

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



---

---

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COSECHADORA DE  
PAPAS 2019**

---

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**TESISTAS:**

Bach. Ing. Ind. Gutiérrez Aldude, Wilfredo Florentino

Bach. Ing. Ind. Aquino Condezo Jenny

**ASESOR:**

Dr. Pedro Getulio Villavicencio Guardia

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por darme fortaleza, a mis padres Concepción y Juliana por su amor, por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos que se presenten, a mi hijo Adriel por su amor y comprensión, a mis hermanos por darme su aliento para que pueda culminar exitosamente con este trabajo y a mis amigos por su colaboración.

### **Jenny**

Dedico este trabajo a mi familia: A mi esposa Isabel, a mis hijos Gabriela, Stacy y Bryan; por apoyarme moralmente en cada momento,

A mis padres Florentino y Delfina que siempre me iluminan desde lo alto, quienes me enseñaron los valores y a ser consecuente en el trabajo para conseguir los objetivos, y a Dios por darme fortaleza de siempre y protegerme de las adversidades de la vida, para que pueda culminar exitosamente con este trabajo.

**Wilfredo Florentino**

## **AGRADECIMIENTO**

- Nuestra gratitud a Dios por proporcionarnos el valor y las armas necesarias, para luchar y alcanzar el objetivo propuesto sin desmayar ante las adversidades.
- Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas, a cada uno de los docentes que en su momento nos brindaron sus conocimientos y apoyo para la formación como futuros profesionales.
- Queremos agradecer de manera especial a nuestro asesor Dr. Pedro Villavicencio Guardia, por contribuir con sus conocimientos y su tiempo para lograr este trabajo.
- Agradecer a los trabajadores administrativos de la facultad y de la universidad por apoyarnos siempre y brindarnos las facilidades del caso, para lograr el desarrollo de nuestro proyecto de tesis de pregrado.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar y construir una máquina cosechadora de papas, con la finalidad de mejorar una de las actividades más caras y laboriosas del proceso de cosecha en las zonas rurales del Perú. La investigación fue de tipo aplicada y tecnológica, con un diseño no experimental transaccional. La población se basó en 10 campesinos que trabajan en las labores inherentes al cultivo y cosecha de la papa, y la unidad de estudio o análisis fue la máquina cosechadora. Se utilizaron planos, normas, especificaciones técnicas, ficha de registros de pruebas y funcionamiento. La máquina contó con un sistema mecánico accionado por la fuerza de una yunta de bueyes, que se acopla mediante una cadena de acero desde la parte central del yugo de la yunta hacia un punto de la estructura de la máquina, la cual desarrolla el trabajo respectivo. Los parámetros específicos de partes y componentes mecánicos se diseñaron tomando en cuenta las mediciones y condiciones reales de trabajo de la cosechadora. Se concluyó que el diseño y la construcción de este prototipo, permite obtener resultados alentadores, ya que la cosecha de papas se realiza con mayor rapidez, reduciendo el tiempo de cosecha en relación con el proceso manual; además, el campesino puede realizar el trabajo con menor esfuerzo y disminuir el número de personas en esta actividad, con una eficiencia de 66.86 %.

**Palabras clave: prototipo, mecanización, diseño conceptual, diseño de detalle, efectividad.**



## SUMMARY

The objective of the research was to design and build a potato harvesting machine, in order to improve one of the most expensive and laborious activities of the harvesting process in rural areas of Peru. The research was of an applied and technological type, with a non-experimental transactional design. The population was based on 10 farmers who work in the tasks inherent to the cultivation and harvest of potatoes, and the unit of study or analysis was the harvesting machine. Plans, norms, technical specifications, test and operation records were used. The machine had a mechanical system driven by the force of an ox yoke, which is coupled by a steel chain from the central part of the yoke to a point of the machine structure, which develops the respective work. The specific parameters of mechanical parts and components were designed taking into account the measurements and real working conditions of the harvester. It was concluded that the design and construction of this prototype, allows obtaining encouraging results, since the harvest of potatoes is made with more speed, reducing the time of harvest in relation to the manual process; in addition, the farmer can make the work with less effort and diminish the number of people in this activity, with an efficiency of 66.86 %.

**Keywords: prototype, mechanization, conceptual design, detail design, effectiveness.**

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa se realiza en 19 de los 24 departamentos del Perú, pues las condiciones climáticas son ampliamente favorables para la producción de este tubérculo, cuyas variedades tienen una alta demanda comercial, no solo para el consumo directo sino también para su procesamiento. En ese sentido, la sierra produce más del 90 % de las siembras de papa, concentrándose las unidades agropecuarias dedicadas a este cultivo en las regiones quechua y Suni, posicionadas entre los 2300 m s. n. m. hasta 4100 m s. n. m. (Ministerio de Agricultura 2003). Las zonas de mayor producción en la sierra son Huánuco, considerado el principal departamento productor de papa); Junín, Puno, que cuenta con la mayor extensión de área dedicada al cultivo; La Libertad, que se ha convertido en el principal abastecedor del norte del país; Apurímac, Cusco y Cajamarca.

Por otro lado, en la costa destaca la producción de los departamentos de Arequipa, Lima e Ica (Ministerio de Agricultura, 2003). Los productores que se dedican al cultivo de este producto son principalmente minifundistas, pues según el III Censo Nacional Agropecuario (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1994), el 74 % de las unidades agropecuarias con cultivos de papa tienen una extensión menor a las cinco hectáreas, aportando el 49 % de la superficie instalada del cultivo. Por otro lado, la venta individual y los reducidos niveles de producción, ocasionan que los productores minifundistas no tengan capacidad de decisión en el canal comercial (Ministerio de Agricultura 2003).

