



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

"Implementación de un motocultor con motor de motocicleta para  
reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el  
distrito de Asillo - Azangaro, 2022"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Cruz Turpo, Wilfredo Angel ([orcid.org/0000-0001-9779-377X](https://orcid.org/0000-0001-9779-377X))

**ASESOR:**

Mgtr. Sifuentes Inostroza, Teofilo Martin ([orcid.org/0000-0001-8621-236X](https://orcid.org/0000-0001-8621-236X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO- PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Andrés y Fortunata porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios que me da vida, salud y fortaleza para seguir adelante en mi carrera profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional y mis hermanos por su apoyo moral a lo largo de mis estudios.

Agradezco a la Universidad UANCV a toda la plana docente de ingeniería Mecánica Eléctrica que me impartieron sus conocimientos y haber concluido mis estudios.

Agradezco a la Universidad UCV por brindar la oportunidad para graduarme y concluir mi carrera profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de figuras .....	iii
Índice de tablas .....	v
Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variable y Operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos .....	11
3.6. Aspectos éticos.....	12
IV. RESULTADOS.....	13
4.1. Dimensionamiento de los elementos mecánicos del motocultor .....	13
4.1.1. Selección del motor de motocicleta .....	13
4.1.2. Dimensionamiento de la batería .....	17
4.1.3. Selección de conductor electrico .....	18
4.1.4. Diseño del sistema de transmisión .....	19
4.1.5. Diseño de ejes de transmisión y ruedas .....	24
4.1.6. Dimensionamiento y selección del material del chasis .....	29
4.1.7. Selección de las llantas .....	34
4.1.8. Diseño de la herramienta agrícola .....	35

4.2. Construcción de los elementos mecánicos del motocultor con un motor de motocicleta .....	36
4.2.1. Motor de combustión interna .....	36
4.2.2. Sistema de transmisión .....	37
4.2.3. Ejes de rotación .....	37
4.2.4. Estructura .....	37
4.2.5. Herramienta .....	38
4.2.6. Montaje del Motocultor .....	38
4.3. Verificación de funcionamiento del motocultor .....	39
4.3.1. Área de trabajo .....	39
4.3.2. Capacidad de perforación.....	39
4.3.3. Comparación de arado entre el Motocultor y arado tradicional .....	40
4.3.4. Inversión económica y tiempo de retorno de la implementación del motocultor con un motor de motocicleta .....	41
V. DISCUSIÓN .....	44
VI. CONCLUSIONES .....	48
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXO 1.....	55
ANEXO 2.....	56
ANEXO 3.....	57
ANEXO 4.....	60
ANEXO 5.....	67

## Índice de figuras

Figura 1: Motocultor manual.....	6
Figura 2: Dimensiones tentativas del Motocultor.....	13
Figura 3: Diagrama de cuerpo libre .....	14
Figura 4: Diagrama de fuerzas interactuantes.....	15
Figura 5: Capacidad nominal (hp) cadena 5/8” .....	20
Figura 6: Características técnicas del 1er nivel de reducción.....	23
Figura 7: Características técnicas del 3er nivel de reducción.....	23
Figura 8: Detalles del sistema de transmisión del motocultor .....	24
Figura 9: Cargar en el eje “x” – “y” .....	26
Figura 10: Diagrama de cuerpo libre – carga puntual .....	30
Figura 11: Diagrama de reacciones .....	30
Figura 12: Diagrama de fuerzas por tramo.....	31
Figura 13: Diagrama Fuerzas y Momento flector .....	31
Figura 14: Propiedades de los perfiles de acero .....	32
Figura 15: Propiedades de los perfiles de acero .....	33
Figura 16: Características de la herramienta agrícola.....	35
Figura 17: Planchas Anti desgaste.....	36
Figura 18: Montaje completo del motocultor.....	38
Figura 19: Área de trabajo.....	39
Figura 20: Funcionamiento de la herramienta de arado.....	39
Figura 21: Funcionamiento en terreno del motocultor .....	40
Figura 22: Arado realizado por el Motocultor.....	40
Figura 23: Arado realizado por el hombre .....	41
Figura 24: Arado tradicional vacuno.....	42
Figura 25: Motor de combustión interna.....	60
Figura 26: Transmisión ETAPA – 1 .....	60
Figura 27: Transmisión ETAPA 2.....	61
Figura 28: Eje de transmisión y Rodamiento.....	61
Figura 29: Eje de ruedas y Rodamiento .....	61
Figura 30: Estructura del chasis y ruedas .....	62
Figura 31: Estructura del timón y manubrio.....	62

Figura 32: Estructura del motor .....	63
Figura 33: Herramienta de arado .....	63
Figura 34: Montaje del Sistema de Transmisión .....	64
Figura 35: Montaje del eje de ruedas .....	64
Figura 36: Montaje del Motor.....	65
Figura 37: Montaje de las ruedas .....	65
Figura 38: Montaje del manubrio y timón .....	65
Figura 39: Montaje completo del motocultor.....	66
Figura 40: Montaje completo del motocultor.....	66

## Índice de tablas

TABLA 1: Factores de compensación de seguridad .....	16
TABLA 2: Características del Alternador .....	17
TABLA 3: Características de la batería Zero, Anexo 2 – 2 .....	17
TABLA 4: Tabla de conductores .....	18
TABLA 5: Relación de transmisión de la caja de motor – 1ra etapa .....	22
TABLA 6: Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín .....	28
TABLA 7: Factores de concentración del esfuerzo, kf .....	28
TABLA 8: Características del Alternador .....	29
TABLA 9: Condiciones de operación .....	34
TABLA 10: Características de las marcas de llanta .....	34
TABLA 11: Valores de resistencia del suelo .....	35
TABLA 12: Características del Motor de motocicleta marca “Forte” .....	36
TABLA 13: Características del sistema de transmisión .....	37
TABLA 14: Características del sistema de transmisión .....	37
TABLA 15: Características de la estructura .....	37
TABLA 16: Características de la herramienta de arado .....	38
TABLA 17: Comparación de arado entre la maquina y bovino .....	40
TABLA 18: Inversión económica del motocultor .....	41
TABLA 19: Numero de arado con beneficio .....	43



## **Resumen**

La investigación tuvo como objetivo implementar el motocultor con un motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo- Azángaro, 2022.

La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental, la población fue los motocultores para la provincia de Azángaro y la muestra fue los motocultores para el distrito de Asillo.

En la investigación se diseñó de cada uno de los elementos que componen al motocultor; motor que motocicleta marca Forte de 197 cc de 16 hp, en tanto la batería seleccionada fue de 12 voltios con una capacidad de 5 Ah, los conductores seleccionados fueron 14 y 10 AWG, para el sistema de transmisión fueron necesarias tres etapas de reducción, el eje dimensionado fue de 22 mm y para la estructura fue necesario 2" x 2" x ¼" de acero ASTM A36, las llantas seleccionadas fueron de la marca Michelin con la que cada una puede soportar una carga de 125 kg y la herramienta agrícola fue elaborado de plancha anti desgaste XAR 450. La verificación del funcionamiento del motocultor se puede evidenciar mediante la capacidad de arado mientras que el motocultor puede en 1 día puede arar un área de 5859 m<sup>2</sup> a diferencia si lo haría por el método tradicional solo produciría un total de 4017.6 m<sup>2</sup>. Mientras que el consto de inversión para la construcción del motocultor fue de S/.2507.00.

Palabras clave: Motocultor, motor de motocicleta, Arado tradicional, Azángaro

## **Abstract**

The research aimed to implement the tractor with a motorcycle engine to replace the traditional method of plowing in agriculture, in the district of Asillo-Azángaro, 2022.

The research was of applied type, with an experimental design, the population was the cultivators for the province of Azángaro and the sample was the cultivators for the district of Asillo.

In the present research, each of the elements that make up the cultivator was designed; engine that motorcycle brand Forte of 197 cc of 16 hp, while the selected battery was 12 volts with a capacity of 5 Ah, the selected drivers were 14 and 10 AWG, for the transmission system three stages of reduction were necessary, the dimensioned shaft was 22 mm and for the structure it was necessary 2" x 2" x 1/4" of ASTM A36 steel, the selected wheels were of the Michelin brand with which each one can withstand a load of 125 kg and the agricultural tool was made of XAR 450 anti-wear plate. The verification of the operation of the cultivator can be evidenced by the ploughing capacity while the cultivator can in 1 day plow an area of 5859 m<sup>2</sup> unlike if it would do so by the traditional method it would only produce a total of 4017.6 m<sup>2</sup>. While the investment cost for the construction of the tractor was S / .2507.00.

Keywords: Tractor, motorcycle engine, Traditional plow, Azángaro

## I. INTRODUCCIÓN

En el departamento de Puno, las familias durante muchas generaciones han trabajado y labrado la tierra por medio de aradores jalador por sus animales bovinos. A medida que va pasando los años el método tradicional de arado ha estado disminuido progresivamente por diferentes factores; uno de ellos es que la nueva generación ha perdido el interés de uso, además que genéticamente el ganado bovino ha evolucionado para mejorar la producción de leche y carne para ingreso económico de la población, por ello es que ya no crían ni adiestran bovinos destinados al arado, y otro de los factores es la implementación del arado mecanizado (Tractores), en el transcurso del tiempo ha incrementado la adquisición de máquinas.

En la provincia de Azángaro distrito de Asillo, en la comunidad de Pacastiti, se encuentra los terrenos de cultivo agrupados en minifundios, con área de terrenos no más de una hectárea de cada familia o parcelario, donde realizaban sus cultivos en temporadas de lluvia que viene a ser desde octubre hasta marzo de siguiente año. Por lo cual el trabajo de arado por medio de tractores es muy dificultoso ya que ingresar al área de cultivo para realizar las labores agrícolas es casi imposible y más un en tiempos de aporque de papa, ya que llega a malograr las plantas dando vuelta en los linderos de la parcela, por lo que se hace necesario utilizar bovinos aradores para no maltratar las plantas al dar vuelta en el surco, actualmente la escasez de bovinos aradores adiestrados hace que la población tenga que esperar su turno para trabajar su cultivo, a veces se pasa un día entero en pleno sol esperando su turno y sin poder aporcar el cultivo de papa.

La situación problemática actual de la comunidad de Pacastiti evidencia que en tiempos de cultivo que se lleva a cabo entre los meses de octubre y marzo, los agricultores carecen de implementos de arado como lo es el motocultor operado por un personal de a pie el cual reemplazaría a los bovinos aradores para mejorar las labores y necesidades de los agricultores, con mucha mayor importancia en el aporque de papa (acumular tierra en la base del tronco o tallo), con lo que las familias se beneficiarían con un arado mecanizado implementado con un motocultor

con motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura en el distrito de Asillo-Azángaro.

En base a esta realidad, vamos a proceder a establecer la formulación del problema: ¿De qué manera la implementación de un motocultor con un motor de motocicleta podrá reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo- Azángaro, 2022?

De acuerdo a lo formulado anteriormente, la investigación ha sido orientada bajo las siguientes justificaciones, en el ámbito social, se beneficiará a gran parte de la población ya que contará con su propio motocultor para realizar sus labores agrícolas, en el ámbito tecnológico, se justifica desde el punto de vista de existir las facilidades de contar con equipos, repuestos y accesorios para la mecanización del arado, como justificación ambiental, se tomará en cuenta las medidas correspondientes para supervisar, evaluar bajo las normas de sistema de gestión ambiental ISO 14001 y en el ámbito de seguridad se tomará en cuenta la protección del operador para evitar accidentes en el manejo y manipulación del motocultor.

El objetivo general de la investigación que se ha planteado obedece a: Implementar el motocultor con un motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo- Azángaro, 2022.

A fin de plasmar este objetivo general se ha considerado los siguientes objetivos específicos: i) Dimensionar los elementos mecánicos del motocultor con un motor de motocicleta ii) Construir los elementos mecánicos del motocultor con un motor de motocicleta iii) Verificar el funcionamiento del motocultor iv) Determinar la inversión económica y tiempo de retorno de la implementación del motocultor con un motor de motocicleta.

Por consiguiente, se planteó la siguiente hipótesis: Con la implementación de un motocultor con un motor de motocicleta se podría reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura en el distrito de Asillo- Azángaro, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

En la investigación que se llevó a cabo se ha tenido presente antecedentes referentes al tema como el de (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020) en su trabajo de tesis desarrollado en Quito - Ecuador, tuvo como objetivo diseñar y construir un motocultor motorizado para el cultivo de productos de ciclo corto en pequeñas parcelas, en donde recopiló información sobre los tipos de suelo y los componentes mecánicos del motocultor (motor, caja de cambios, herramientas y manillar), posteriormente realizó un análisis de estabilidad del timón, determinación de las cargas de diseño y diseño de los componentes, por lo que concluyó que el motocultor tiene una efectividad de arado de un área de aproximadamente 1500 m<sup>2</sup> en terrenos de resistencia media.

En el trabajo de disertación de (Medina Encalada, 2018) elaborado en la ciudad de Cuenca – Ecuador su objetivo fue diseñar un motocultor con suspensión independiente para facilitar las labores agrícolas en pendientes, donde identificó el tipo de arado más utilizado en la zona y analizó detalladamente las alternativas para obtener el mejor sistema de suspensión y motor. Además, modeló matemáticamente la cinemática de la suspensión, así como la tracción, velocidad máxima y consumo del cultivador, por lo que concluyó que la potencia del motor, la suspensión y el reconocimiento del tipo de terreno es fundamental para el correcto funcionamiento y maniobrabilidad del motocultor.

En un antecedente relacionado de autoría de (Morales Zapata, 2015) en su trabajo diseño, simuló, evaluó y rediseñó un prototipo de arado para preparar el suelo para cultivos orgánicos para pequeños agricultores, para lo cual se realizó pruebas físicas (tensiones y deformaciones) mediante tensiómetros y acelerómetros, además, mediante el software de simulación Labview, SolidWorks, Matlab y Multisim realizó la simulación del nuevo diseño, con ello concluyó que el análisis de elementos finitos fue esencial para el rediseño por medio de un modelo CAD, para lo cual se debe de utilizarse un tractor de 55 hp para remolcar el sistema de arado a una velocidad de 3 km/h.

En una tesis similar elaborado por (Sangurima Robalino, 2020) en la que diseño un bastidor, arado rotativo para un motocultor, en donde realizo un análisis agrícola de la zona, identificar cuáles son los implementos más necesarios en el sector, por tanto, concluyó que será necesario utilizar un motor de 9.5 hp, para los ejes y la estructura utilizó acero estructural ASTM A36 y obtuvo una eficiencia de 0.2484 hectáreas por día.

En un trabajo relacionado de (Daquilema Guambo, 2014) donde diseño y construyo los implementos para motocultor de tipo cincel, en donde planifico el producto, realizo un diseño preliminar, y construyo, por lo que concluyó que mediante las pruebas se corroboró una óptima maniobrabilidad, un motor de 12 hp y tiene una inclinación máxima de 25°, la herramienta tuvo una profundidad de trabajo de 15 cm y un ancho de 17 cm.

También en el estudio realizado por (Llatas Castro & Rodrigo Delgado, 2020) ejecutada en la ciudad de Pimentel – Perú, El propósito del estudio fue determinar la configuración geométrica y técnica óptima para el diseño de una cosechadora de papas de un solo arado para el tractor eléctrico DF-15L, modeló la cosechadora utilizando el software de modelado mecánico CAD SolidWorks y realizó análisis de análisis estático. Evaluar los (esfuerzos y deformaciones) que actúan sobre los componentes más críticos (ejes, álabes, cadenas transportadoras), por lo que concluyo que la herramienta de simulación de SolidWorks confirma que las dimensiones de los elementos más críticos superan los esfuerzos que actúan sobre cada elemento, por lo que esto La herramienta es fiable y duradera.

El trabajo desarrollado por (Burgos Sanchez, 2019) elaborada en Chiclayo – Perú, Diseño de niveladora de lodo para cultivador motorizado Pt-18L para reducir el tiempo de igualar la tierra para el cultivo de arroz Oyotun, así se determina el tipo y la naturaleza de la tierra, y el tiempo de nivelación actual, y luego se diseñan los elementos mecánicos de la niveladora, así Dibujo En conclusión, los motocultores son máquinas pequeñas de gran capacidad, pero funcionan igual de bien que los más grandes, la reducción del tiempo de

nivelación está directamente relacionada con el tamaño de la motoniveladora.

En un trabajo relacionado de (Alarcon Millones & Teque Chavez, 2022) El objetivo es diseñar un mecanismo de extracción de patata para el proceso de cosecha en tierras de cultivo rural, diseñado según la norma VD 221, que especifica los criterios de resistencia mecánica en función de los requisitos de carga del proceso de cosecha mecánica. La verificación funcional siguiendo el estándar de resistencia mecánica fue un cuasiexperimento utilizando el software CAE, para lo cual concluí que se requería un motor de 4 hp con un corte de 390 mm y una profundidad de 200 mm.

