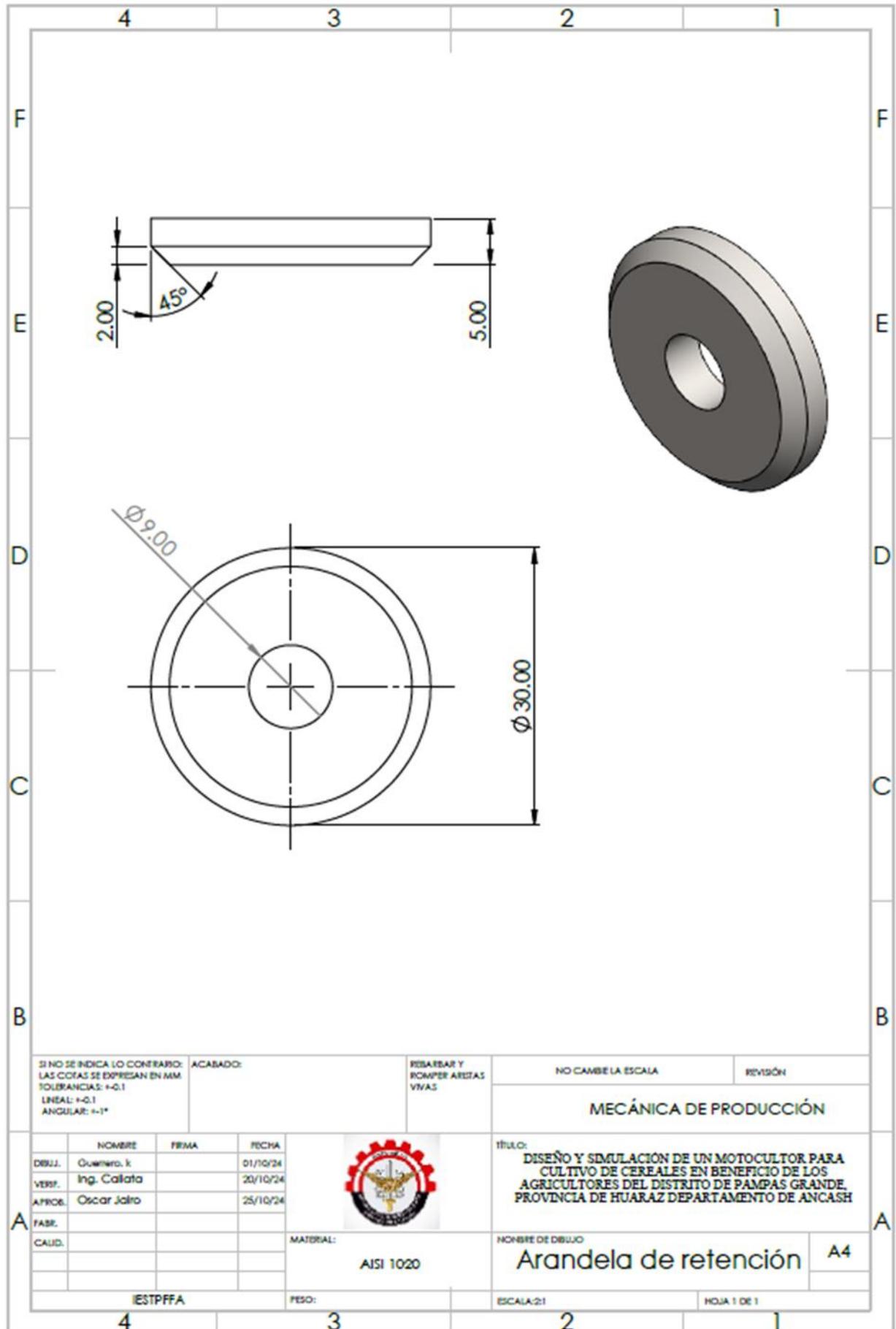
ESCALA: 1:20 PESO: HOJA 1 DE 1



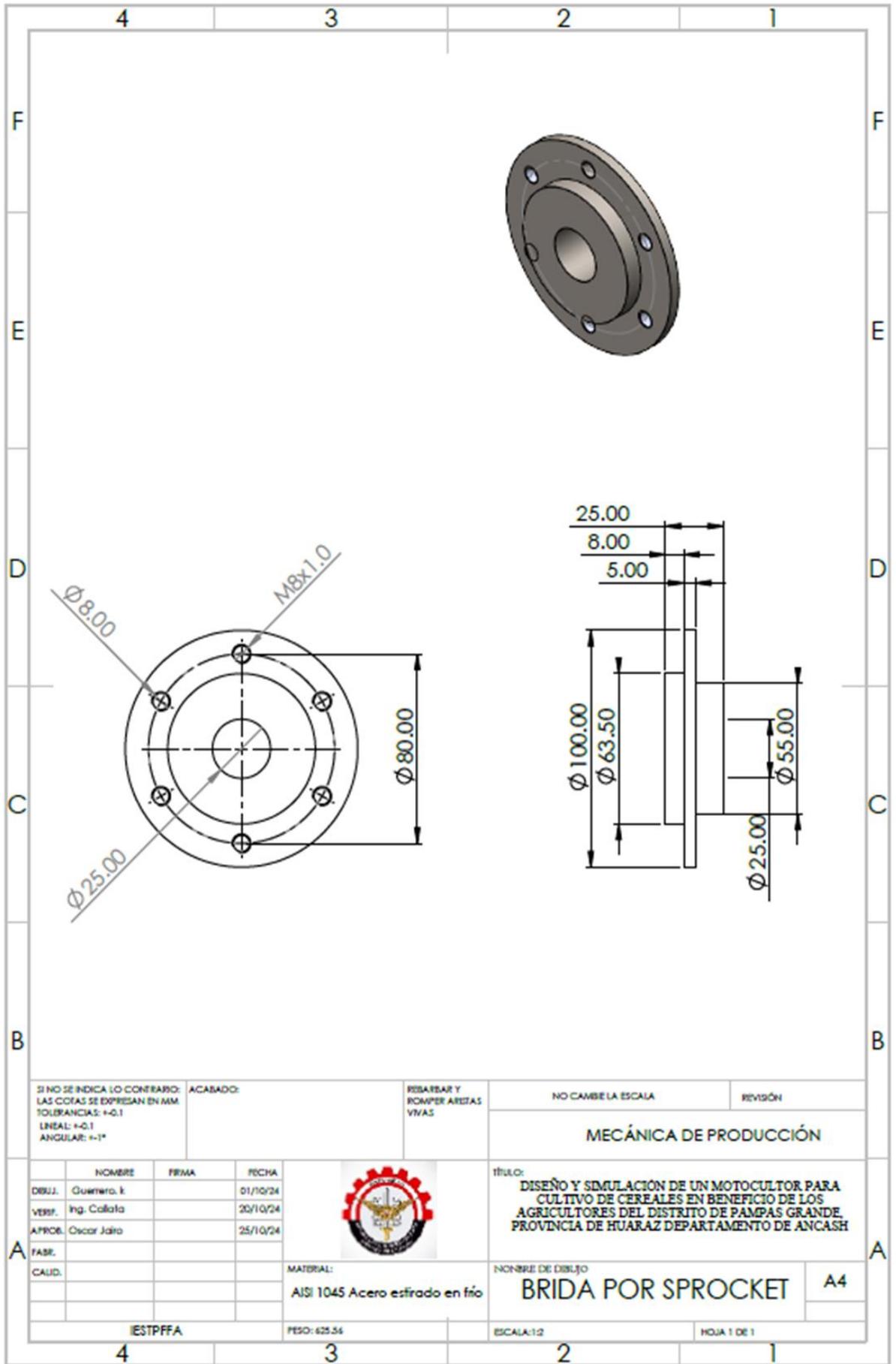


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: ± 0.1 LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: ± 1°		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARESTAS VVVVS	NO CAMBE LA ESCALA	REVISIÓN																		
MECÁNICA DE PRODUCCIÓN																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DRUJ. Guemero, k</td> <td></td> <td>01/10/24</td> </tr> <tr> <td>VERIF. Ing. Calala</td> <td></td> <td>20/10/24</td> </tr> <tr> <td>APROB. Oscar Jalio</td> <td></td> <td>25/10/24</td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAUD.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	FIRMA	FECHA	DRUJ. Guemero, k		01/10/24	VERIF. Ing. Calala		20/10/24	APROB. Oscar Jalio		25/10/24	FABR.			CAUD.					TÍTULO: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUÁRAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH	
NOMBRE	FIRMA	FECHA																					
DRUJ. Guemero, k		01/10/24																					
VERIF. Ing. Calala		20/10/24																					
APROB. Oscar Jalio		25/10/24																					
FABR.																							
CAUD.																							
MATERIAL: ASTM A36 Acero			NOMBRE DE DIBUJO GUARDA POSTERIOR A4																				
IESTPFFA		PESO: 925.10	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1																			





	4	3	2	1																								
F																												
E																												
D																												
C																												
B																												
	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: ± 0.1 LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: $\pm 1^\circ$		ACABADO:	RESABAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN																							
	MECÁNICA DE PRODUCCIÓN																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th> FIRMA</th> <th> FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEBJ.</td> <td>Guerrero, E.</td> <td></td> <td>01/10/24</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Ing. Callata</td> <td></td> <td>20/10/24</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Oscar Jalfo</td> <td></td> <td>25/10/24</td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CALID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	FIRMA	FECHA	DEBJ.	Guerrero, E.		01/10/24	VERIF.	Ing. Callata		20/10/24	APROB.	Oscar Jalfo		25/10/24	FABR.				CALID.						TÍTULO: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUARAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH
	NOMBRE	FIRMA	FECHA																									
DEBJ.	Guerrero, E.		01/10/24																									
VERIF.	Ing. Callata		20/10/24																									
APROB.	Oscar Jalfo		25/10/24																									
FABR.																												
CALID.																												
A			MATERIAL: AISI 1020	NOMBRE DE DIBUJO BOCINA ESPACIADORA	A4																							
	IESTPFFA		PESO: 111.48	ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1																							
	4	3	2	1																								



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
TOLERANCIAS: ±0.1
LINEAL: ±0.1
ANGULAR: ±1°