Para la elección del tema se tuvo en cuenta las características geográficas de las parcelas en las que se cultiva este producto, y por lo general son pequeñas que van desde 1/8 a 1/2 Ha. aproximadamente y de forma irregular, son terrenos con

pendiente pronunciada lejos de contar con vías de acceso para ser mecanizadas por tractor.

Bajo este punto de vista es importante solucionar de alguna manera este problema que les aqueja a los campesinos, dado que muchas veces la mano de obra es escasa y en consecuencia provoca el retraso de llevar su producto al mercado.

Analizando el problema que presentamos en el trabajo de investigación, conlleva a lo siguiente: El diseño y construcción de una maquina cosechadora de papas accionada por tracción animal con el fin de aliviar las labores del agricultor, en este caso se procedió a elaborar el proyecto con la recopilación de información, buscar los antecedentes tanto locales, nacionales e internacionales y visitar el lugar donde se va aplicar dicho proyecto

En este caso elegimos la comunidad campesina de Armatanga – Distrito de Tomayquichua, Provincia de Ambo – departamento de Huánuco, luego se inició haciendo un bosquejo a mano alzada del prototipo, a continuación, se hizo una serie de tareas:

- Se elaboró el diseño de los elementos que conforman la máquina, del mismo modo las especificaciones técnicas del equipo.
- Se elaboró el juego de planos de la máquina, los cuales contemplan las dimensiones y todos detalles de los elementos que lo conforman.
- Se elaboró un presupuesto del costo de la máquina y también se concretó su financiamiento necesario

- Se hizo el requerimiento de los materiales que se utilizan en la fabricación de los elementos, de la misma manera se menciona con detalle las herramientas y maquinarias a utilizar en la construcción del prototipo.
- Se procedió a la fabricación de los elementos que van a conformar la maquina.
- Se procedió a ensamblar los elementos mecanizados, a la estructura de la máquina, se une las partes mediante soldadura electrica al arco y pernos, dejando un producto terminado.
- Se procedió a poner a prueba el prototipo, luego medimos la productividad y la eficiencia de la máquina. Como también las conclusiones y recomendaciones .

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY .....	V
INTRODUCCIÓN .....	VI
ÍNDICE .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
CAPITULO .....	16
1PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.2.1. Problema general .....	19
1.2.2. Problemas Específicos .....	20
1.3 OBJETIVOS.....	20
1.3.1. Objetivo General .....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4 HIPÓTESIS .....	20
1.5 VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	21
1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	22
1.6.1. Justificación .....	22
1.6.2. Importancia .....	23
1.2 LIMITACIONES .....	24
CAPITULO II .....	25
2MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	25
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	26
2.2 BASES TEÓRICAS .....	27
2.2.1. Diseño conceptual .....	27
2.2.2. Diseño de detalle.....	28
2.2.3. Especificaciones técnicas.....	29

2.2.4. Ensamblaje de las partes .....	29
2.2.5. Prueba de funcionamiento.....	29
2.2.6. Diagrama de proceso.....	29
2.2.7. Cosecha de papa.....	30
2.2.8. Tipos de cosecha .....	30
2.2.8.1 Cosecha Manual .....	30
2.2.8.2 Cosecha Semi- mecanizada.....	31
2.2.8.3 Cosecha Mecanizada.....	32
2.2.8.4 Cosecha con tracción animal.....	33
2.2.9. Producción nacional de papa .....	34
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	35
CAPITULO III.....	38
3MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
3.4 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	40
3.5 SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	40
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.6.1.3.6.1 Técnicas .....	40
3.6.2 Instrumentos .....	40
3.7 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.....	40
CAPITULO IV.....	42
4RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1 PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO .....	42
4.2 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL PROTOTIPO.....	43
4.2.1. Especificaciones del parámetro de diseño. ....	43
4.2.2. Requerimientos del operario. ....	44
4.2.3. Evaluación de alternativas. ....	48
4.2.4. Definición de cada criterio.....	51
4.2.5. Selección de alternativas. ....	52
4.2.6. Diseño de detalle.....	53
4.2.7. Requerimientos para la construcción .....	53
4.2.8. Diseño de un esquema de pasos a desarrollar en el proyecto .....	57

4.3 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINA .....	59
4.3.1. Parte mecánica .....	59
4.3.2. Parte transmisión de fuerzas .....	62
4.3.3. Faja transportadora.....	67
4.4 PROCESO DE ENSAMBLAJE DE LA MAQUINA.....	75
4.4.1. Estructura de la máquina.....	75
4.4.2. Proceso de acople del sistema de transmisión de fuerzas.....	76
4.5 FUNCIONAMIENTO Y PUESTO A PRUEBA .....	78
4.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	80
4.7 MANTENIMIENTO .....	81
4.8 PRODUTIVIDAD Y EFICIENCIA DE LA MÁQUINA COSECHADORA.....	82
4.9 RESULTADOS DE LA ENCUESTA .....	85
4.10 ANALISIS DE COSTOS .....	91
4.10.1. Elaboración de la estructura de costos .....	91
4.10.2. Análisis de la productividad y eficiencia del proyecto .....	94
CONCLUSIONES .....	95
RECOMENDACIONES .....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Zona rural del distrito de San Rafael-Huánuco .....	18
<b>Figura 2</b> Vista satelital de la comunidad de Armatanga – Tomayquichua – Huánuco .....	19
<b>Figura 3</b> Campesinos haciendo uso de la chaquitacla para las labores del campo	19
<b>Figura 4</b> Vista fotográfica de un campesino de la comunidad de Armatanga – Huánuco .....	19
<b>Figura 5</b> Cosecha manual o tradicional.....	31
<b>Figura 6</b> Cosecha semi mecanizada.....	32
<b>Figura 7</b> Cosecha mecanizada.....	33
<b>Figura 8</b> Cosecha de papas con ayuda de la yunta.....	34
<b>Figura 9</b> Diseño de la máquina .....	44
<b>Figura 10</b> Flujograma o esquema del desarrollo del proyecto.....	57
<b>Figura 11</b> Diagrama de operación de construcción de la máquina .....	58
<b>Figura 12</b> Proceso de armado de la estructura, mediante soldadura eléctrica al arco .....	61
<b>Figura 13</b> Estructura de la máquina cosechadora de papas.....	61
<b>Figura 14</b> Ejes de transmisión de fuerza .....	62
<b>Figura 15</b> Engranaje, elemento transmisor de fuerza.....	63
<b>Figura 16</b> Rodamientos de 2” .....	64
<b>Figura 17</b> Vista de una chumacera para rodaje de 2".....	65
<b>Figura 18</b> Cartelas de plancha de fierro de 0.20 x 0.25m x 3/16".....	65
<b>Figura 19</b> Ruedas metálicas con rayos de fierro .....	66
<b>Figura 20</b> Cadena de acero de alta resistencia de 3/8" .....	67



