



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA MÁQUINA ARADORA PARA
ZONAS AGRÍCOLAS CON UNA CAPACIDAD DE 6.5HP CON UN
MOTOR A GASOLINA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de: **INGENIERO MECÁNICO**

AUTORES: JESSICA PAOLA CHAFLA VIRACOCOA

ALEXIS GERMÁN GUAÑUNA TIPÁN

TUTOR: JAIME ROLANDO HEREDIA VELASTEGUÍ

Quito – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jessica Paola Chafra Viracocha con documento de identificación N° 1725573552 y Alexis Germán Guañuna Tipán con documento de identificación N° 1721158168; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 07 de marzo del 2023

Atentamente,



Jessica Paola Chafra Viracocha

1725573552



Alexis Germán Guañuna Tipán

1721158168

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Jessica Paola Chafra Viracocha con documento de identificación No. 1725573552 y Alexis Germán Guañuna Tipán con documento de identificación No. 1721158168, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseñar y construir una máquina aradora para zonas agrícolas con una capacidad de 6.5Hp con un motor a gasolina”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Mecánica e Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de marzo del 2023

Atentamente,



Jessica Paola Chafra Viracocha

1725573552



Alexis Germán Guañuna Tipán

1721158168

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jaime Rolando Heredia Velasteguí con documento de identificación N° 1721400768, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA MÁQUINA ARADORA PARA ZONAS AGRÍCOLAS CON UNA CAPACIDAD DE 6.5HP CON UN MOTOR A GASOLINA** , realizado por Jessica Paola Chafla Viracocha con documento de identificación N° 1725573552 y Alexis Germán Guañuna Tipán con documento de identificación N° 1721158168, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de marzo del 2023

Atentamente,



Ing. Jaime Rolando Heredia Velasteguí, MsC
1721400768

DEDICATORIA

A mi padre José, a mi madre Mélida por su gran esfuerzo, ejemplo, trabajo y dedicación hemos logrado esta grandiosa meta que con sacrificio, alegrías y tristezas hemos podido llegar tan lejos.

A mi hermana Mabel por su cariño, confianza y apoyo incondicional durante toda la vida. En honor a mi prima mi principal inspiración Mishel Viracocha que desde el cielo estará muy orgullosa de mi por cumplir nuestro gran anhelado sueño, a mis tíos Orlando, Anita, Verónica, Luis que con su ejemplo, amor, cariño y consejos han podido guiarme por el camino correcto. A mi abuelita Rosa por su perseverancia y confianza en mí, a todos mis primos Mayte, Joel, Danna, Dereck, Emiliano por sus motivaciones para seguir adelante, a Edison por su gran ayuda en este camino llamado vida, para la alegría de mi vida mi pequeño Toby y especialmente para el amor de mi vida Jefferson por su apoyo incondicional por guiarme a lograr mi sueño con su fe, alegría, paciencia y amor infinito.

Jessica

A mis padres, Agueda Aurora y José Germán, por ser los principales motores de mis sueños, quienes con esfuerzo y sacrificio me apoyaron durante todos estos años para cumplir un sueño más, que siempre estuvieron a lado mío dándome ánimos para seguir adelante a lograr esta meta.

A mi prima Marcia Fernanda, por extenderme la mano cuando más lo necesite, por tus consejos y palabras de aliento a seguir adelante, por el cariño y apoyo que me brinda a ser un profesional. Mil gracias prima hermana.

A mis hermanos, Danny y Miguel, mil gracias por el apoyo brindado durante toda la carrera, por siempre estar ahí cuando más los necesitaba.

Alexis

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme con la vida, salud y por darme esta hermosa oportunidad de ser profesional. A mis padres José y Mélida por su gran sacrificio y constancia hoy les digo padres queridos su esfuerzo esta recompensado

A mi prima Mishel Viracocha por su enseñanza de vida, de lucha y fe, que siempre tuvo, donde quiera que estes recuerda que fuiste una gran guerrera ejemplar tu idea y tu ilusión esta cumplida. para ti Ingeniera Mishel Viracocha gracias por este proyecto

A todos los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana en especial al Ingeniero Jaime Heredia, Ingeniero William Diaz por habernos dado la confianza e impartir sus conocimientos en nosotros, por su gran ayuda y apoyo incondicional para que esto se pueda lograr. A mi enamorado por nunca dejarme decaer y motivarme para culminar mi carrera profesional.

A toda mi familia y amigos por su, cariño, consejos y motivación, pero sobre todo por tener fe en mí. Lo logramos.

Jessica

Gracias a la Universidad Politécnica Salesiana, a todos los ingenieros que fueron participes de este proceso a lo largo de los años, gracias por transmitir sus conocimientos profesionales, gracias por formar parte de este gran logro.

A nuestra facultad de Ingeniería Mecánica, que a lo largo de la carrera encontré amigos que con el pasar del tiempo se volvieron como hermanos de familia. Agradecer al Ingeniero Jaime Heredia, al Ingeniero William Diaz quienes nos brindaron su apoyo profesional como moral para seguir con el proyecto, nos guiaron y brindaron un poco de su tiempo para resolver nuestras inquietudes y poder finalizar el proyecto.

Alexis

Índice de contenidos

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de tablas	XI
Índice de Figuras	XII
Índice de Anexos	XIII
Resumen	XIV
Abstract.....	XV
Introducción.....	1
Justificación.....	3
Planteamiento del Problema	5
Objetivos.....	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Capítulo I.....	10
Marco Teórico	10
1.1. Preparación de suelos.....	10
1.2. Demanda de maquinaria agrícola.....	11
1.2.1. Tractores	12
1.2.2. Motocultores	13

1.2.3. Ventajas de maquinaria de arado	14
1.2.4. Desventajas de maquinaria de arado.....	14
1.3. Elementos de una máquina aradora	15
1.3.1. Bastidor de la máquina	18
1.3.2. Motor del motocultor	18
1.3.3. Suspensión	19
1.3.4. Dirección en un motocultor	19
1.3.5. Aperos en un motocultor.....	20
2. CAPITULO II.....	21
2.1. Alternativas de diseño.....	21
2.1.1. Aradora a gasolina	21
2.1.2. Arado a Diesel	22
2.1.3. Motocultor	24
2.1.4. Comparación de alternativas.....	25
2.2. Parámetros a evaluar	25
2.2.1. Costo	25
2.2.2. Rendimiento.....	26
2.2.3. Operatividad.....	27
2.2.4. Mantenimiento	27
2.2.5. Versatilidad	28
2.3. Calificación parámetros	28
2.3.1. Coeficiente de ponderación	29
2.3.2. Resultados de selección	29
2.4. Adquisición de componentes	31
2.4.1. Tipo de hoja que se utiliza en la maquina.....	31
3. CAPITULO III	34

3.1. Diseño de la máquina.....	34
3.1.1. Chasis de la máquina	35
3.1.2. Pasador de la rueda	36
3.1.3. Tapa del motor	36
3.1.4. Soporte de la rueda	37
3.1.5. Diseño de la cuchilla.....	37
3.2. Cálculos de la máquina	39
3.2.1. Diseño de la hélice	39
3.2.2. Inercia	39
3.2.3. Cálculo de la potencia requerida (Torque)	40
3.2.4. Diseño del eje.....	42
3.2.5. Calcul de las fuerzas de torsión	42
3.2.6. Momento de flexión.....	43
3.2.7. Esfuerzo de torsión	43
3.2.8. Esfuerzo Equivalente	43
4. CAPITULO IV	44
4.1. Resultados y Pruebas de funcionamiento	44
4.1.1. Pruebas de funcionamiento en terreno sin arado	44
4.1.2. Pruebas de funcionamiento en terreno con arado	46
4.2. Análisis de resultados	48
4.3. Discusión de resultados.....	49
5. Capítulo V	51
5.1. Estudio de Costos.....	51
5.1.1. Costos directos	51
5.1.2. Costos indirectos.....	51
CONCLUSIONES.....	53

RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1. Característica aradora DTL7000	22
Tabla 2. Característica aradorDTL9000	23
Tabla 3. Características motocultor Grillo G170D.....	24
Tabla 4. Comparación de alternativas	25
Tabla 5. Calificación de parámetros	28
Tabla 6. Calificación de ponderación	29
Tabla 7. Selección de alternativas	29
Tabla 8. Características de la máquina	32
Tabla 9. Pruebas de funcionamiento en terreno sin arado	44
Tabla 10. Pruebas de funcionamiento en terreno con arado	46
Tabla 11. Análisis del usuario en suelo sin arar	48
Tabla 12. Análisis del usuario en suelo arado	48
Tabla 13. Costos directos de la máquina propuesta.....	51
Tabla 14. Costos indirectos de la máquina propuesta.....	52
Tabla 15. Costos totales de la máquina propuesta.....	52

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de Labranza	11
Figura 2. Partes de máquina de arado.....	17
Figura 3. Bastidor	18
Figura 4. Motor de Motocultor a Gasolina.....	19
Figura 5. Motor de Motocultor a Gasolina.....	20
Figura 6. Arador Ducati DTL7000.....	21
Figura 7. Arador DTL900.	23
Figura 8. Motocultor Grillo G107d.	24
Figura 9. Descripción de costos con su interpretación.....	26
Figura 10. Descripción de rendimiento con su interpretación.....	26
Figura 11. Descripción de operatividad con su interpretación.	27
Figura 12. Descripción de mantenimiento con su interpretación.	27
Figura 13. Descripción de versatilidad con su interpretación	28
Figura 14. Maquina diseñada	32
Figura 15. Hojas utilizadas	32
Figura 16. Vista superior del sólido modelado.....	34
Figura 17. Vista lateral del sólido modelado.....	34
Figura 18. Vista frontal del sólido modelado	35
Figura 19. Sólido del chasis modelado en CAD	35
Figura 20. Sólido del pasador de la rueda modelado en CAD	36
Figura 21. Sólido de la tapa del motor modelado en CAD	36
Figura 22. Sólido del soporte de la rueda modelado en CAD	37
Figura 23. Sólido de la cuchilla modelado en CAD.....	37
Figura 24. Sólido del patrón de cuchillas a utilizar modelado en CAD.....	38
Figura 25. Sólido de la cubierta de las cuchillas modelado en CAD	38

Índice de Anexos

Anexo 1. Manual de Procesos	62
Anexo 2. Formato para las pruebas de funcionamiento	70
Anexo 3. Plano del chasis del modelo CAD	71
Anexo 4. Plano del cubre cuchillas del modelo CAD	72
Anexo 5. Plano del cubre cuchillas A del modelo CAD	73
Anexo 6. Plano del cubre cuchillas B del modelo CAD	74
Anexo 7. Plano del eje de las cuchillas del modelo CAD	75
Anexo 8. Plano de la porta cuchillas del modelo CAD	76
Anexo 9. Plano del soporte de la rueda del modelo CAD	77
Anexo 10. Plano de la cuchilla del modelo CAD	78
Anexo 11. Plano de las cuchillas con despiece del modelo CAD	79
Anexo 12. Plano de la tapa del motor del modelo CAD	80
Anexo 13. Plano conjunto del modelo CAD	81
Anexo 14. Ficha Técnica para la Caja de Transmisión Completa	82
Anexo 16. Pasadores hoja técnica	88
Anexo 17. Revisión de las Pruebas	90

Resumen

Teniendo en consideración las necesidades presentadas en el sector de la agricultura se ha planteado una investigación con el objetivo de diseñar y construir una máquina aradora para zonas agrícolas con una capacidad de 6.5HP con un motor a gasolina. Para lograr esto se ha aplicado una metodología cuantitativa con diseño experimental dividido en la recopilación de datos bibliográficas sobre posibles alternativas en el diseño de motocultores y la parte práctica que se llevó a cabo desde el diseño CAD de la máquina hasta su implementación y pruebas de funcionamiento. Se construyó la máquina y se realizaron las respectivas correcciones de movilidad y transmisión antes de su utilización y finalmente se llevó a cabo las respectivas pruebas de campo en donde se evaluó el sistema motriz, ajustes de estructura, maniobrabilidad, fiabilidad de transporte, capacidad (m/s), profundidad de labrado (cm), tiempo (s), distancia recorrida (m) y encendido de la máquina. De estos resultados se obtuvieron datos favorables en las 6 pruebas realizadas tanto en terreno con arado y sin arado. Para el terreno sin arado se obtuvo una media de capacidad de 0,1 m/s con una profundidad de labrado de 7 cm de profundidad en un tiempo promedio de 22 segundos. En cambio, para el terreno con labrado, al ser un suelo con la tierra más suelta que en el caso anterior los resultados dieron una capacidad de 0,3 m/s con una profundidad de labrado de 15cm e un tiempo promedio de 13 segundos.

Palabras Clave: máquina aradora, motor, gasolina, CAD.

Abstract

Taking into consideration the needs presented in the agricultural sector, research has been proposed with the objective of designing and building a plowing machine for agricultural areas with a capacity of 6.5 HP with a gasoline engine. To achieve this, a quantitative methodology with experimental design has been applied, divided into the collection of bibliographic data on possible alternatives in the design of power tillers and the practical part that was carried out from the CAD design of the machine to its implementation and operation tests. The machine was built and the respective mobility and transmission corrections were made before its use and finally the respective field tests were carried out, where the driving system, structure adjustments, maneuverability, transport reliability, capacity (m/s), tilling depth (cm), time (s), distance traveled (m) and machine start-up were evaluated. From these results, favorable data were obtained in the 6 tests carried out in both plowed and unplowed terrain. For the soil without plowing, an average capacity of 0.1 m/s was obtained with a tilling depth of 7 cm in an average time of 22 seconds. On the other hand, for the soil with plowing, since the soil was looser than in the previous case, the results showed a capacity of 0.3 m/s with a tilling depth of 15 cm and an average time of 13 seconds.

Keywords: plowing machine, engine, gasoline, CAD.

Introducción

La alimentación resulta una necesidad básica en todo el mundo para cada ser vivo, la agricultura como actividad milenaria en la civilización humana y como una de las principales actividades productivas mundiales, implica la fuente de alimentos y un eje primordial en las economías de los países productores agrícolas.

Para satisfacer de forma adecuada la necesidad básica de alimentos, se debe asegurar su producción sostenida. Esto puede lograrse aumentando la cantidad de tierra agrícola y la productividad laboral. En este sentido, la mecanización de los procesos agrícolas juega un papel vital. La mecanización agrícola se refiere al uso de dispositivos mecánicos para operaciones agrícolas para reducir el esfuerzo humano y aumentar la productividad (De La Cruz , 2020).

Las distintas operaciones agrícolas que se pueden mecanizar son: siembra, preparado del suelo, cuidado del cultivo, cosecha, la trilla o descascarillado, y finalmente la limpieza y secado. La presente investigación tiene por objeto la mecanización y control del aspecto de preparación de la tierra de la agricultura.

El preparar la tierra implica proporcionar al suelo de características propicias para que la semilla o el retoño crezcan hasta convertirse en una planta. Un campo debidamente preparado posee una buena gestión de malezas, lleva a cabo actividades de fertilización en el suelo, promueve la correcta absorción de nutrientes y ofrece un suelo blando para sembrar o trasplantar.

El proceso de arado implica voltear la capa superior del suelo para llevar los nutrientes a la capa superior, romper los terrones y nivelar el campo. Esto se logra con un implemento agrícola llamado arado. Hay una variedad de arados disponibles, pero los que se usan comúnmente son: cincel, cumbreira, arado de mano escocés, vertedera y disco.

La nación ecuatoriana cuenta con una importante producción agrícola, que se diversifica en función a las diferentes condiciones físico ambientales de sus territorios, con una gran cantidad de pequeños productores que realizan labores de cultivo tradicional y familiar, lo termina afectando en general su productividad y competitividad, un factor determinante en referencia a esto, es la falta de tecnificación en estos pequeños agricultores (Lechon & Chicaiza, 2019).

Es así como, para este trabajo se documenta como se diseñó e implementó una maquinaria aradora para zonas agrícolas con una potencia de 6.5 HP y que utilice un motor a gasolina, para la preparación de los suelos en pequeñas explotaciones pecuarias de pequeños productores, encaminándose en la eficiencia de la energía agrícola y los recursos productivos.

La investigación parte de la necesidad de estimular la tecnificación agrícola y así aumentar la productividad, reduciendo al mismo tiempo, los impactos ambientales generados de prácticas inadecuadas en los cultivos.

Justificación

Dentro de los beneficios de la mecanización agrícola se encuentran: una mejor utilización de los recursos naturales; un menor costo de producción; un mayor rendimiento de los cultivos; posibilidades de generar nuevos cultivos y ganado; permite operaciones agrícolas oportunas; es beneficioso en algunos lugares donde la disponibilidad de mano de obra es inadecuada y costosa. A pesar de estas ventajas, existen algunas limitaciones con la mecanización, como el alto costo inicial del equipo o falta de habilidades técnicas para manejar y mantener los equipos de la finca.

La agricultura con menor grado de mecanización o tecnificación requiere entonces, de mucho tiempo y recurso humano para cubrir las necesidades productivas, aunado a esto, existen dificultades económicas para obtener y transportar equipos al campo, por lo que, los agricultores dependen del uso de equipos manuales tradicionales que son laboriosos y consumen mucho tiempo.

El diseño y construcción de una maquina aradora, podrá ayudar a superar esta problemática, presentado un motocultor económico, de estructura simple y liviano, que utiliza un pequeño motor de gasolina para el suministro de potencia en el proceso de arar, se pretende ayudar con este estudio en el paso de un equipo manual tradicional al enfoque moderno de la agricultura.

Además, la maquinaria resultará fácil de usar y ahorrará mucho tiempo en el campo. Esto también ayudará a las personas a familiarizarse con la nueva tecnología. Con mayor rendimiento y productividad, es posible mejorar la calidad de vida entre aquellas personas que se dedican a la producción agrícola. Ahorrando suficiente tiempo de arado, los agricultores tendrán tiempo para participar en otras actividades o producir diferentes

cultivos para vender. No solo con un mayor rendimiento, sino también con más tiempo para compartir con sus familiares y más fondos para brindarles una buena educación.

Con un diseño mecánico correctamente estructura se podrá garantizar la mayor eficiencia en la labor agrícola para la cual está destinada la máquina, además de asegurar la seguridad del usuario y rendimiento en el trabajo, siendo posible dar una respuesta favorable a las pruebas de campo necesarias para la su desarrollo y construcción. Finalmente, con el uso de este tipo de maquinarias se evitan la problemática compactación ocasionada por los grandes tractores usados en los grandes sistemas de arado.