ACABADO:
REBARBAR Y
ROMPER ARETAS
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN

MECÁNICA DE PRODUCCIÓN

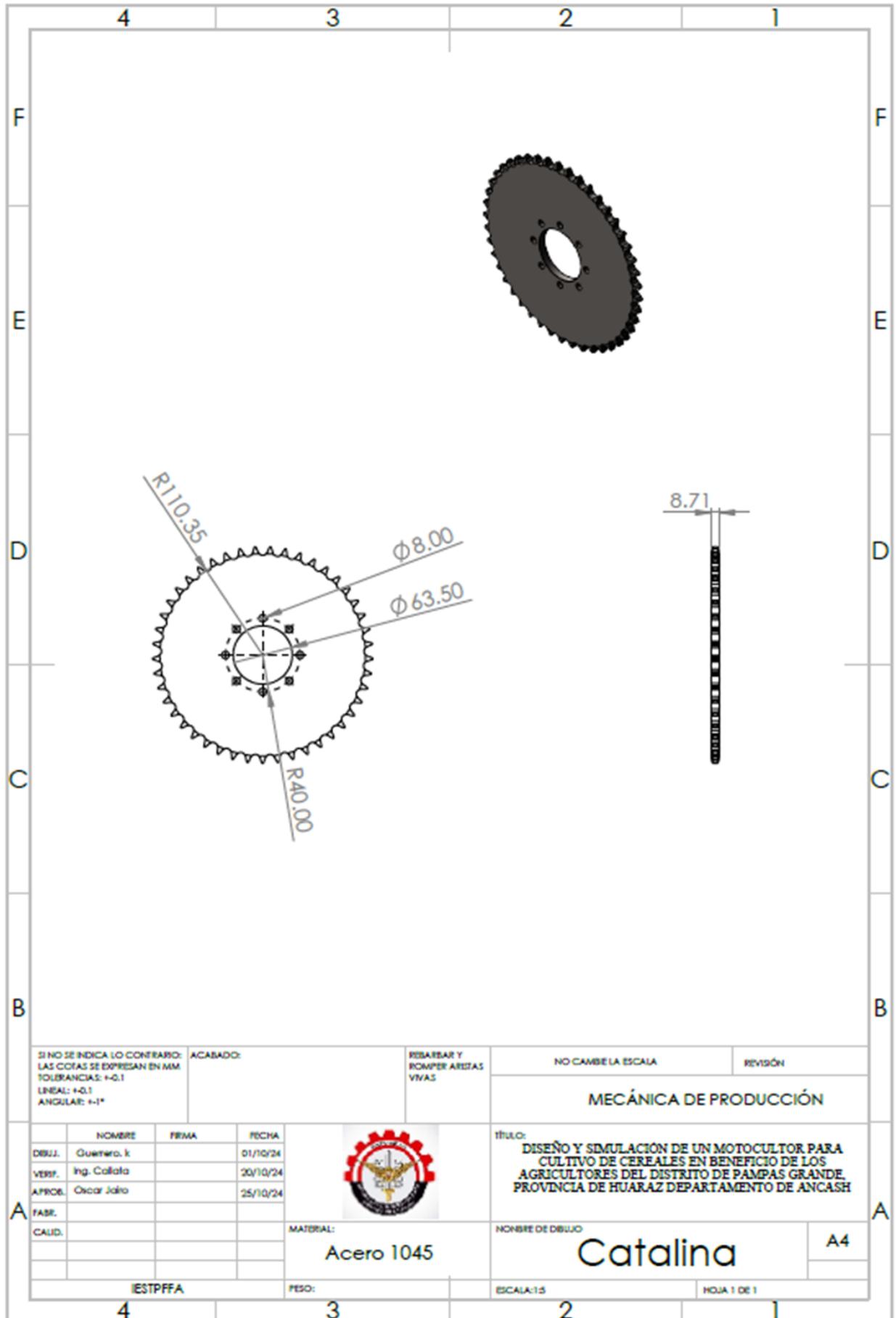
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DESUJ.	Guillermo, k		01/10/24
VERIF.	Ing. Calata		20/10/24
APROB.	Oscar Jalta		25/10/24
FABR.			
CAUID.			