En la tesis de (Alva Montoya, 2016) Identificando los tiempos de labranza para labranza motorizada y convencional, evalúa el acceso desde los caminos a las parcelas y cada tipo de labranza (laderas, terrazas y parcelas en terrazas) versus cada tipo de implemento (yugo, poste y máquina de labranza motorizada) labranza) ya sea en cuanto al tiempo, la duración, el esfuerzo o la calidad del suelo que se cultiva, he llegado a la conclusión de que los agricultores invierten alrededor de 2.000 nuevos soles por hectárea, y el rendimiento de los pollos de engorde tradicionales es de unos 120 metros cuadrados por día, y con métodos mecanizados. 420 a 1,400 Nuevos Soles por hectárea y 2,020 a 420 m<sup>2</sup> por día.

Otro antecedente cuyo autor es (Pulla Marin, 2018) en su trabajo de tesis realizada en Riobamba - Ecuador, su objetivo fue diseñar, fabricar y probar implementos agrícolas para tractores motorizados en la parcela del MAGAP en la provincia de Chimborazo, para lo cual detallo las características mecánicas del terreno y las del tractor, así como las necesidades de los agricultores, posteriormente diseño el implemento agrícola, con lo que concluyo que el diseño es confiable y fácil de operar ya que el equipo fue diseñado de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los usuarios (agricultores).

Una vez descritos los antecedentes de la presente investigación precisamos

describir y detallar conceptos referentes al tema:

La implementación se define como la ejecución o implementación de un concepto de diseño, modelo, plan o algoritmo (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020).

Un motocultor es una máquina de tracción, diseñada para ser conducida a pie, diseñada para conducir y/o remolcar diferentes equipos de trabajo, que está equipada básicamente con: manillar, motor, cardán, toma de fuerza y herramientas necesarias para desarrollar el trabajo (Catherine Ruby, 2018).



Figura 1: Motocultor manual

*Fuente:* (Pulla Marin, 2018)

El motor de una motocicleta es característico al ser de cuatro tiempos, que utiliza combustible y un oxidante, que se introducen en la cámara de combustión interna, donde los gases se expanden al quemarse a alta presión y temperatura. La presión resultante ejerce una fuerza sobre el pistón para generar energía mecánica rotacional (Misari Reyes, 2021).

El arado o labranza tradicional se realiza mediante arado, incorporando residuos vegetales y malezas. En este trabajo se pueden utilizar discos o cinceles, que tienen la función de penetrar y remover el suelo, arrancar las malas hierbas y remover y aflojar la capa superior del suelo (Yalle Pichon, 2021).

La agricultura se define como una serie de actividades destinadas al cultivo de la tierra con el propósito de obtener productos (tales como hortalizas, tubérculos, granos y pastos) para la alimentación humana y ganadera (Llatas Castro & Rodrigo Delgado, 2020).



Asillo es un distrito de la provincia de Azángaro en Puno, Perú, administrada por el Gobierno Regional de Puno, con una población de 17.215 habitantes y una densidad poblacional de 43,9 habitantes por kilómetro cuadrado. Con una superficie total de 392,38 kilómetros cuadrados, la agricultura es la principal actividad económica (Quispe Hanco & Ochochoque Tutacano, 2022).

La resistencia a la deformación del suelo está determinada por su resistencia mecánica y tiene dos componentes, la resistencia viscosa y la resistencia por fricción, que dependen de la humedad (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020).

La fuerza de tiro o de arrastre es la fuerza requerida para arrastrar una herramienta de labranza en el suelo (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020). La fuerza de tracción se refiere a la fuerza horizontal producida por la maquinaria agrícola, que permite tirar de los implementos a través del suelo para superar la fuerza de tracción.

Existen diferentes opciones de herramientas de arado de suelo disponibles, como el arado de disco, que consiste en un disco esférico en forma de corona que gira alrededor de un eje conectado a un marco que forma un ángulo con respecto a la dirección de avance con respecto al plano. ; Arado rotativo consistente en un eje horizontal con cuchillas que reciben el movimiento de la potencia del tractor, cuyo propósito es cortar una capa de tierra y desprenderla golpeando una carcasa metálica regulable situada en la parte trasera; arado cincel o ribas están diseñados para motores tractores, con cinco cinceles de corte rígidos distribuidos en dos filas, del análisis se desprende que posee un mecanismo de fácil construcción, mantenimiento y desmontaje, que permite la sustitución de cada uno de sus elementos de trabajo.

Las transmisiones por cadena son transmisiones robustas que, aunque requieren lubricación, pueden funcionar en condiciones ambientales adversas y altas temperaturas. Además, proporcionan una relación de transmisión fija entre la velocidad y el ángulo de rotación de los ejes de entrada y salida, lo que los hace útiles en las industrias automotriz y mecánica.

Para la realización del proyecto son necesarios realizar cálculos matemáticos y por ello serán necesarias las siguientes formulas:

Para el cálculo de la resistencia del suelo, se debe de definir los esfuerzos a los que está sujeto el suelo, debido a la herramienta de labranza.

$$\tau_{max} = c + \sigma * \tan\Phi \quad (1)$$

$$H_{max} = c * A + Q \tan\Phi \quad (2)$$

$$Q = A * \sigma \quad (3)$$

Donde:

- $\tau_{max}$       Máximo esfuerzo de corte, MPa
- $C$             Adhesión al suelo, N/m<sup>2</sup>
- $\sigma$           Esfuerzo normal, MPa
- $\Phi$             Angulo de fricción interna suelo
- $H_{max}$         Fuerza de corte máxima, N
- $A$             Área de la superficie de falla, m<sup>2</sup>
- $Q$             Carga normal en la superficie, N

Para el cálculo del tiro o fuerza de arrastre, en maquinaria hace referencia a la resistencia específica del suelo.

$$k = \frac{D}{ab} \quad (4)$$

Donde:

- $k$             Resistencia específica del suelo, N/cm<sup>2</sup>
- $D$             Fuerza de tiro, N/lbf
- $a$             Profundidad de trabajo, cm
- $b$             Ancho de trabajo, cm

$$D = Fi * (A + B(s) + C(s))^2 * W * T \quad (5)$$

Donde:

- $D$             Fuerza de tiro del implemento, N
- $F$             Parámetro adimensional de ajuste de la textura del suelo
- $i$             1, 2, 3 para suelos de textura fina, mediana y gruesa
- $A, B, C$       Parámetros específicos de la maquina
- $S$             Velocidad de campo, km/h

- $W$  Ancho de la herramienta, m
- $T$  Profundidad de labranza, cm

Para el cálculo de la potencia del motor gasolinera, se utilizará la siguiente ecuación.

$$P = G * T * v \quad (6)$$

Donde:

- $G*T$  Fuerza de tracción bruta
- $v$  velocidad de avance

Para el cálculo del diámetro de la Catarina se utilizará la siguiente ecuación.

$$D = \frac{p}{\frac{180}{N}} \quad (7)$$

Donde:

- $p$  Paso de la cadena
- $N$  Numero de dientes de la Catarina

Mientras que la velocidad de desplazamiento de la cadena será dada por la ecuación:

$$V_{max} = \frac{N * D * n}{12} \quad (8)$$

Donde:

- $D$  Diámetro de la Catarina
- $N$  Numero de dientes de la Catarina
- $n$  Velocidad angular de la Catarina, rpm

Para el cálculo de la relación de transmisión se utilizará la siguiente ecuación.

$$i_n = \frac{\omega_i}{\omega_o} \quad (9)$$

Donde:

- $\omega_i$  Velocidad angular de salida del motor
- $v$  Velocidad angular del eje de ruedas

Para la selección de rodamiento se utilizará la siguiente ecuación.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (10)$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * N} * L_{10} \quad (11)$$

Donde:

- $L_{10}$  Vida nominal básica
- $L_{10h}$  Vida nominal, horas de funcionamiento
- $C$  Capacidad de carga dinámica básica, Kn
- $P$  Carga dinámica equivalente del rodamiento, kN
- $N$  Velocidad de giro, rpm
- $p$  Exponente de la ecuación de la vida útil, para rodamientos de bola,  $p=3$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** la presente investigación será Aplicada, ya que se realizará el diseño y posterior construcción del motocultor (Gallardo Echenique, 2017).

**Diseño de la investigación:** el trabajo será experimental, debido a que el proyecto tendrá el proceso de diseño, construcción y finalmente se obtendrá un prototipo armado de motocultor.

#### 3.2. Variable y Operacionalización

La operacionalización de las variables es detallada en el Anexo 1.

**Independiente:** Implementación de un motocultor con motor de motocicleta

**Dependiente:** Reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Los motocultores para la provincia de Azángaro

**Muestra:** Los motocultores para el distrito de Asillo.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica utilizada fue el análisis documental de los Motocultores, medio por el cual se buscará la información necesaria para poder diseñar cada elemento que compone el motocultor (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020).

#### 3.5. Procedimientos

Se comenzará realizando la recopilación de información por medio de los antecedentes para poder los parámetros iniciales de diseño tales como; fuerza tractora, velocidad máxima, profundidad de perforación, resistencia del suelo y materiales, posteriormente se diseñará los elementos del Motocultor, obteniendo un diseño preliminar y para finalizar la etapa de diseño con la comprobación de seguridad de cada componente.

Con el diseño establecido se procederá a fabricar y ensamblar cada componente según los materiales obtenidos en el diseño obteniendo un prototipo funcional listo para realizar pruebas de funcionamiento en el área de trabajo de la comunidad de Pacastiti.

### **3.6. Aspectos éticos.**

Este proyecto de investigación tiene en cuenta las normas definidas por el estilo APA del Manual de Referencia de la Universidad Cesar Vallejo; las cuales son consideradas y respetan las normas éticas establecidas para el desarrollo de la labor investigativa de la Universidad, por lo que los autores de este estudio se comprometen a respetar la autenticidad de los resultados obtenidos, para evitar el plagio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Dimensionamiento de los elementos mecánicos del motocultor

#### 4.1.1. Selección del motor de motocicleta

##### 4.1.1.1. Análisis de estabilidad del Motocultor

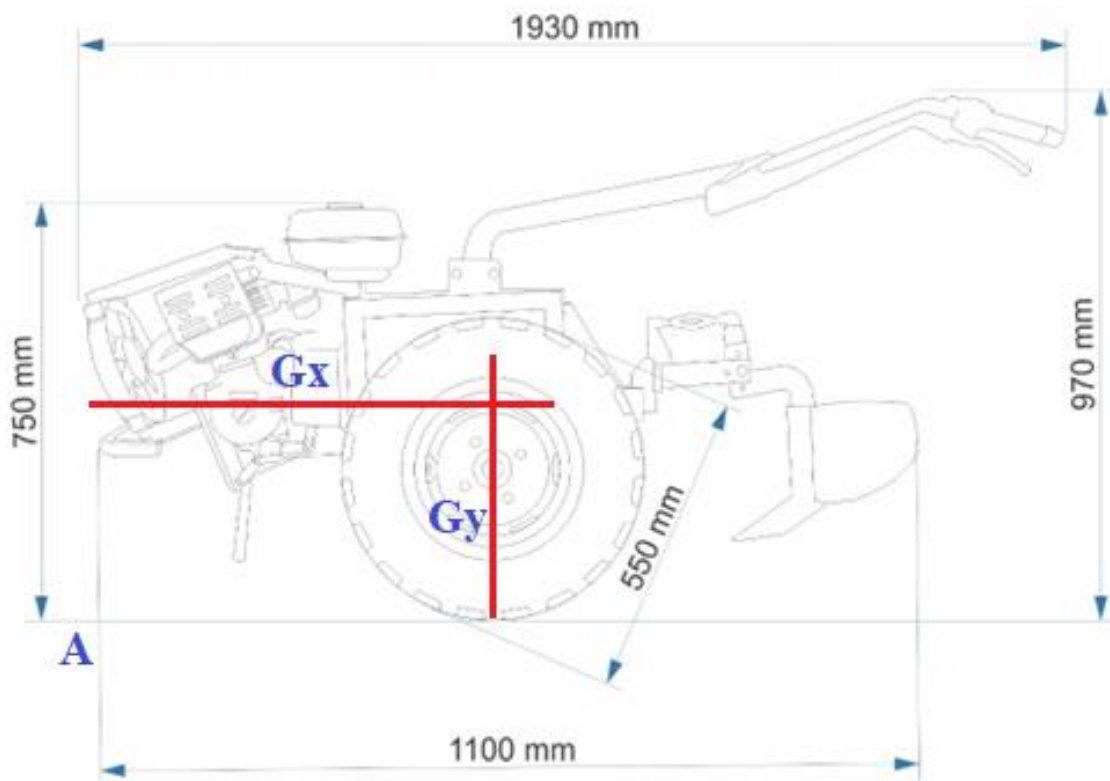


Figura 2: Dimensiones tentativas del Motocultor

Fuente: Elaboración propia

Según la figura mostrada se determina las dimensiones necesarias  $G_x = 550$  mm,  $G_y = 375$  mm y  $G_z = 305$  mm.

##### 4.1.1.2. Cálculo del ángulo de inclinación lateral del motocultor

En base al diagrama de la figura 2, se realiza una sumatoria de momentos respecto al Punto A.

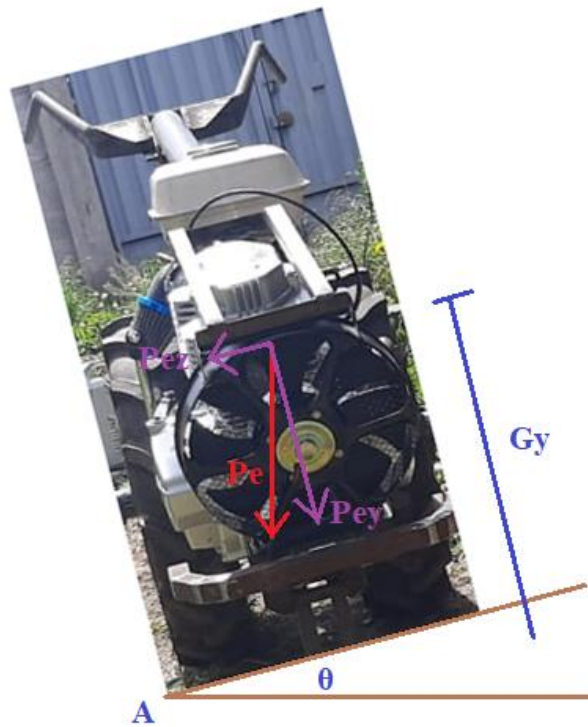


Figura 3: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Elaboración propia

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{z}{Gy}\right) \quad (12)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{245 \text{ mm}}{375 \text{ mm}}\right) = 33^\circ$$

#### 4.1.1.3. Cálculo del ángulo dinámico anti volcadura

El cálculo se realiza para comprobar una posible volcadura del motocultor, causada por irregularidades del terreno.

$$\beta_{dim} = 0.667 * \theta \quad (13)$$

$$\beta_{dim} = 22^\circ$$



#### 4.1.1.4. Determinación de cargas de diseño

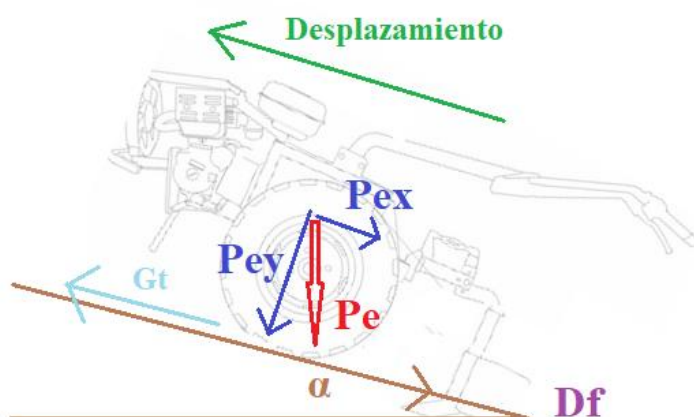


Figura 4: Diagrama de fuerzas interactuantes

Fuente: Elaboración propia

#### Carga Permanente

Para determinar el peso total de la maquina se considerará una masa de 90 kg por ende el peso será de:

$$P_e = m * g \quad (14)$$

$$P_e = 90 * 9.81 = 882 \text{ N}$$

#### Fuerza de tiro

$$D_f = F_i * (A + B(s) + C(s)^2) * W * T \quad (15)$$

Donde:

- $D$  Fuerza de tiro del implemento, N
- $F$  Parámetro adimensional de ajuste de la textura del suelo, 0.7
- $i$  1, 2, 3 para suelos de textura fina, mediana y gruesa
- $A, B, C$  Parámetros específicos de la máquina, 652, 0 Y 5.1
- $s$  Velocidad de campo, 4 km/h
- $W$  Ancho de la herramienta, 0.13 m
- $T$  Profundidad de labranza, 15 cm

$$D_f = 0.7 * (652 + 0 + 5.1 * (4)^2) * 0.13 \text{ m} * 15 \text{ cm} = 1001.36 \text{ N}$$

Tomando en consideración un porcentaje de corrección  $f_c$  de 30% se tendrá como resultados

$$Df_c = 1.3 * 1001.36 N = 1301.77 N$$

#### Fuerza de tracción bruta

$$GT = (Pe * \sin \alpha) + Df_c \quad (16)$$

$$GT = (882 N * \sin 10) + 1301.77 N = 1455 N$$

#### 4.1.1.5. Potencia requerida de diseño

Mediante la fuerza de tracción bruta y la velocidad de avance máxima m/s, se considera la siguiente formula:

$$P = GT * v \quad (17)$$

$$P = 1455 N * 2 \frac{m}{s} = 2.91 kW \cong 3.9 hp$$

Para calcular la potencia requerida de diseño, se toman en consideración que la transmisión es a base de poleas, tensor, cadenas y piñones, con lo que se considera un factor de seguridad de  $n = 1.7$ .