Planteamiento del Problema

En la agricultura moderna, el cultivo es una forma típica de afectar el suelo para crear el ambiente favorable para que crezcan los cultivos. Las propiedades físicas del suelo dependen de factores como el tipo de herramienta de cultivo y las condiciones del suelo. Los diferentes tipos de herramientas de cultivo están diseñados para diferentes operaciones, como aflojar, compactar, volcar, fracturar y mover el suelo y, por lo tanto, tienen diferentes efectos sobre la calidad del suelo.

Las herramientas de arado, por ejemplo, afectan la zona de transición entre las contrapartes cultivadas y no cultivadas. Por lo tanto, las granjas y las empresas agrícolas deben tener acceso a todas las herramientas de cultivo disponibles para que puedan cultivar la tierra con poca o ninguna perturbación de la superficie del suelo (Rubio, 2019).

Los elementos más básicos de la maquinaria agrícola son las espas y trituradoras de terrones. El propósito de estos y otros implementos similares es únicamente romper el suelo. Por el contrario, el propósito del arado es romper y remover el suelo, enterrando así la capa superficial y exponiendo las capas inferiores a la atmósfera.

Revolver regularmente el suelo aumenta su fertilidad y permite que las semillas se siembren con mayor eficacia. Pero la acción de remover el suelo es mecánicamente complicada y consume mucha energía y es por eso que los arados son más complejos que las gradas. El suelo se puede remover con un nivel variable de eficiencia y esto determina la cantidad de energía requerida para arar (Romero & Fajardo, 2019).

La producción de cultivos se ha llevado a cabo con energía generada por humanos y animales de tiro utilizando arados tradicionales y herramientas manuales ineficientes como las que usaban sus antepasados. Las fuentes de energía agrícola se clasifican en humanas, animales, mecánicas y una combinación de ellas. Desde la antigüedad, la

tracción animal ha sido la energía predominante disponible para la labranza, la trilla y el transporte rural para los agricultores.

Por otro lado, depender completamente de la fuerza humana y/o animal restringe a los agricultores por limitaciones de energía. La escasez y el uso ineficiente de la energía agrícola limitan el área total bajo cultivo y son responsables del bajo rendimiento de los cultivos debido a operaciones realizadas fuera de tiempo, como la siembra, el deshierbe y la cosecha (Pinguil, 2022).

Se puede afirmar que existen beneficios de una mayor producción y productividad a partir de una mayor potencia/energía agrícola generada a través de una maquinaria agrícola que sirva para cosechar, almacenar y agregar valor a los productos primarios y así generar oportunidades de empleo y potencial de ingresos a lo largo de la cadena de valor.

Para garantizar un suministro de alimentos adecuado y seguro para la población mundial en expansión, especialmente para los países en desarrollo, el tractor ha sido una de las principales fuentes de energía en la mecanización agrícola. La experiencia de China, India, Tailandia, Pakistán y otros países asiáticos en los últimos años también indican la intensificación de la producción agrícola de subsistencia asociada con una mayor utilización de energía. En este sentido, es claro que la mecanización moderna juega un papel importante como insumo esencial para asegurar una buena productividad al trabajar la tierra y reducir considerablemente la carga del trabajo (Lucero & Tipán, 2022).

La maquinaria agrícola de un eje y dos ruedas, también conocida como motocultor o tractor manual, es un tractor multipropósito diseñado principalmente para labranza rotativa y otras operaciones en cultivos pequeños y medianos. Esta máquina es posible utilizar en una gran variedad de actividades de preparación de la tierra con una variedad

de implementos disponibles. Algunos de estos incluyen arado, rastra, nivelación de camellones y transporte, entre otras cosas. Las máquinas de campo, como los tractores de mediana o gran envergadura, constituyen una parte importante del costo total de producción de cultivos, por lo que los motocultores surgen como una alternativa rentable, como maquinaria agrícola, para encontrar una mecanización o tecnificación, sin incurrir en inversiones tan grandes como las que requiere la adquisición de tractores (Martínez & Nájera, 2020).

Al respecto Castillo et al. (2018) señalan:

La utilización de grandes tractores provoca grandes problemas ocasionados por sus sistemas de arado que implican debido a su peso produciendo efectos negativos como es la compactación del suelo, además con un correcto equipamiento de los motocultores se evitará la adquisición de maquinaria pesada logrando disminuir el consumo de combustible y ahorrar espacio para el almacenamiento del motocultor y de aperos. (p. 34)

Para su diseño se deben tomar en cuenta las diferentes condiciones de suelo, el tipo de implemento que utilicé, el tamaño del implemento, el tipo de suelo, la velocidad de operación y la profundidad de operación, toda esta información influirá en la capacidad del tractor y la carga probable que se le impondrá. Además, aunque la fuerza de tracción de los arados ha sido un parámetro siempre esencial para su diseño, ahora es fundamental centrarse en la economía, logrando esto al reducir lo más posible el consumo de energía y tiempo, así como los costes de mantenimiento.

Es así como, el objetivo de este estudio se centra en el diseño e implementación de un motocultor (máquina aradora), para zonas agrícolas de pequeños productores en el Ecuador, con una potencia determinada de 6,5 Hp, utilizando un motor a gasolina como

medio de conversión de energía, basándose en la reducción de los parámetros de consumo, y buscando mejorar la tecnificación agrícola en el campo ecuatoriano y así acrecentar la productividad, disminuyendo además, prácticas inadecuadas en los cultivos que generan impactos ambientales provenientes.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir una máquina aradora para zonas agrícolas con una capacidad de 6.5HP con un motor a gasolina.

Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades del sector agrícola y los parámetros para el diseño de una máquina aradora que respondan a estos.
- Definir las propiedades geométricas y materiales óptimos de los diversos materiales para asegurar estabilidad, eficacia y resistencia.
- Diseñar empleando un software de diseño CAD los respectivos componentes de la maquina aradora para la construcción de planos y evaluación de características mecánicas.
- Construir la maquina aradora realizando las respectivas pruebas de campo.
- Establecer la factibilidad económica de la maquinaria diseñada para el arado.

Capítulo I

Marco Teórico

1.1. Preparación de suelos

Esta actividad consiste en llevar a cabo una planificación de campo necesaria que tiene por objeto el desarrollar un ambiente propicio para que las actividades de cultivo, germinación y cosecha mantenga un buen desarrollo sustentable. Para alcanzar esto, también se debe tomar en consideración que la humedad debe ser suficiente, ya que la composición promueve la formación y la distribución de agregados en el suelo, lo que favorece la propagación de raíces, aireación e infiltración de agua a través del perfil exactamente opuesto (Cadme, 2013); si la humedad es demasiado alta, se forman grumos grandes y es difícil romper las dimensiones en estado seco, aumentando la compactación y costos de instalación.

Una labranza hecha en exceso es tan dañina para el suelo como la labranza en condiciones inadecuadas, especialmente cuando se trabaja en suelos más ligeros. Además, es fundamental considerar la estructura del suelo, ya que este al ser muy fina es propensa a formar costras superficialmente, obstrucción de poros dilatados y acumulación en diferentes profundidades de partículas finas que pueden llegar a perjudicar la preparación del suelo. Por último, la preparación del suelo debe centrarse en estas tareas indispensables para el buen desarrollo de los cultivos, teniendo en cuenta la promoción protección que afectará directamente los costos de producción (Quimís et al., 2020).

Al preparar el suelo, es necesario deshierbar y retirar los residuos con mayor índice de penetración y retención que hayan quedado de un trabajo anterior, procurando de esta manera no perjudicar a la máquina usada para el arado. La humedad en el suelo también es una variable a tomar en consideración durante este proceso ya que, si se cuenta con una buena ventilación entre la atmósfera y el suelo, se asegura una buena penetración

de raíces, mayor disponibilidad de actividad microbiana y de nutrientes en el suelo. Perturbaciones en las capas del suelo, la preparación inadecuada del suelo y la destrucción de capas compactas son resultados comunes de la deficiente preparación del suelo y del tránsito de la maquinaria (Figura 1) (Burba et al., 2021).



Figura 1. Proceso de Labranza

Fuente: (Agronet, 2021)

1.2. Demanda de maquinaria agrícola

La agricultura es conocida como la actividad por medio de la cual se cultiva la tierra y la crianza de ganado para producir plantas y animales útiles para los humanos, útiles para los animales bajo ciertas condiciones, materias primas agrícolas asociadas con los elementos vitales utilizados para hacer posible la agricultura rentable (Cadme, 2013). Estos productos son los recursos utilizados para cultivar la tierra y producir cosechas, incluidos silvicultura, ganadería, pesca, procesamiento, almacenamiento y distribución (Intriago, 2019). Es por eso que, la tierra, el capital y los recursos humanos son variables que juegan un papel fundamental cuando se trata de la inversión agrícola, al igual que innovación en el campo con investigación, educación e implementación de los campos de la ingeniería y tecnología.

El desarrollo agrícola incluye tres enfoques: bioquímicos, socioeconómicos y de conocimiento en tecnologías. El primero de estos enfoques (bioquímico), consiste en la

mejora de una cierta variedad de especies vegetales y animales, además de desarrollar nutrientes animales vegetales (plaguicidas, pesticidas) y protección veterinaria. Los enfoques socioeconómicos incluyen programas financieros de gestión empresarial y agropecuaria. El método técnico se refiere al suministro de maquinaria y equipo agrícola (bien sea humano, animal o mecánico) sistema de producción cosecha y almacenamiento de granjas, desarrollo de recursos de agua, riego y drenaje (Pérez et al., 2017). Estructuras, sistemas meteorológicos para el aprovechamiento de los mismos y de su adecuada y económica utilización y gestión.

A nivel Latinoamérica se ha observado rezagos importantes en el sector de la agricultura con respecto a la implementación de nuevas tecnologías innovadoras (CEPAL, FAO, IICA, 2017). A nivel de Ecuador, la tecnificación en este sector se ve relaciona directamente con los sistemas productivos, condiciones socioeconómicas de los productores, tamaño de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA), condiciones topográficas de la zona, entre otras. Principalmente son grandes agricultores los que se encuentran en la capacidad y cuentan con maquinaria agrícola propia y la actualizan continuamente (Loor et al., 2019).

1.2.1. Tractores

Así como lo menciona Medina (2015) “el tractor es un vehículo que cuenta con motor que le permite desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las distintas máquinas que utilizan en la agricultura” (p. 6). La elección del tractor adecuado debe cumplir los requisitos de las maquinarias y herramientas utilizadas para la mecanización, ciertas culturas son capaces de adaptarse a condiciones edáficas y socioeconómicas en su región. La adquisición del tractor se justifica si origina beneficios económicos, productivos y sociales sin impacto ambiental.

Al utilizar un tractor adecuado se asegura el máximo rendimiento de trabajo, además de reducir y eliminar los impactos ambientales negativos por la huella de carbono o exceso de daño al suelo. El efecto sobre el suelo y los cultivos se debe mantener en condiciones racionales y plenas, con ello se pueden lograr sistemas mecanizados sostenibles y ecológicamente compatibles que aseguran la conservación del medio ambiente y altos beneficios económicos, así como la producción de empresas agrícolas (González y García, 2016).

Muchas de las máquinas implementadas en el sector agro son potenciadas con la energía mecánica de un tractor, la base de la mecanización agrícola. Por lo que está equipado con un motor térmico, generalmente un ciclo diésel, siendo este además su fuente de alimentación (Cortés et al., 2009). Además, como elementos esenciales cumple su misión, tiene transmisión, tomas de fuerza, acoplamiento hidráulico, ruedas o en algunos casos una cadena para movilizarse en terrenos complicados, todo esto es traducido en potencia disponible del motor en tracción. Posee dos pedales de freno acondicionados para hallar rastra. Hay dos tipos de tractores, primero el tipo oruga que brinda mayor fuerza y estabilidad durante el trabajo, y también está el tractor de ruedas, siendo este el más común y capaz incluso de moverse en la carretera; es más rápido que una oruga, pero con menos fuerza (Pérez et al., 2017).

1.2.2. Motocultores

Es una maquinaria que consta con un solo eje y dispone de varias herramientas para sus labores. Consta de una cantidad de implementos que son utilizados para sembrar, cosechar o transportar el cultivo, dada su versatilidad se los utiliza en terrenos poco accesibles para un tractor y que no sean de una gran extensión (Medina, 2015). Las características de un motocultor tienen dos ruedas y muy poca potencia ya que suele tener un motor a diésel de 12 hp. La velocidad que alcanza es de 1 a 5 Km/h y toma una fuerza

para la máquina que requiere del motor. La máquina también tiene un mecanismo de soporte, motor de cuatro tiempos de bajo cilindraje, caja de velocidad y neumáticos con bandas de rodaduras agrícolas (Medina, 2015).

1.2.3. Ventajas de maquinaria de arado

Labrar el suelo puede mejorar la condición del suelo. Esto se debe en parte a las muchas funciones y características diferentes de estos arados. Uno de los beneficios es que el suelo se mantiene en óptimas condiciones, previniendo defectos o malas hierbas. También consigue una mejor porosidad, lo que ayudará a que entre más oxígeno a las plantas para que puedan crecer con más vigor. Asimismo, es una solución para evitar el estancamiento de agua y así prevenir estos accidentes (Medina, 2015).

Gracias al uso de estas máquinas, se invita a la gente a prestar atención a la posterior siembra y recolección de los cultivos. Esto ayuda a que el campo esté en óptimas condiciones después de la cosecha.

1.2.4. Desventajas de maquinaria de arado

A medida que avanza la tecnología, el arado se convierte cada vez más en un tema de discusión entre agrónomos y gerentes de empresas agrícolas. De hecho, esta tecnología también crea desventajas que a veces contradicen el concepto de sostenibilidad ecológica, que es más popular que nunca. Estas son las principales desventajas de los arados:

- Causa daño a la flora microbiana existente en el suelo. Los microorganismos del suelo tienen diferentes necesidades, dependiendo de la capa en la que se encuentren: en la superficie hay principalmente microorganismos aerobios que necesitan mucho oxígeno para sobrevivir, y más abajo hay bacterias anaerobias y hongos que entran en contacto con el aire. Es claro que remover el suelo significa afectar el delicado equilibrio de las comunidades microbianas: con el

tiempo, causa un daño importante, lo que significa una pérdida gradual de la fertilidad del suelo (Tanya y Leiva, 2019).

- Crea cortezas de granja. El enorme peso del arado rompe el suelo y crea una capa llamada "corteza de trabajo" que se vuelve más y más profunda con el tiempo. Esta capa impide el paso de agua y aire e inhibe el desarrollo de nuevas raíces de plántulas, lo que conduce gradualmente a una infertilidad en la tierra suelo (Nava et al., 2015).
- Aumentar el número de etapas de cultivo. El tratamiento deja grandes tubérculos en la superficie del suelo. Por esta razón, se requiere labranza adicional más tarde para preparar de manera óptima la cama de semillas para "desmenuzar" los tubérculos y dejarlos crujientes para nuevos cultivos. Esto significa una operación más lenta, lo que resulta en costos más altos
- Más energía y consumo económico. La agricultura adicional significa mayores costos de combustible y un mayor impacto en el medio ambiente. Además, los arados requieren grandes fuerzas de tracción y, por lo tanto, tractores especiales, lo que también puede generar costos elevados (González y García, 2016).

1.3. Elementos de una máquina aradora

Un tractor agrícola consta de un motor, un acoplamiento, una caja de cambios, engranajes, transmisiones, ruedas, hidráulica y tomas de fuerza, barras de tiro y barras de tiro integradas o tres puntos (Di Princo, 2011).

- Chasis. - El punto de montaje donde se monta el equipo de soporte, generalmente está hecho de un metal muy fuerte capaz de soportar todos los elementos del equipo.

- El motor. -El sistema es capaz de convertir la energía liberada por la combustión en mecánica que crea movimiento.
- Caja de cambios. - Ajusta la velocidad y el agarre, controla la potencia que el motor transfiere conjuntamente con el uso del embrague. Controla la obtención de rapidez y fuerza de tiro que son necesarias para cumplir con la actividad agrícola bajo las especificaciones de la maquinaria (Medina, 2015).
- Embrague. - Controla el movimiento del volante que el motor envía a la caja de cambios. Además de efectuar la acción de conectar o desconectar la caja de cambios del motor para modificar su potencia, esta conexión puede presentarse a través de platos de fricción o un tipo de sistema hidráulicos (Zuñiga, 2021).
- Diferencial. - Esto permite diferentes velocidades de rotación de las ruedas motrices para que las esquinas se puedan manejar con facilidad.
- Las ruedas. - Son los soportes que permiten el movimiento del tractor, compuestas por la llanta y el rin. Estas usualmente poseen diferentes configuraciones en respuesta a la labor que son asignadas. Las ruedas traseras toman la energía recibida por mecanismo de transmisión, llegando a empujar el tractor con la debida adherencia al suelo. Por otro lado, las ruedas delanteras dan dirección a la marcha.
- Dirección. - Conjunto de piezas utilizadas para impulsar un tractor trabajando sobre las ruedas delanteras.
- Enganches. - Hay dos tipos: barra de remolque y enganche de tres puntos. Son los encargados de conectar las herramientas.
- Freno. – Tienen la función de disminuir la velocidad del tractor durante su trayectoria; además, es posible gracias a este sistema dar giros de un radio pequeño, con una maniobra inmovilizada. Este elemento puede llegar a ser

1.3.1. Bastidor de la máquina

Esta es una estructura metálica incluida en el chasis del tractor, encargada de brindar el soporte necesario en función del peso del vehículo. La estructura convencional de este sistema está compuesta fundamentalmente por barras: una junta metálica rectangular paralela y una barra unida a la carcasa en la caja de cambios, estas además se ubican en una zona anterior al eje delantero de la transmisión (Gil, s.f.).

Ya en la construcción y la producción de la maquinaria, el bastidor cumple con disminuir la carga que existe en relación a la masa y la potencia (kg/kW), siendo esta originada por la necesidad de cumplir con actividades agrícolas con la mínima compactación de la tierra al momento de someterla a la carga dinámica que representa el paso del tractor. De la misma manera, esta reducción en la masa de construcción hace posible la disminución de costes de fabricación, permitiendo así un ahorro de material y optimización del número de piezas a ensamblar (Lorenzana, 2021).



Figura 3. Bastidor

Fuente: (Agronet, 2021)

1.3.2. Motor del motocultor

Este otorga al sistema de la potencia necesaria para que el motocultor posea un funcionamiento. Gracias al motor es posible pasar de un estado estacionario a uno

dinámico al transformar la energía cinética del sistema y llevarla a la transmisión que se encarga del movimiento. Para los motocultores es frecuente el uso de motores monocilíndricos (ya sean a gasolina o diésel) debido a su mayor duración de rendimiento constante, versatilidad y facilidad de arranque (López y Sánchez, 2014).