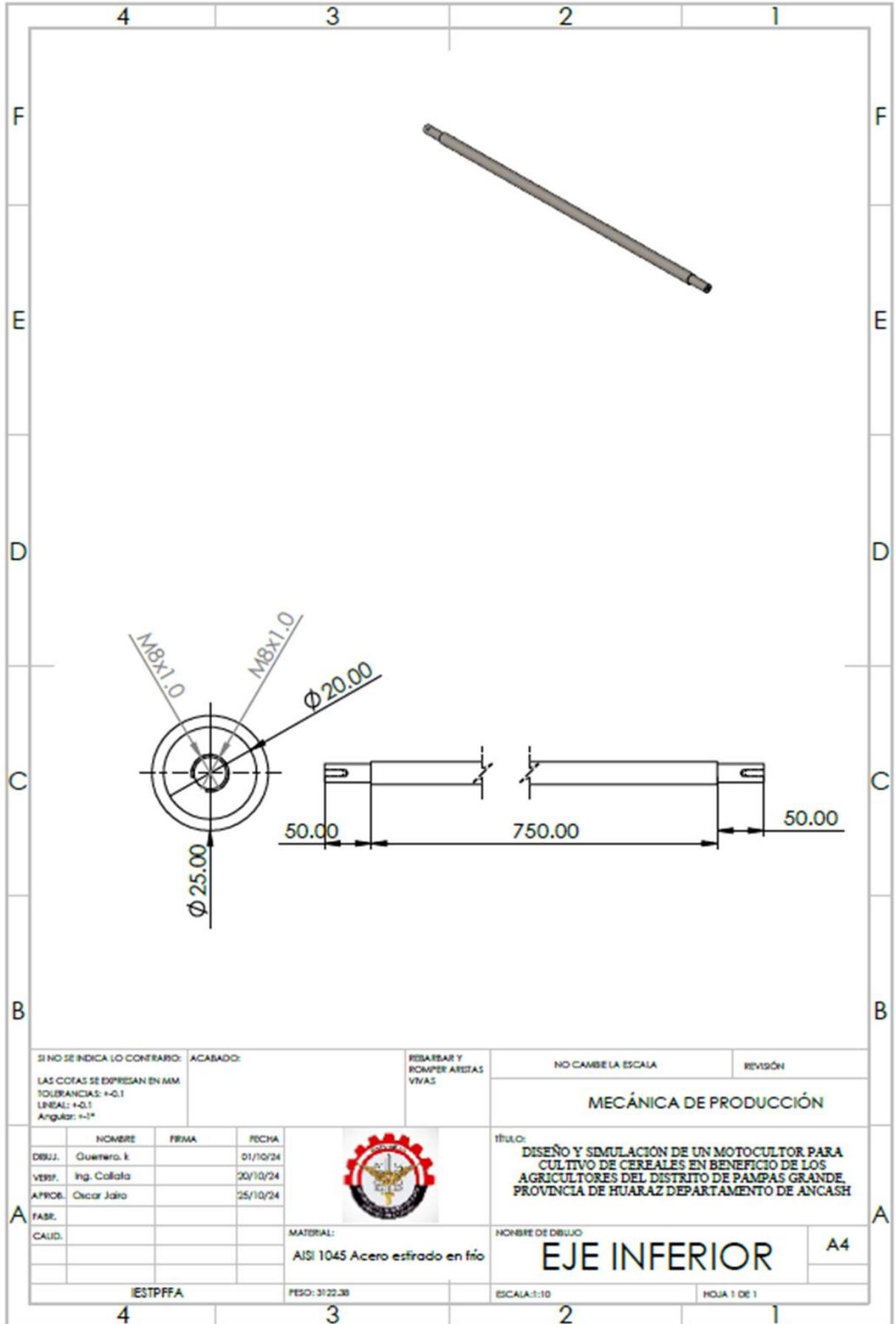


TÍTULO:
DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUARAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH

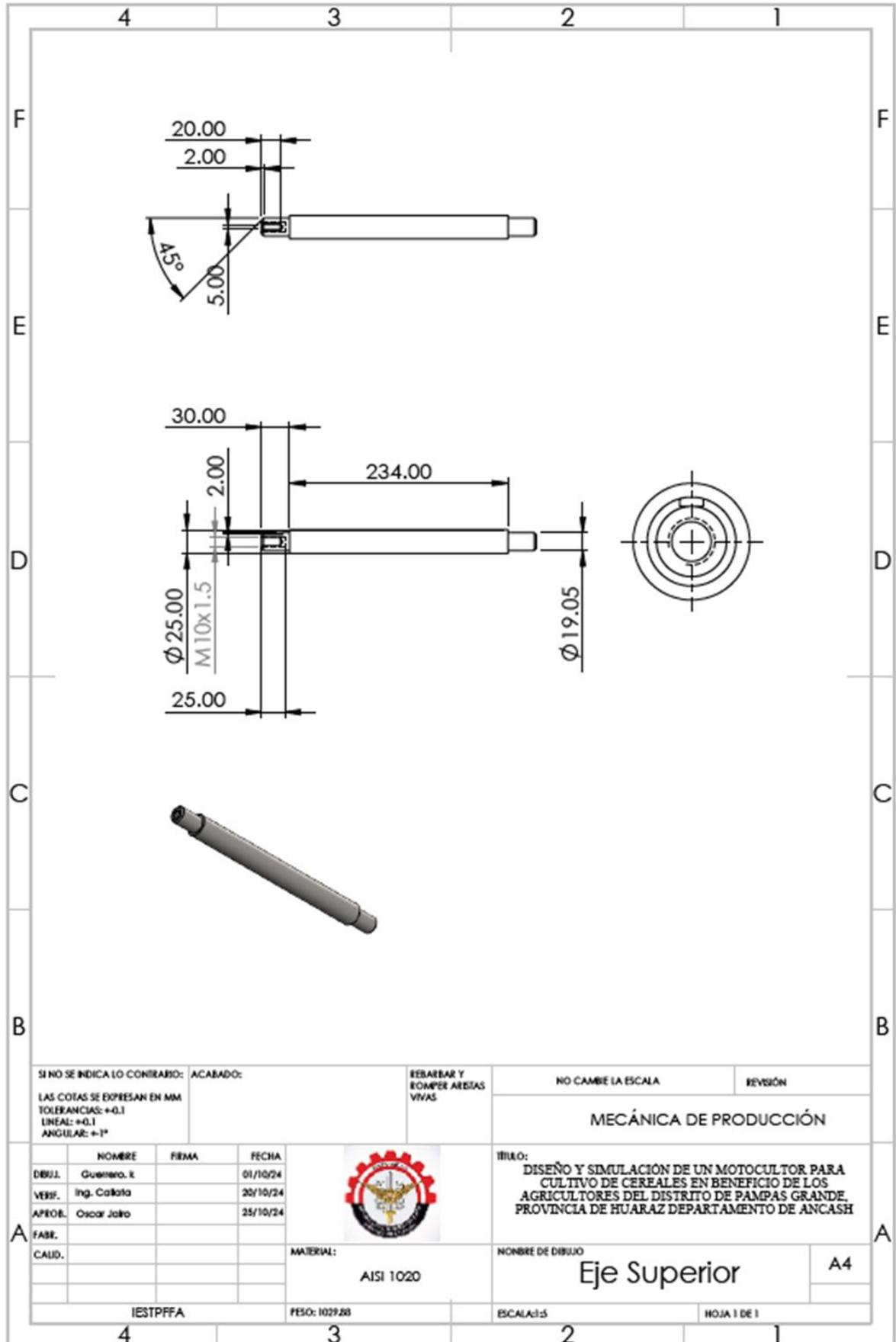
MATERIAL: **AISI 1045 Acero estirado en frío** NOMBRE DE DIBUJO: **BRIDA POR SPROCKET** A4