TABLA 1: Factores de compensación de seguridad

Factores para calcular el margen compensatorio de seguridad			
Tipo de Carga	Clase de la fuente de potencia		
	Motor de combustión interna con convertidor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con embrague o caja mecánica
Uniforme	1	1	1.2
Fluctuante	1.2	1.3	1.4
Muy fluctuante	1.4	1.5	1.7

Fuente: (Intermec, 2018)

Entonces:

$$Pd = P * f_c \quad (18)$$

$$Pd = 2.91 kW * 1.7 = 4.95 kW \cong 6.64 hp$$

La selección del motor se realiza a base de la disponibilidad en el mercado nacional y del autor, Motor FORTE 163FMLL1445353 16 hp 197 cc, ANEXO 3-1.

#### 4.1.2. Dimensionamiento de la batería

Para el dimensionamiento de la batería será necesario las características del alternador del motor a gasolina, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 2: Características del Alternador

Características	Valor	Unidad
Voltaje	12	voltios
Potencia	180	watts
Corriente	14	amperios
Dimensiones		
Largo	105	mm
Ancho	40	mm

##### 4.1.2.1.1. Capacidad

$$Cap = \frac{E * T}{\%P * V} \quad (19)$$

- Cap. : Demanda de energía por día
- E : Potencia del alternador
- T : Días de autonomía, 6 horas o 0.25 días
- %P : Ciclo de descarga
- V : Voltaje del sistema (Gomez, Yebra, Gimenez, & Torres Moreno, 2019)

$$Cap = \frac{180 \text{ wh} * 0.25 \text{ dias}}{90\% * 12 \text{ voltios}} = 4.17 \text{ Ah} = 4170 \text{ mAh}$$

TABLA 3: Características de la batería Zero, Anexo 2 – 2

BATERÍAS Acido de Plomo	MARCA: ZERO
YTX5L	
YTX5L	
CELDA	6
VOLTAJE	11.1 - 12.3 V
CAPACIDAD	5 Ah
CATEGORÍA	35C

Se requiere una batería de al menos 4170 mAh y de bajo costo para rentabilizar el proyecto, por lo que se elegirá la batería de marca ZERO de 5 Ah, siendo los mas comerciables en el lugar de realizacion del proyecto, garantizando una factor de seguridad de 20%.

#### 4.1.3. Selección de conductor electrico

Considerando la corriente del alternador de 14 Amperios y el corriente máximo de salida de la batería de 5 amperios, y un voltaje de salida de 12 voltios a corriente continua.

TABLA 4: Tabla de conductores

Numero AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Numero espiras por cm	Kg por Km	Resistencia (Ohms/Km)	Capacidad (A)
0000	11.86	107.2			0.158	319
000	10.4	85.3			0.197	240
00	9.226	67.43			0.252	190
0	8.252	53.48			0.317	150
1	7.348	42.41		375	1.4	120
2	6.544	33.63		295	1.5	96
3	5.827	26.67		237	1.63	78
4	5.189	21.15		188	0.8	60
5	4.621	16.77		149	1.01	48
6	4.115	13.3		118	1.27	38
7	3.665	10.55		94	1.7	30
8	3.264	8.36		74	2.03	24
9	2.906	6.63		58.9	2.56	19
10	2.588	5.26		46.8	3.23	15
11	2.305	4.17		32.1	4.07	12
12	2.053	3.31		29.4	5.13	9.5
13	1.828	2.63		23.3	6.49	7.5
14	1.628	2.08	5.6	18.5	8.17	6
15	1.45	1.65	6.4	14.7	10.3	4.8
16	1.291	1.31	7.2	11.6	12.9	3.7

Fuente: (Mesones Abanto, 2019)

Para nuestro caso se seleccionará un conductor de AWG 14 y AWG 10, considerando que son corrientes máximas de suministro, ANEXO 2 - 3.

#### 4.1.4. Diseño del sistema de transmisión

Para los cálculos de la transmisión, seleccione los rpm recomendados por el fabricante cuando el motor esté funcionando al par máximo. Considere una velocidad de avance de aproximadamente 2 m/s.

##### Velocidad angular de las ruedas

$$\omega = \frac{60 * v}{\pi * Dr} \quad (20)$$

Donde:

- Dr : Diámetro tentativo de la rueda, 550 mm
- v : velocidad nominal 2 m/s

$$\omega = \frac{60 * 2}{\pi * 0.55} = 69.45 \text{ rpm}$$

##### 4.1.4.1. Cálculo de la primera etapa de reducción de cadenas y piñones

Para la selección de la cadena y piñones se consideró una relación de transmisión de 3,7:1, con una velocidad angular de entrada del motor de 360 rpm, resultando una velocidad de salida de 95 rpm y 9 hp.

##### Selección del piñón conductor o motriz, Z1

Para la selección del piñón de arrastre se debe considerar la capacidad de transmisión, la cual depende de la velocidad y el número de dientes:

No. de dientes Piñón conductor		R.P.M. DEL PIÑÓN CONDUCTOR																							
		10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2400	2700	3000	3500	4000	5000	6000	7000
9	0.04	0.10	0.19	0.35	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	3.45	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.04	3.21	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43
11	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	0.06	0.14	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	0.06	0.15	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	0.07	0.16	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	0.08	0.19	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	0.08	0.20	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	7.11	5.82	4.88	4.14	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	0.09	0.21	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	0.09	0.22	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	0.10	0.24	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	0.11	0.25	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	0.11	0.26	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	0.13	0.30	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	
26	0.14	0.31	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0	
28	0.15	0.34	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	
30	0.16	0.37	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	
32	0.17	0.39	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0		
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0		
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0		
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0			

Lubricación Tipo A

Lubricación Tipo B

Lubricación Tipo B

Lubricación Tipo B

La información contenida en estas tablas esta basada en los estándares de la ASOCIACION AMERICANA DE FABRICANTES DE CADENAS (American Chain Association)

*INFORMACION INTERMEC*

Cuando se trata de cadenas de hilera multiple de este paso, multiplique por la capacidad por:

No. DE HILERAS	FACTOR	No. DE HILERAS	FACTOR
2	1.7	5	3.9
3	2.5	6	4.6
4	3.3		

Figura 5: Capacidad nominal (hp) cadena 5/8”

Fuente: (Intermec, 2018)

Se ha seleccionado un piñón conductor  $Z_1 = 15$  dientes,  $Z_2 = 56$  dientes, paso  $p = 5/8$  pulg (15.875 mm) de una sola hilera para una potencia de transmisión exacta y  $C = 14$ .

### Cálculo del ángulo de contacto

Verificar que el piñón de arrastre sea el adecuado, teniendo en cuenta el ángulo de contacto que debe ser mayor a  $120^\circ$ .

$$\theta = 180^\circ - 2 * \sin^{-1}\left(\frac{D_2 - D_1}{2 * C}\right) \quad (21)$$

$$D_i = \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{Z_i}\right)} \quad (22)$$

Donde:

- $D_i$  : Diámetro de paso del piñón conductor o conducido, pulg
- $Z_i$  : Numero de dientes del piñón o conducido

$$D_1 = \frac{0.5 \text{ pulg}}{\sin\left(\frac{180}{15}\right)} = 2.4 \text{ pulg}$$

$$D_2 = \frac{0.5 \text{ pulg}}{\sin\left(\frac{180}{56}\right)} = 8.92 \text{ pulg}$$

$$\theta = 180^\circ - 2 * \sin^{-1}\left(\frac{8.92 - 2.4}{2 * 14}\right) = 153.07^\circ$$

### Selección del piñón conducido, $Z_2$

$$Z_2 = i_2 * Z_1 \quad (23)$$

$$Z_2 = 15 * 3.8 = 56 \text{ dientes}$$

### Cálculo de longitud necesaria en pasos, $L_p$

$$L_p = 2C + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (24)$$

$$L_p = 2 * 14 + \frac{15 + 56}{2} + \frac{(56 - 15)^2}{4\pi^2 * 14} = 66.54 \cong 68 \text{ eslabones}$$

### Distancia entre centro corregida, $C_c$

$$C_c = \frac{1}{4} * \left[ Lp - \frac{Z2 + Z1}{2} + \sqrt{\left[ Lp - \frac{Z2 + Z1}{2} \right]^2 - \frac{8 * (Z2 - Z1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (25)$$

$$C_c = \frac{1}{4} * \left[ 68 - \frac{56 + 15}{2} + \sqrt{\left[ 68 - \frac{56 + 15}{2} \right]^2 - \frac{8 * (56 - 15)^2}{4\pi^2}} \right] = 14.0627 \text{ pasos}$$

Se verifica el ángulo de contacto  $\theta_1$ , con la distancia entre centro corregida el cual es de  $153.07^\circ$ .

$$C_c = 14.0627 \text{ pulg} \cong 357.2$$

#### 4.1.4.2. Resumen de selección de piñones y cadenas para las tres etapas

TABLA 5: Relación de transmisión de la caja de motor – 1ra etapa

	Relación de transmisión de la caja de reducción del motor	3600 RPM
<b>Primera</b>	10 a 1	360
<b>Segunda</b>	6.5 a 1	554
<b>Tercera</b>	5 a 1	720
<b>Cuarta</b>	3.5 a 1	1029
<b>Quinta</b>	3 a 1	1200



Descripción			
Paso, <i>pulg.</i>	0.625	Z1	15
Relación de transmisión	3.7:1	Z2	56
Tipo	Lubricación A	Distancia entre Centros, mm ( <i>Cc</i> )	357.2
Potencia transmitida, hp	2.100	Longitud de Cadena, pasos ( <i>Lp</i> )	68
Velocidad de giro, rpm	360 (entrada)	$\Theta 1$	129.07
	97 (salida)	$\Theta 2$	230.92

Figura 6: Características técnicas del 2do nivel de reducción

Fuente: Elaboración propia

Descripción			
Paso, <i>pulg.</i>	0.625	Z1	17
Relación de transmisión	3.0:1	Z2	50
Tipo	Lubricación A	Distancia entre Centros, mm ( <i>Cc</i> )	205.45
Potencia transmitida, hp	3.010	Longitud de Cadena, pasos ( <i>Lp</i> )	68
Velocidad de giro, rpm	97 (entrada)	$\Theta 1$	129.07
	32 (salida)	$\Theta 2$	230.92

Figura 7: Características técnicas del 3er nivel de reducción

Fuente: Elaboración propia

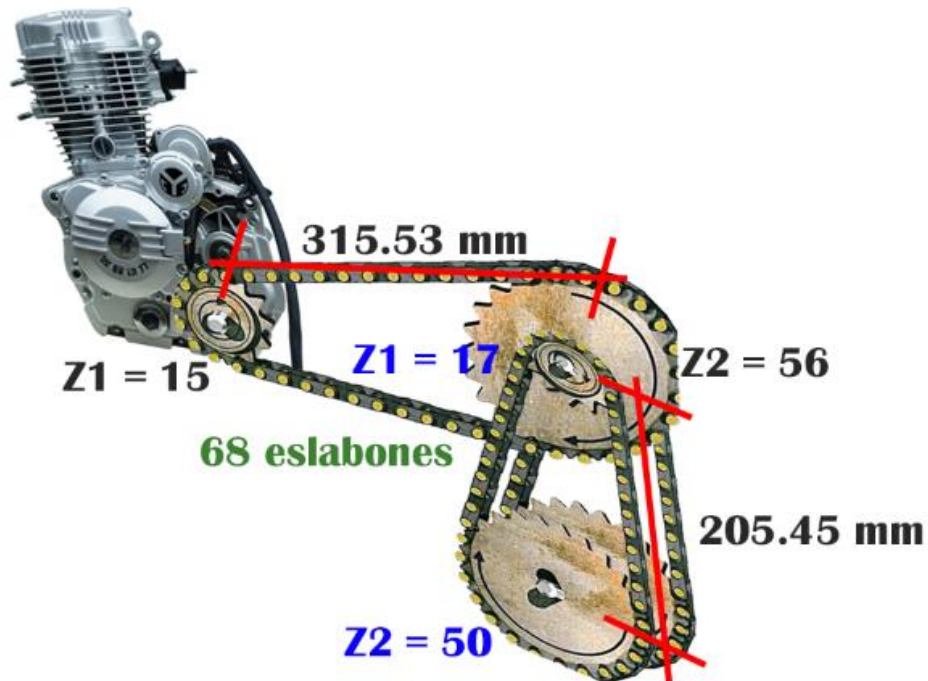


Figura 8: Detalles del sistema de transmisión del motocultor

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5. Diseño de ejes de transmisión y ruedas

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} * \left[ 4 * \left( \frac{Kf * Ma}{Se} \right)^2 + 3 * \left( \frac{Kfs * Ta}{Se} \right)^2 + 4 * \left( \frac{Kf * Mm}{Sy} \right)^2 + 3 * \left( \frac{Kfs * Tm}{Sy} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (26)$$

Donde:

- Kf : Factor de concentración de esfuerzo por fatiga, para esfuerzos por flexión
- Kfs : Factor de concentración de esfuerzo por fatigas, para refuerzos torsionales
- Ma : Momento flexionante alternante, Nm (lbf-pulg)
- Mm : Momento flexionante medio, Nm (lbf-pulg)
- Ta : Par de torsión alternante, Nm (lbf-pulg)

- $T_m$  : Par de torsión medio, Nm (lbf-pulg)
- $S_e$  : Limite de resistencia a la fatiga, MPa (KPsi)
- $S_y$  : Resistencia a la fluencia del material, MPa (KPsi)

### **Cálculo de la fuerza generada por la cadena en el conductor, $F_b$**

$$F_b = \frac{T}{\frac{D_1}{2}} \quad (27)$$

Donde:

- $T$  : Torque del piñón, Nm
- $D_1$  : Diámetro del piñón, m

$$T = \frac{5252 * hp}{Rpm} * I_e \quad (28)$$

Donde:

- $I_e$  : Relación de transmisión en la etapa "e"

$$T = \frac{5252 * 9}{3600} * 3.8 = 50 \text{ lb} - \text{pie} \cong 67.8 \text{ Nm}$$

$$F_b = \frac{67.8 \text{ Nm}}{\frac{0.0762 \text{ m}}{2}} = 1779.53 \text{ N}$$

$$F_{bx} = 1779.53 \text{ N} * \cos(10) = 1161.6103 \text{ N}$$

$$F_{by} = 1779.53 \text{ N} * \sin(10) = 309.0121 \text{ N}$$

### **Cálculo de la fuerza generada por la cadena en el conductor, $F_c$**

$$F_{cy} = \frac{67.8 \text{ Nm}}{\frac{0.0762 \text{ m}}{2}} = 1779.53 \text{ N}$$

### **Cálculo de las reacciones**

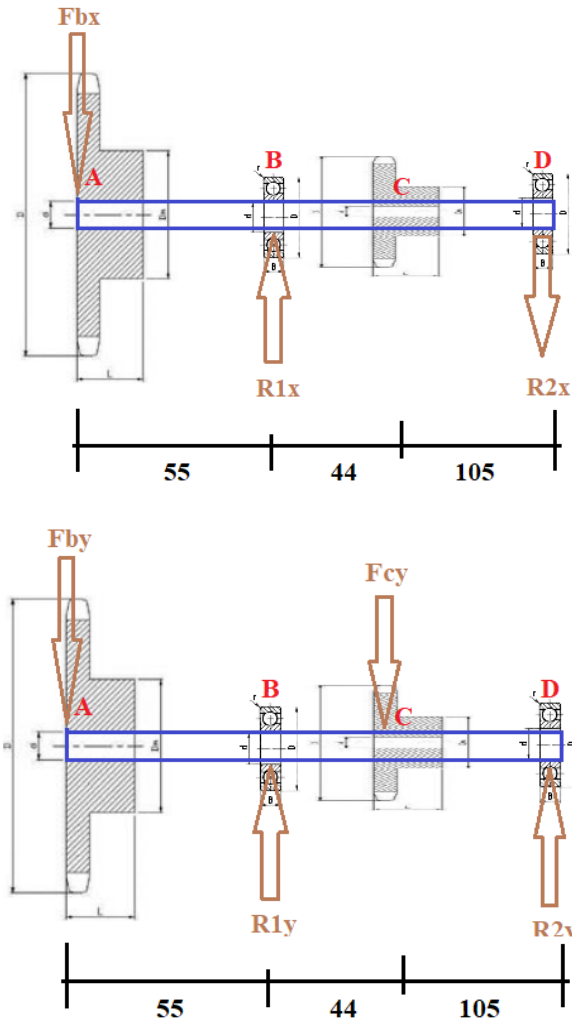


Figura 9: Cargar en el eje "x" – "y"

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de carga eje x

$$R2x = \frac{Fbx * AB}{BD} \quad (29)$$

$$R2x = \frac{1161.6103 * 55}{149} = 428.7823 \text{ N}$$

$$R1x = Fbx + R2x \quad (30)$$

$$R1x = 1161.6103 + 428.7823 = 1590.3926 \text{ N}$$

### Análisis de carga eje y

$$R2y = \frac{Fcy * AB - Fby * BC}{BD} \quad (31)$$

$$R2y = \frac{1779.53 \text{ N} * 55 - 309.0121 * 44}{149} = 565.6216 \text{ N}$$

$$R1y = Fby + Fcy - R2y \quad (32)$$

$$R1y = 309.0121 + 1779.53 \text{ N} - 565.6216 = 1522.9205 \text{ N}$$

### Diseño del eje de entrada

Para determinar el diámetro se tomará como valor de entrada el límite de resistencia a la fatiga del Acero AISI 4340;  $S_y = 900 \text{ MPa}$  y  $S_{ut} = 1200 \text{ MPa}$ .