Figura 4. Motor de Motocultor a Gasolina

Fuente: (Servicios Globales de Maquinaria, 2022)

1.3.3. Suspensión

El sistema de suspensión automotriz es diseñado con el objetivo de amortiguar lo máximo posible las oscilaciones consideradas como dañinas y busca disminuir el efecto de todas ellas en el funcionamiento y desempeño del vehículo. Cuando un automóvil está en movimiento pueden darse oscilaciones variables en términos de amplitud y frecuencia; en dependencia de la velocidad del vehículo y las características del camino (Arzola y Castro, 2019).

1.3.4. Dirección en un motocultor

Al momento que un motocultor va a girar, se emplea las ruedas como un punto de giro, se levanta el mecanismo de fresa del suelo. En el caso de los motocultores el sistema

de dirección se realiza utilizando frenos independientes de cada llanta, a fin de desconectar la transmisión del eje de cada llanta y que haga las veces de eje de giro, orden que llega al embrague mediante palancas colocadas en las meseras que embragan la llanta opuesta a la dirección (Medina, 2015).

1.3.5. Aperos en un motocultor

Los aperos tienen varias formas con un terminado diferente para el trabajo del suelo. En la labranza del terreno se basa en dos factores principales, primero las técnicas utilizadas y segundo el tipo de utensilio que se ocupa (Medina, 2015).



Figura 5. Motor de Motocultor a Gasolina

Fuente: (Agronet, 2021)

CAPITULO II

2.1. Alternativas de diseño

Una alternativa es la posibilidad o elección de cualquier diseño de máquina, en este caso la fabricación de un motoazada o arado, con el fin de facilitar el trabajo en el suelo.

2.1.1. Aradora a gasolina

Un arado a gasolina se considera una de las mejores opciones para llegar acabo actividad agronómica en el campo de manera eficiente y accesible, ya que ahorra tiempo y dinero. Una de las aradoras más utilizadas en el sector agrario es el modelo Ducati DTL7000 (Figura 6).



Figura 6. Arador Ducati DTL7000

El arador DTL7000 tiene las siguientes características presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1.

Característica aradora DTL7000

CARACTERÍSTICAS	
Motor	4 tiempos
Potencia (Hp)	7
Cilindrada (cc)	212
Transmisión	cadena
Ancho de trabajo (mm)	600 - 800
Profundidad de trabajo (mm)	100
Fresas	6
Capacidad combustible (L)	6
Peso (kg)	68

Fuente: (Lucero & Tipán, 2022)

Para su comercialización, este arador tiene una variedad de precios, en algunos casos que van desde los 1 000\$ a 1 990\$, lo que lo convierte en uno de los modelos que se observan con mayor frecuencia en el mercado para el sector agrario.

2.1.2. Arado a Diesel

El modelo Ducati DTL9000 mostrada en la Figura 7, se puede conectar con diferentes accesorios para el trabajo agrícola, para una mayor cobertura, profundidad y rendimiento de trabajo, realizando un trabajo más eficaz.



Figura 7. Arador DTL900.

A continuación, se tiene una tabla donde se muestra la ficha técnica del modelo DTL900 detallando sus principales características.

Tabla 2.

Característica aradorDTL9000

CARACTERÍSTICAS	
Motor	4 tiempos
Potencia (Hp)	7
Transmisión	Cadena
Ancho de trabajo (mm)	600 – 800 - 1050
Profundidad de trabajo (mm)	150 - 320
Fresas	8
Capacidad combustible (L)	6
Peso (kg)	85

Fuente: (Lucero & Tipán, 2022)

Los motoazada o arador a Diésel comerciales, varían su precio desde los 1399.99\$ a 1400.00\$, esto se debe a que su peso es más grande como se muestra en la Tabla 2.

2.1.3. Motocultor

Motocultor es una máquina que se utiliza de manera frecuente cuando se trata de controlar las malezas en un terreno, además de cubrir un área más amplia. En la Figura 8 se presenta el modelo grillo G107D que se utiliza en grandes terrenos debido a su gran potencia.



Figura 8. Motocultor Grillo G107d.

Se puede analizar en la tabla 3, un motocultor posea una mayor potencia que la motoazada, siendo esta uno de los aspectos principales que mantienen su peso, costo y profundidad en valores más altos, siendo su precio desde los \$ 4 600.00 a \$ 4 699.00

Tabla 3.

Características motocultor Grillo G170D

CARACTERÍSTICAS	
Motor	8.4 hp
Transmisión	Engrane
Cilindrada (cc)	270
Ancho de trabajo (mm)	680 - 470 y 370
Profundidad de trabajo (mm)	160
Capacidad combustible (L)	6.1
Peso (kg)	136

2.1.4. Comparación de alternativas

Para este apartado se ha llegado a comparar 3 tipos de alternativas en esta área de trabajo agrícola, indicando sus características principales de cada una para una mejor selección de alternativas (Tabla 4).

Tabla 4.

Comparación de alternativas

DESCRIPCIÓN	MOTOAZADA A GASOLINA	MOTOAZADA A DIÉSEL	MOTOCUL
Motor	4 tiempos	4 tiempos	-
Potencia	7 HP	7HP	8.4HP
Transmisión	Cadena	Cadena	Engrane
Ancho de trabajo	600 – 800 mm	600 – 800 – 1050 mm	680 - 470 y 370
Profundidad de trabajo	100 mm	150 – 320 mm	160 mm
Capacidad de combustible	6	6	6.1
Peso	68 kg	85 kg	136 kg
Precio	USD 1 000 a USD 1 990	USD 1 399.99 a USD 1 400.00	USD 4 600.00 a USD 4 699.00

Fuente: Autoría propia, en base a Chafla y Guañuna (2023)

2.2. Parámetros a evaluar

Los parámetros que fueron tomados en cuenta para ser evaluados son: costo, rendimiento, operatividad, mantenimiento, y versatilidad, los cuales ayudaron a una apropiada selección de alternativas.

2.2.1. Costo

También llamado coste, este es uno de los valores con mayor relevancia al elegir una alternativa. Además, a lo largo de la fabricación de esta clase de máquinas, lo que se

quiere es reducir su costo, gasto de materiales, para que la máquina realice las funciones determinadas.

En la Figura 9 se muestra que para una buena selección de máquina se debe tener en cuenta que es malo si el costo es demasiado alto y bueno cuando los costos son más accesibles.



Figura 9. Descripción de costos

2.2.2. Rendimiento

El rendimiento es la capacidad que va a proporcionar la máquina al desarrollar su trabajo, medido en un intervalo de tiempo. En la figura 10 se observa la capacidad de trabajar desde áreas pequeñas hasta áreas extensas.



Figura 10. Descripción de rendimiento

2.2.3. Operatividad

Este concepto hace referencia al hecho de que el equipo debe ser fácil de operar, o funcionar sin requerir un alto nivel de capacitación del personal y debe ser adaptable a sus necesidades. En la figura 11, depende de cuanto conocimiento tenga de la máquina para ser manipulada, ya que puede variar el número de operarios.

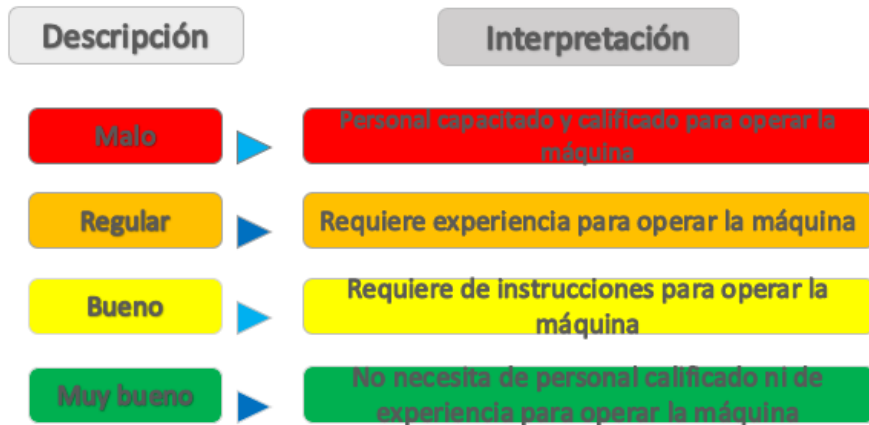


Figura 11. Descripción de operatividad

2.2.4. Mantenimiento

Al realizar el mantenimiento de una máquina, el objetivo del operador es preservar o reactivar la máquina para que pueda realizar su función, este debe ser lo más sencillo y que se lo pueda efectuar de acuerdo con las instrucciones de un manual, para que la producción no se vea afectada. Se puede observar en la Figura 12 que el mantenimiento simple requiere de bajo costo, y un mantenimiento complejo de muy al costo.



Figura 12. Descripción de mantenimiento

2.2.5. Versatilidad

Versatilidad se refiere a la capacidad de adaptarse rápidamente a diferentes situaciones desde lo familiar hasta lo laboral, lo que facilita cumplir con las exigencias en cualquier momento. En la figura 13 se observa la capacidad que tiene la máquina para realizar su trabajo.

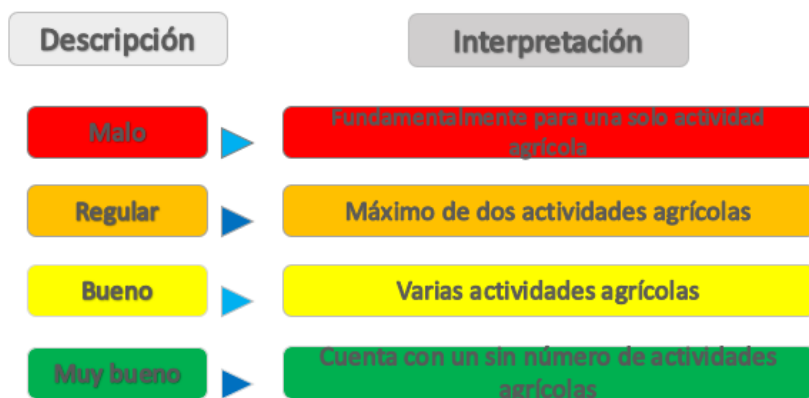


Figura 13. Descripción de versatilidad

2.3. Calificación parámetros

Ya con los parámetros identificados, es necesario especificar una calificación y un factor de aprobación para cada uno de estos y tener una selección correcta de alternativa. Con los parámetros estudiados, en la tabla 5 se observa que las opciones a calificar son malo, regular, bueno y muy bueno los cuales reciben una calificación para una buena selección.

Tabla 5.

Calificación de parámetros

Descripción	Calificación
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

2.3.1. Coeficiente de ponderación

Con los parámetros evaluados anteriormente, en la tabla 6 se da un valor de importancia para cada alternativa, que va en una escala de 1 a 4, donde 4 será la ponderación más alta para la selección de parámetros.

Tabla 6.

Calificación de ponderación

PARÁMETROS	COEF. DE PONDERACIÓN
Versatilidad	2
Mantenimiento	3
Operatividad	4
Rendimiento	3
Costo	4

2.3.2. Resultados de selección

Para esta sección se toma en consideración que la primera alternativa es la Motoazada a gasolina, en segundo lugar, una Motoazada a diésel y finalmente el Motocultor

Tabla 7.

Selección de alternativas

	Factor de ponderación	<u>Alternativa 1</u>	<u>Alternativa 2</u>	<u>Alternativa 3</u>			
Costo	4	3	12	2	8	3	12
Rendimiento	3	3	9	3	9	2	6
Operatividad	4	3	12	2	8	3	12

Mantenimiento	3	2	6	2	6	2	6
Versatilidad	2	4	8	4	8	3	6
TOTAL			47		39		42

Por medio de la tabla 7, se logró establecer que la alternativa 1 es la opción más factible y rentable por lo que es más económica, liviana y de mayor área de trabajo.

- **Mantenimiento**

Para garantizar el buen rendimiento y conservación de la máquina, se lleva a cabo un mantenimiento fácil, pero efectivo, ya que se hace uso de controles y revisiones frecuentes para evitar la mayor cantidad de desperfectos, siendo así posible el dar seguimiento a las recomendaciones mediante la ficha técnica realizada por sus fabricantes. Gracias a estas actividades es posible aumentar la vida útil del dispositivo, evitar gastos innecesarios y reducir el tiempo de inactividad.

- **Operatividad**

Operatividad se trata que la maquina ayude a realizar efectivamente y sin necesidad de mucho esfuerzo la preparación del terreno, cosecha, transporte y que el operario no requiera un alto entrenamiento para su funcionamiento.

- **Rendimiento**

Gracias a su sencilla manera de utilización y tamaño es considerado una herramienta ideal en la agricultura, así es posible realizar de manera más rápida y fácil una cantidad de labores (Carrera, 2019). Es posible realizar un trabajo en terrenos con mayor extensión, pero con menor esfuerzo. Son ideales para el trabajo prolongado debido a su ligereza y resistencia en el campo.

- **Versatilidad**

Debido a su tamaño y diseño estructural es posible acoplar una variedad de implementos agrícolas que complementen la actividad realizada en el terreno, siendo posible con una misma máquina romper, abonar, regar, esponjar y sembrar.

2.4. Adquisición de componentes

Las piezas que posee la maquina serían:

- Bastidor
- Motor
- Transmisión
- Embrague
- Mancera
- Rodaje
- Accesorios
- Hojas de hierro fundido, planas/curvas para escarbar

2.4.1. Tipo de hoja que se utiliza en la maquina

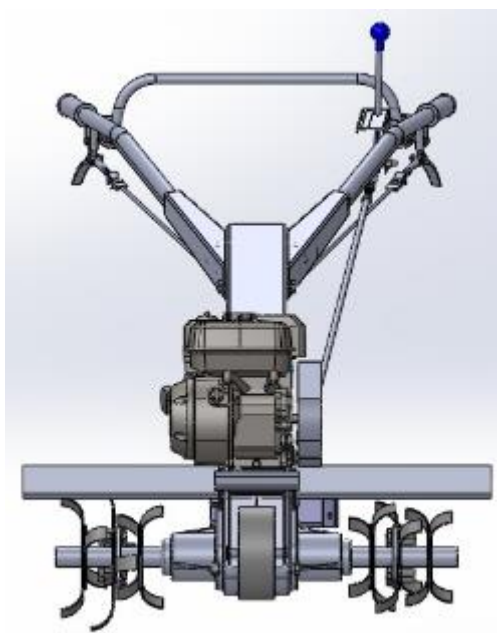


Figura 14. Maquina diseñada

Las hojas son de hierro fundido planas/ curvas para escarbar, no se utiliza metal, ya que este se desgasta demasiado rápido durante el trabajo en el campo, en reemplazo se usa Acero ASTM A36. A continuación se observa el diseño que tienen las hojas para el arado, estas colocadas de manera paralela y con los respectivos soportes para el trabajo en la tierra (Figura 15).



Figura 15. Hojas utilizadas

Tabla 8.

Características de la máquina

Ancho de corte	85 cm
Profundidad de corte	15 cm
Capacidad de trabajo	10,3 m/s
Eficacia por hora	400 m ² /h
Velocidad nominal de cuchillas	120 rpm
Hoja de tipo	Tierra seca
Dimensiones	1500x850x1000mm
Peso neto	65,5 Kg
Combustible	Gasolina

Potencia	6.5 HP
Velocidad nominal	3600 RPM
Capacidad gasolina	3,6 l L
Capacidad maquina	Max. Hasta 6 quintales
Cilindraje	196 cc

CAPITULO III

3.1. Diseño de la máquina

Como complemento del estudio se tiene el diseño CAD de cada una de las partes que comprenden el motocultor utilizado, cada uno de estos están especificado de manera detallada con sus planos en los Anexos.