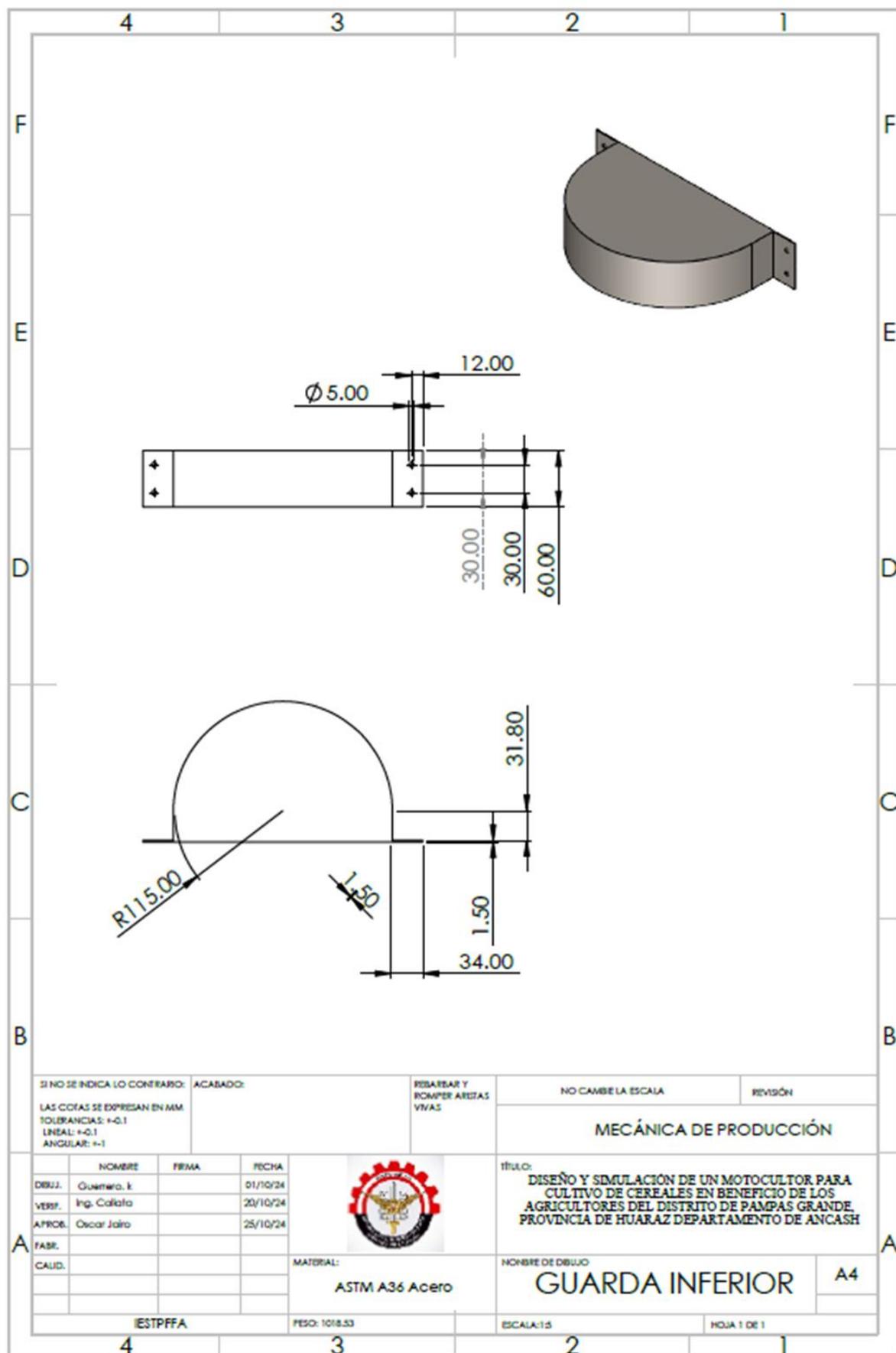
IESTPFFA PESO: 625.56 ESCALA: 1:2 HOJA 1 DE 1