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S'_e \quad (33)$$

Donde:

- $k_a$  : Factor de modificación de la condición superficial
- $k_b$  : Factor de modificación del tamaño
- $k_c$  : Factor de modificación de la carga
- $k_d$  : Factor de modificación de la temperatura
- $k_e$  : Factor de confiabilidad
- $k_f$  : Factor de modificación de efectos varios
- $S'_e$  : Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatorio, MPa
- $S_{ut}$  : Resistencia última a la tensión, MPa

Se considerará:

$$k_c = k_d = k_f = 1$$

$$k_e = 0.897 \text{ (confiabilidad 90\%)}$$

$$k_a = a * S_{ut}^b \quad (34)$$

Donde:

- $a$  : Factor para un determinado acabado superficial

- **b** : Exponente para un determinado acabado superficial

TABLA 6: Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín

Acabado Superficial	Factor a		Exponente b
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frio	2.7	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272	-0.995

Fuente: (G. Budynas & Keith Nisbett, 2008)

$$kb = 1.24 * Sut^{-0.107} \quad (35)$$

$$S'e = 0.5 * Sut \quad (36)$$

Por ende, se obtiene que:

$$ka = 4.51 * 1200^{-0.265} = 0.69$$

$$kb = 1.24 * 25^{-0.107} = 0.8787$$

$$S'e = 0.5 * 1200 = 600 MPa$$

$$Se = 0.69 * 0.8787 * 1 * 1 * 0.897 * 1 * 600 = 326.3123$$

Entonces:

- **Ma** : momento del conducido, 63.8886 Nm
- **Tm** : torque del conducido, 67.8 Nm
- **Mm, Ta** : 0

TABLA 7: Factores de concentración del esfuerzo, kf

	Flexión	Torsión	Axial
Filete de hombro: agudo (r/d = 0.02)	2.7	2.2	3
Filete de hombro: bien redondeado (r/d = 0.1)	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado (r/d = 0.02)	2.2	3	
Cuñero de patín o trapezoidal	1.7		
Ranura para anillo de retención	5	3	5

Fuente: (G. Budynas & Keith Nisbett, 2008)

$$kt = kf = 2.7$$

$$kts = kfs = 2.2$$

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} * \left[ \left( \frac{Kf * Ma}{Se} \right)^2 + \frac{3}{4} * \left( \frac{Kfs * Tm}{Sy} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left\{ \frac{32 * 2}{\pi} * \left[ \left( \frac{2.7 * 63.8886}{326.3123 * 10^6} \right)^2 + \frac{3}{4} * \left( \frac{2.2 * 67.8}{900 * 10^6} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} = 0.02235 \cong 22 \text{ mm}$$

#### 4.1.6. Dimensionamiento y selección del material del chasis

Considerando la selección de perfiles estructurales para vigas y columnas, para que la selección de materiales para el desarrollo de la estructura sea la adecuada, el factor de seguridad debe estar por encima de 1.5 según el libro de Robert Mott. la seguridad de 2 se establece en el modelo general.

TABLA 8: Características del material

Factor de seguridad	$F_s$	2	
Material: ASTM A-36	Límite de fluencia	250	MPa
	Resistencia a la tracción	450	MPa

Fuente: (Aceros Arequipa, 2020)

##### 4.1.6.1. Esfuerzo permisible

$$\sigma_{permisible} = \frac{\sigma_{fluencia}}{F_s} \quad (37)$$

Donde:

- $\sigma_{permisible}$  = Esfuerzo máximo que soporta el elemento
- $\sigma_{fluencia}$  = Esfuerzo de fluencia del material
- $F_s$  = Factor de seguridad

$$\sigma_{permisible} = \frac{250 \text{ MPa}}{2} = 125 \text{ MPa}$$

#### 4.1.6.2. Solución estática

Se considerará el peso total del motocultor de 120 kg, incluyendo la herramienta de arado.

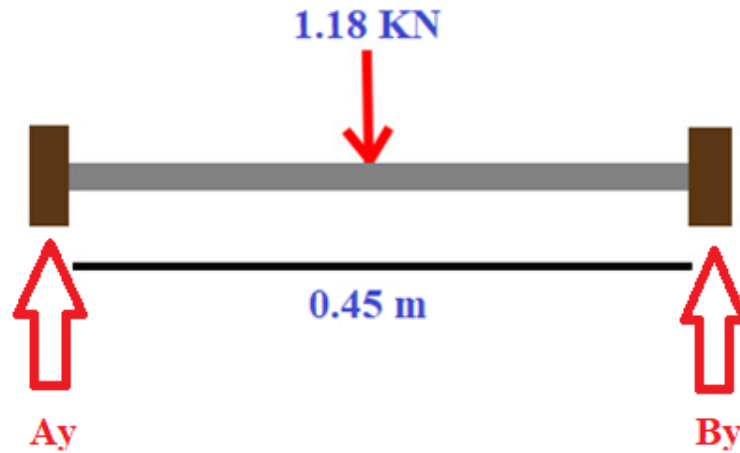


Figura 10: Diagrama de cuerpo libre – carga puntual

$$\sum M_b = 0 \quad (38)$$

$$-A_y * 0.45m + 1.18kN * 0.225m = 0$$

$$A_y = \frac{1.18kN * 0.225m}{0.45m}$$

$$A_y = B_y = 0.59 kN$$

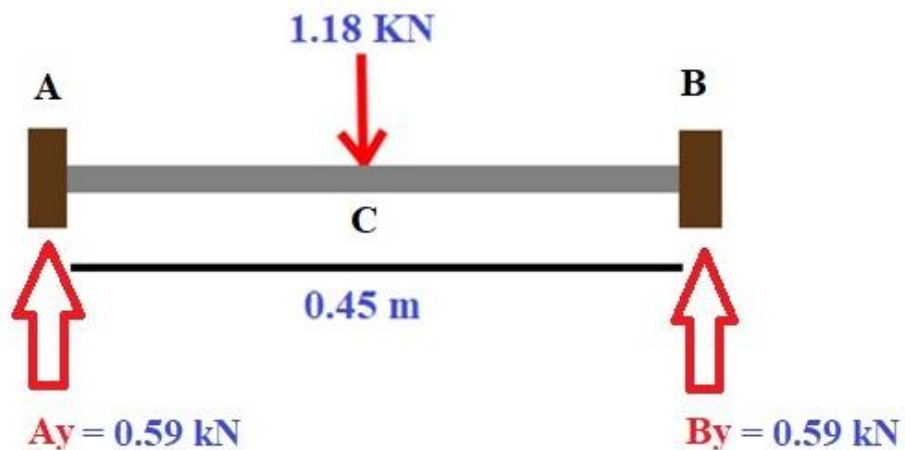


Figura 11: Diagrama de reacciones



#### 4.1.6.3. Diagrama cortante y flector

$$\sum Fy = 0 \quad (39)$$

$$-Ay + V = 0$$

$$V = 0.59 \text{ kN}$$

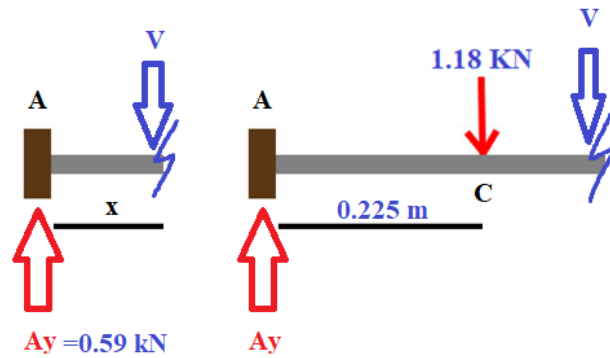


Figura 12: Diagrama de fuerzas por tramo

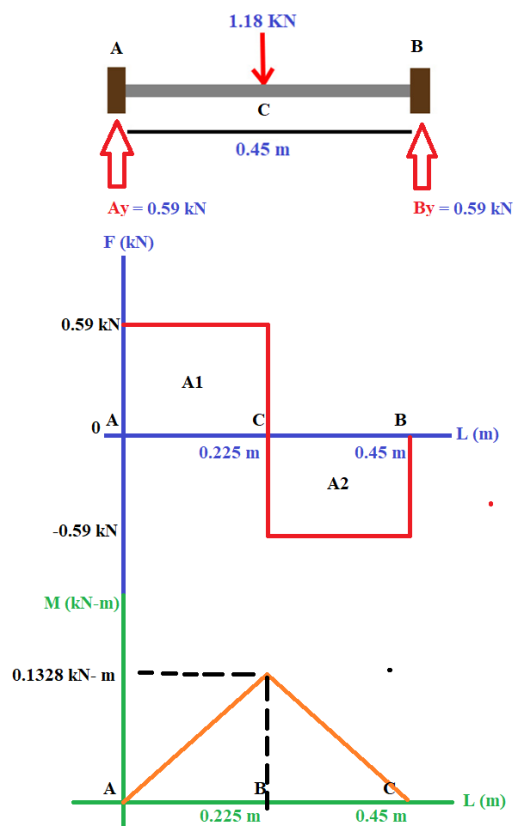


Figura 13: Diagrama Fuerzas y Momento flector

#### 4.1.6.4. Cálculo del módulo de sección

Debido a que el tipo de carga de “puntual” la selección será dada por esfuerzo normal.

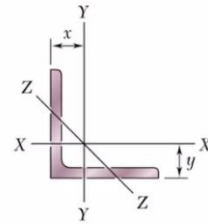
$$S = \frac{|M|_{max}}{\sigma_{permissible}} \quad (40)$$

$$S = \frac{0.1328 \text{ kN} - \text{m}}{125\,000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}} = 0.000001062 \text{ m}^3 \cong 0.064807 \text{ pulg}^3$$

#### 4.1.6.5. Selección del perfil a utilizarse

#### Apéndice C. Propiedades de perfiles laminados de acero (Unidades utilizadas en Estados Unidos)

Ángulos  
Piernas iguales



Tamaño y espesor, in.	Peso por pie, lb/ft	Área, in. <sup>2</sup>	Eje X-X y eje Y-Y				Eje Z-Z r, in.
			I, in. <sup>4</sup>	S, in. <sup>3</sup>	r, in.	x o y, in.	
L8 × 8 × 1	51.0	15.0	89.0	15.8	2.44	2.37	1.56
¾	38.9	11.4	69.7	12.2	2.47	2.28	1.58
½	26.4	7.75	48.6	8.36	2.50	2.19	1.59
L6 × 6 × 1	37.4	11.0	35.5	8.57	1.80	1.86	1.17
¾	28.7	8.44	28.2	6.66	1.83	1.78	1.17
¾	24.2	7.11	24.2	5.66	1.84	1.73	1.18
½	19.6	5.75	19.9	4.61	1.86	1.68	1.18
¾	14.9	4.36	15.4	3.53	1.88	1.64	1.19
L5 × 5 × ¾	23.6	6.94	15.7	4.53	1.51	1.52	0.975
¾	20.0	5.86	13.6	3.86	1.52	1.48	0.978
½	16.2	4.75	11.3	3.16	1.54	1.43	0.983
¾	12.3	3.61	8.74	2.42	1.56	1.39	0.990
L4 × 4 × ¾	18.5	5.44	7.67	2.81	1.19	1.27	0.778
¾	15.7	4.61	6.66	2.40	1.20	1.23	0.779
½	12.8	3.75	5.56	1.97	1.22	1.18	0.782
¾	9.8	2.86	4.36	1.52	1.23	1.14	0.788
¾	6.6	1.94	3.04	1.05	1.25	1.09	0.795
L3½ × 3½ × ½	11.1	3.25	3.64	1.49	1.06	1.06	0.683
¾	8.5	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	0.687
¾	5.8	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	0.694
L3 × 3 × ½	9.4	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	0.584
¾	7.2	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	0.587
¾	4.9	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	0.592
L2½ × 2½ × ½	7.7	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	0.487
¾	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	0.487
¾	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491
¾	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495
L2 × 2 × ¾	4.7	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389
¾	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391
¾	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398

Figura 14: Propiedades de los perfiles de acero

Fuente: (G. Budynas & Keith Nisbett, 2008)

Según lo calculado en la sección 4.1.6.4 él se requiere un perfil que tenga un módulo de sección de 0.064807 pulg<sup>3</sup>, y en la Figura 14, se tiene dos perfiles que cumplen, los cuales son:

- Perfil de acero de 2" x 2" x 1/8" , S = 0.131 pulg<sup>3</sup>, con un costo de S/. 47.
- Perfil de acero de 2" x 2" x 1/4" , S = 0.247 pulg<sup>3</sup>, con un costo de S/.50.

Debido a las diferencias mínimas de en cuanto al costo, se optará por seleccionar el perfil de acero de 2" x 2" x 1/4".



Figura 15: Propiedades de los perfiles de acero

Fuente: (Aceros Arequipa, 2020)

#### 4.1.6.6. Verificación por esfuerzo cortante

$$\sigma_{cortante} = \frac{|F|_{max}}{A_{alma}} \quad (41)$$

- El Área del alma, según Figura 14 es 0.938 pulg<sup>2</sup> equivalente a 0.00060516.
- La fuerza máxima, según Figura 13 es 0.59 kN

$$\sigma_{cortante} = \frac{0.59 \text{ kN}}{0.00060516 \text{ m}^2} = 0.98 \text{ MPa}$$

Según la tabla 8, el esfuerzo máximo permisible es 450 MPa.

$$0.98 \text{ MPa} < 450 \text{ MPa}$$

#### 4.1.7. Selección de las llantas

Para la selección de las llantas debemos de tener en cuenta la potencia máxima a la que será sometida y las condiciones de trabajo.

TABLA 9: Condiciones de operación

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	UNIDAD
1	Motor Forte	163FMLL1445353	
2	Potencia	16	Hp
3	Capacidad	197	cc
4	Rpm	3600	
5	Torque	67.8	N-m
6	Cambios	5	
7	Relación de transmisión	1:45	
8	Condiciones de trabajo	Pesado	
9	Tipo de trabajo	Agricultura	
10	Peso total	90	kg

Según las alternativas actuales en el mercado se tiene como opciones las siguientes marcas de llantas.

TABLA 10: Características de las marcas de llanta

CARACTERÍSTICAS	Unidad	MARCA		
		PIRELI	BRIDGESTONE	MICHELIN
Tipo de vehículo			Tractor	
Uso			Agrícola	
Ancho	mm	480	460	380
Altura	mm	70	85	70
Construcción			Reforzado	
Díámetro	mm	30	38	24
Capacidad de carga	kg	147	154	125
Velocidad	m/s	2	2	2.1

Fuente: <https://www.todo-neumaticos.pe/>

Según las necesidades mencionadas se optará por la llanta de la marca Michelin modelo OMNIBIB 380/70 R24 125D, ANEXO 2 – 4.

#### 4.1.8. Diseño de la herramienta agrícola

##### Fuerza cortante al suelo

Los motocultores ejercen fuerzas de cizallamiento en el suelo para crear una innovación. El suelo se rompe, o se corta, cuando excede su resistencia al corte.