<b>Figura 21</b> Faja Transportadora.....	68
<b>Figura 22</b> Dimensionamiento del ancho de la cuchilla.....	69
<b>Figura 23</b> Cuchilla de plancha de 3/16 de espesor.....	70
<b>Figura 24</b> Ensamblaje de la cuchilla con la rejilla y las ruedas metálicas .....	74
<b>Figura 25</b> Estructura con soldadura eléctrica al arco, electrodos cellocord ap 601175	
<b>Figura 26</b> Estructura de la maquina unido al eje de las ruedas (0.75 x 0.60 x 0.70)	76
<b>Figura 27</b> Instalación de las ruedas a la estructura de la maquina .....	77
<b>Figura 28</b> Vista frontal de la maquina cosechadora de papas.....	77
<b>Figura 29</b> <i>Vista final total de la maquina cosechadora de papas</i> .....	78
<b>Figura 30</b> Yunta de toros haciendo el laboreo de cosecha de papas .....	79
<b>Figura 31</b> Resultados de la pregunta 1 .....	86
<b>Figura 32</b> Resultados de la pregunta 2 .....	87
<b>Figura 33</b> Resultados de la pregunta3 .....	88
<b>Figura 34</b> Resultados de la pregunta 4 .....	89
<b>Figura 35</b> Resultados de la pregunta 5 .....	90
<b>Figura 36</b> Resultados de la pregunta 6 .....	91
<b>Figura 37</b> Taller de construcción y ensamblaje .....	102
<b>Figura 38</b> Proceso de corte para el armado de la estructura.....	102
<b>Figura 40</b> Esmerilando las secciones cortadas (1) .....	102
<b>Figura 39</b> Corte de materiales para el armado de la estructura.....	102
<b>Figura 42</b> Masillando para reparar desperfectos (1) .....	102
<b>Figura 41</b> Esmerilando las secciones cortadas (2) .....	102
<b>Figura 43</b> Partes laterales de la estructura.....	102
<b>Figura 44</b> Masillando para arreglar desperfectos .....	102
<b>Figura 46</b> Unión de las partes de la estructura. ....	102

<b>Figura 45</b> Perforación de los tubos .....	102
<b>Figura 47</b> Estructura básica.....	102
<b>Figura 48</b> Enrolando el material para las ruedas.....	102
<b>Figura 49</b> Rueda chica (guía).....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Matriz morfológica .....	46
<b>Tabla 2</b> Valores referenciales de coeficientes de labranza.....	72
<b>Tabla 3</b> Cosecha de papas en un caballón de 30m de largo .....	80
<b>Tabla 4</b> Especificaciones técnicas de la máquina.....	81
<b>Tabla 5</b> Costo de cosecha de papas en forma manual o tradicional para 1/4 de Ha. 83	
<b>Tabla 6</b> Costo de cosecha de papas en forma tradicional para una Ha. ....	83
<b>Tabla 7</b> Costo de cosecha de papas semi mecanizada para ¼ de Ha. Con la maquina .....	84
<b>Tabla 8</b> Costo de cosecha de papas semi mecanizada para una Ha. Con maquina...84	
<b>Tabla 9</b> Resultados de la pregunta 1 .....	85
<b>Tabla 10</b> Resultados de la pregunta 2.....	86
<b>Tabla 11</b> Resultados de la pregunta 3.....	87
<b>Tabla 12</b> Resultados de la pregunta 4.....	88
<b>Tabla 13</b> Resultado de la pregunta 5 .....	89
<b>Tabla 14</b> Resultado de la pregunta 6 .....	90
<b>Tabla 15</b> Estructura de costos .....	92

## CAPITULO

### 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

La papa se cultiva en 19 de los 24 departamentos del Perú, existiendo condiciones climáticas favorables para la producción de variedades demandadas comercialmente (consumo fresco y procesamiento) durante todo el año. Como se había mencionado, más del 90% de las siembras de papa se instalan en la sierra, concentrándose las unidades agropecuarias dedicadas a este cultivo en las regiones quechua y Suni, que van desde los 2,300 m.s.n.m. hasta los 4,100 m.s.n.m. (Nuñez, 2020)

Las principales zonas de producción en la sierra son: Huánuco (principal departamento productor de papa), Junín, Puno (que posee la mayor extensión dedicada al cultivo), La Libertad (principal abastecedor del norte del país), Apurímac, Cusco, y Cajamarca. En la costa, destacan la producción de los departamentos de Arequipa, Lima e Ica. (Nuñez, 2020)