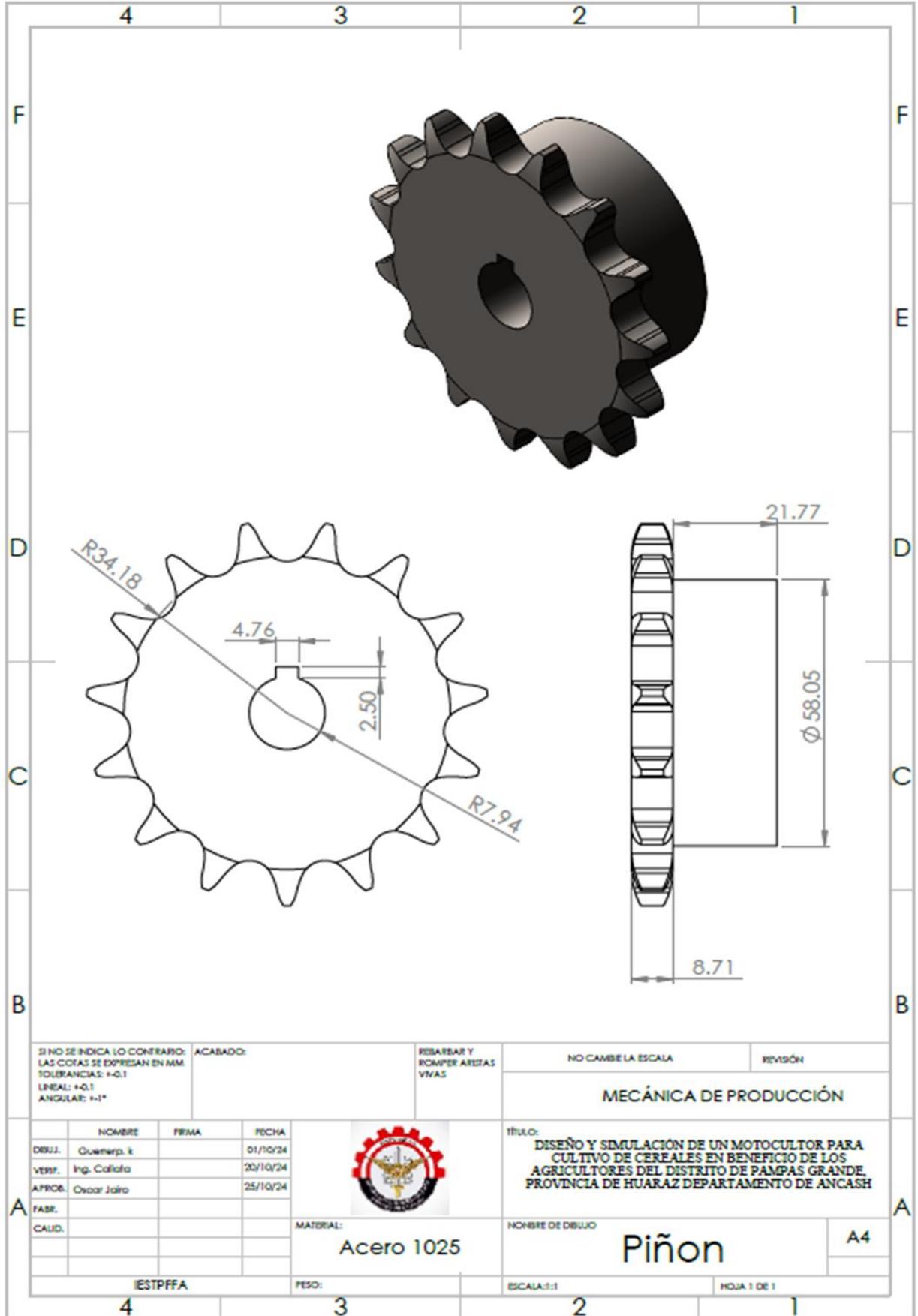




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARESTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TOLERANCIAS: ±0.1		LINEAL: ±0.1		ANGULAR: ±1°		MECÁNICA DE PRODUCCIÓN	
NOMBRE		FIRMA		FECHA		TÍTULO:			
DIBUJ. Guerrero, k				01/10/24				DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUARAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH	
VERIF. Ing. Collata				20/10/24					
APROB. Oscar Jairo				25/10/24					
FABR.									
CALID.						MATERIAL:		NOMBRE DE DIBUJO	
						AISI 1045 Acero estirado en frío		EJE INFERIOR	
						PESO: 3122.38		A4	
						ESTPFFA		ESCALA: 1:10	
						HOJA 1 DE 1			







SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 TOLERANCIAS: ± 0.1
 LINEAL: ± 0.1
 ANGULAR: $\pm 1^\circ$

ACABADO:

REBARBAR Y ROMPER ARESTAS VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

MECÁNICA DE PRODUCCIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DBUJ.	Oswierp. k		01/10/24
VERIF.	Ing. Coliata		20/10/24
APROB.	Oscar Jalro		25/10/24
FABR.			
CALID.			