TABLA 11: Valores de resistencia del suelo

Tipo de suelo	Resistencia de suelo (kg / dm <sup>2</sup> )
Arenoso	14 - 24
Arenoso - Arcilloso	50 - 68
Arcilloso	72 - 88
Arcilloso pesado	144 - 176

Fuente: (Rubio Valle, 2018)

Por lo tanto, según lo analizado anteriormente:

- Profundidad de corte : 15 cm = 1.5 dm
- Ancho de corte : 13 cm = 1.3 dm

$$A = \text{Profundidad} * \text{Ancho} = 1.5 * 1.3 \text{ dm} = 1.95 \text{ dm}^2 \quad (42)$$

$$F = A * \text{Resistencia del suelo} * g \quad (43)$$

$$F = 1.95 \text{ dm}^2 * 100 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^2} * \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2} = 1912.95 \text{ N}$$



Figura 16: Características de la herramienta agrícola

Fuente: (Rubio Valle, 2018)

## Selección del material de la herramienta agrícola

**PRODUCTOS PLANOS**
**Planchas Antidesgaste**

**XAR® 450**



**PRESENTACIÓN**  
Pueden suministrarse sueltas como enzunchadas con forro.  
Peso de Planchas en paquetes de 3.0 t.

**NORMAS TÉCNICAS**  
UNE-EN 10029:2011  
Hot-rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions and shape.

**DIMENSIONES ESTÁNDAR**

1/4"	1 1/4"
5/16"	1 1/2"
3/8"	2"
1/2"	2 1/2"
5/8"	3"
3/4"	4"
1"	

**USOS**  
Chuzos, tolvas, canaletas, cribas, zarandas, tolvas de cangilones, elementos de máquinas trituradoras, cuchillas para motoniveladoras, cucharas/cargadores frontales, en la industria, cidoques, baldes para chatarra, contenedores, carros compactadores, rodillos, deshidradores, etc.

**PROPIEDADES MECÁNICAS**

Steel Grade	Hardness [HBW]	Impact Energy		Yield Strength $R_{p0.2}^{min}$ [MPa]	Tensile Strength $R_{m}^{min}$ [MPa]	Elong. A typ. [%]	
		CVN Min. [J]	CVN typ. [J]				
XAR® 450	420-480	27 (at -20°C) (5-35 mm)	40	-	1,200	1,400	10

Figura 17: Planchas Anti desgaste

Fuente: (Aceros Arequipa, 2020)

Debido a la plancha anti desgaste XAR 450 es usado para cuchillas de motoniveladoras, será el elegido como material del motocultor.

### 4.2. Construcción de los elementos mecánicos del motocultor con un motor de motocicleta

#### 4.2.1. Motor de combustión interna

TABLA 12: Características del Motor de motocicleta marca "Forte"

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	UNIDAD
1	Modelo	163FMLL1445353	
2	Potencia	16	Hp
3	Capacidad	197	cc
4	Arranque	Manual y eléctrico	
5	Tanque	6	litros
6	Consumo	2.2	L/h
7	Aceite	1.1	L
8	Peso	32	kg
9	Eje	Rosca	

#### 4.2.2. Sistema de transmisión

TABLA 13: Características del sistema de transmisión

	Descripción		
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
Paso, pulg		0.625	0.625
Relación de transmisión	10:1, 6.5:1, 5:1, 3.5:1, 3:1	<b>3.7:1</b>	<b>3:1</b>
Tipo		Lubricación A	LubricaciónA
Potencia transmitida, hp	3.270	<b>16.7</b>	3.15
Z1		15	17
Z2		56	50
Distancia entre centros, mm (Cc)		228.8	290
Longitud de cadenas, pasos (Lp)		68	68

#### 4.2.3. Ejes de rotación

TABLA 14: Características del sistema de transmisión

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	Diámetro del eje de transmisión,	25	mm
2	Diámetro del eje de ruedas	38	mm
3	Chumaceras	25	mm
4	Chumaceras	38	mm
5	Acero al bajo carbono		ASTM A-36

#### 4.2.4. Estructura

TABLA 15: Características de la estructura

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
<b>CHASIS</b>			
1	Fierro dulce, 16 mm	2	varillas
2	Perfil de Acero de 50 mm, y espesor de 6	4	barras
3	Perfil de Acero de 38 mm, y espesor de 5 mm	4	barras
<b>RUEDAS</b>			
4	Tubo de Acero, 38 mm, y espesor 6 mm	1	barras
5	Fierro dulce, 16 mm		2 varillas
<b>TIMÓN</b>			
6	Tubo de Acero 60 mm, y espesor de 4 mm	1	barras

<b>MANUBRIO</b>			
7	Tubo de Acero 22 mm, y espesor de 3 mm	1	barras
<b>MOTOR</b>			
8	Acero al bajo carbono 10 mm	ASTM A-36	
<b>COMPLEMENTOS</b>			
9	Pernos y tuercas		

#### 4.2.5. Herramienta

TABLA 16: Características de la herramienta de arado

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Altura de la herramienta	15	cm
2	Ancho de la herramienta	13	cm
3	Material	XAR 450	
4	Perno 30 mm de diámetro, y 15 cm	1	pza.

#### 4.2.6. Montaje del Motocultor



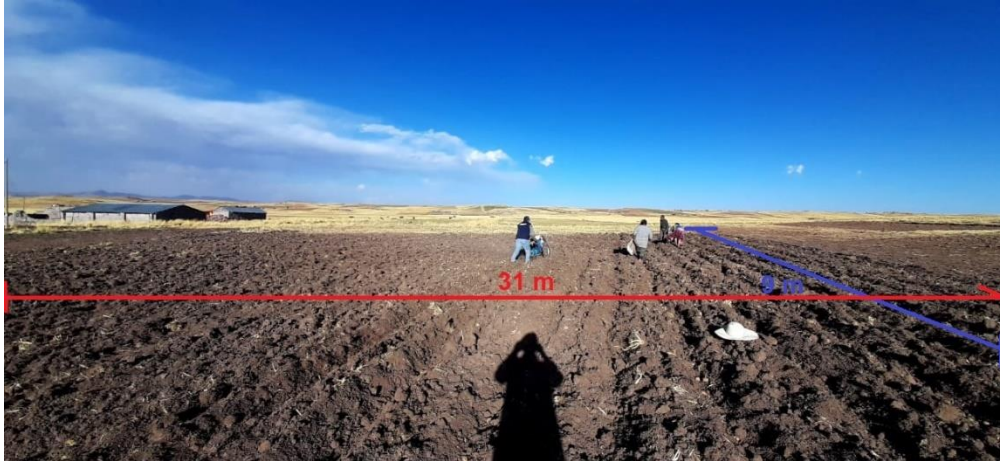
Figura 18: Montaje completo del motocultor



### 4.3. Verificación de funcionamiento del motocultor

#### 4.3.1. Área de trabajo

El área de trabajo fue de 31 x 9 metros.



*Figura 19: Área de trabajo*

#### 4.3.2. Capacidad de perforación

El diseño del motocultor fue de un ancho de corte de 13 cm y una profundidad de 15 cm, mediante la siguiente figura se verifica su correcto diseño y funcionamiento.



*Figura 20: Funcionamiento de la herramienta de arado*



Figura 21: Funcionamiento en terreno del motocultor

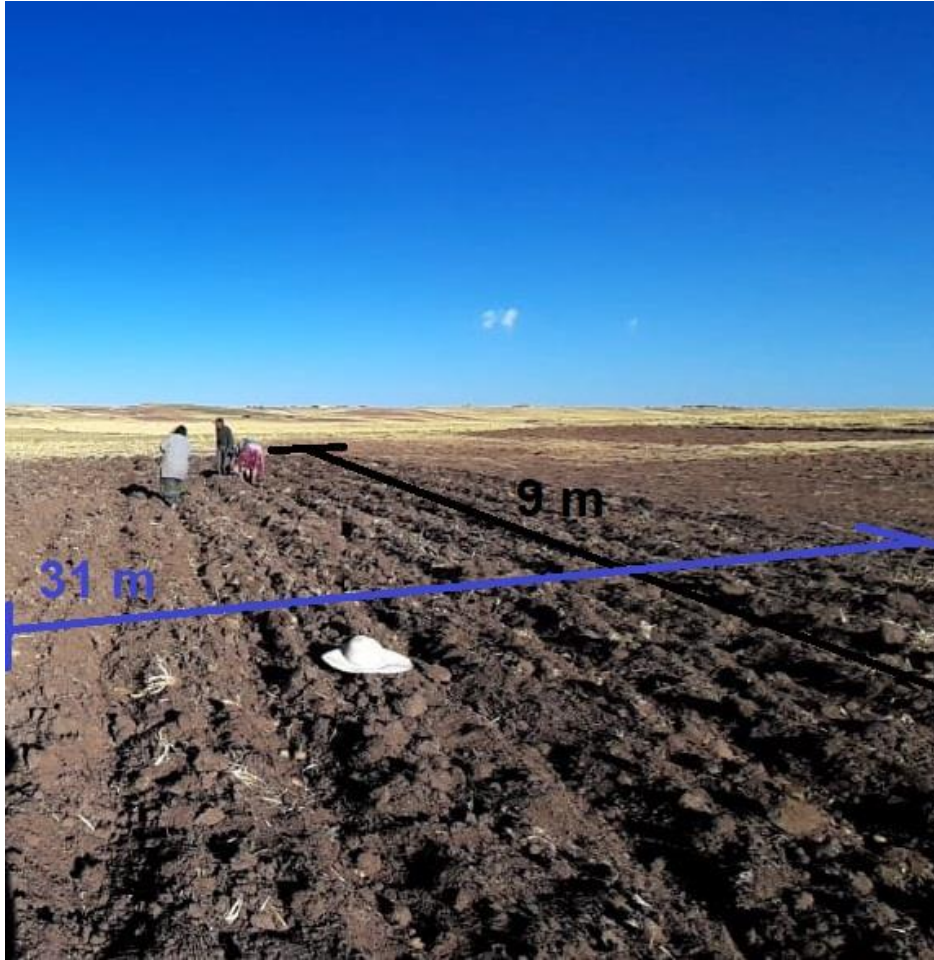
### 4.3.3. Comparación de arado entre el Motocultor y arado tradicional

TABLA 17: Comparación de arado entre la maquina y bovino

MOTOCULTOR CON MOTOR DE MOTOCICLETA			ARADO TRADICIONAL - VACUNO		
Área	5859.0	m <sup>2</sup>	Área	4017.6	m <sup>2</sup>
Tiempo	1	día	Tiempo	1	día
Recurso			Recurso		
Combustible	4.8	litros	Ganado Vacuno	1	Animal
Precio	S/.25.20		Pago	S/.120.00	



Figura 22: Arado realizado por el Motocultor



*Figura 23: Arado realizado por el hombre*

#### 4.3.4. Inversión económica y tiempo de retorno de la implementación del motocultor con un motor de motocicleta

##### 4.3.4.1. *Inversión económica de la construcción del motocultor*

TABLA 18: Inversion economica del motocultor

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
1	Motor 163FMLL1445353 197 cc	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
2	Rodamientos 1 1/2"	2	S/ 50.00	S/ 100.00
3	Rodamientos 1"	2	S/ 30.00	S/ 60.00
4	Llantas	2	S/ 175.00	S/ 350.00
5	Fierro de 1 1/2" de diámetro	1	S/ 60.00	S/ 60.00
6	Tubo de 1 1/2 de diámetro	1	S/ 45.00	S/ 45.00
7	Ventilador	1	S/ 58.00	S/ 58.00

8	Perno y tuercas	1	S/	100.00	S/	100.00
9	Electrodo 7018	4	S/	13.00	S/	52.00
10	Piñón, catalina y cadena	3	S/	34.00	S/	102.00
11	Accesorios de manubrio	1	S/	50.00	S/	50.00
12	Conductores y conectores	1	S/	30.00	S/	30.00
<b>TOTAL</b>						S/ 2,507.00

#### 4.3.4.2. *Tiempo de retorno económico*

Tomando en consideración que el galón o 3.8 litros de gasolina de 84 tiene un costo de S/18. y el consumo para el área 5859.0 m<sup>2</sup> fue de 4.8 litros combustible.

##### 4.3.4.2.1. Costo del motocultor inicial

$$\text{Costo} = \text{Costo de inversion} + \text{Costo de gasolina} \quad (44)$$

$$\text{Precio} = S/.2507.00 + S/.25.20 = S/.2532.20$$

##### 4.3.4.2.2. Costo del arado tradicional vacuno



*Figura 24: Arado tradicional vacuno*

El costo del alquiler por 6 horas de trabajo es de:

$$\text{Costo} = S/.120.00 \quad (45)$$

TABLA 19: Numero de arado con beneficio

DÍA (6 horas de trabajo)	Por cada 5859.0 m2 de trabajo de arado		BENEFICIO (Fn)
	COSTOS		
	MOTOCULTOR	ARADO TRADICIONAL - VACUNO	
1	S/2,532.20	S/120.00	-S/2,412.20
2	S/25.20	S/120.00	-S/2,317.40
3	S/25.20	S/120.00	-S/2,222.60
4	S/25.20	S/120.00	-S/2,127.80
5	S/25.20	S/120.00	-S/2,033.00
6	S/25.20	S/120.00	-S/1,938.20
7	S/25.20	S/120.00	-S/1,843.40
8	S/25.20	S/120.00	-S/1,748.60
9	S/25.20	S/120.00	-S/1,653.80
10	S/25.20	S/120.00	-S/1,559.00
11	S/25.20	S/120.00	-S/1,464.20
12	S/25.20	S/120.00	-S/1,369.40
13	S/25.20	S/120.00	-S/1,274.60
14	S/25.20	S/120.00	-S/1,179.80
15	S/25.20	S/120.00	-S/1,085.00
16	S/25.20	S/120.00	-S/990.20
17	S/25.20	S/120.00	-S/895.40
18	S/25.20	S/120.00	-S/800.60
19	S/25.20	S/120.00	-S/705.80
20	S/25.20	S/120.00	-S/611.00
21	S/25.20	S/120.00	-S/516.20
22	S/25.20	S/120.00	-S/421.40
23	S/25.20	S/120.00	-S/326.60
24	S/25.20	S/120.00	-S/231.80
25	S/25.20	S/120.00	-S/137.00
26	S/25.20	S/120.00	-S/42.20
27	S/25.20	S/120.00	S/52.60
28	S/25.20	S/120.00	S/147.40
29	S/25.20	S/120.00	S/242.20
30	S/25.20	S/120.00	S/337.00

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla después de 27 días se tendrá un retorno de la inversión del S/.52.60, lo cual indica que la inversión de implementación del motocultor es rentable y funcional.

## V. DISCUSIÓN

En la investigación tuvo como objetivo Implementar el motocultor con un motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo- Azángaro, 2022, en la que se seleccionó el motor de motocicleta de 16 hp marca Forte de 167 cc, la batería de ácido de plomo, se seleccionó los conductores, se diseñó el sistema de transmisión de cadenas, la estructura fue de 2" x 2" x ¼" de Acero A36 y los ejes fue de 22 mm, las llantas necesarias fueron de la marca Michelin y la herramienta agrícola fue de XAR 450, con dichas características el motocultor tuvo la capacidad de arado de 5859 m<sup>2</sup> en un día de trabajo de 6 horas y un coste por gasolina de S/.25.20 mientras que el arado tradicional tuvo solamente una capacidad de 4017.6 m<sup>2</sup> con un coste de S/.120.00 y el motocultor tuvo un costo de inversión total de S/.2507.00 con un tiempo de retorno de 27 días. En cuanto a la metodología utilizada al ser Experimental y aplicada el motocultor diseñado fue construido y además corroborado su funcionamiento, por lo que se presentó la dificultad en transportar la maquina desde el taller donde fue ensamblado hasta el lugar donde se realizó las pruebas de funcionamiento, además de tener que coordinar con los pobladores su disponibilidad de tiempo para poder realizar la comparación entre ambos sistemas de arado y finalmente el riesgo de precipitaciones era una constante preocupación para poder llevar a término las pruebas necesarias, sin embargo, al ser de tipo aplicado además de poner en práctica los conocimiento teóricos para el diseño de cada uno de los componentes del motocultor también se pusieron en práctica las habilidades de soldadura por arco eléctrico para la unión de cada uno de las partes de la estructura, también se puso en práctica los conocimiento de construcción por medio de tornos, corte y rectificación de cada pieza mecánica (piñón, catalina, ejes, etc.) por lo que al concluir el ensamble del motocultor se puso en práctica todas las habilidad y capacidad del autor. Sin embargo a pesar de la dificultades la investigación tiene un gran aporte al distrito de Asillo – Azángaro ya que sus pobladores tienen la necesidad de poder voltear y arar la tierra, lo cual es primordial ya que el distrito es caracterizado por la agricultura y ganadería para cada una de las familias, ya que la accesibilidad de grandes maquinarias a familias de recursos

limitados no es posible ya que las extensiones de terrenos que poseen cada familia no es considerable como para adquirir una maquina agrícola, es por ello que se requiere contar con una máquina de poca inversión y alto retorno pero sobre todo que aumente a producción y velocidad de arado de las familias, con lo que la construcción del motocultor diseñado en esta investigación es de suma ayuda y contribución al distrito y sus pobladores en su día a día.