Los productores dedicados al cultivo de papa son principalmente minifundistas, según el III CENAGRO, el 74% de las unidades agropecuarias con cultivos de papa tienen una extensión menor a las cinco hectáreas, aportando 49% de la superficie instalada del cultivo. La venta individual, y reducidos niveles de producción, ocasionan que los productores minifundistas no tengan capacidad de decisión en el canal comercial. (Nuñez, 2020)

La región Huánuco siendo un principal productor de papa, con el 11.7 % de la producción nacional del Perú, pese a que la mayoría de sus terrenos dedicados a

este cultivo se encuentra en zona rural en su mayoría son suelos con pendiente pronunciada y de una extensión en parcelas que van desde pequeñas, medianas y grandes (una hectárea), por lo general estas parcelas se encuentra alejadas de una carretera, no pudiendo tener acceso a ser mecanizadas por un tractor, pero si es posible el acceso a ser trabajadas por el hombre con la utilización de una yunta de bueyes. El área sujeta a estudio es de 1/2 Ha., ubicada en la comunidad de Armatanga, Distrito de Tomayquichua - Ambo, cuyos propietarios dieron su conformidad para desarrollar esta investigación.

En cuanto a la etapa de cosecha de papas, el campesino requiere para cosechar una parcela de media hectárea, la mano de obra de 10 a 12 personas por día de trabajo, lo cual le representa gastos por el pago de jornales, además en la mayoría de los casos la provisión de alimentación para todos los trabajadores durante el tiempo que dure el laboreo de la cosecha de papas; esta tarea comprende: remoción del suelo con la picota, recojo de las papas hacia un montón temporal en el suelo, cada cierto periodo de tiempo los trabadores hacen el ensacado de las mismas clasificando por tamaño de papa y posteriormente lo trasladan hacia un lugar apropiado en el mismo terreno (almacén temporal), esta tarea lo hacen los mismos trabajadores, al día siguiente se repite la misma operación hasta que se termine de cosechar la parcela de papas.

Bajo estas condiciones productivas tradicionales es recomendable el empleo de una mecanización apropiada para estas zonas rurales, es decir adecuar a la situación social y económica de la región mediante un diseño y construcción de una máquina cosechadora de papas que será accionada por la fuerza animal, lo que se busca es aumentar la productividad de esta tarea, aliviar el esfuerzo físico del hombre, mejorar su capacidad, eficiencia y a la vez mejorar el nivel de vida

de los agricultores y desde el punto de vista ergonómico, aliviar el cansancio para ello será necesario previamente el análisis y diseño del mismo, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales va a trabajar el equipo, consecuentemente el análisis de los esfuerzos que va a soportar la máquina en la etapa de cosecha. A continuación, se puede apreciar vistas de la Dirección Regional de Agricultura y de las vistas del satélite, las parcelas de cultivos en la zona rural de Huánuco y de la sierra del Perú.



**Figura 1** Zona rural del distrito de San Rafael-Huánuco  
**Fuente:** Dirección Regional de Agricultura - Huánuco



**Figura 2** Vista satelital de la comunidad de Armatanga – Tomayquichua – Huánuco



**Figura 3** Campesinos haciendo uso de la chaquitacla para las labores del campo  
**Fuente:** Dirección Regional de Agricultura



**Figura 4** Vista fotográfica de un campesino de la comunidad de Armatanga – Huánuco  
**Fuente:** Elaboración propia.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es el diseño y construcción de una máquina cosechadora de papas con tracción animal, para las zonas rurales de la Región Huánuco?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el diseño de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?
- ¿Cuál es la estructura y componentes de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?
- ¿Cuál es la eficiencia del funcionamiento de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar y construir una máquina cosechadora de papas con tracción animal, para las zonas rurales de la Región Huánuco.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar el diseño de una máquina cosechadora de papas con tracción animal.
- Realizar la fabricación de la estructura y todos los componentes de una máquina cosechadora de papas con tracción animal
- Determinar la eficiencia del funcionamiento de la máquina cosechadora de papas con tracción animal

## **1.4 HIPÓTESIS**

El presente trabajo de investigación es de tipo tecnológico, por lo cual no requiere hipótesis debido a que la investigación tecnológica “tiene por objeto el provocar determinados fenómenos que no se presentan usualmente en la naturaleza y cuyo conocimiento puede ser interesante o importante en el avance de la ciencia o la tecnología” (Cegarra, 2004, p.86). Siendo el prototipo que desarrollamos, una máquina cosechadora de papas, un trabajo cuasi experimental, a causa de que consta de un proceso de fabricación mecánica y



ensamblaje, el cual necesitó de diversas pruebas de campo para evaluar su efectivo funcionamiento. Por lo tanto, esta investigación no presenta hipótesis.

Además, reafirmamos nuestra postura en base al fundamento de que “la ciencia dentro del modo de abordar la investigación es el problema, hipótesis y contrastar hipótesis, mientras que el modo de abordar la tecnología es problema – necesidad, seleccionar solución, experimentar, desarrollar el artefacto y evaluarlo” (Hashimoto, 2010, p.291).

## 1.5 VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

### a) *Variable Independiente*

La máquina cosechadora de papas

### b) *Variable Dependiente*

Eficiencia del cosechado de papas

### c) *Operacionalización de variables*

Tabla 1. Operacionalización de la variable Independiente

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo variable	Escala	Dimensiones	Indicador
Máquina cosechadora de papas	Dispositivo metálico que sirve para la cosecha de papas	Se busca encontrar resultados favorables en la cosecha de papas realizado por la máquina.	Cualitativa Politómica	Categoría Nominal	Dispositivo metálico Terreno de sembrío de papas apto para la cosecha.	Función de cosechar adecuadamente las papas de un campo de cultivo.
Eficacia del cosechado de papas	Capacidad y rapidez de cosechar las papas de un campo de cultivo.	Se busca encontrar resultados eficientes en la cosecha de papas.	Cualitativa Continua	Categoría de razón	Capacidad del cosechado de papas Rapidez del cosechado de papas	Porcentaje de Eficacia del cosechado de papas.