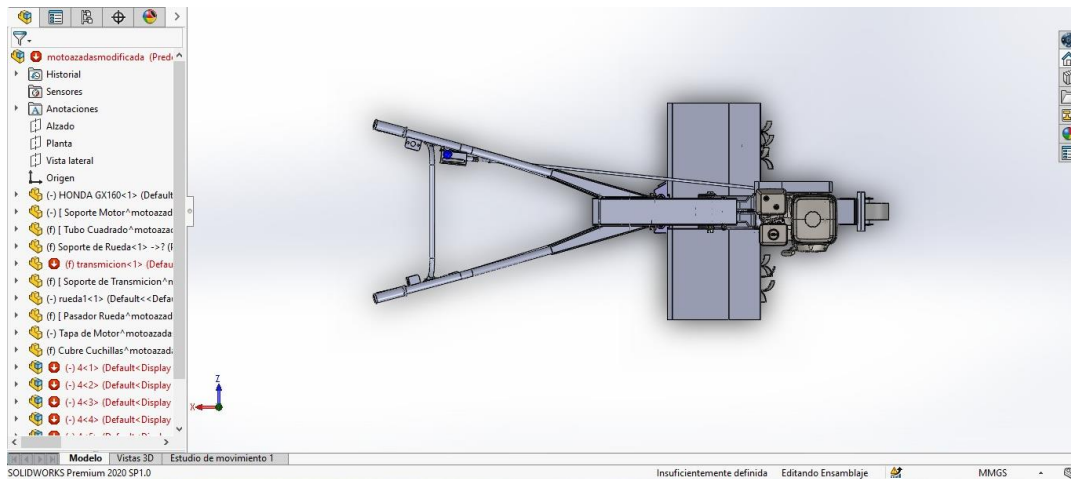


Figura 16. Sólido modelado (Vista superior)

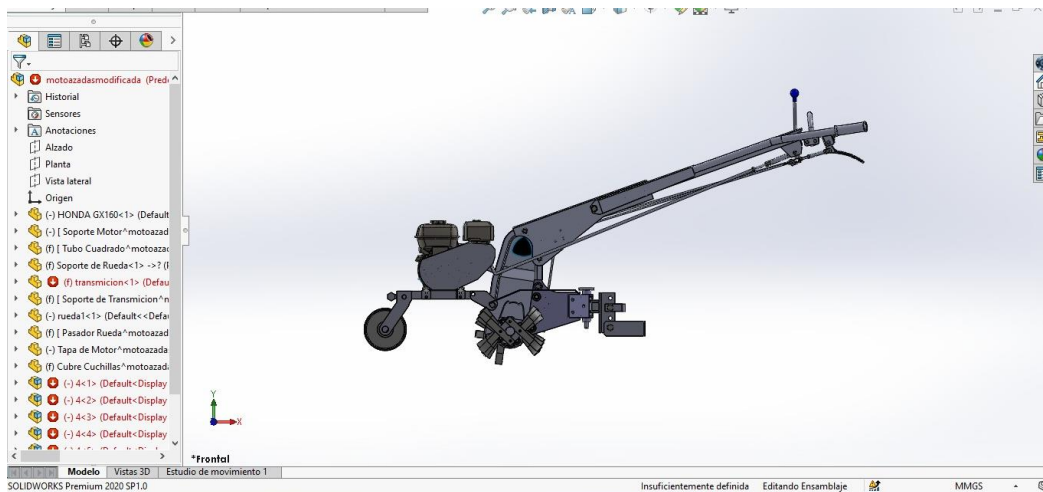


Figura 17. Sólido modelado (Vista lateral)

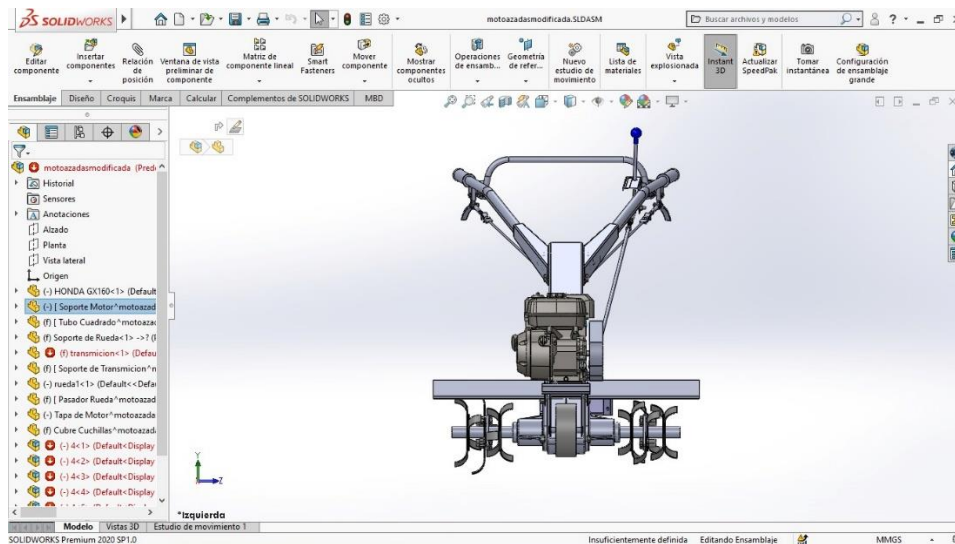


Figura 18. Sólido modelado (Vista Frontal)

3.1.1. Chasis de la máquina

Para esta sección de la máquina se consideró que este debe soportar todas las cargas y fuerzas que representa el trabajo de labrado, razón por la cual sus consideraciones de potencia y ancho deben cumplir con las expectativas del usuario.

Para este se tomó en consideración las medidas de ejes, el ancho de los manubrios, profundidad del trabajo y peso del motocultor, siendo este último el que restringe el diseño del chasis en la menor cantidad de material posible para no comprometer la maniobrabilidad de la máquina.

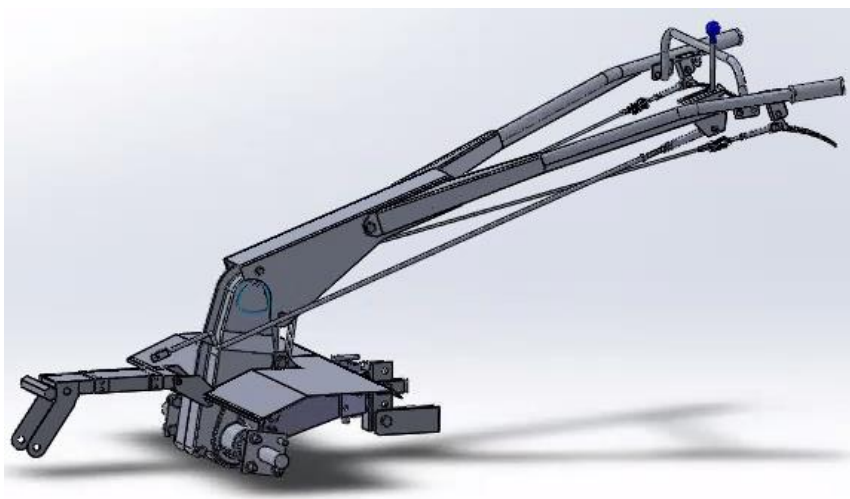


Figura 19. Sólido del chasis modelado en CAD

3.1.2. Pasador de la rueda

Ya con el diseño del chasis, se complementa su estructura con el pasador para las dos ruedas que formaran parte del sistema de estabilidad de la máquina, este diseñado con el ancho suficiente para que el esfuerzo ejercido por las curvaturas no supere su punto de fractura, asegurando así no tener un accidente durante la actividad de arado.

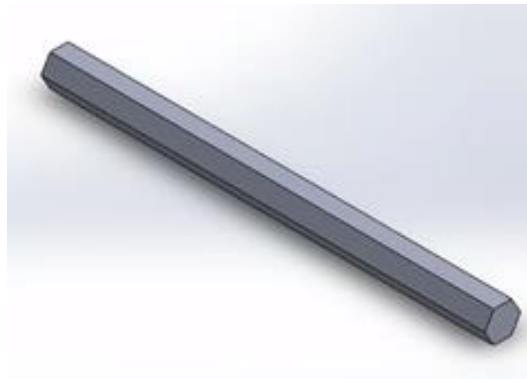


Figura 20. Sólido del pasador de la rueda modelado en CAD

3.1.3. Tapa del motor

Con el objetivo de evitar la entrada de piedras o material externo a la parte interna del motor o el sistema de transmisión y obstaculizar la actividad de trabajo, se diseñó una tapa que se acopla para tener la máxima eficiencia posible durante la acción de empuje y no comprometer la integridad de la cama realizada.

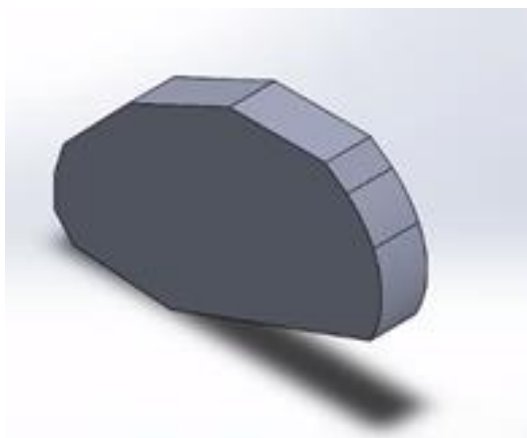


Figura 21. Sólido de la tapa del motor modelado en CAD

3.1.4. Soporte de la rueda

Para finalizar con el diseño de estabilidad de la máquina se decidió implementar un soporte acoplado a las ruedas y al chasis, logrando así una capacidad constante sin comprometer el peso de la máquina durante el trabajo.

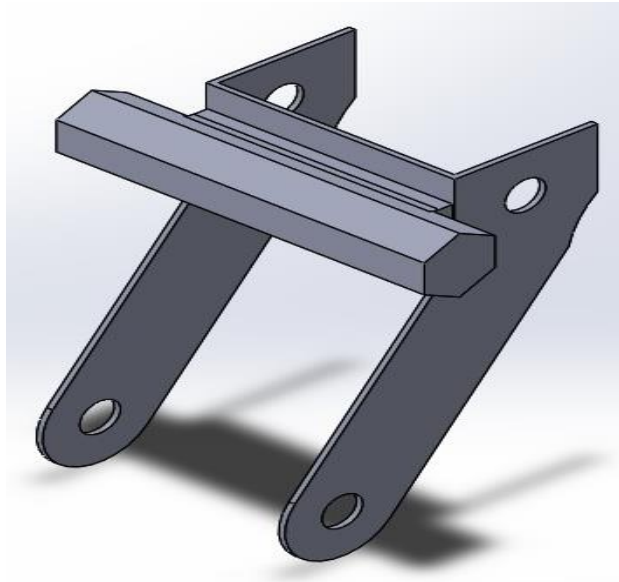


Figura 22. Sólido del soporte de la rueda modelado en CAD

3.1.5. Diseño de la cuchilla

Finalmente, el diseño de la cuchilla tiene una forma parabólica para una penetración correcta en el suelo y la debida formación de las camas con la altura, profundidad y consistencia adecuada una vez pasada la máquina de arado (Figura 23).

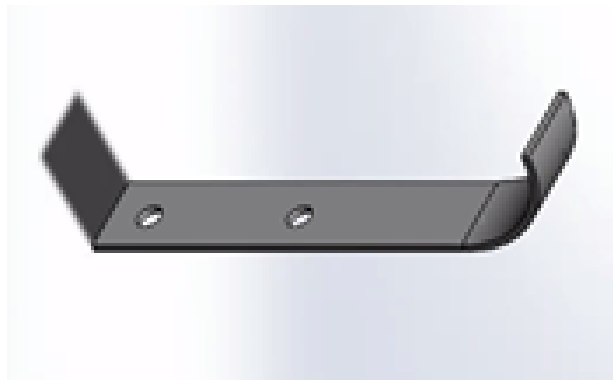


Figura 23. Sólido de la cuchilla modelado en CAD

Ya con el modelo inicial de la cuchilla, se coloca un conjunto de estas en un patron más adecuado que no comprometa la eficiencia y asegure la máxima penetración de estas en el suelo que se devida utilizar (Figura 24).



Figura 24. Sólido del patrón de cuchillas a utilizar modelado en CAD

Finalmente, sobre las cuchillas es colocada una cubierta que no permita que piedras u objetos residuales que se encuentran en el suelo sean lanzadas en una dirección que pueda dañar al usuario o alguien de los alrededores (Figura 25).

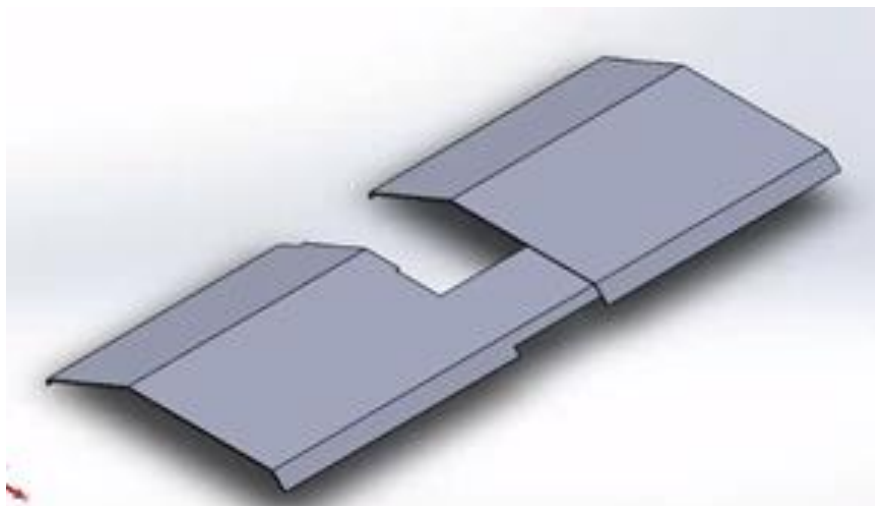
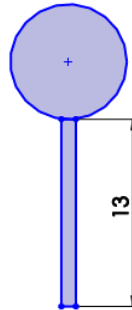


Figura 25. Sólido de la cubierta de las cuchillas modelado en CAD

3.2. Cálculos de la máquina

3.2.1. Diseño de la hélice



Datos

$$F = 80kg$$

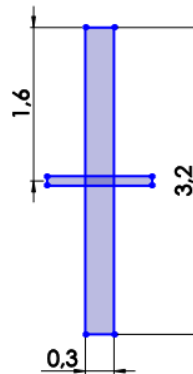
$$d = 13cm$$

$$M = F * d$$

$$M = 80kg * 13cm$$

$$M = 1040kg \cdot cm$$

3.2.2. Inercia



A-50

$$F_y = 3521 \frac{kg}{cm^2}$$

$$[\sigma] = 0.66 * F_y$$

$$[\sigma] = 2324 \frac{kg}{cm^2}$$

$$I = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$I = \frac{1}{12} (0.3 \text{ cm}) \cdot (3.2 \text{ cm})^3$$

$$I = 0.82 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{1040 \text{ kg} \cdot \cancel{\text{cm}} * 1.6 \cancel{\text{cm}}}{0.82 \text{ cm}^4}$$

$$\sigma = 2029 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma < [\sigma]$$

$$2029 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 2324 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

A - 50

$$F_y = 3521 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$[\sigma]$ esfuerzo admisible

$$[\sigma] = 0.6 \cdot F_y$$

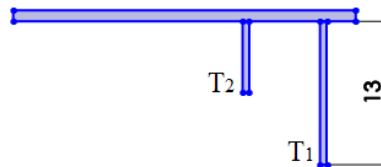
$$[\sigma] = 0.6 * 3521 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$[\sigma] = 2113 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma < [\sigma]$$

$$2029 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 2113 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.2.3. Cálculo de la potencia requerida (Torque)



$$T_1 = F \cdot d$$

$$T_1 = 80\text{kg} \cdot 13\text{cm}$$

$$T_1 = 1040\text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$T_2 = F \cdot d$$

$$T_2 = 40\text{kg} \cdot 13\text{cm}$$

$$T_2 = 520\text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sum T = T_1 + T_2$$

$$\sum T = 1040\text{kg} \cdot \text{cm} + 520\text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sum T = 1560\text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\text{Velocidad de la cuchilla} = 120 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$Pot = \sum T \cdot n$$

$$Pot = 1560\text{kg} \cdot \text{cm} \cdot 120 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$Pot = 1560 \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{cm}} \cdot 120 \frac{\cancel{\text{rev}}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{min}}}{60 \cancel{\text{s}}} \cdot \frac{2\pi}{\cancel{\text{rev}}} \cdot \frac{9.8 \cancel{\text{N}}}{\cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{\text{kW}}{10^3 \cancel{\text{W}}} \cdot \frac{\cancel{\text{W}} \cancel{\text{s}}}{\cancel{\text{N}} \cancel{\text{m}}} \cdot \frac{\cancel{\text{m}}}{100 \cancel{\text{cm}}}$$

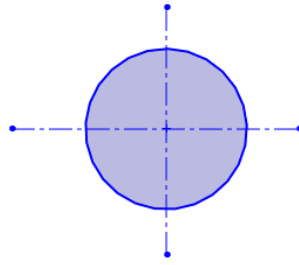
$$Pot = 1.9 \cancel{\text{kW}} \cdot \frac{\text{HP}}{0.746 \cancel{\text{kW}}}$$

$$Pot = 2.5 \text{HP}$$

$$P_{\text{cuchilla}} < P_{\text{motor}}$$

$$2.5 \text{HP} < 6.5 \text{HP}$$

3.2.4. Diseño del eje



Datos

$A = 50$

$$F_y = 3521 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sum T = 1560 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$[\sigma]$ esfuerzo admisible

$$[\delta] = 0.4 * F_y$$

$$[\delta] = 0.4 * \left(3521 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$[\delta] = 1408.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.2.5. Cálculo de las fuerzas de torsión

$$\delta = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} = [\delta]$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot \sum T}{\pi * [\delta]}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * 1560 \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{cm}}}{\pi * 1408.4 \frac{\cancel{\text{kg}}}{\text{cm}^2}}}$$

$$d = 1.8 \text{ cm}$$

3.2.6. Momento de flexión

$$M = \frac{P}{3} \cdot d$$

$$M = \frac{72 \text{ kg}}{3} * 16 \text{ cm}$$

$$M = 384 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Esfuerzo a flexión

Con diámetro de eje

Redondeando a $\theta = 2 \text{ cm}$

$$\sigma = \frac{32 * M}{\pi * d^3}$$

$$\sigma = \frac{32 * 384 \text{ kg} \cdot \cancel{\text{cm}}}{\pi * 2^3 \text{ cm}^{\cancel{3}}}$$

$$\sigma = 489 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.2.7. Esfuerzo de torsión

$$[\delta] = \frac{16 * 1560 \text{ kg} \cdot \cancel{\text{cm}}}{\pi * 2^3 \text{ cm}^{\cancel{3}}}$$

$$[\delta] = 993 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.2.8. Esfuerzo Equivalente

$$\sigma_{eq} = \sqrt{489^2 + 3(993)^2}$$

$$\sigma_{eq} = 1788 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$1788 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 2113 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

CAPITULO IV

4.1. Resultados y Pruebas de funcionamiento

Para las pruebas de funcionamiento se hicieron 6 ensayos con un formato que toma en consideración los siguientes aspectos de evaluación:

- Sistema Motriz
- Ajuste de estructura
- Maniobrabilidad
- Fiabilidad de la tarea
- Facilidad de transporte
- Capacidad
- Profundidad de labrado (cm)
- Tiempo (S)
- Distancia recorrida (m)

Además, estas pruebas tuvieron lugar para verificar los mecanismos, estructura de la máquina y herramientas, esto tanto en un campo con y sin inclinación y en un terreno con y sin arado en San Isidro de Tabacundo. Un formato para estas pruebas se encuentra en el Anexo 1.

4.1.1. Pruebas de funcionamiento en terreno sin arado

Para esta primera parte se hizo un total de 3 pruebas en un terreno en el cual no existía un arado previo, llegando a anotar el desempeño de la máquina durante sus primeras pruebas de funcionamiento.

Tabla 9.

Pruebas de funcionamiento en terreno sin arado

Prueba	1		2		3	
Criterios de Fallo	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Sistema Motriz		X		X		X

Ajuste de estructura	X	X	X
Maniobrabilidad	X	X	X
Fiabilidad de la tarea	X	X	X
Facilidad de transporte	X	X	X
Capacidad (m/s)	0,1	0,1	0,1
Profundidad de labrado (cm)	5	7	10
Tiempo (S)	25	22	20
Distancia recorrida (m)	5	5	5
Encendido de la máquina	Fallo	Fallo	No Fallo

Gracias a estas primeras pruebas de funcionamiento en suelo no arado se puede interpretar que el sistema motriz, la estructura, la maniobrabilidad, la fiabilidad y facilidad del transporte no presenta fallo ya en la presentación final de la máquina. Sin embargo, la máquina tuvo ciertos problemas de encendido en la primera y segunda prueba, para la cual se tomó en cuenta la observación de “Para mejorar el funcionamiento calentar la máquina 1 minuto”, especialmente cuando esta recién va a ser encendida y su motor este frío. Con esta recomendación aplicada, para la tercera prueba no existió otro fallo durante el encendido.