Con los resultados obtenidos en la investigación podemos compararlos con trabajos similares previos como el de **Nájera, 2020** el cual diseño y construyo un motocultor para terrenos pequeños de 120 kg en total de 1.7 x 0.622 x 0.985 m, con un motor de 2500 rpm y 6.5 hp, el autor utilizo una sistema de transmisión combinada entre poleas y cadenas siendo la primera etapa por poleas y tres siguientes por cadena a una relación final de 1:35, utilizo una barra de 18 mm para los ejes de transmisión y la llanta, además utilizo ruedas agrícolas de la marca UNIDECO con una capacidad de 100 kg y la herramienta agrícola fue diseñada para que tenga la capacidad de profundidad de corte de 13 cm con un ancho de 10 cm y para su verificación realizo una tabla donde verifica la fuerza de tracción, dimensiones exteriores, velocidad y peso. Y finalmente determino el costo de inversión el cual fue de \$2418.8, *en el antecedente recomienda el uso de transmisión por cadenas, en cuanto a nuestro trabajo se logró realizar un mejor motocultor con características superiores como el uso de un motor Forte de 16 hp pero con una inversión menor de solo S/.2507.00 equivalentes a \$652*; en otra tesis similar de **Medina, 2015** donde diseño un motocultor para labores agrícolas de 200 kg, con un motor de 16.8 hp de 4 velocidades y marcha atrás, utilizo una llanta de la marca de INTER EMPRESA con neumático de 18 x 7 -8 y la herramienta de acero AISI 7210, para los ejes ASTM A 500 gr y para la estructura de SAE A36, mientras que la inversión necesaria fue de \$3885.50; *por lo cual el antecedente propone utilizar el ASTM A 500 gr, en nuestro caso el motocultor solo pesa 120 kg obteniendo una maniobrabilidad en los giros mucho mejor, el motor Forte fue similar de 16 hp, pero solo se invirtió \$652*; en otro trabajo relacionado de **Morales, 2015** donde diseño un sistema de arado para cultivos para pequeños agricultores donde se utilizó un tractor de 55 hp para remolcar el sistema de arado a una velocidad de 3 km/h, en

tanto el eje de sostén del sistema de arado fue de 22 mm de diámetro hecho de acero al bajo carbono ASTM A-36 y la cuchillas de arado fueron de 300 mm de diámetro y un espesor de 15 mm; *en el antecedente prioriza el uso de eje de mínimo de 22 mm, en nuestro trabajo al diseñar un motocultor autónomo no es necesario el acople a otra máquina para su funcionamiento*; en otro trabajo de **Sangurina, 2018** el cual diseñó un motocultor en donde seleccionó un motor de 9.5 hp, por lo que tanto para los ejes y la estructura utilizó acero estructural ASTM A36 el cual tiene una producción de 0.2484 hectáreas en un día; *donde recomienda que es necesario un motor de alta potencia, en nuestro caso nuestro motocultor tiene un motor Forte de 16 hp con lo que puede producir 5859 m<sup>2</sup> o 0.5859 hectáreas teniendo una mayor producción diaria*; sin embargo, para **Guambo et al, 2014** elaboró la herramienta agrícola para motocultor mediante transmisión por poleas y correas, por lo que necesitó un motor de 12 hp a 2200 rpm por lo que utilizó aceros al carbono A36 7210, los ejes de la transmisión fueron de 24.5 mm, mediante las pruebas de funcionalidad la herramienta tuvo una profundidad de trabajo de 15 cm y un ancho de 17 cm, con lo que fue una inversión total de \$282.64; *donde recomienda la transmisión por cadenas siendo más eficientes, a diferencia de la investigación descrita nosotros utilizamos un motor Forte de 16 hp a 3600 rpm pero para hacer funcionar todo el motocultor no solamente la herramienta de arado y nos costó una inversión de \$652*; de igual forma en el trabajo de **Castro et al, 2020** donde diseñó un implemento agrícola para cosechar papas para un motocultor por lo que utilizó un motor de 14.3 hp a 1018.08 rpm, para los ejes de transmisión utilizó un diámetro de 40, 27 mm y la cuchilla de corte costó de 60 cm de ancho y 25 cm de profundidad y se utilizó el ASTM A-36 de 10 mm de espesor y el costo de inversión fue de S/.2339.50; *de igual forma que el trabajo anterior nosotros utilizamos un motor Forte de 16 hp para el funcionamiento de todo el motocultor y solamente costó \$652 siendo nuestro trabajo más rentable, por lo que es mejor un motor de alto RPM que alta potencia*; en otro trabajo de **Burgos, 2019** donde diseñó una niveladora de fango para motocultor, él tuvo un peso de 55 kg, para el eje se utilizó 5 cm de diámetro, En comparación con los métodos convencionales, la máquina supera nuestro diseño. Rendimiento de 2053 m<sup>3</sup>/h en comparación con 0,916 m<sup>3</sup>/h de los métodos convencionales y un costo de inversión de S/.7376.89 con una tasa de retorno de 24 días; *por lo expuesta resalta la importancia de la*



*maniobrabilidad, en nuestra investigación logramos construir totalmente el motocultor con una producción de 5859 m<sup>2</sup> y solo invirtiendo \$652; en otro trabajo similar de **Alarcón et al, 2022** donde diseñaron un accesorio para cosechar papas utilizando motocultores por lo que se determinó una fuerza de corte de 3 kN, la cuchilla tiene dos hileras de disco de un ancho de 390 mm y 200 mm de profundidad, siendo necesario una motocultor con un motor de 4 hp y una inversión de S/.4224.40; donde resalta que si es necesario sembrar la herramienta idónea es el disco mientras que para el arado se recomienda una herramienta de corte por arrastre, en nuestra investigación se diseñó un motocultor con todos sus componentes con un motor de superior potencia con 16 hp a un costo de S/.2507.00 siendo la mitad del costo del antecedente descrito; en un trabajo relacionado de **Alva, 2016** donde compara la labranza con motocultor y el método tradicional desarrollado en Lima el cual fue desarrollado En las comunidades rurales del Barrio Bajo de Matucana entre julio de 2014 y enero de 2015 se determinó que los agricultores invierten alrededor de 2.000 Nuevos Soles por hectárea en agricultura convencional, rindiendo alrededor de 120 m<sup>2</sup> diarios en laderas de descanso y 2.300 Nuevos Soles Los rendimientos son de 100 m<sup>2</sup> por día por hectárea de soles en las terrazas de descanso de kikuyu muy desarrolladas; asimismo, mecanizados, de 420 a 1.400 nuevos soles por hectárea y de 2.020 a 420 m<sup>2</sup> por día, según la dificultad de labranza del suelo, mediante el antecedente se pudo obtener una idea del costo de arado tradicional y mecanizado, en nuestro caso el motocultor tiene la capacidad de producción de 5859 m<sup>2</sup> al día con un costo de S/.25.20 por el combustible, siendo muy superior a los promedio encontrados en el antecedentes.*

## VI. CONCLUSIONES

- Se logro implementar el motocultor mediante la utilización de un motor de motocicleta con el cual se logró arar en un día de trabajo de 6 horas un área de 5859 m<sup>2</sup>, mientras que mediante el método tradicional aro un área de 4017.6 m<sup>2</sup>, con el cual se logró reemplazar el método de arado, ya que se demostró que la maquina tiene una mayor capacidad de área de arado en un menor tiempo.
- Se diseño cada elemento del motocultor, siendo dimensionado un motor que motocicleta marca Forte de 197 cc de 16 hp, la batería fue de 12 voltios a 5 Ah, los conductores fueron 14 y 10 AWG, el sistema de trasmisión fue por cadena con una relación total de 1:45, los ejes fuero de 22 mm, la estructura del motocultor fue de perfil de 2" x 2" x ¼" de ASTM A36, el peso total fue de 90 kg, se seleccionó llantas Michelin y la herramienta agrícola fue de 15 x 13 cm.
- Se realizó la construcción del motocultor para lo cual se procedió a comprar los componentes necesarios para la construcción y ensamblaje de cada una de las partes del motocultor según el diseño previo, mediante el uso de soldadura y unión por medio de pernos.
- Se verifico el funcionamiento del motocultor en campo y se evidencio que tiene una maniobrabilidad buena y una capacidad de producción de 5859 m<sup>2</sup> al día, costo de combustible fue S/. 25.20 y consumo de combustible fue 4.8 L.
- La inversión total fue de S/.2507.20 en cuanto a los materiales utilizados, pero no se considera la mano de obra ya que el autor realizo el ensamble, y el tiempo de retorno fue de 21 días si la maquina trabajaría 6 horas al día.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar el diseño del motocultor con un motor eléctrico autosostenible para eliminar el costo de la gasolina y tener una máquina más rentable.
- Se recomienda la utilización de software especializados para la verificación de cada elemento del motocultor y verificar su correcto diseño.
- Implementar charlas de capacitación sobre la construcción y funcionamiento de los motocultores para que lo puedan construir.
- Se recomienda realizar un proyecto de inversión sostenible para la entrega de motocultores por parte la municipalidad de Azángaro a cada familia dedicada a la agricultura.

## BIBLIOGRAFÍA

Aceros Arequipa. (2020). *Catalogo de productos y servicios*. Arequipa.

Alarcon Millones, J. H., & Teque Chavez, L. E. (2022). *Propuesta de diseño de un accesorio mecanico para la cosecha de papas utilizando un motocultor como sistema de potencia*. Pimentel: Universidad Señor de Sipan.

Ali Sanchez, P. M. (2021). *Descripcion de sistemas de labranza en el cultivo de papa, en la comunidad de choquenaira, municipio de Viacha*. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.

Alva Montoya, C. R. (2016). *Labranza con motocultores, motoazada y labranza tradicional en terrazas, en la agricultura familiar - comunidad campesina Barrio Bajo, Matucana - Lima*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Burgos Sanchez, S. C. (2019). *Diseño de una niveladora de fango en motocultor Pt-18L para reducir el tiempo de empareje del terreno en cultivo de arroz Oyotun*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.

Cajas Reinoso, R. R., & Pullas Pulupa , F. P. (2012). *Diseño, modelado y construcción de un motocultor mediante elementos finitos destinado a la preparación del suelo para la formación de camas de cultivos*. Escuela Politecnica del Ejercita.

Carmona Aparicio, S. (20211). *Eleccion del sistema de control del motor de una motocicleta electrica*. Leganes: Universidad Carlos III de Madrid.

Catherine Ruby, A. M. (2018). *Labranza con motocultores, motoazada y labranza tradicional en terrezas, en la agricultura familiar - comunidad campesina barrio bajo, Matucana - Lima*. Lima: Universidad Nacional Agracia La Molina.

Cordova Morales, E. I. (2013). *Estudio de un motor de combustion interna para determinar sus parametros de funcionamiento y su factibilidad de aplicacion en los laboratorios*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

- De la Cruz Ballard, J. (2020). *Diseño de un arado portátil para eliminar maleza en surcos de pan llevar caserío Cachinche*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- Escobar Razo, V. A. (2019). *Diseño e implementación del sistema de cableado eléctrico y control de carga de las baterías para un prototipo de auto eléctrico biplaza UTA-CIM17*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- G. Budynas, R. G., & Keith Nisbett, J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va edición*. Mexico D. F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Universidad Continental.
- Gomez, F. J., Yebra, L. J., Gimenez, A., & Torres Moreno, J. L. (2019). Modelado de baterías para la aplicación en vehículos urbanos eléctricos ligeros. *Revista Iberoamericana de Automática e informática Industrial*, 8.
- Gonzales Martinez, J. (2017). *Diseño y fabricación de prototipo de arado de cinceles articulado para agricultura de precisión*. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria.
- Granador Parado, L. M., & Granados Parado, Y. L. (2020). *Diseño y simulación de un máquina cosechadora para disminuir el ennegrecimiento del anillo vascular de la papa en la comunidad de Lastay - Concepción*. Huancayo: Universidad Continental.
- Intermec. (2018). *Transmisión de potencia, piñones y cadenas*. Colombia: Intermec.
- Jimenez, H. J. (2019). Comportamiento mecánico y estructural de la aleación AlMgSi para conductores eléctricos. *Revista UIS Ingenierías*, 15.
- Llatas Castro, E. B., & Rodrigo Delgado, J. F. (2020). *Diseño de un implemento agrícola para la cosecha de papas del tipo monosurco para el motocultor DF-15L en el caserío Rodiopampa - Cutervo*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

- Llatas Castro, E. B., & Rodrigo Delgado, J. F. (2020). *Diseño de un implemento agrícola para la cosecha de papas del tipo monosurco para el motocultor DF-15L en el caserío Rodiopampa - Cutervo*. Pimentel: Universidad Señor de Sipan.
- Marasso Spaciuk, N. I., & Ariasgago, O. L. (DICIEMBRE de 2013). La Bioética y el principio de Autonomía. *Revista Facultad de Odontología*, VI(2), 150.
- Martinez Rodriguez, S. P., & Najera Vera, P. A. (2020). *Diseño y construcción de un motocultor para cultivo de productos de ciclo corto en terrenos pequeños*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Medina Encalada, J. P. (2018). *Diseño de un motocultor de labores agrícolas para la parroquia de San Joaquin de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Mesones Abanto, P. F. (2019). *Dimensionamiento y selección de un sistema solar fotovoltaico de conexión a red para el restaurante "El Zarco" ubicado en la ciudad de Cajamarca*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Misari Reyes, J. D. (2021). *Sistema de seguridad en motocicletas lineales, para la protección integral de los conductores en la ciudad de Huancayo*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
- Morales Zapata, O. S. (2015). *Diseño de un sistema de arado para la preparación del suelo en cultivos orgánicos dirigido a pequeños agricultores*. 2015: Universidad Militar Nueva Granada.
- Nieto Edquen, J. F. (2018). *Influencia de los costos de importación en el precio de venta y la participación en el mercado de motocultores provenientes de China de la empresa Recomar S.R.L. - Tarapoto 2015-2016*. Chiclayo: Universidad de San Martín de Porres.
- Palma Rosas, B. (2006). *Rediseño Conceptual y Adaptación de una zanjadora a una motosegadora 650*. Buenavista: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Pulla Marin, L. I. (2018). *Diseño, construcción y pruebas de implementos agrícolas de motocultor para uso de parcelas del magap de la provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Quimis Guerrero, B. L., & Shkiliova, L. (2019). Evaluación tecnológica y explotación del motocultor YTO DF-15L en la preparación de suelo para sandía. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 11.
- Quispe Hanco, V., & Ochochoque Tutacano, M. R. (2022). *Influencia de los juegos tradicionales en el logro de los aprendizajes del pensamiento lógico matemático en los infantes de 5 años de la I.E.I, No 113 Karcacollo Asillo - Azangaro - Puno, 2020*. Moquegua: Universidad Jose Carlos Mariategui.
- R., M., B., B., & J. L., B. (2018). Hipocalcemia subclínica en ganado vacuno lechero, tratamiento y manejo preventivo. *Centro Veterinario Meira*, 21.
- Rubio Valle, A. E. (2018). *Diseño y optimización de un arado reversible por gravedad*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sangurima Robalino, I. F. (2020). *Diseño y construcción de un motocultor arado y sembrador para la comunidad de San Agustín de Callo de la parroquia Mulalo del cantón Latacunga*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Siurana Aparisi, J. C. (MARZO de 2010). Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural. *Universidad de Valencia, S.E.*(22), 37.
- Torrejón Pérez, C. (2018). *Diseño de un pack de baterías para motocicletas eléctricas*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Ugalde Vargas, J. O. (2018). *Cálculo y selección de conductores aislados para instalaciones eléctricas en baja, media y alta tensión*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velasco Lano, W. D. (2018). *Implementación de un prototipo de un cerco eléctrico para protección de ganado utilizando energía solar y envío de mensajes cuando exista una violación del sistema*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Velazquez Miranda, E. (2019). *Los sistemas de producción agrícola en México: una propuesta metodológica para el diseño de maquinaria agrícola basada en un enfoque sistémico*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional.

Yalle Pichon, F. (2021). *Sistematización de información y propuesta de implementación de un taller de mecanización agrícola, facultad de ciencias agropecuarias UNT, 2019*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.