**Fuente:** Elaboración propia

## 1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

### 1.6.1. Justificación

La cosecha del tubérculo de la papa en el Perú es realizada por los pequeños agricultores y lo realizan de manera tradicional utilizando herramientas como pala, pico y la chaquitacla en la región de Huánuco y en otras regiones del Perú, la cosecha de dicho tubérculo no solo lo realiza una persona, sino que se requiere varias personas para realizar esta labor, según sea el tamaño de la parcela ( para  $\frac{1}{2}$  Hectárea de 10 a 12 personas), por lo tanto resulta siendo costoso y a la vez sumamente extenuante para los agricultores.

Con el fin de elevar el índice de mecanización agrícola en el Perú, y de brindar solución a la problemática actual ya mencionado, se diseñó y construyó una máquina cosechadora de papas, este dispositivo metálico tiene un sistema adecuado de cosecha, puesto que utiliza un medio mecánico simple que será arrastrado por la fuerza de una yunta de bueyes (toros), que logra remover y descubrir a los tubérculos y la faja transportadora los deja encima la superficie del suelo.

#### a) *Justificación técnica*

El diseño y construcción de la maquina cosechadora de papas con tracción animal, es un equipo semi mecanizado, dado que con la información sacada del campo: ancho se surco o caballón, altura y la pendiente del suelo, se elaboró el diseño de detalle para proceder a la fabricación de dicha máquina, respetando el factor ergonómico del trabajador o de los campesinos quienes van hacer uso de la máquina.

De esta manera se está contribuyendo a la investigación científica en el Perú, en el ámbito de la agricultura.

**b) *Justificación económica***

El desarrollo del proyecto está enfocado en la disminución del esfuerzo manual y el aumento de la productividad, y con esto también aminorar los costos que requiere el cosechar las papas en un campo de cultivo, ya que los pequeños agricultores del Perú y de la región Huánuco generalmente no cuentan con el apoyo de las autoridades y muchas veces el realizar dicha actividad agrícola requiere contratar a otras personas para poder cosechar los productos de la tierra, y muchos campesinos no poseen el sustento económico para pagar la mano de obra, por otro lado, la mano de obra al ser manual, se disminuye la rapidez de la cosecha y conlleva a la pérdida de la calidad de las papas por daños por el retraso en la cosecha y muchas veces no aprovecha el precio en los mercados.

Por lo tanto, el diseño y construcción de una máquina cosechadora de papas, facilita a nuestros campesinos la recolección e incluso la clasificación del producto, reduciendo así el costo y tiempo que demanda una cosecha de papas.

**1.6.2. Importancia**

Al dotar al campesino de una máquina agrícola semi mecanizada que permita cosechar esta clase de tubérculo, contribuye al desarrollo de la actividad del laboreo, ofreciendo al agricultor una herramienta que le ayuden a mejorar su producción y que estén al alcance de los pequeños agricultores y productores de papas de nuestra región Huánuco y de otras regiones del Perú

## 1.2 LIMITACIONES

Se tuvo gran limitación económica para la elaboración de la máquina cosechadora de papas, ya que todo fue autofinanciado por nosotros los investigadores.

El diseñar las piezas para la máquina cosechadora de papas requería la compra de materiales metálicos y trasladarlos a un taller mecánico para el servicio de torno y fresado respectivo, y así obtener los elementos mecanizados y llevados para el ensamblaje de la máquina cosechadora de papas.

Como también al momento de la ejecución de la máquina cosechadora de papas era necesario poder trasladarnos fuera de Huánuco hacia un terreno de cultivo, lo cual demanda una adecuada y cuidadosa movilidad de la máquina y permisos respectivos de los dueños de los terrenos para poder realizar pruebas de campo.

Otra limitación es el costo excesivo en el taller de mecánica: El torneado de los ejes de transmisión, el fresado para las chavetas, preparación de las bases para las ruedas (llamadas manzanas), como son trabajos esporádicos por eso cobran caro el servicio de mano de obra.

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

**Alcaciega (2017)** en su tesis Diseño y Construcción de un Apero para Cosechar Papas en Campos Agrícolas, refiere el proceso de cosecha de papas de forma semimecanizado, para ello determina las posibles alternativas de diseño. De la cual selecciona el apero de tipo disco, la cual va ser accionado a través de una toma de fuerza y acoplado a tres puntos al tractor, que consta de una transmisión por sistema cardan, disco de arado de 26 pulg., vertedera y también un sistema de poleas y bandas. Las dimensiones de partes y componentes mecánicos, se diseñaron tomando en cuenta las condiciones reales de trabajo del apero y factores de seguridad recomendados. Finalizado con el diseño y construcción del apero se llevan a cabo las pruebas de funcionamiento, en la cual se observa que la cosecha de papas se da en un menor tiempo y con menos personal, disminuyendo así en un 50% comparado con el proceso tradicional de cosecha.