Con respecto a la capacidad que tuvo la máquina, esta fue de 0,1 m/s en cada una de las pruebas, interpretando que esta velocidad se debe principalmente a la dureza del suelo en donde la máquina fue utilizada, al no estar labrada la tierra su velocidad se vio comprometida. Sin embargo, ya con el motor caliente la tercera prueba de funcionamiento fue la que dio mejores resultados al recorrer un total de 5 metros en menos tiempo y con una mayor profundidad de labrado, evidenciando de esta manera la eficiencia de la máquina.

4.1.2. Pruebas de funcionamiento en terreno con arado

Al igual que en el caso anterior, para el terreno con arado se llevó a cabo 3 pruebas de funcionamiento a lo largo de 5 metros con los mismos parámetros a evaluar. Es así que se tienen las anotaciones de la Tabla 12.

Tabla 10.

Pruebas de funcionamiento en terreno con arado

Prueba	1		2		3	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Sistema Motriz		X		X		X
Ajuste de estructura		X		X		X
Maniobrabilidad		X		X		X
Fiabilidad de la tarea		X		X		X
Facilidad de transporte		X		X		X
Capacidad (m/s)		0,3		0,3		0,3
Profundidad de labrado (cm)		10		15		18
Tiempo (S)		15		13		10
Distancia recorrida (m)		5		5		5
Encendido de la máquina		No Fallo		No Fallo		No Fallo

Como primera observación, al igual que las primeras 3 pruebas en terreno sin arado, la máquina no presentó algún fallo en ninguno de sus primeros 5 criterios de evaluación. Con respecto a los siguientes datos, se observa un aumento considerable con respecto a los valores de las pruebas sin arado, esto principalmente a la soltura de la tierra durante las pruebas con arado. Es así como la capacidad de la máquina en estas últimas 3

pruebas fue de 0,3 m/s, dando a entender que su recorrido lo hizo en menos tiempo en cada una de las pruebas (15, 13 y 10 segundos respectivamente).

La única observación para estas pruebas fue; “Previo calentamiento no necesita nuevamente ser calentado antes del uso”, demostrando además que con el calentamiento previo del motor no se vuelven a presentar fallos en el encendido de la máquina.

Finalmente, se analiza el desgaste de las cuchillas después de las 6 pruebas de funcionamiento y se verifica la calidad de las camas. Con respecto a las cuchillas, tal como se observan en la Figura 23, su desgaste fue únicamente en la pintura y unos ligeros rasguños causados por piedras al momento de su uso en suelo sin arar, como recomendación antes de cada uso se debería afilar las cuchillas para un mayor rendimiento. En lo que respecta a la calidad de las camas, en el suelo sin arar esta fue más compacta una vez pasada la máquina, a pesar de que su realización tomara un poco más de tiempo, en cambio, para el suelo con arado las camas tuvieron un terminado menos compacto debido a la soltura de la tierra, en ambos casos sus dimensiones fueron de 3 metros por 5 de alto.



Figura 26. Desgaste de las cuchillas

4.2. Análisis de resultados

Una vez completadas las pruebas de funcionamiento se evaluaron ciertas características con una puntuación sobre 10, análisis que dio el usuario después de completar la actividad de arado. Esta tabla es exclusivamente para evaluar la calidad del arado y la apreciación del usuario durante el uso de la máquina.

Tabla 11.

Análisis del usuario en suelo sin arar

Características	Resultado	Evaluación sobre 10	Aprueba (Si/No)
Facilidad de conducción	Muy bueno	8	Si
Facilidad de curvas	Bueno	7	Si
Ancho de la cama de cultivo	Muy bueno	9	Si
Altura de la cama	Muy bueno	8	Si
Estética de la cama	Muy bueno	8	Si

Con respecto a la facilidad de conducción, estética de la cama, ancho y altura de esta, se obtuvo una puntuación promedio de 8.25, dando a entender que el rendimiento general de la máquina fue “muy bueno”. Únicamente al evaluar la facilidad de curvas se recibió una observación de 7 sobre 10 con una calificación de “bueno”, esto debido a que en suelo sin arar la maniobrabilidad de la máquina se ve afectada por la dureza del suelo. Sin embargo, con un promedio general de 8 se puede concluir que la máquina aprueba su funcionamiento en suelo sin arar.

Tabla 12.

Análisis del usuario en suelo arado

Características	Resultado	Evaluación sobre 10	Aprueba (Si/No)
Facilidad de conducción	Muy bueno	8,5	Si

Facilidad de curvas	Muy bueno	8,0	Si
Ancho de la cama de cultivo	Muy bueno	8,5	Si
Altura de la cama	Muy bueno	8,5	Si
Estética de la cama	Muy bueno	9	Si

Para las pruebas de funcionamiento en suelo con arado la respuesta fue más favorable que en el caso anterior, tienen una valoración de “muy bueno” en todas sus características y un promedio general de 8,5, aprobando de igual manera su funcionamiento y con un rendimiento ligeramente superior que cuando es usado en suelo sin arar.

4.3. Discusión de resultados

La aplicación del motocultor tuvo resultados favorables tanto en terreno sin arado y terreno con arado, durante las pruebas de funcionamiento esto fue evidenciado tanto en los parámetros de evaluación técnica como en los resultados en donde el usuario dio una calificación de “muy bueno” durante las actividades de arado. Gracias a estos datos se puede justificar la viabilidad de aplicar el uso de un motocultor en zonas rurales del país en donde el trabajo manual necesite una mejora en su rendimiento.

El uso de una maquinaria móvil como esta posee también una viabilidad económica rentable, tal como lo menciona Medina (2015), en comparación con otros tipos de motocultor que existen en el mercado actualmente, la implementación de una máquina diseñada por este autor posee mayor viabilidad desde el aspecto económico y técnico. Además, gracias a que esta máquina es diseñada y simulada desde la experiencia técnica en el tema se garantiza que el suelo y las camas formadas tengan las condiciones óptimas para el cultivo para el que estén destinadas.

A pesar de que el sector agrícola es enormemente apoyado en ciertas zonas del país, aun existen ciertos productores rurales que emplean equipos y herramientas antiguas para llevar acabo la realización de surcos necesarios en las cocechas (Aingla & Quiroz, 2012). Es así como este tipo de estudios benefician directamente a pequeños y medianos agricultores que no pueden adquirir maquinaria agrícola por sus costos y tamaños que dificultan el acceso a ciertas zonas del campo.

En respuesta a la necesidad de estos agricultores, la implementación de un motocultor diseñado tomando en consideración características específicas del terreno se vuelve un plan de acción viable. Tal es el caso de Martínez y Nájera (2020), quienes desarrollaron planos conjuntos para la representación de la máquina y sus componentes, además de incluir procesos de fabricación, montaje, materiales, tolerancias y otros ajustes que son posible adecuar al tipo de cultivo donde va a ser utilizado el prototipo.

Como potencia recomendada para este tipo de actividades en el terreno ha sido definida entre 6 y 10 HP, esto relacionado directamente con el tipo de suelo donde la máquina será implementada, siendo el caso de este estudio la utilización de un motor con 6.5HP. Para la investigación de Sangurima (2020) se hizo uso de un motor de 9,5 HP impulsado por gasolina, potencia recomendada después de los debidos análisis de campo y en el software CAD-CAE, con el cual se diseño la estructura del prototipo ensamblado con acero estructural ASRM A36 para mayor resistencia durante el trabajo en el campo.

Finalmente, la utilización de un manual de usuario es de vital importancia para mantener el uso de un motocultor lo más eficiente posible por el mayor tiempo disponible, de esta manera aun cuando una persona vaya a utilizar este tipo de maquinaria por primera vez será capaz de completar el trabajo sin un problema en particular.

Capítulo V

5.1. Estudio de Costos

Para el análisis de los costos se toma en consideración los costos directos e indirectos que tuvieron lugar a lo largo de la investigación.

5.1.1. Costos directos

Estos son los costos necesarios para la fabricación de la máquina y de ciertos elementos estandarizados, siendo estos lo de la tabla 16.

Tabla 13.

Costos directos de la máquina propuesta

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Costo Unitario	Costo TOTAL USD
Perfil cuadrado	2	15,10	30,2
Tubo redondo estructural	1	8,85	8,85
Motor 250 cc	1	200,00	200
Neumáticos 13"x5.00-6	2	12,00	24
Piñón sencillo 40B-17 T	6	7,12	42,72
Cadena Chalen sencilla	1	32,00	32
Candados cadena 40-1 KAN	6	0,89	5,34
Perno hexagonal	12	0,73	8,76
Tuerca hexagonal	10	0,10	1
Arandelas planas 7/16"	6	0,11	0,66
Caja térmica para cables	1	14,56	14,56
TOTAL			368,09

5.1.2. Costos indirectos

Estos son los costos obtenidos ya con la máquina terminada, además de los recursos utilizados a lo largo del proceso de implementación donde se obtuvieron los

resultados finales. Además de tomar en consideración costos de mano de obra y servicios utilizados.

Tabla 14.

Costos indirectos de la máquina propuesta

DETALLE	HORAS DE TRABAJO	COSTO/HORA	COSTO TOTAL
Tornero	25	2,75	68,75
Fresador	8	2,9	23,2
Soldador	5	4,5	22,5
Suelda	10	4	40
Ayudante	20	1,75	35
Transporte	10	5	50
TOTAL			239,45

El total para esta tabla es la sumatoria que existe entre los valores de mano de obra, costos de servicio y costos directos (Tabla 15). Para este además se toma en consideración un 10% del total por cualquier gasto imprevisto a lo largo del proyecto.

Tabla 15.

Costos totales de la máquina propuesta

COSTOS TOTALES	TOTAL
Costos Directos	368,09
Costos indirectos	239,45
SUB TOTAL	607,54
10% imprevistos	60,75
TOTAL	668,294

CONCLUSIONES

- Ha sido posible definir ciertas características para el diseño de una máquina aradora en relación a las exigencias de las zonas agrícolas, siendo estas la facilidad de conducción a lo largo del campo y en las curvas, además del ancho, altura y calidad de las camas que esta máquina realiza para su posterior cultivo sin que las camas pierdan su consistencia con facilidad.
- Las características geométricas y materiales óptimos de los diversos elementos a construir para asegurar la estabilidad, resistencia y eficacia de la máquina fueron determinadas principalmente por una estructura en 45° de inclinación para una mayor eficiencia en su empuje, con dos neumáticos que apoyan a la estabilidad de funcionamiento y una forma de cuchillas que permita el arado tanto en tierra sin arada y en tierra suelta.
- Haciendo uso del software CAD se diseñaron los respectivos componentes de la maquina aradora, además se incluyeron los respectivos planos y evaluación de características mecánicas para el chasis, pasador de la rueda, tapa de la rueda, soporte y cuchilla, cada una hecha con acero para mayor resistencia y durabilidad.
- Se construyó la máquina y se realizaron las respectivas correcciones de movilidad y transmisión antes de su utilización y finalmente se llevó a cabo las respectivas pruebas de campo en donde se evaluó el sistema motriz, ajustes de estructura, maniobrabilidad, fiabilidad de transporte, capacidad (m/s), profundidad de labrado (cm), tiempo (s), distancia recorrida (m) y encendido de la máquina. De estos resultados se obtuvieron datos favorables en las 6 pruebas realizadas tanto en terreno con arado y sin arado. Para el terreno sin arado se obtuvo una media de capacidad de 0,1 m/s con una profundidad de labrado de 7 cm de profundidad en un tiempo promedio de 22 segundos. En cambio, para el terreno con labrado, al

ser un suelo con la tierra más suelta que en el caso anterior los resultados dieron una capacidad de 0,3 m/s con una profundidad de labrado de 15cm e un tiempo promedio de 13 segundos.

RECOMENDACIONES

- Se debe tomar en consideración y especial atención a las características del terreno para el cual está destinado la aplicación de la máquina motocultora, de esta manera es posible anticipar el uso de esta máquina en terreno demasiado duro o con inclinaciones que dificulten la actividad de arado.
- El uso de dos ruedas en vez de una garantiza la mayor estabilidad al momento del arado, además el diseño de las cuchillas puede ser fácilmente cambiable dependiendo del tipo de suelo en donde estas se usen o el estilo de cama que se desea obtener para diferentes tipos de cultivos.
- Para el diseño de la máquina es necesario tomar en consideración que el material utilizado para el ensamblaje final no sea demasiado pesado y tenga la dureza necesaria para soportar el trabajo en el campo, caso contrario su peso (65kg) dificultará la maniobrabilidad de la máquina y su desgaste puede ser mayor dependiendo del material que se utilice.
- Para un uso óptimo y efectivo de la máquina es necesario calentar por al menos 1 min el motor antes de utilizarlo, de esta manera se evitan problemas durante el arranque y se asegura la mayor eficiencia posible a lo largo del trabajo. Además, se debe seguir correctamente las indicaciones del manual de usuario para el mantenimiento de la máquina y aumentar en lo más posible su tiempo de vida útil.

REFERENCIAS

- Agronet. (15 de Febrero de 2021). *MinAgricultura*. Obtenido de Labranza: <https://agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Estos-son-los-tipos-de-labranza-que-usted-puede-utilizar-en-su-predio.aspx>
- Aingla, S. C., & Quiroz, O. J. (2012). *Diseño y construcción de un equipo de labranza con tracción accionada por un motor de combustión interna para el tallado de un surco de siembra a la vez*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Alarcón, J., & Tirado, E. (2017). *Diseño y construcción del sistema de refrigeración para la batería de un vehículo formula SAE eléctrico*. Cuenca: [Tesis]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13641>
- Arzola, N., & Castro, C. (2019). Análisis del comportamiento dinámico de una suspensión de vehículo independiente de doble horquilla. *Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 10-33. doi: <https://doi.org/10.22335/rlct.v11i2.641>
- Burba, J., López, A., & Lipinski, V. (2021). *Manejo de suelos y preparacion del terreno para el cultivo de ajo en areas bajo riego de Mendoza*. Estacion Experimental Agropecuaria La Consulta, INTA. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10415>
- Buyers, C. (12 de Diciembre de 2022). *Made in China Connecting Buyers with Chinese Suppliers*. Obtenido de <https://es.made-in-china.com/>
- Cadme, G. (2013). *Maquinaria agrícola. Laboreo del suelo*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- Carrera, L. (30 de junio de 2019). *Ventajas y desventajas de un motocultivador*. Obtenido de De Máquinas y herramientas: <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/ventajas-y-desventajas-de-un-motocultivador>
- Castillo, M., Abarca, P., & Bravo, D. (2018). Diseño y manufactura de un prototipo de arado de vertedera para motocultor. *Ciencia Digital*, 2(2), 144-153. doi:<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i2.78>
- CEPAL, FAO, IICA. (2017). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018*. Inst. CEPAL, FAO, IICA, Santiago de Chile, Chile, 2017.
- Cortés M., E., Álvarez M., F., & González S., H. (2009). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 151-160. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428102015>
- De La Cruz , J. (2020). *Diseño de un arado portátil para eliminar maleza en surcos de pan llevar caserío Cachinche*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Chiclayo; Perú. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60040>
- Di Princo, A. (2011). *El tractor en cultivos intensivos* (1a ed. - Alto Valle: Ediciones INTA ed.). (C. Magdalena, Ed.)
- Gil, E. (s.f.). *Maquinaria Agrícola. Tractor, preparación del suelo y siembra*. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universida Politécnica de Catalunya.

- González, J., & García, Y. (2016). Los tractores en una agricultura agroecológica y sostenible. *Ojeando la Agenda*(41). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5582965>
- Intriago, F. (2019). La mecanización agrícola y su impacto en el desarrollo agropecuario del Ecuador. *Revista: SATHIRI- Sembrador*, 14(2), 290-300. doi:<https://doi.org/10.32645/13906925.910>
- Lechon, L., & Chicaiza, J. (2019). De la agricultura familiar campesina a las microempresas de monocultivo. Reestructura socio-territorial en la Sierra norte del Ecuador. *Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial*(15), 193-210. doi:<https://doi.org/10.17141/eutopia.15.2019.3875>
- Loor, O., Cevallo, R., & Shkiliova, L. (2019). Diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), e10. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000100010&lng=es&tlng=es.
- López, A., & Sánchez, C. (2014). *Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el recinto Las Maravillas, cantón Daule - provincia del Guayas*. [Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Agropecuaria]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1549>
- Lorenzana, A. (2021). *Simulación mediante elementos finitos del bastidor de un remolque agrícola. Comparativa entre elementos superficiales y volumétricos*. [Trabajos Fin de Grado]. Universidad de Valladolid. Escuela de ingeniería industrial. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47272>

- Lucero, A., & 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*. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Mecánica, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23294>
- Martínez, S., & Nájera, P. (2020). *Diseño y construcción de un motocultor para cultivo de productos de ciclo corto en terrenos pequeños*. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica. Ingeniería Mecánica, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20849>
- Medina, J. (2015). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7956>
- Nava, D., Herrera, F., García de la Figal, M., Eloy, A., & Martínez, J. (2015). Análisis de los sistemas de fuerza surgidos durante la operación del Arado de palo tradicional mexicano., *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 29-37. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000100004&lng=es&tlng=es.
- Pérez, J., Herrera, M., Vivas, R., García, G., & Valdiviezo, R. (2017). La mecanización agrícola: campo de acción de la ingeniería agronómica. *Siembra*, 4(1), 001-007. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.500>
- Pérez, J., Herrera, M., Vivas, J., & Rodrigo, G. (2017). La mecanización agrícola: campo de acción de la ingeniería agronómica. in *Siembra*, 4(1), 59–65. Obtenido de <https://doi.org/10.29166/siembra.v4i1.500>

- Pinguil, W. (2022). *Análisis de factibilidad para la implementación del emprendimiento servicios de mecanización agrícola para el cantón Cañar*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Agronomía. Ingeniería Agronómica, Riobamba, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17814>
- Quimís, B., Franco, F., Loor, C., & Sempertegui, V. (2020). Evaluación tecnológica explotativa del motocultor Dongfeng DF 151L en preparación de suelo para sembrar maíz. *Agricultura y Silvicultura. Edición Especial* , 47-64. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232838>
- Romero, D., & Fajardo, C. (2019). *Optimización del prototipo de arado de disco aplicando la norma ISO 25119 para mejorar el rendimiento, seguridad y ergonomía del motocultor YTO DF 15L del MAGAP de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Ingeniería Automotriz, Riobamba, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11503>
- Rubio, A. (2019). *Diseño y optimización de un arado reversible por gravedad*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado. Maestría en Ingeniería Mecánica. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13441>
- Sangurima, I. F. (2020). *Diseño y construcción de un motocultor: arado y sembrador para la comunidad de San Agustín de Callo de la parroquia Mulaló del cantón Latacunga*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Servicios Globales de Maquinaria. (3 de Diciembre de 2022). *Ref.: LAULT420Q1*. Obtenido de Motor para Motocultor: <https://www.serviciosglobales.es/es/product/273235-motor-para-motocultor>

- Soto, D. (2021). *Diseño de una pala niveladora hidráulica para realizar servicios de mantenimiento en empresas pecuarias*. Trujillo, Perú: [Tesis]. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80983>
- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es.
- Tomos, B. (2017). *Estudio tecnológico y tendencias en el uso de lubricantes en el sector agrícola y sus consecuencias derivadas en el mantenimiento*. [Trabajo final de Masterado]. Universidad Politécnica de Valencia . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/89821>
- Zuñiga, P. (2021). *Aplicación de AMFEC en la disminución del riesgo a la flota de tractores D6T de la empresa Mota Engil en operaciones Quellaveco*. Arequipa - Perú: [Tesis]. Universidad Católica de Santa María . Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10582>

ANEXOS

Anexo 1. Manual de Procesos

Para el buen uso del equipo es necesario la elaboración de un manual con sus respectivas instrucciones para el uso y mantenimiento, especificaciones técnicas y normas de seguridad del motocultor con motor a gasolina.