## ANEXO 1

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de Medición</b>
Implementación de un motocultor con motor de motocicleta	La implementación es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada del diseño realizado del motocultor comprendido por todas sus partes (Martinez Rodriguez & Najera Vera, 2020).	La implementación es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada del diseño realizado del motocultor comprendido por todas sus partes.	Diseño de elementos mecánicos del motocultor	Chasis Motor de motocicleta Llantas Herramienta de Arado Sistema de transmisión	Nominal
			Construcción de elementos mecánicos del motocultor		
			Verificar el funcionamiento del motocultor		
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de Medición</b>
Reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura	Es el medio por el cual se cambia el arado con herramienta manual por un arador electromecánico (motocultor).	Con el diseño y construcción del motocultor se realizará la verificación del funcionamiento y operatividad del motocultor.	Comparativa de producción del método tradicional y el motocultor	Reducción de tiempo de arado	Razón
			Inversión, tiempo de retorno	S/. Meses	Razón

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 2**

**Validación del instrumento por juicio de expertos**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 25 de octubre 2022

Apellido y nombres del experto: Soncco Vilcapaza, Washington Miguel

DNI: 29649937

N° de Colegiatura Profesional: 100194

Teléfono: 979202069

Título/grados: Ingeniero Mecánico / Magister en Dr. en Ciencias Ambientales y Energías Renovables

Cargo e institución en que labora: Docente Ordinario - Universidad Nacional de Toluca

Título de la Investigación: "Implementación de un motocultor con motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo-Azángaro, 2022"

Autor (es): Wilfredo Ángel, Cruz Turpo

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?		X	<i>Involucrar a las variables y dimensiones de estudio</i>
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?		X	<i>Ordenar en forma secuencial</i>
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		
10	El Marco Teórico es acorde con la realidad empresarial considerada y define conceptos útiles para el tema.	X		

SUGERENCIAS:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
**MA DEL EXPERTO**  
**Ing. W. MIGUEL SONCCO VILCAPAZA**  
100194

### ANEXO 3

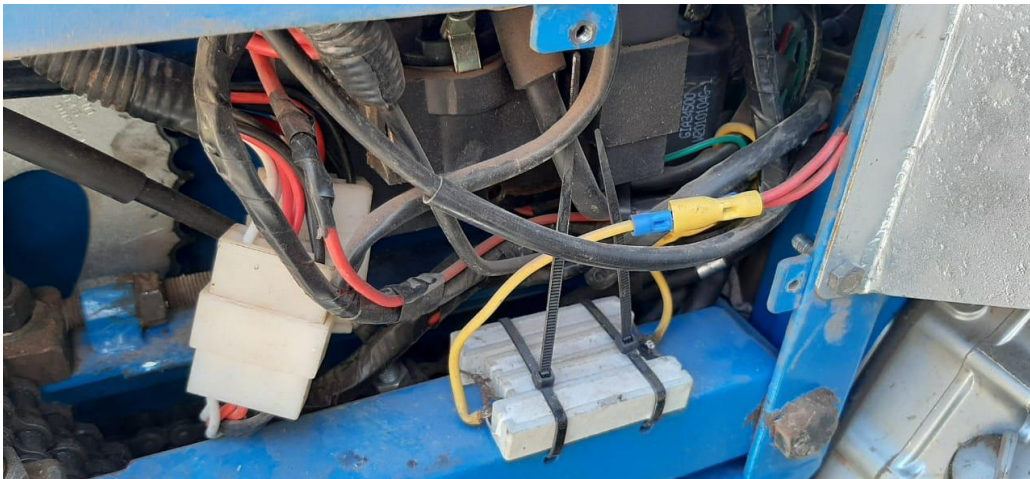
1. Motor gasolina Forte 16 Hp 163FMLL1445353 197 cc y alternador



## 2. Batería de Acido de Plomo marca Zero



## 3. Conductor eléctrico



4. Llanta Michelin OMNIBIB 380/70 R24 125D



## ANEXO 4

### 1. Construcción del motocultor – Motor de combustión interna



*Figura 25: Motor de combustión interna*

### 2. Construcción del motocultor – Sistema de transmisión



*Figura 26: Transmisión ETAPA – 1*



*Figura 27: Transmisión ETAPA 2*

### 3. Construcción del motocultor – Ejes de rotación



*Figura 28: Eje de transmisión y Rodamiento*



*Figura 29: Eje de ruedas y Rodamiento*

#### 4. Construcción del motocultor – Estructura



*Figura 30: Estructura del chasis y ruedas*



*Figura 31: Estructura del timón y manubrio*





*Figura 32: Estructura del motor*

## 5. Construcción del motocultor – Herramienta



*Figura 33: Herramienta de arado*

## 6. Construcción del motocultor – Motocultor



*Figura 34: Montaje del Sistema de Transmisión*



*Figura 35: Montaje del eje de ruedas*



*Figura 36: Montaje del Motor*



*Figura 37: Montaje de las ruedas*



*Figura 38: Montaje del manubrio y timón*



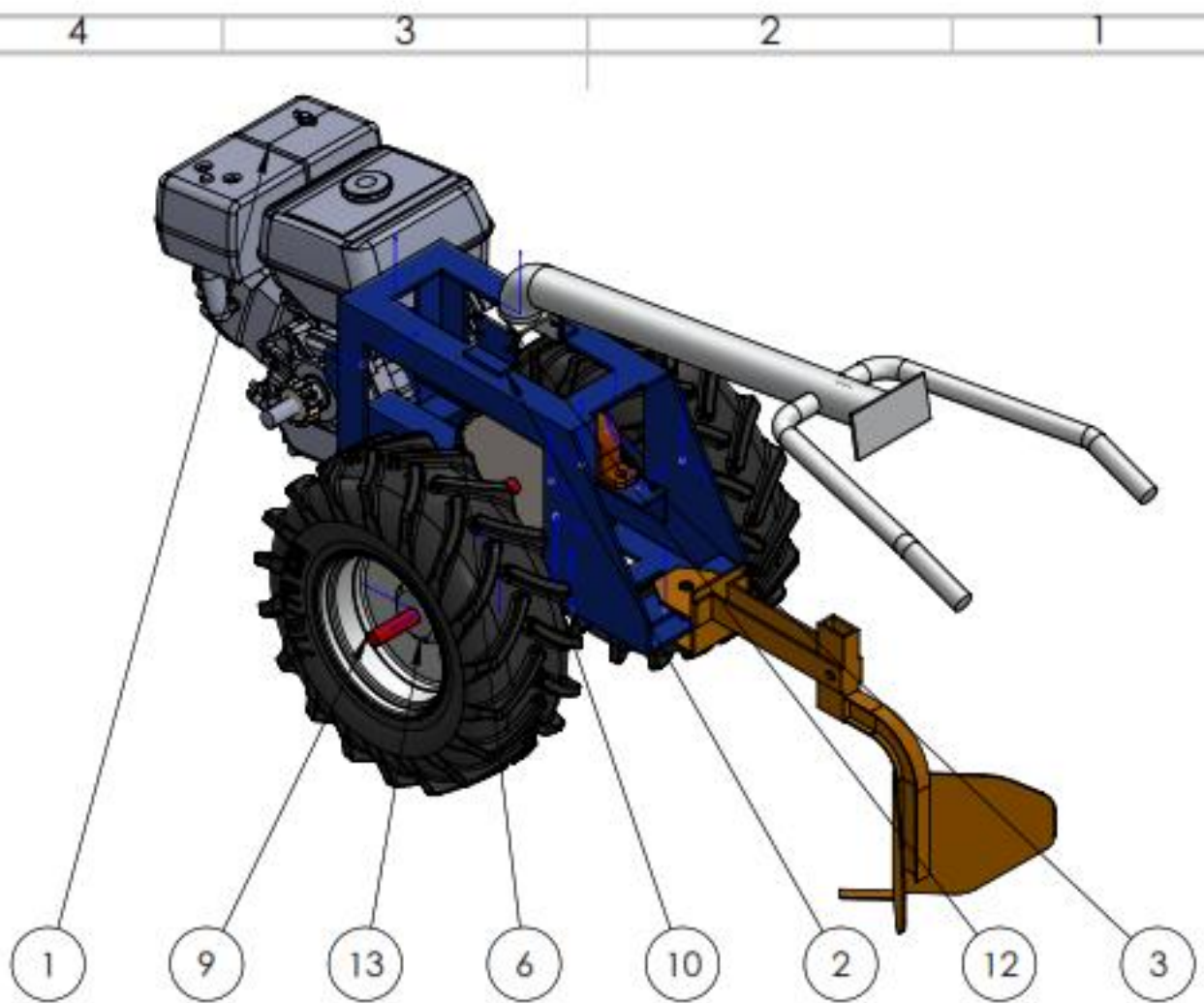
*Figura 39: Montaje completo del motocultor*



*Figura 40: Montaje completo del motocultor*

## **ANEXO 5**

Planos de Montaje



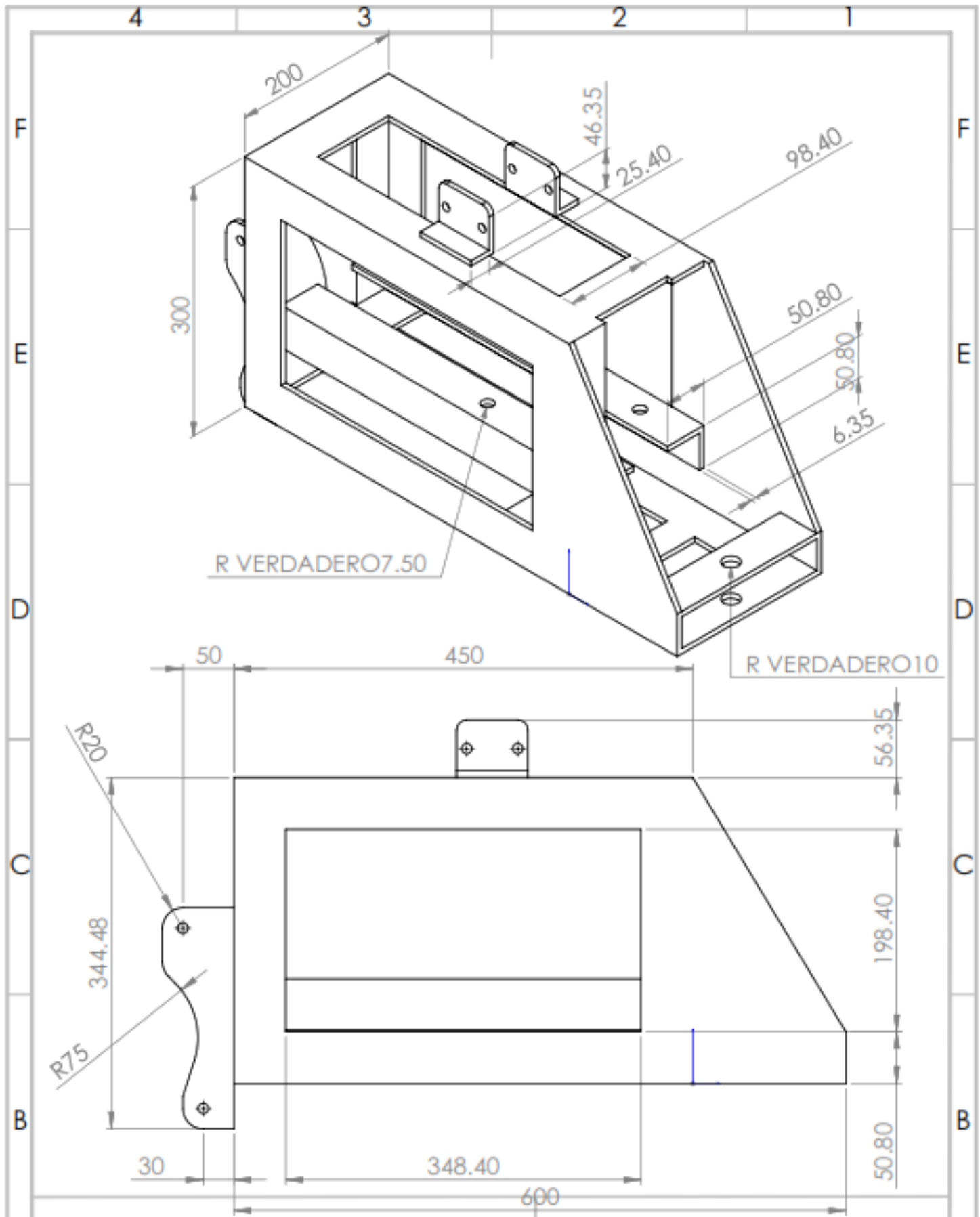
N.º	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Motor Forte de 16 hp	1
2	Chasis	1
3	Chumacera	4
4	Pernos de Sujecion de 10 mm	4
5	Eje de Reduccion	1
6	Catalina - A	1
7	Piñon - A	1
8	Piñon - B	2
9	Eje de Ruedas	1
10	Catalina - B	2
11	Herramientas agricola	1
12	Manubrio	1
13	Llantas	2

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor de motocicleta para reemplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo-Azángaro, 2022

A	ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		NOMBRE DEL PLANO:		A		
	REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		MOTOCULTOR				
	ESCALA:	1:10	FECHA:	ENERO - 2023	VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
					Nº DE PLANO:		UNIDAD:	mm



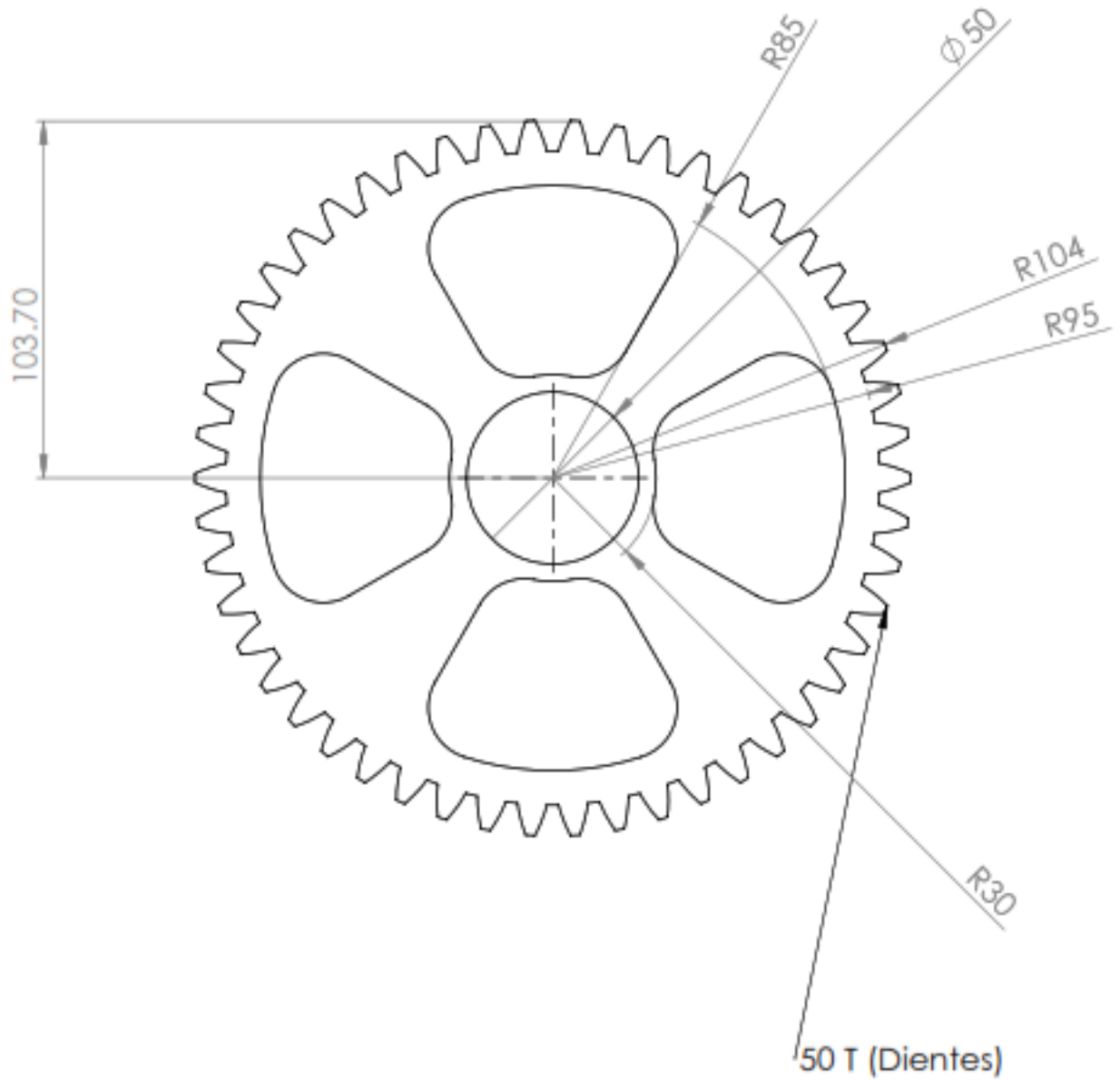
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		
REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		
ESCALA:	1:5	FECHA:	ENERO - 2023

NOMBRE DEL PLANO:			
CHASIS			
VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
N° DE PLANO:		UNIDAD:	mm