**Quevedo (2016)** en su tesis análisis y diseño de un apero cosechador de papas para el motocultor yto df – 151 – magap, utiliza la técnica que se fundamenta en el modelo Pahl y Beitz la cual consta de especificaciones, **diseño conceptual**, optando por la mejor alternativa mediante la matriz morfológica; finalmente el diseño de detalle de cada componente del apero cosechador, en la que se detallan dimensiones, los materiales a usar. Cumple satisfactoriamente con su objetivo, obteniendo resultados positivos. Recomienda la construcción y montaje del equipo en cualquier taller, dado que sus piezas se pueden mecanizar

con facilidad, la cual contribuirá a la actividad de la cosecha, beneficiándola de manera productiva.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Rojas (2016)** en su trabajo de investigación sistemas de cosecha en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el CIP Illpa-puno, señala como problema principal el costo elevado de la mano de obra, durante la actividad de cosecha. Los objetivos fueron: a) Determinar la cosecha más eficiente de papa entre sistema de cosecha semi mecanizado y tradicional. b) Determinar cuál de las tres formas de cosecha es el que tiene mejor tiempo de cosecha en condiciones del CIP- Illa en kg/ha. c) Determinar el estimado económico de los sistemas de cosecha para hallar la relación beneficio costo. Los factores en estudio, la papa Nativa “Imilla Negra” e Híbrida “Silver” y los 3 sistemas de cosecha. Se utilizó un diseño completo al azar en parcelas divididas, conducido bajo tres repeticiones. La unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup>, y el área del campo experimental fue de 360 m<sup>2</sup>. Los resultados fueron: a) En porcentaje de cosecha de tubérculos, el sistema de cosecha que mayor porcentaje de papas que recoge del suelo en la variedad de papa Híbrida “Silver” fue la Semi mecanizada con un 96.26% (16 833.33 kg/ha). Mientras que la cosecha tradicional con un 94.86% (14 500.00 kg/Ha). b) En cantidad de papa cosechada por tiempo, la variedad de papa Híbrida “Silver” más sistema de cosecha Semi mecanizada tuvo menor tiempo con 0.39 jornales/Ha (3.15 horas/Ha); el mayor tiempo de cosecha fue con la cosecha tradicional con 71.53 jornales/ha (572.22 horas/ha). c) Según el estimado económico, con el sistema semi mecanizado en la variedad Híbrida “Silver”, obtuvo mejor relación beneficio costo de 3.00 y una rentabilidad económica de 200.10%; la cosecha Tradicional obtuvo una relación beneficio costo de 1.65 y una rentabilidad económica del 64.72%. Por

lo tanto, se concluye que, con el sistema de cosecha mecanizada, se logra una mejora en la producción, comparado con el sistema de cosecha manual.

**Garro (2019)** en el desarrollo de su proyecto **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PROTOTIPO ARRANCADORA DE PAPA CONTRACCIÓN MECÁNICA, LA MOLINA – 2018**, utiliza la técnica basada en el modelo Pahl Beitz. Llevando al diseño conceptual la comparación de alternativas y describiendo los componentes más importantes del diseño para así tener la mejor alternativa. Para ello, tres arrancadores de papa con características similares, activados, en su tracción y movimiento, fueron comprados por el eje de la toma de fuerza del tractor y el enganche de tres puntos. Esta valoración le permitió obtener la mejor alternativa y luego aumentar las ventajas tecnológicas. Finalmente, el diseño se especifica con los detalles y planes correspondientes para la fabricación de la máquina con las innovaciones que corresponde. Esta tesis cumple con los objetivos, por ello se recomienda el diseño, construcción y evaluación del prototipo con tracción mecánica.

- *Antecedentes Regionales y Locales:*

No se encontraron antecedentes Regionales ni locales.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Diseño conceptual**

Para el diseño y construcción de la máquina cosechadora de papas se tomó en cuenta ciertos requerimientos, como el ancho y altura del caballón o surco donde se encuentran los tubérculos aún sin cosechar, el diseño de la máquina es capaz de cortar y remover el suelo donde se encuentran las papas en los surco la

tierra, separar los tubérculos del suelo y descubrirlos para su cosecha, para lo cual previamente se debe realizar un diseño minucioso de elaboración de las piezas de la máquina, se optó por un material resistente y duradero como lo es el metal, y que al ser ensamblado, uniéndose las piezas diseñadas, logra dar estabilidad a dicho dispositivo.

Considerando también que se va utilizar la fuerza de tracción animal, para que con la energía que le brinde a la máquina se dé su funcionamiento, se diseñó una cadena de acero que va unido al yugo de la yunta, para que la fuerza sea transmitida hacia la máquina y esta a su vez realice el trabajo de cosecha.

Este dispositivo está diseñado de manera semi mecanizada, ya que la intervención de la mano del hombre será mínima.

Consiguiéndose así una adecuada cosecha de los tubérculos, a un tiempo y costo mucho menor que la cosecha manual a la que están acostumbrados nuestros agricultores.

### **2.2.2. Diseño de detalle**

En el diseño de detalle se grafica toda información de la máquina, como son: las medidas de la estructura, el tipo de material, espesor de los tubos de fierro, espesor y tipo de material de cada elemento que conforma la máquina; así como también el sistema mecánico, la faja transportadora, todos se grafica a una escala determinada con todas las acotaciones.

Es un juego de planos que se hace (ver anexos).



### **2.2.3. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de fabricación de la máquina y al final se elabora un cuadro que se plasma la información más relevante de dicha maquina como son medidas, tipo de trabajo velocidad de trabajo, etc., (ver anexo). Es un catálogo del producto para entregarle al cliente junto con la guía rápida de ensamblaje de la máquina cosechadora de papas a tracción animal.

### **2.2.4. Ensamblaje de las partes**

El ensamblaje es la unión de todos los elementos de la máquina siguiendo la guía rápida de ensamblaje, donde se detalla que la estructura debe estar lista con todas las perforaciones para los pernos de sujeción, luego se juntan las ruedas, los ejes de transmisión de fuerzas, el sistema mecánico como es la faja transportadora, la reja o cuchilla.