La primera parte de este manual contiene las especificaciones y los procedimientos de trabajo con la máquina, mientras que las partes sucesivas describen más detalladamente los aperos que se pueden instalar sobre dicha máquina y, además, el uso y mantenimiento de dichos aperos.

Especificaciones técnicas

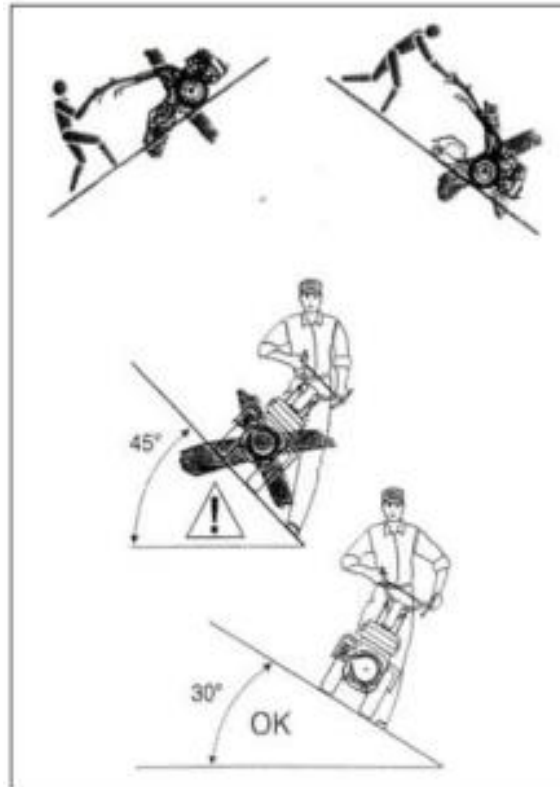
Gasolina	3,6L
Aceite	SAE 15EW-40
Bujía	0.7mm-0.8mm
Neumáticos	Rin 10

Normas de seguridad

Toda Maquinaria a motor, al ser utilizada de modo incorrecto, puede ser una fuente potencial de peligro. Se debe prestar atención a las normas detalladas a continuación puesto que la inobservancia de estas normas, puede conllevar lesiones personales e incluso la muerte del operador.

- Operar con prudencia una maquinaria es la mejor prevención de accidentes.
- El motocultor debe ser utilizado por personas responsables e instruidas sobre su uso.
- Leer atentamente este manual, antes de proceder a la utilización de esta maquinaria.

- Utilizar vestimenta adecuada
 - Usar siempre guantes al operar la maquinaria o al momento de realizar mantenimiento en los aperos o el cambio de los mismos
 - Usar siempre calzado y pantalones de trabajo
 - Usar gafas de protección visual para evitar lesiones con partículas o piedras que puedan desprenderse al momento de trabajo del apero.
 - Utilizar protectores auditivos al estar directamente expuestos al ruido del motor, esto puede causar daños en la salud auditiva del operador.
- Evitar el uso del motocultor cerca de otras personas o animales. Tener en cuenta que el operador del motocultor es el responsable de daños a terceros.
- Usar la máquina siempre a la luz del día o con una buena iluminación.
- Caminar con el motocultor, no correr.
- Tener la precaución de no acercar las manos o los pies a piezas en movimiento de la máquina.
- Inspeccionar el terreno sobre el que se va a trabajar, sacando piedras u otros objetos metálicos.
- En pendientes, trabajar siempre en condiciones de seguridad y estabilidad.
 - No trabajar en ascenso ni descenso
 - Trabajar de forma transversal en la dirección de mínima pendiente.
 - Tener atención con los cambios de dirección.
 - No trabajar nunca en pendientes superiores a 30°.



Recomendación de uso en terrenos inclinados

Nota: Tomado de (Manual de uso y mantenimiento de Motocultor y Segadora)

Medidas de mantenimiento diario

Para realizar el mantenimiento diario debe colocarse el equipo en una superficie plana. A diario debe realizarse el procedimiento establecido en la siguiente tabla previo a la utilización del equipo.

Medidas de mantenimiento diario

1. Revisión del nivel de aceite del motor	Verificar que se encuentre en el nivel óptimo de trabajo
2. Revisión y suministro de combustible	Destapar el tanque de combustible y verificar que esté lleno, caso contrario suministrar combustible hasta llegar al nivel deseado.

3. Comprobar funcionamiento del sistema de transmisión	Verificar que la transmisión de la máquina no presente daños o desperfectos antes del encendido
4. Comprobar acción de encendido	Revisar que la palanca selectora no se trabe al momento de accionarla
5. Verificar presión de neumáticos	Golpear ligeramente las ruedas para comprobar que no estén bajas
6. Revisión general con máquina encendida	Comprobar estado óptimo de la máquina con movimientos ligeros al estar encendido.

Arranque y funcionamiento

Antes de encender el motocultor se debe verificar que la palanca selectora de marchas esté en posición neutro y tener los pies lejos del apero. Los gases de escape contienen monóxido de carbono por ello no se debe encender la máquina en lugares cerrados. El procedimiento de encendido se observa a continuación:

- a) Al utilizar la maquina se debe tener en cuenta ciertas consideraciones respecto a la seguridad y manejo de la máquina.
- b) Antes de empezar el trabajo, mantener un buen estado de la lubricación de la maquina como el nivel combustible, nivel de aceite sean los necesarios para efectuar el arado. Apretar tuercas o tornillos en caso de hacer falta.



- c) Es importante no poner en funcionamiento la maquina hasta estar seguros de que las herramientas estén correctamente ajustadas para evitar accidentes.



- d) Al momento del arado, es permitido solamente la permanencia del operador de la aradora, ya que el terreno puede tener diferentes obstáculos y ocasionar accidentes al ayudante.
- e) Durante el arado es necesario llevar una adecuada velocidad considerando las condiciones del terreno o del camino que va a trabajar la máquina, para evitar daños o desgaste en los componentes del equipo.



- f) Al finalizar el arado, desconectar el motor, limpiarla y verificar si en la máquina hay piezas dignificadas como pernos desajustados.

Recomendaciones de uso

- Utilizar elementos de protección personal para proteger la salud de los operadores que realizan el trabajo.
- Para lograr un buen trabajo de la máquina, depende del suelo y de la correcta operación de la máquina.
- Realizar el arado de manera cuidadosa y de manera controlada para evitar daños graves.
- Nunca intentar lubricar, limpiar o realizar cualquier ajuste con el arador encendido.

Arranque de la maquina

Para un correcto arranque de la máquina se toma en consideración los siguientes pasos:

- 1) Las palancas deben estar en un inicio en esta posición



- 2) Poner el interruptor en “ON”
- 3) Halar el retráctil hasta que encienda



En este paso se debe repetir el proceso hasta que encienda la máquina, debido a que el lugar donde vaya a trabajar depende mucho de su altura esta vez estaba en San Isidro de Tabacundo donde el clima estaba muy frío y se requirió hacer mayor esfuerzo al encender la máquina.

Finalmente, se cambia la posición de la palanca ploma que es la del paso del choque y ya está lista para trabajar.



Mantenimiento del motor

Como primera acción para tener al motor en óptimas condiciones, se debe realizar el cambio de aceite, recomendablemente con las siguientes frecuencias:

1. Primer cambio de aceite de motor a las 20 horas
2. Segundo cambio de aceite de motor a las 30 horas
3. Tercer cambio de aceite de motor a las 60 horas

A partir del cuarto cambio de aceite se deben realizar después de haber cumplido 80 horas de trabajo en el arado. Estas acciones preventivas son prioritarias en vista de que en las 2 primeras ocasiones de uso del motor puede existir residuos de limalla al ser este nuevo. En caso de no cumplir estos cambios de aceite, es posible que el motor presente obstrucciones que terminen por afectar el buen funcionamiento del mismo.

Para llevar un reporte de estos cambios se sugiere el siguiente reporte:

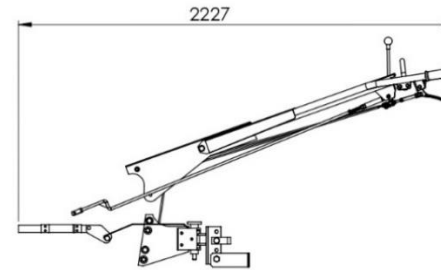
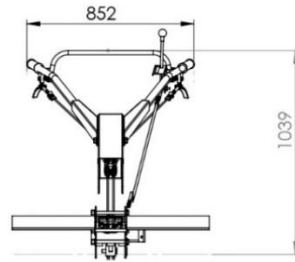
Pruebas de funcionamiento en terreno sin arado

Mantenimiento	Fecha	Responsable	Novedades
20 horas	9/01/2023	Alexis Guañuna	Ninguna
30 horas	10/01/2023	Alexis Guañuna	Ninguna
60 horas	14/01/2023	Jessica Chafla	Ninguna
80 horas			
80 horas			
80 horas			

Anexo 2. Formato para las pruebas de funcionamiento

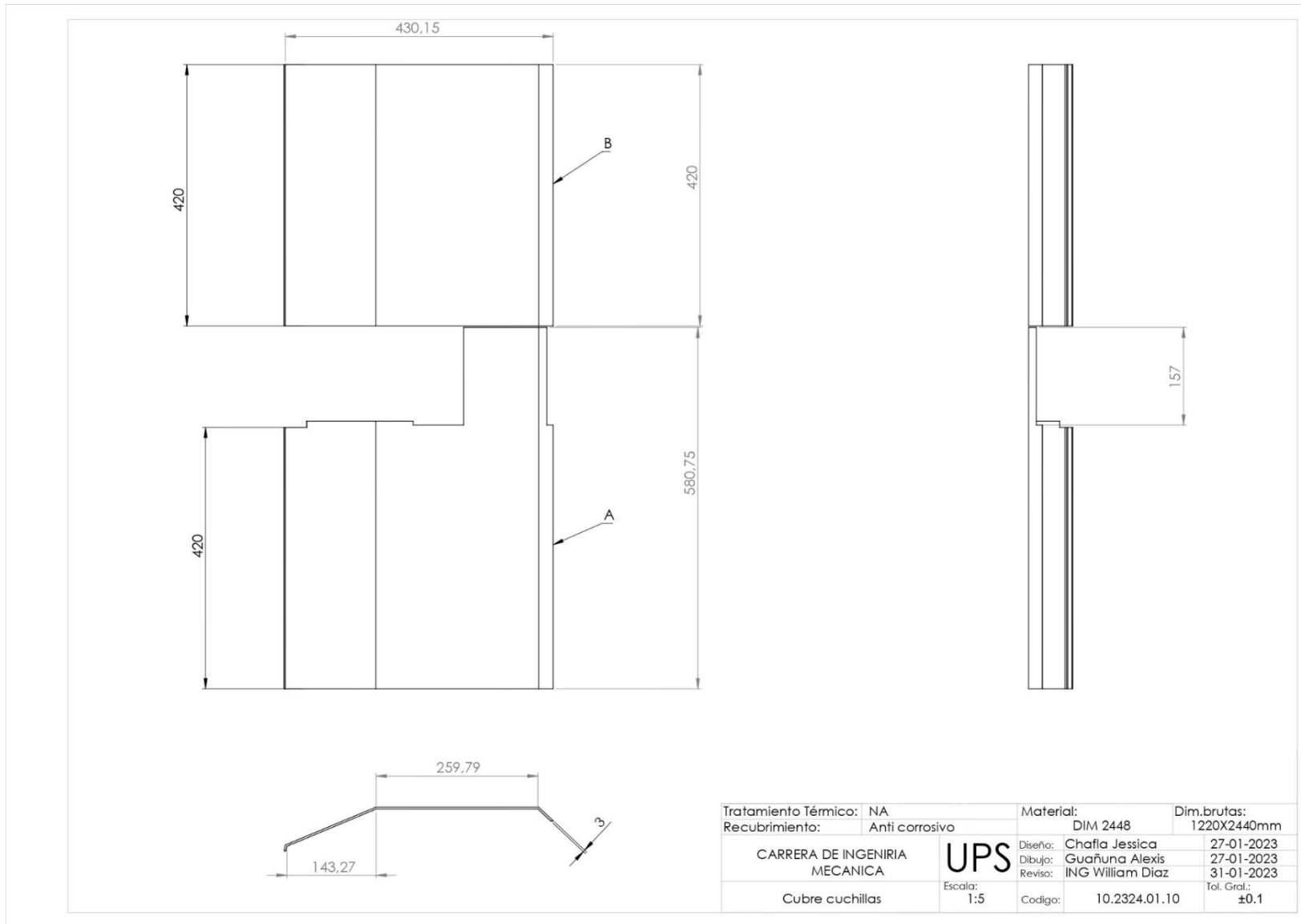
Responsable							
Tipo de cultivo							
Lugar						Fecha	
Prueba	1		2		3		Observaciones
Criterios	Fallo	No Fallo	Fallo	No Fallo	Fallo	No Fallo	
Sistema Motriz							
Ajuste de estructura							
Maniobrabilidad							
Fiabilidad de la tarea							
Facilidad de transporte							
Capacidad							
Profundidad de labrado (cm)							
Tiempo (S)							
Distancia recorrida (m)							
Encendido de la máquina							

Anexo 3. Plano del chasis del modelo CAD

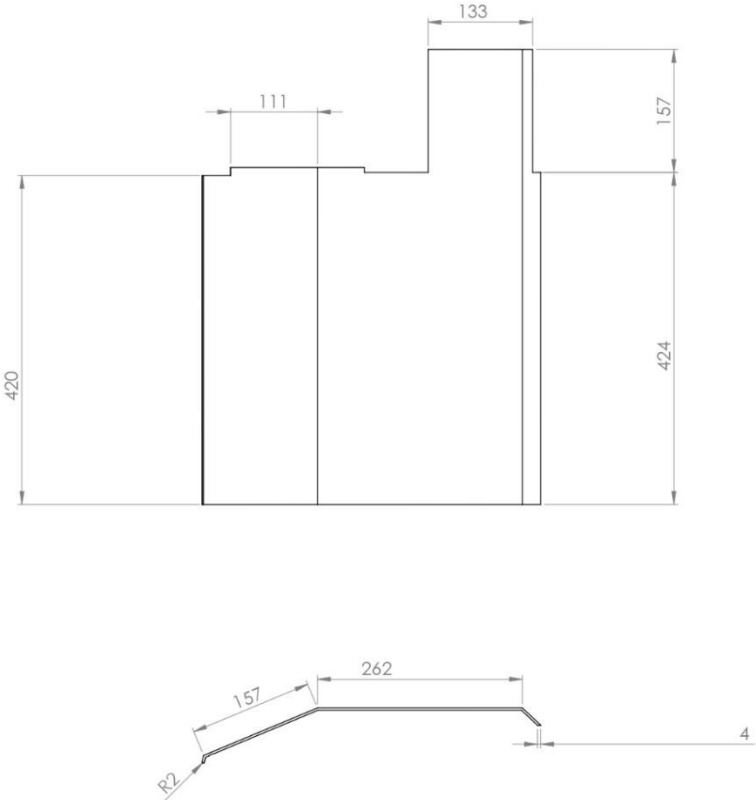


Tratamiento Térmico:	NA	Material:	DIM 2448	Dim.brutas:	1220X2440mm
Recubrimiento:	Anti corrosivo	Diseño:	Chafra Jessica		27-01-2023
CARRERA DE INGENIRIA MECANICA		UPS	Dibujo:	Guañuna Alexis	27-01-2023
			Reviso:	ING. Jaime Heredia	03-02-2023
Chasis	Escala:	1:20	Codigo:	10.2324.01.10.13	Tol. Gral.: ±0.1