TÍTULO:
DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOTOCULTOR PARA CULTIVO DE CEREALES EN BENEFICIO DE LOS AGRICULTORES DEL DISTRITO DE PAMPAS GRANDE, PROVINCIA DE HUARAZ DEPARTAMENTO DE ANCASH

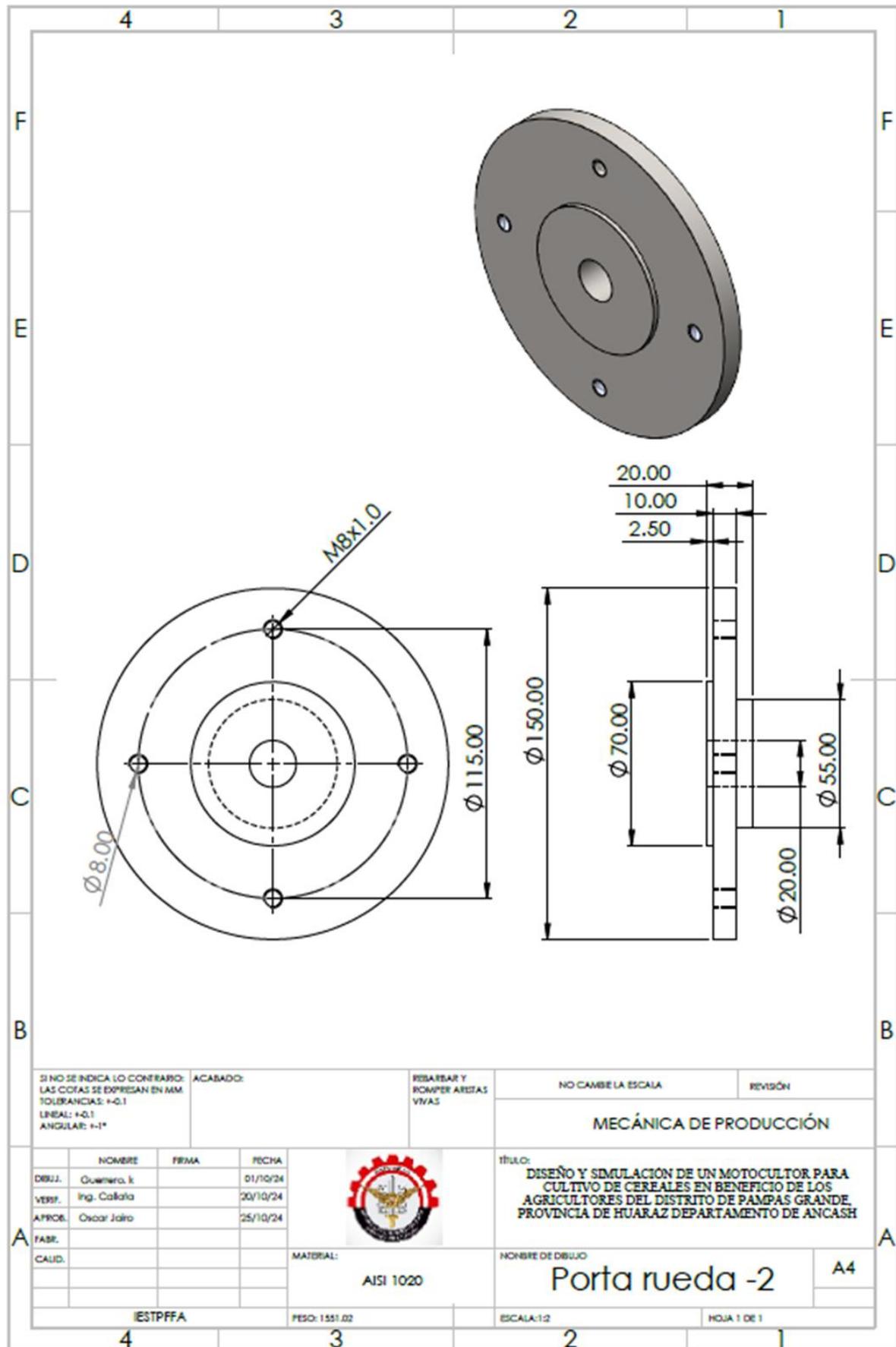
MATERIAL: **Acero 1025**

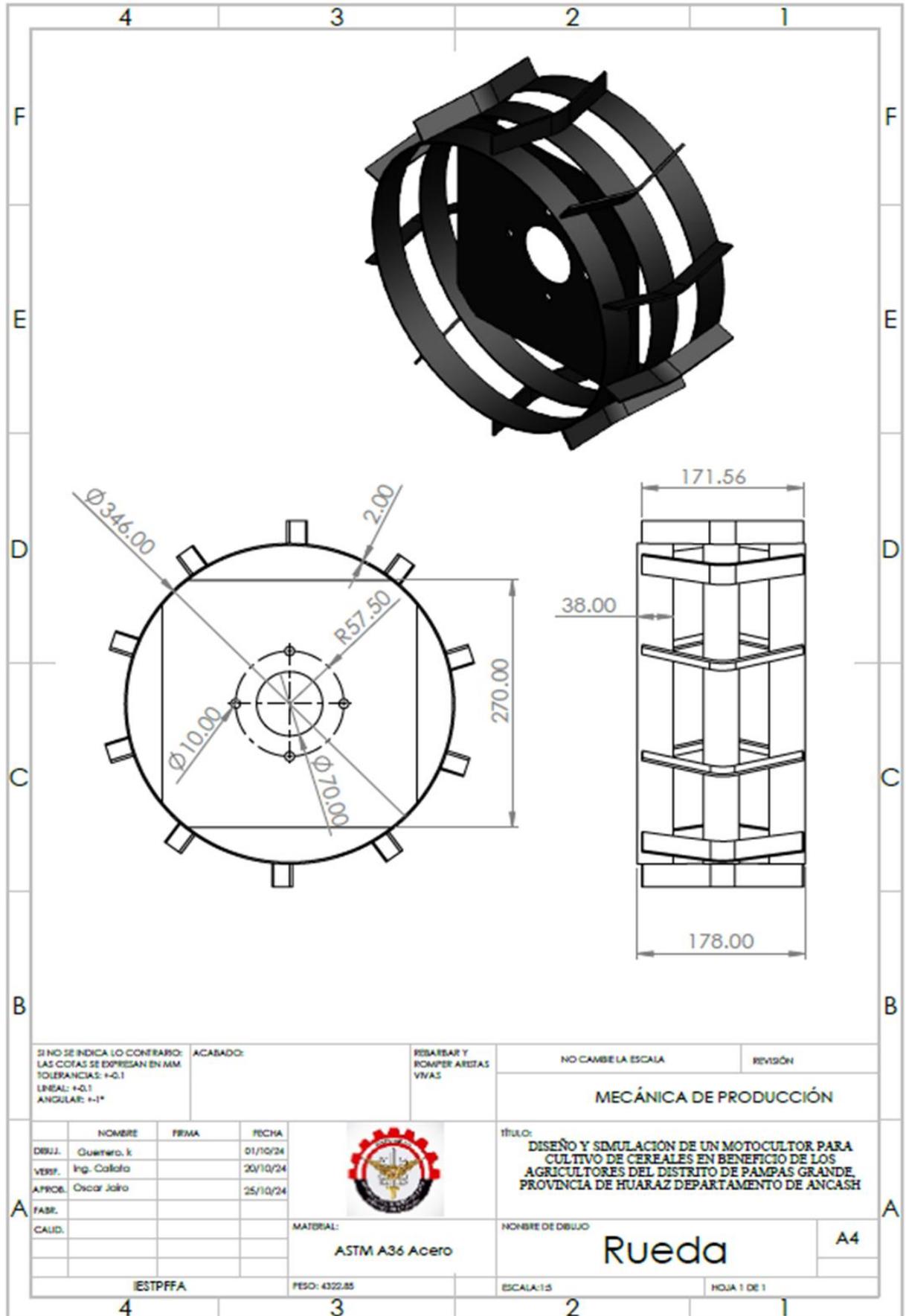
NOMBRE DE DBUJO: **Piñon**

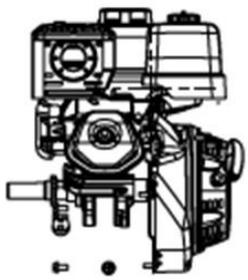
ESCALA: 1:1

HOJA 1 DE 1

A4





	4	3	2	1																								
F					F																							
E									E																			
D									D																			
C									C																			
B	<p>SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: ± 0.1 LINEAL: ± 0.1 ANGULAR: ± 1</p> <p>ACABADO:</p> <p>REBARBAR Y ROMPER ARESTAS VVAS</p> <p>NO CAMBIE LA ESCALA</p> <p>REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">MECÁNICA DE PRODUCCIÓN</p>								B																			
A					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMBRE</th> <th>FRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEJ.</td> <td>Owmero, k</td> <td></td> <td>02/10/24</td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td>Ing. Calaña</td> <td></td> <td>20/10/24</td> </tr> <tr> <td>APROB.</td> <td>Oscar Jairo</td> <td></td> <td>25/10/24</td> </tr> <tr> <td>FABR.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAJID.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	FRMA	FECHA	DEJ.	Owmero, k		02/10/24	VERIF.	Ing. Calaña		20/10/24	APROB.	Oscar Jairo		25/10/24	FABR.				CAJID.		
	NOMBRE	FRMA	FECHA																									
DEJ.	Owmero, k		02/10/24																									
VERIF.	Ing. Calaña		20/10/24																									
APROB.	Oscar Jairo		25/10/24																									
FABR.																												
CAJID.																												
	<p>ESTPFFA</p>		<p>PESO: 25 kg</p>	<p>ESCALA: 1:10</p>	<p>HOJA 1 DE 1</p>																							
	4	3	2	1																								