### **2.2.5. Prueba de funcionamiento**

Una vez que se ha completado el montaje total de la máquina cosechadora, está lista para trabajar y comprobar sus diferentes sistemas, en el caso del sistema mecánico, es decir el sistema motriz que incluyen las catalinas, cadena, eje motriz, rodamientos, además la estructura soporte, las primeras pruebas deben realizarse en vacío, luego la maquina es llevada al campo. (más detalle en el desarrollo de la maquina)

### **2.2.6. Diagrama de proceso**

El diagrama de análisis de operaciones es la representación gráfica de la secuencia de las operaciones e inspecciones realizadas y de los puntos en que entran los materiales al proceso; este diagrama facilita una rápida visualización

del proceso a fin de simplificarlo. (el DOP de la maquina ver en el desarrollo capitulo IV)

### **2.2.7. Cosecha de papa**

La cosecha es una de las labores más costosas que requiere mayor número de personas y mejor organización que cualquier otra labor en el cultivo de papa.

La cosecha de papas corresponde al fin de la etapa del cultivo y el inicio de la preparación para la comercialización en el mercado. Es una labor de alto riesgo debido a los daños que se puedan ocasionar en los tubérculos, por ello se debe tener especial atención y cuidado durante esta actividad; considerando que los tubérculos son una estructura viva, nutritiva y muy propensa a daños por golpes y magulladuras. (Alcaciega, 2017, p.1), por consecuencia se requiere especial atención dependiendo en que zona o área geográfica se va a desarrollar esta actividad, puede ser en: Terrenos llanos de la costa, terrenos con poca pendiente en algunos valles y en los terrenos de la zona rural de las regiones alto andinas como es el de la región Huánuco.

### **2.2.8. Tipos de cosecha**

#### **2.2.8.1 Cosecha Manual**

Este proceso consiste en arrancar, recoger y ensacar a mano los tubérculos, utilizando para ello diferentes implementos manuales tales como: azadones, gualatos o picotas. Es un sistema lento, que requiere alta mano de obra, y produce pérdidas y daño en los tubérculos. (Alcaciega, 2017, p.2)



*Figura 5* Cosecha manual o tradicional

**Fuente:** Agencia andina, Agricultura Perú 23/11/2011

#### **2.2.8.2 Cosecha Semi- mecanizada**

Consiste en arrancar las plantas en forma mecanizada, para recoger y ensacar a mano en el campo, o ensacar sobre la máquina. Para ello se puede usar un arado arrancador; una arrancadora de una o dos hileras, que destapan, levantan y dejan sobre el suelo los tubérculos; o una arrancadora que destapa, levanta y sube los tubérculos a la máquina para separarlos de los terrones y restos vegetales y para ensacarlos sobre la máquina. (Alcaciega, 2017, p.3)



*Figura 6* Cosecha semi mecanizada.

Fuente: Biblioteca INIA – Libro INIA FITOGENETICO

### **2.2.8.3 Cosecha Mecanizada**

Consiste en arrancar, recoger y ensacar automáticamente los tubérculos, usando medios completamente mecanizados. Para esto se usan máquinas especializadas que disminuyen el uso de mano de obra, mejoran y permiten cosechar grandes superficies en menor tiempo, dando como resultado, una disminución del costo por unidades cosechadas. (Alcaciega, 2017, p.3)



**Figura 7** Cosecha mecanizada  
**Fuente:** AGRO VENT.

#### **2.2.8.4 Cosecha con tracción animal**

Desde tiempos ancestros el hombre utilizaba el arado de palo como instrumento de trabajo para el arado de tierras para la siembra de sus cultivos y también lo utilizan para la remoción del suelo para que les facilite el recojo de tubérculos, en cuanto a la propiedad de estos implementos por lo general los campesinos son dueños y algunos pocos lo alquilan juntamente con la yunta y el operador para realizar el arado de una parcela.

La cosecha con tracción o accionamiento animal, se realiza con una pareja de pareja de toros (yunta), la cual se incorporó para el accionamiento de la máquina cosechadora.



**Figura 8** Cosecha de papas con ayuda de la yunta  
**Fuente:** Dirección Regional Agraria Puno.

### **2.2.9. Producción nacional de papa**

A nivel nacional, la producción de papa totalizó 208 mil 409 toneladas, en setiembre del presente año y aumentó en 9,4% al compararla con similar mes de 2018; así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el informe técnico Perú Panorama Económico Departamental, elaborado con información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (La Republica, 2019)

Los departamentos que destacaron por su mayor producción fueron Lima (90,5%), Huánuco (54,9%) y Arequipa (7,8%) que en conjunto concentraron el 53,7% de la producción total. También, presentaron comportamiento positivo Piura (141,2%), Amazonas (34,0%), Huancavelica (21,6%) y La Libertad (11,1%), entre otros. (La Republica, 2019)

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

### - *DISEÑO*

Proceso previo de configuración mental en la búsqueda de la solución en cualquier campo. También se define como realizar o hacer un plan detallado para la ejecución de una acción o idea. Se aplica habitualmente en el campo de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación entre otras disciplinas que requieran de imaginación.

### - *CONSTRUCCIÓN*

Proceso que supone el acto de hacer una estructura nueva usando el ingenio y otros materiales. También se define como el armado de cualquier cosa previamente diseñada.

### - *MÁQUINA*

Conjunto de elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía, realizando así un determinado trabajo con un fin u objetivo. Se define también como un dispositivo que convierte la energía y la transforma dando como resultado un efecto previamente estudiado.

### - *COSECHAR*

Obtener un determinado fin o resultado producto de un trabajo o un esfuerzo realizado. En la agricultura la cosecha se basa en la recolección de frutos, semillas, tubérculos u hortalizas de los campos de cultivo anteriormente sembrados en determinadas épocas del año.

- ***PAPA***

Del latín *Solanum Tuberosum*, es una especie herbácea perteneciente al género *Solanum* de las familias de las solanáceas, originaria de la región que comprende el Altiplano del Sur del Perú y noroccidente de Bolivia.

- ***YUNTA***

Es una pareja de bueyes, mulas o cualquier otro animal que trabajan unidos, por medio de un yugo, con el fin de realizar labores en el campo como labrar la tierra.