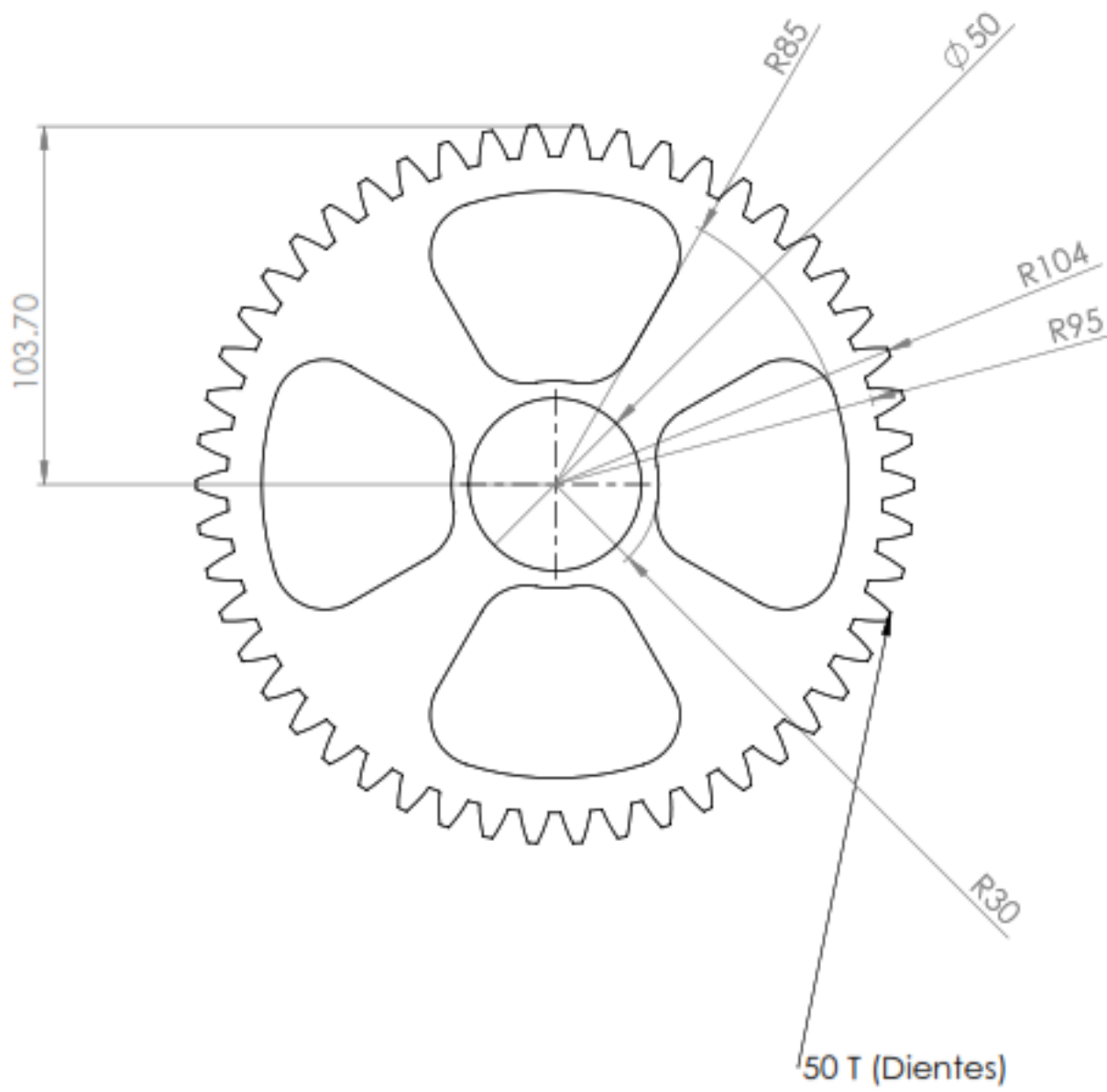
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

A	ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		NOMBRE DEL PLANO:		A		
	REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		CATALINA - B				
	ESCALA:	1:2	FECHA:	ENERO - 2023	VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
					N° DE PLANO:		UNIDAD:	mm





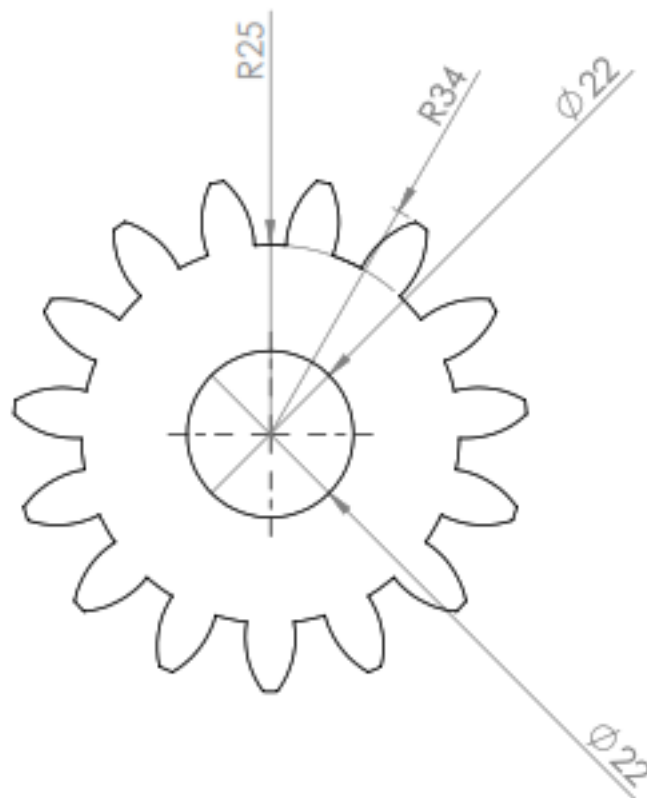
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		
REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		
ESCALA:	1:2	FECHA:	ENERO - 2023

NOMBRE DEL PLANO:			
CATALINA - B			
VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
N° DE PLANO:		UNIDAD:	mm



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

ELABORADO POR: Cruz Turpo, Wilfredo Ángel

NOMBRE DEL PLANO:

REVISADO POR: JURADO CALIFICADOR

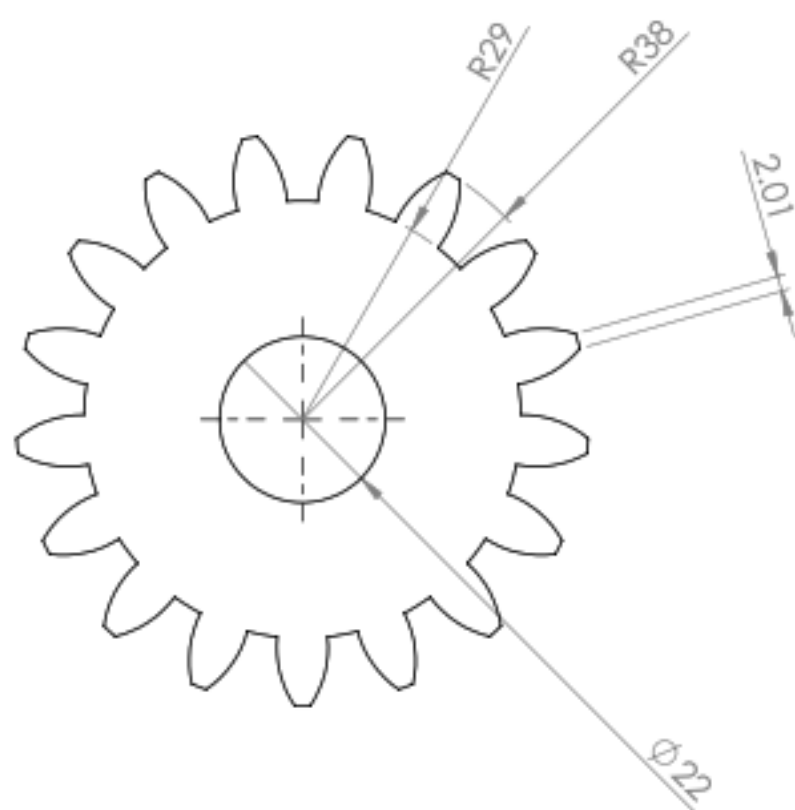
PIÑON - A

ESCALA: 1:2

FECHA: ENERO - 2023

VISTA: Isométrica SOFTWARE: S.E.

N° DE PLANO: UNIDAD: mm



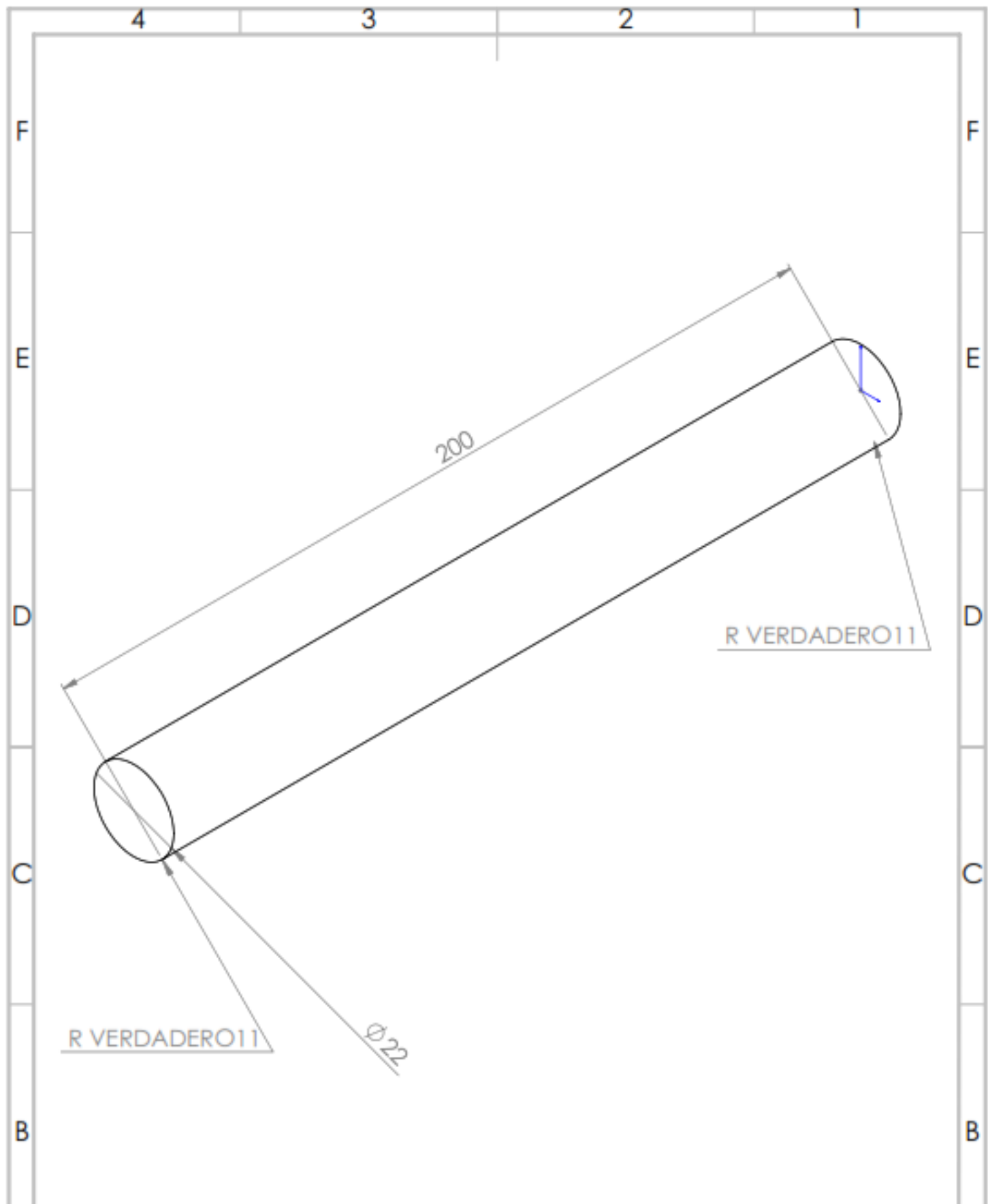
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		
REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		
ESCALA:	1:2	FECHA:	ENERO - 2023

NOMBRE DEL PLANO:			
PIÑÓN - B			
VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
N° DE PLANO:		UNIDAD:	mm



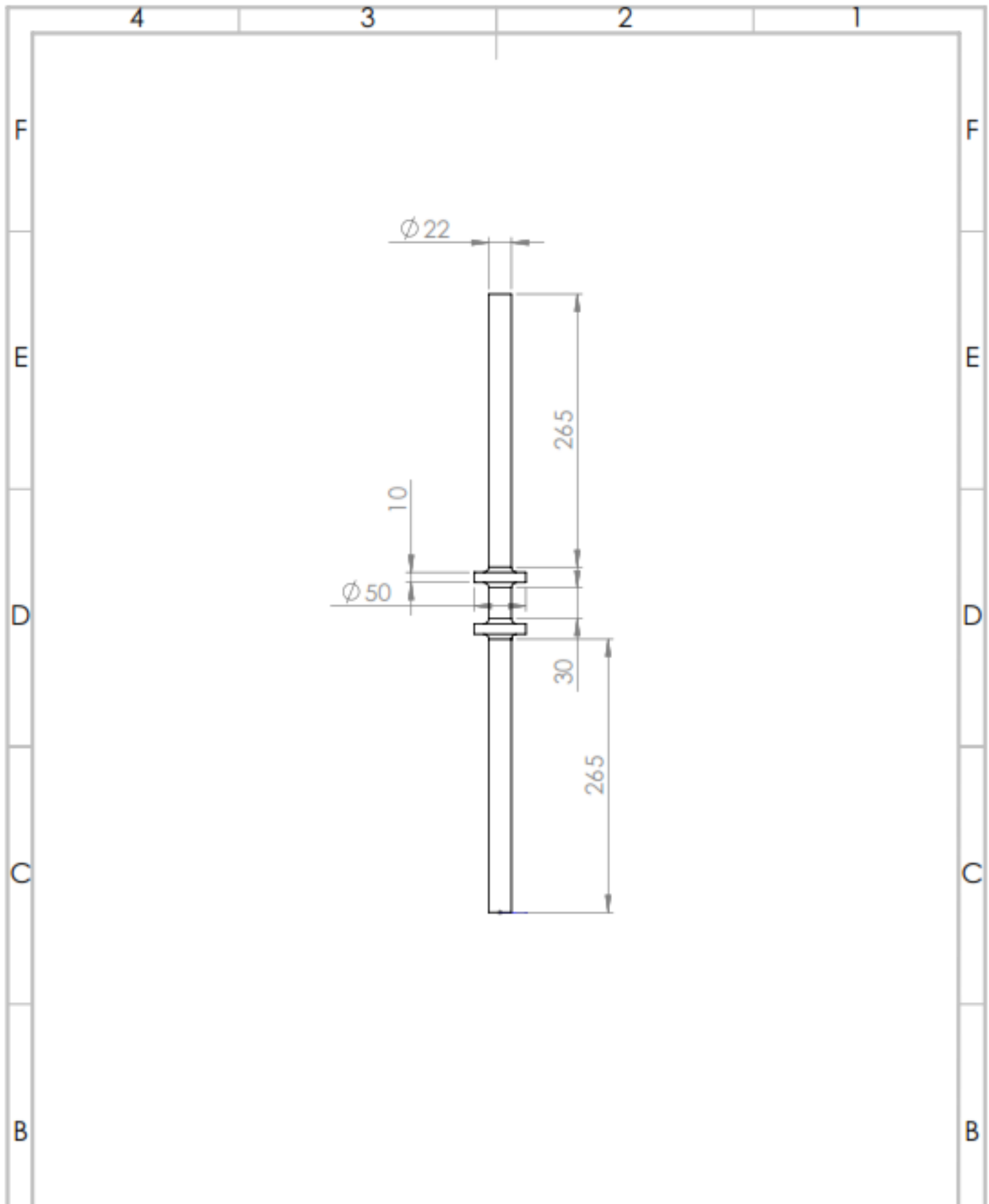
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

A	ELABORADO POR:	Cruz Turpo, Wilfredo Ángel		NOMBRE DEL PLANO:				A
	REVISADO POR:	JURADO CALIFICADOR		EJE DE REDUCCION				
	ESCALA:	1:2	FECHA:	ENERO - 2023	VISTA:	Isométrica	SOFTWARE:	S.E.
					N° DE PLANO:		UNIDAD:	mm

4 3 2 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MECANICA ELECTRICA



Implementación de un motocultor con motor  
 de motocicleta para reemplazar el método tradicional  
 de arado en la agricultura, en el distrito  
 de Asillo-Azángaro, 2022

ELABORADO POR: Cruz Turpo, Wilfredo Ángel

NOMBRE DEL PLANO:

REVISADO POR: JURADO CALIFICADOR

EJE DE RUEDAS

ESCALA: 1:2

FECHA: ENERO - 2023

VISTA: Isométrica SOFTWARE: S.E.

N° DE PLANO: UNIDAD: mm

4 3 2 1



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Implementación de un motocultor con motor de motocicleta para remplazar el método tradicional de arado en la agricultura, en el distrito de Asillo - Azangaro,2022", cuyo autor es CRUZ TURPO WILFREDO ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN <b>DNI:</b> 17828568 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18- 01-2023 21:46:02

Código documento Trilce: TRI - 0523567