Anexo 4. Plano del cubre cuchillas del modelo CAD

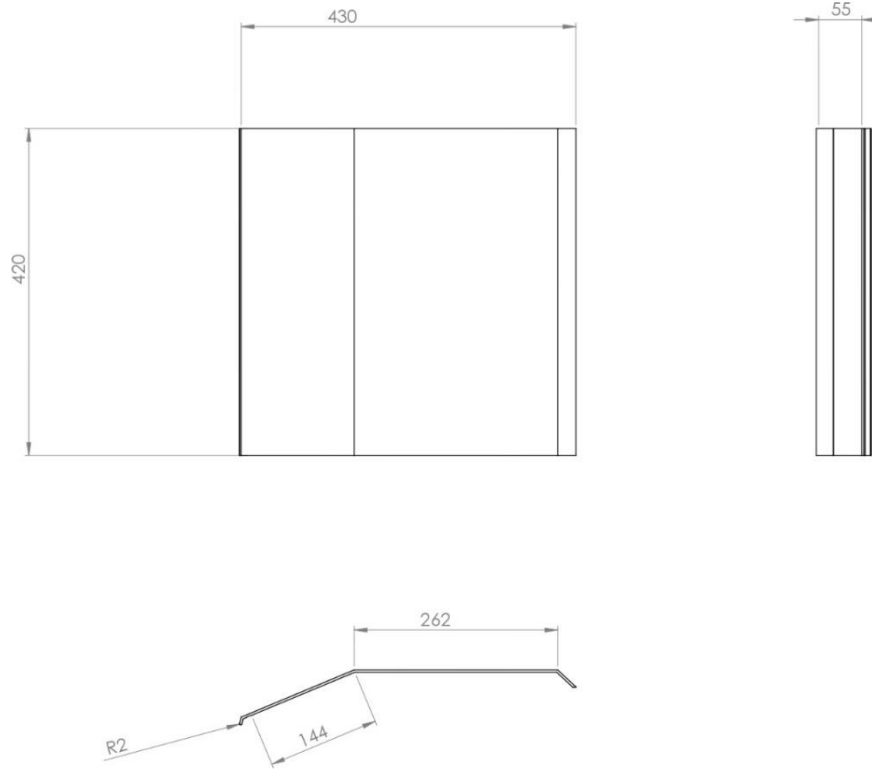


Anexo 5. Plano del cubre cuchillas A del modelo CAD



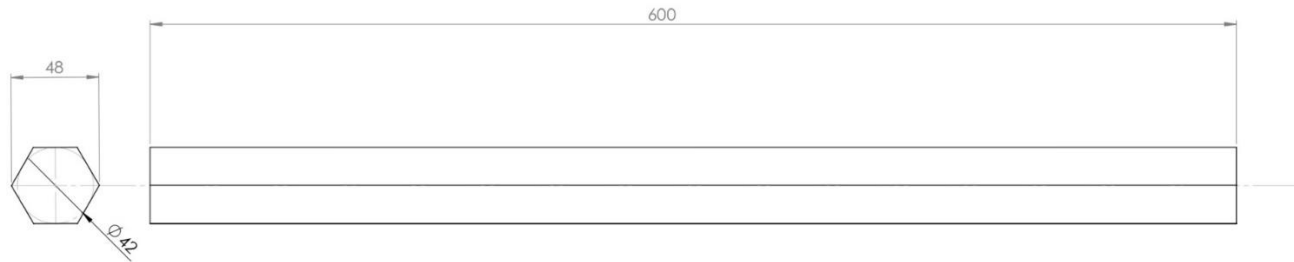
Tratamiento Térmico:	NA	Material:	DIM 2448	Dim.brutas:	1220X2440mm
Recubrimiento:	Anti corrosivo	Diseño:	Chafía Jessica		27-01-2023
		Dibujo:	Guañuna Alexis		27-01-2023
		Reviso:	ING. Jaime Heredia		03-02-2023
Cubre cuchillas A		Escala:	1:5	Código:	10.2324.01.10.01
				Tol. Gral.:	±0.1

Anexo 6. Plano del cubre cuchillas B del modelo CAD



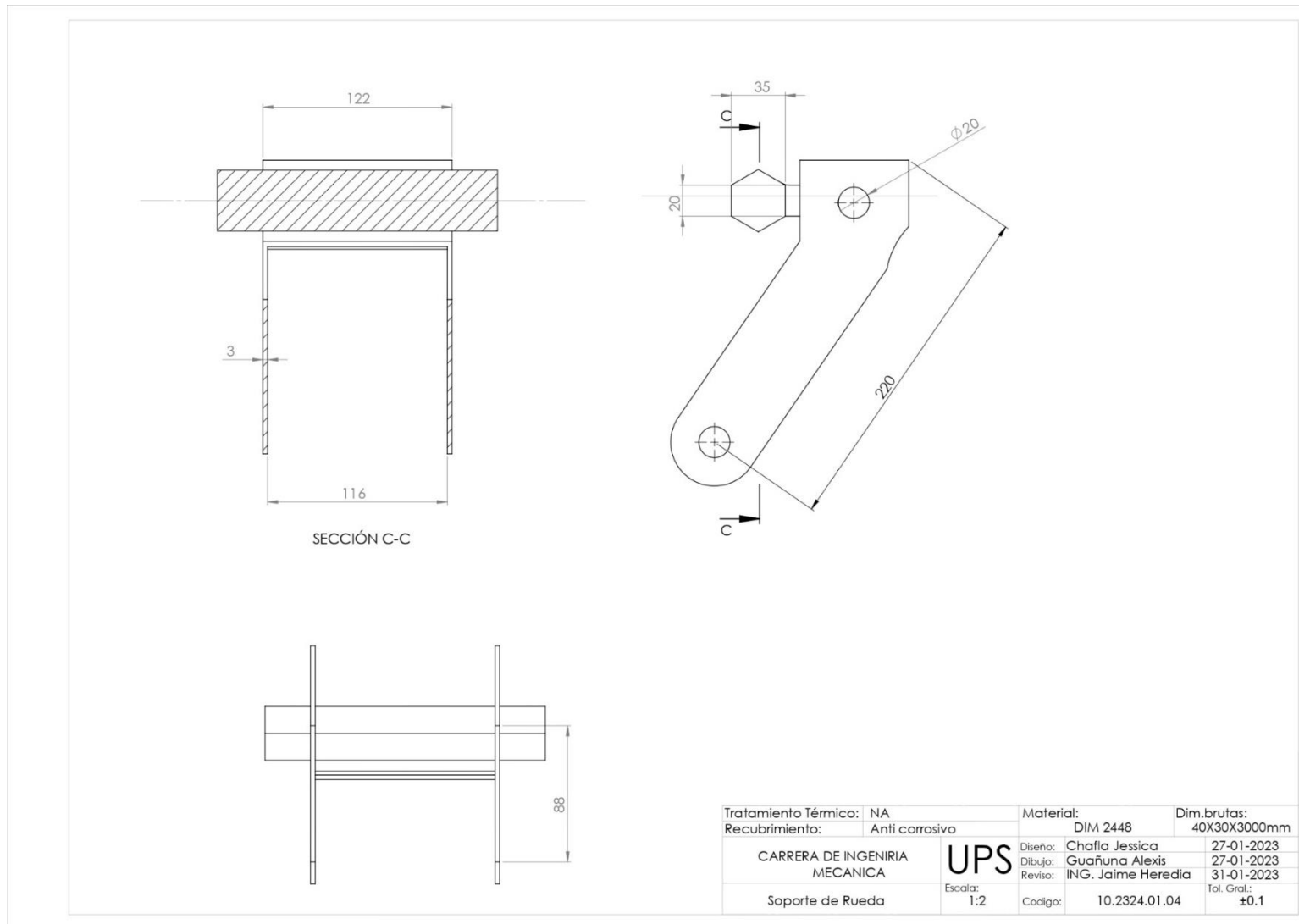
Tratamiento Térmico:	NA	Material:	DIM 2448	Dim.brutas:	1220X2440mm
Recubrimiento:	Anti corrosivo	Diseño:	Chafía Jessica		27-01-2023
		Dibujo:	Guañuna Alexis		27-01-2023
		Revisó:	ING. Jaime Heredia		03-02-2023
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		UPS	Escala:		Tol. Gral.:
Cubre cuchillas B			1:5	Codigo:	10.2324.01.10.02

Anexo 7. Plano del eje de las cuchillas del modelo CAD

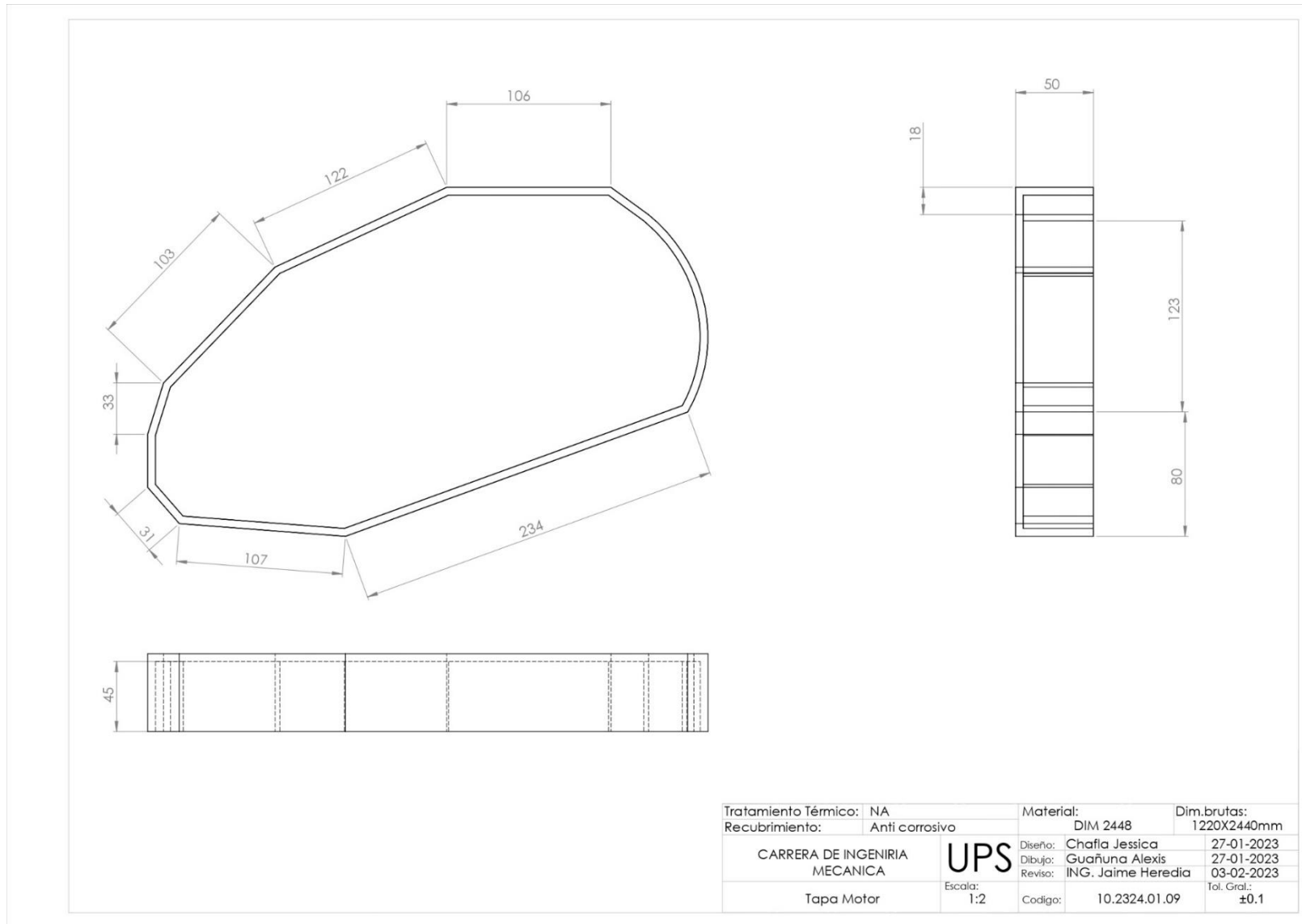


Tratamiento Térmico:	NA	Material:	DIM 2448	Dim.brutas:	1220X2440mm
Recubrimiento:	Anti corrosivo	Diseño:	Chafia Jessica		27-01-2023
		Dibujo:	Guañuna Alexis		27-01-2023
		Reviso:	ING. Jaime Heredia		03-02-2023
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		Escala:	1:2		Tol. Gral.: ±0.1
Eje cuchillas		Codigo:	10.2324.01.10.12		

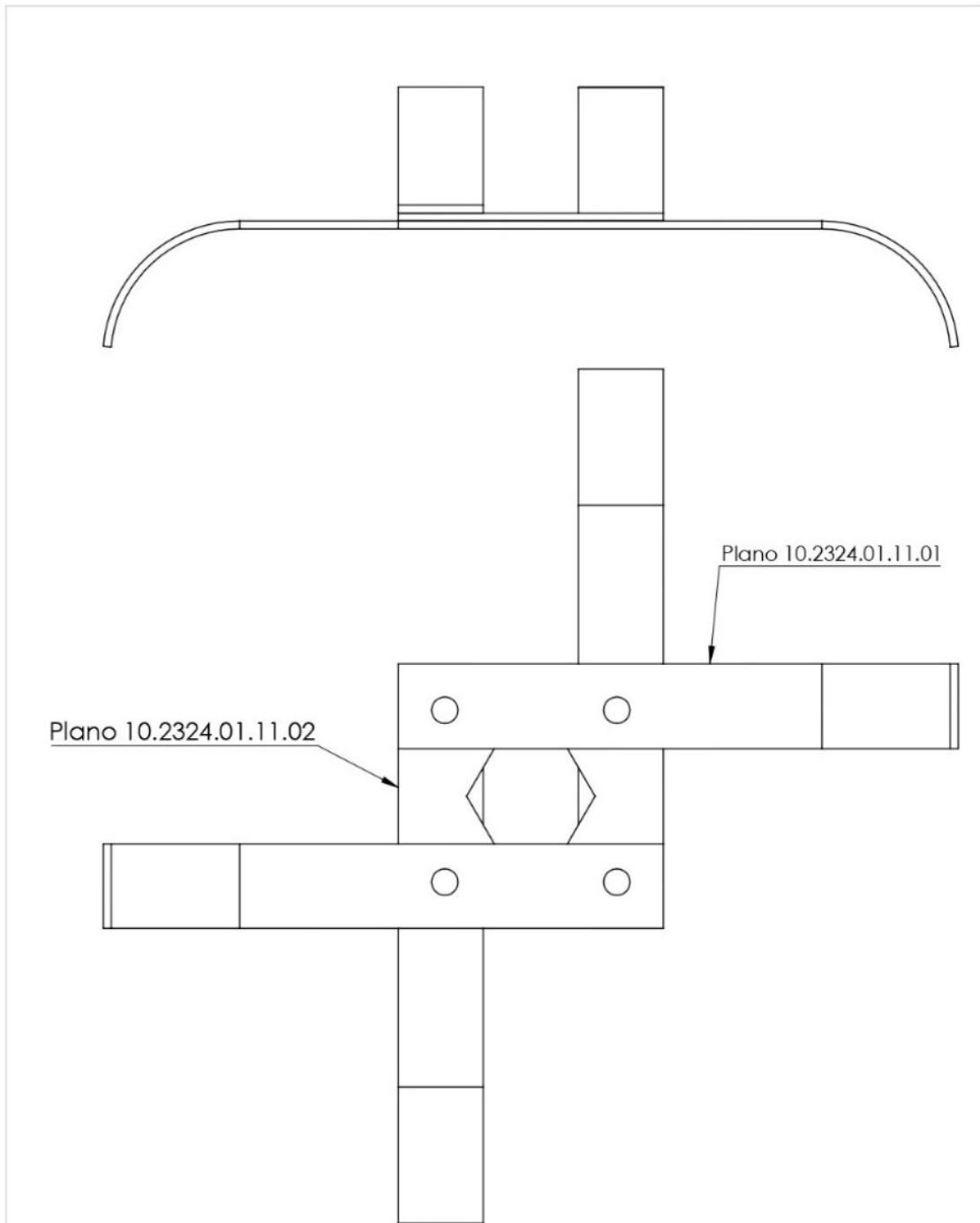
Anexo 8. Plano de la porta cuchillas del modelo CAD



Anexo 9. Plano del soporte de la rueda del modelo CAD

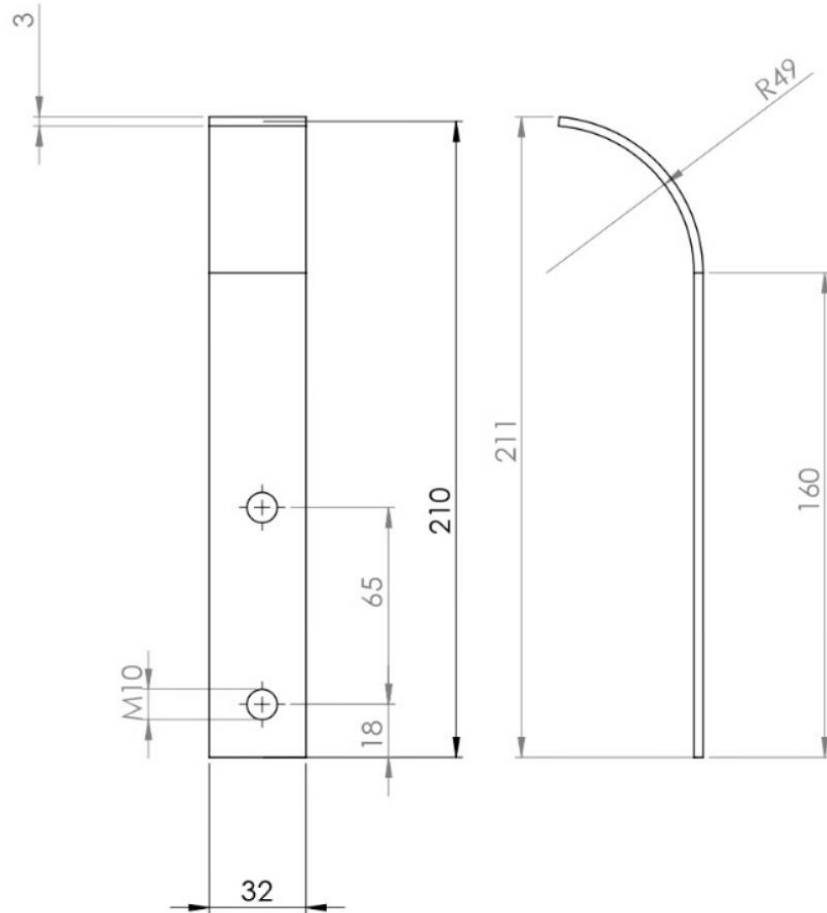


Anexo 10. Plano de la cuchilla del modelo CAD



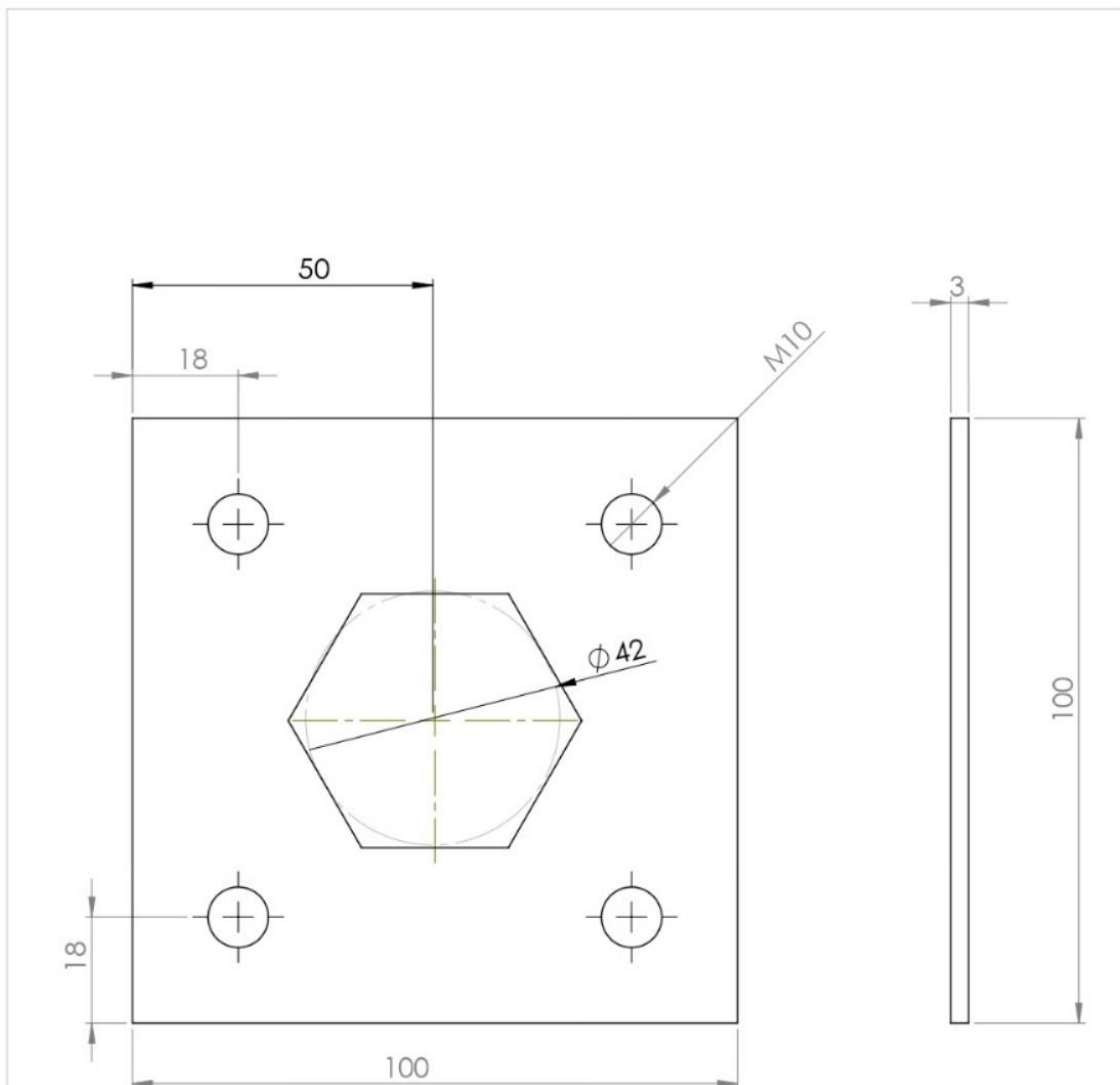
Tratamiento Térmico:	En cada plano	Material:	Dim.Brutas:
Recubrimiento:	En cada plano	En cada plano	En cada plano
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	Chafra Jessica 27-01-2023
		Dibujo:	Guañuna Alexis 27-01-2023
Sistema de cuchillas	Escala: 1:2	Reviso:	ING. Jaime Heredia 31-01-2023
		Codigo:	10.2324.01.11 Tol.Gral.: ±0.1

Anexo 11. Plano de las cuchillas con despiece del modelo CAD



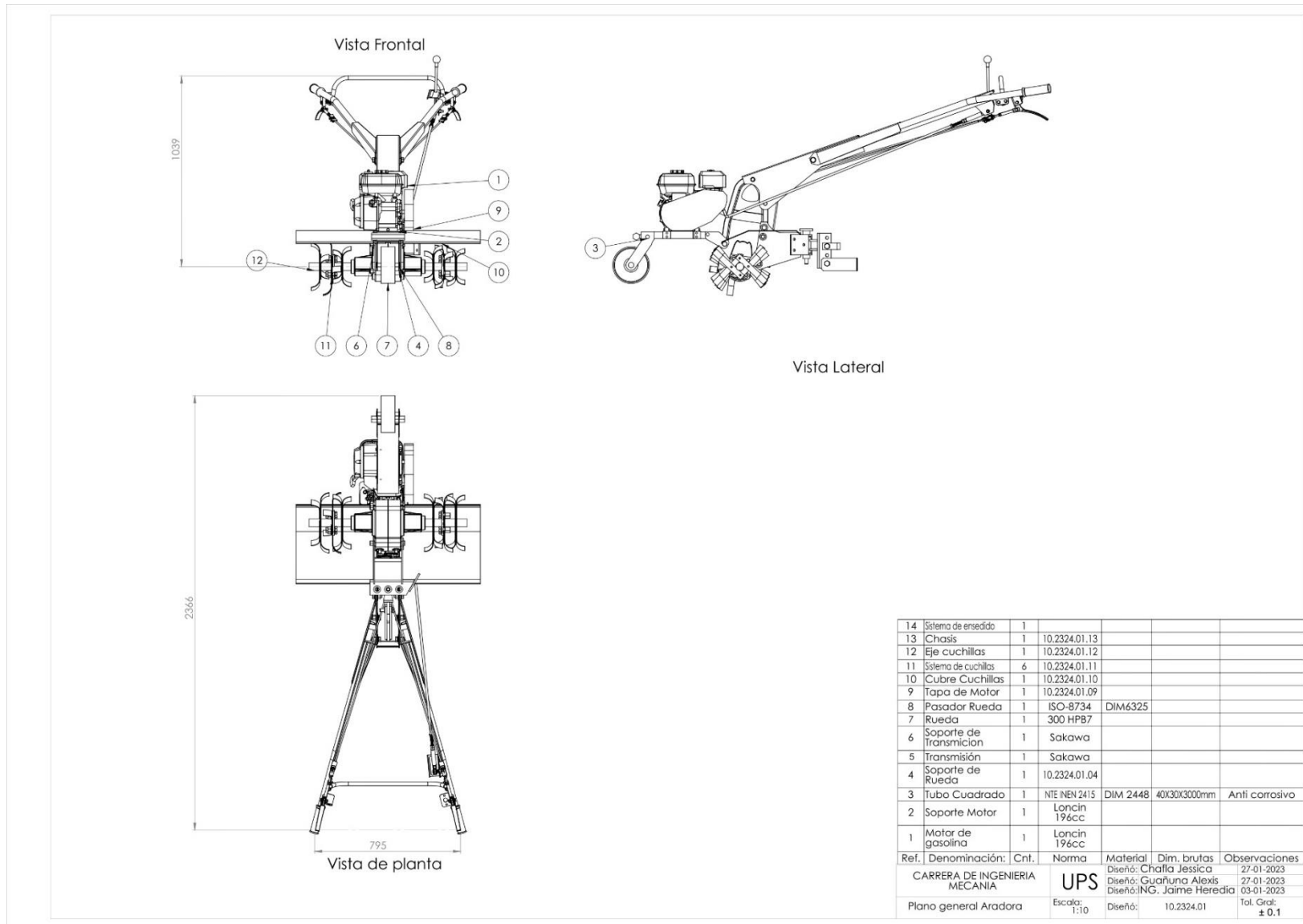
Tratamiento Térmico:	Temple y revenido	Material:	Dim.Brutas:
Recubrimiento:	Anti corrosivo	DIM 2448	40X220 mm
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	UPS	Diseño:	Chafía Jessica 27-01-2023
		Dibujo:	Guañuna Alexis 27-01-2023
Cuchilla	Escala: 1:2	Reviso:	ING. Jaime Heredia 03-02-2023
		Código:	10.2324.01.11.01 Tol.Gral.: ±0.1

Anexo 12. Plano de la tapa del motor del modelo CAD



Tratamiento Térmico:	Temple y revenido	Material:	DIM 2448	Dim.Brutas:	120X120x3 mm
Recubrimiento:	Anti corrosivo	Diseño:	Chafía Jessica		27-01-2023
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		Dibujo:	Guañuna Alexis		27-01-2023
		Reviso:	ING. Jaime Heredia		03-02-2023
Placa porta cuchilla	Escala: 1:1	Codigo:	10.2324.01.11.02	Tol.Gral.:	±0.1

Anexo 13. Plano conjunto del modelo CAD



Anexo 14. Ficha Técnica para la Caja de Transmisión Completa

Esta ficha funciona son las especificaciones técnicas de la Moto Azada 2 Vel Mas Marca atrás por cadena.

Descripción.

- Transmisión completa para moto azadas: Compatible con la mayoría de máquinas del mercado
- 2 velocidades adelante y una marcha atrás: Completa para llegar y montar.

Medidas aprox segun fabricante pueden variar en alguno mm:

Largo total: 430mm

Ancho total ejes: 260mm

Distancia entre tornillos sujeción chasis: 135mm

Longitud eje izquierdo:80mm

Longitud eje derecho: 80mm

Ejes hexagonales de 23mm

Distancia entre tornillos tapa superior ancho:79mm

Distancia entre tornillos tapa superior largo:147mm

Distancia entre tornillos tapa superior centrales:100mm

Largo eje polea: 65 mm

Eje polea estriado de 15mm

Distancia entre tornillos soporte tiro parte superior: 60mm

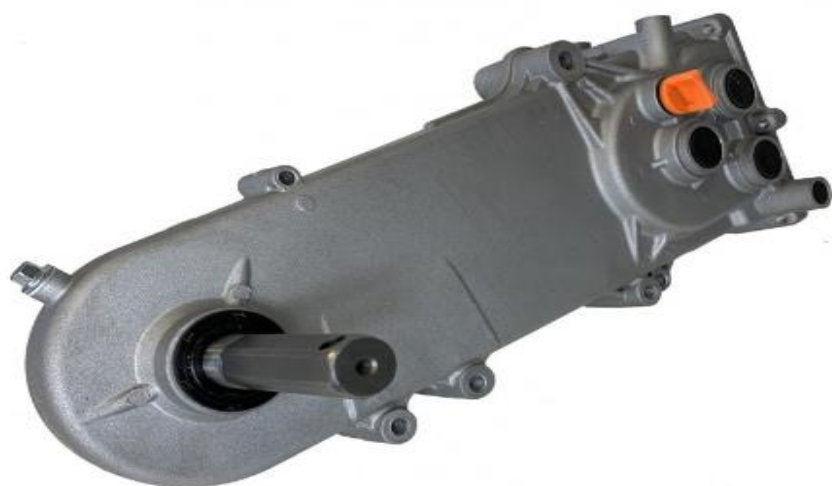
Distancia entre tornillos soporte tiro parte inferior: 78mm

Tapón vaciado inferior cambio valvulina.

MPN 941G80571

Marca SAKAWA





MOTOR GASOLINA 6.5HP LONCIN G200F

El motor a gasolina de 6,5Hp es una máquina de uso profesional que puede ser acoplada a diferentes equipos de acuerdo al uso que se le queda dar en labores agrícolas o industriales. Es muy útil en zonas al aire libre y en áreas en las que no se cuenta con energía eléctrica.

Especificaciones Técnicas:

Cilindrada:	196 cm ³ .
Potencia:	6,5 HP.
Torque máximo:	12,4/2500 Nxm/RPM.
Autonomía:	2.5 hrs.
Sentido de rotación del eje:	Contrario a las agujas del reloj.
Capacidad del estanque:	3,6 lts.
Tipo de aceite lubricación:	15W/40SAE.
Capacidad aceite:	0,6 lts.
Sistema arranque:	Piola retráctil.
Nivel de ruido a 7 Mts:	70 dBa.
Dimensiones (L x An x Al):	376 x 312 x 335 mm.
Peso:	19 kg.



CATALOGO SISTEMA DE TRANSMISIÓN

- Cuando el operador suelta la palanca de la fricción, la fricción está desacoplada y la corriente del motor no es transmitida a la motoazada y las fresas dejan de girar (ver fig. 8).

Nota: una regulación incorrecta del cable de la fricción pone en peligro el uso normal del producto.

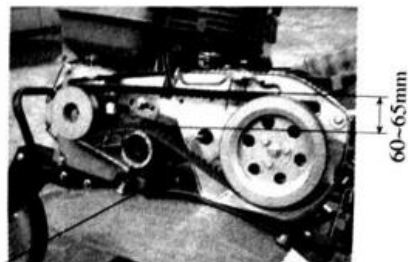
- Antes controlar la tensión de la palanca de la fricción. Normalmente la palanca debe tener un juego de 4-8 mm; si no fuera así, aflojar la tuerca de fijación y regular la palanca. Terminada la regulación, apretar la tuerca de fijación.

- Si fuera necesario, el operador puede poner en marcha el motor para controlar si la fricción se acopla o desacopla correctamente.

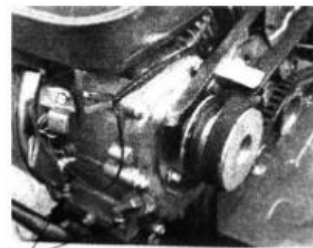
4. Regulación de la tensión de la correa

- Tener presionada la palanca de la fricción y levantar la polea de tensión para apretar la correa. Una correa tensada adecuadamente tiene una longitud larga en tensión entre 60 y 65 mm (ver fig. 10)

- Si la tensión de la correa no entra en los límites de tensión manual, necesita una regulación. Antes de todo, aflojar las cuatro tuercas del motor; si la correa está demasiado floja, empujar hacia adelante el motor, y si la correa está demasiado tensa, empujar hacia atrás el motor hasta que la tensión de la correa entre en los límites de la norma. Al final apretar las tuercas del motor y del plato de conexión.



Engine mounting bolt
Figure 10



Engine mounting bolts
Figure 11

- Aflojar las tuercas del cárter de la correa y manteniendo pulsada la palanca de la fricción regular el espacio entre el cárter y la correa como se indica en las figuras.

5. Regulación de la palanca de aceleración

- Velocidad normal: 1800 ± 100 rev/min; velocidad elevada: 3600 ± 50 rev/min. La velocidad puede ser regulada usando un cuenta revoluciones.

- Modo de control y regulación de la velocidad

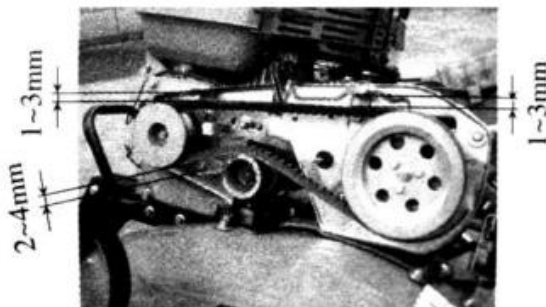


Figure 12



Figure 13 Accelerator valve regulator

1. Girar la palanca de aceleración en la esteva al máximo sin carga y controlar si el cuenta revoluciones indica una velocidad entre 3600 ± 50 rev/min. Luego girar la palanca al mínimo y controlar si el cuenta revoluciones indica una velocidad de 1800 ± 100 rev/min.

2. Si la velocidad indicada por el cuenta revoluciones no entra en los límites indicados, es necesario regular el motor.

Para regular el motor:

1) Controlar si las conexiones del cable de aceleración están aflojadas o cortadas. Si así fuera, apretarlas de nuevo.

2) Girar la palanca de aceleración en la esteva al máximo sin carga, luego moderar la velocidad regulando las tuercas del mecanismo de aceleración del motor hasta la posición apropiada.

3) Después de muchas horas de trabajo, el operador puede regular las tuercas de la palanca de aceleración para regular el motor.

Tabla de mantenimiento técnico del motocultor (la opción indicada con \checkmark se somete a mantenimiento)

Intervalos de trabajo Tipo de mantenimiento	Cada día	Después de 8 horas de trabajo de carga intermedia	Después del primer mes o después de 20 horas	Después del tercer mes o después de 150 horas	Cada año o cada 1.000 horas	Cada 2 años o cada 2.000 horas
Control y apriete de tornillos y tuercas	\checkmark					
Control y adición nueva aceite de motor	\checkmark					
Limpieza y cambio del aceite motor		(Primera vez)	(Segunda vez)	\checkmark (tercera vez y sucesivas)		
Controlar pérdidas de aceite	\checkmark					
Limpiar suciedades, hierbas y manchas de aceite	\checkmark					
Soluciones de problemas	\checkmark					
Regulación partes operativas	\checkmark					
Tensión correa	\checkmark					
Engranajes y cojinetes					\checkmark	

Anexo 15. Pasadores hoja técnica

Pasadores de retención posee una sección hueca perpendicular al eje del pasador que contiene un resorte que empuja a una o varias bolas hacia fuera del eje, con el fin de ajustarlo a un hueco o reten.



Pasadores de seguridad, estos pasadores autoblocantes son básicamente un tipo especial de pasadores de enganche, los cuales poseen un dispositivo de alambre integrado que realiza el bloqueo. Son ideales para aplicaciones en las que se requieren frecuentes montajes y desmontajes.



Pasadores de torsión, presentan propiedades mecánicas similares a los pasadores "beta". La diferencia principal entre ambos es que los pasadores de torsión poseen un mecanismo de autoblocante.



Pasador de pajarita, es similar a los dos anteriores, excepto porque está conformado formando un circuito completo. Un extremo del alambre permite que quede el pasador fijo en el eje y reduce el riesgo de ser retirado accidentalmente por golpes o vibraciones.



Anexo 16. Revisión de las Pruebas

Esta tabla es exclusivamente para evaluar la calidad del arado, la anterior es para evaluar el funcionamiento de la máquina.

Características	Resultado	Evaluación sobre 10	Aprueba (Si/No)
Facilidad de conducción	muy bueno	8	Si
Facilidad de curvas	bueno	7	Si
Ancho de la cama de cultivo	muy bueno	9	Si
Altura de la cama	muy bueno	8	Si
Estética de la cama	muy bueno	8	Si

Analizar además el desgaste de la máquina después de las pruebas a través de fotografías.

Atentamente:

Joyme Heredia


Esta tabla es exclusivamente para evaluar la calidad del arado, la anterior es para evaluar el funcionamiento de la máquina.

Características	Resultado	Evaluación sobre 10	Aprueba (Si/No)
Facilidad de conducción	Muy buena	8,5	Si
Facilidad de curvas	Muy buena	8,0	Si
Ancho de la cama de cultivo	Muy buena	8,5	Si
Altura de la cama	Muy buena	8,5	Si
Estética de la cama	Muy buena	9,0	Si

Analizar además el desgaste de la máquina después de las pruebas a través de fotografías.

Atte,



William Diaz