- ***TRACCIÓN***

Se trata del acto y la consecuencia de tirar de una cosa con el objetivo de desplazarla o de conseguir que se mueva.

- ***TRACCIÓN ANIMAL***

La tracción animal es el uso de los animales domésticos por los seres humanos para el transporte y trabajo agrícola.

- ***CABALLÓN***

Lomo entre surco y surco de la tierra arada.

- ***CRIBA***

Utensilio consistente en una tela metálica o de cuero agujereada y sujeta en un aro usado para tamizar.

- ***PROTOTIPO***

Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.



- ***CHAQUITACLLA***

Arado de pie que acrecentó la productividad agrícola. La chaquitacla, es un palo puntiagudo con una punta un tanto encorvada, que puede ser de piedra o de metal. Además, esta herramienta tiene otro palo transversal en el cual el agricultor apoyaba su pie para hundirlo en la tierra y luego al inclinar el palo principal para remover una parte de la tierra y así hacer un surco.

## CAPITULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo tecnológica, dado que tiene por finalidad la invención de una máquina cosechadora de papas. Asimismo, es aplicada, puesto que dicha máquina permitirá a los agricultores reducir el tiempo de cosecha de los cultivos de papas. En lo referente al diseño, este es no experimental transeccional, por cuanto los datos fueron recogidos en un único momento y no se manipuló la variable.

La población u objeto de estudio estuvo constituido por 10 trabajadores de campo, a quienes se les aplicó un cuestionario con alternativas múltiples que permitiera conocer su opinión acerca de la máquina propuesta. En lo que concierne a la unidad de análisis o estudio, es el diseño y construcción de una cosechadora de papas. En cuanto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, entre la primera destacan la observación directa, encuesta u análisis bibliográfico; entre los segundos figuran el cuestionario, registro de pruebas y funcionamiento del prototipo, fichas bibliográficas, guía de observación, cuadros comparativos de los datos obtenidos en el registro de pruebas y funcionamiento. El diseño y construcción de la máquina cosechadora se desarrolló mediante el ensayo prueba y error, a través de la elaboración del diseño y funcionamiento del prototipo usando tablas de datos comparativos de cosecha manual y con el del prototipo propuesto. La presentación de los resultados se hizo mediante el análisis de los resultados comparativos del funcionamiento del prototipo y el método del trabajo manual, a través de tablas donde se describirán los tiempos de los dos tipos de cosecha.

### 3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es aplicado. “También conocida como diseño o innovación, tiene como propósito aplicar los resultados de la investigación experimental para diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad” (Espinoza, 2014, p.91).

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es Cuasi Experimental, ya que manipularemos la variable (maquina), es decir los componentes mecánicos del diseño para efectivizar el funcionamiento de la cosechadora de papas.

Se utilizó el diseño Cuasi Experimental con pre y post test, con un grupo experimental y un grupo de control.

El esquema es:  $G_E \quad O_1 \text{-----} O_3$   
 $G_c \quad O_2 \text{-----} X \text{-----} O_4$

Dónde:

$G_E$ : Grupo experimental

$G_c$ : Grupo control

$X$  = Variable Independiente (maquina)

$O_1$  y  $O_2$  = Información pre test

$O_3$  y  $O_4$  = Información post test

### **3.4 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN**

Teniendo en cuenta las características y el tipo de investigación de este proyecto, nuestra unidad de análisis estará basada en el diseño y construcción de una cosechadora de papas a tracción animal .

### **3.5 SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Como se determinó que la naturaleza del proyecto de investigación es tecnológica, la muestra u objeto de estudio es la máquina cosechadora de papas.

### **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1.3.6.1 Técnicas**

- Observación directa
- Encuesta
- Análisis Bibliográfico

#### **3.6.2 Instrumentos**

- Cuestionario
- Registro de pruebas y funcionamiento del prototipo.
- Fichas bibliográficas
- Guía de observación
- Cuadros comparativos de los datos obtenidos en el registro de pruebas y tablas del funcionamiento.

### **3.7 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS**

Se desarrolló mediante el ensayo prueba y error, a través de la elaboración del diseño y funcionamiento del prototipo usando tablas de datos comparativos de cosecha manual y con el del prototipo propuesto.

La presentación de los resultados es mediante el análisis de los resultados comparativos del funcionamiento del prototipo y el método del trabajo manual, a través de tablas donde se describirá los tiempos de los dos tipos de cosecha.

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Luego de una búsqueda de información de las máquinas cosechadoras de papas existentes en el mercado, se han identificado máquinas cosechadoras de papas accionadas por tracción mecánica, desde las básicas hasta las más sofisticadas, todas accionadas por la fuerza del tractor, asimismo hay máquinas cosechadoras de papas pequeñas y básicas accionadas por un motocultor, lo cual hace posible poner en práctica nuestro diseño y dando cumplimiento el objetivo general del presente trabajo de investigación, hemos logrado identificar los elementos que conformaría la máquina cosechadora de papas a tracción animal, para ello se hizo el diseño del prototipo, (**ver anexo**) en base los requerimientos que se considera para ese tipo de terrenos de la zona rural de la región Huánuco y del Perú andino.

- Se elaboró el diseño de los elementos que conforman la máquina, del mismo modo las especificaciones técnicas del equipo.
- Se elaboró el juego de planos de la máquina, los cuales contemplan las dimensiones y todos detalles de los elementos que lo conforman.
- Se elaboró un presupuesto del costo de la máquina y también se concretó su financiamiento necesario
- Se hizo el requerimiento de los materiales que se utilizan en la fabricación de los elementos, de la misma manera se menciona con detalle las herramientas y maquinarias a utilizar en la construcción del prototipo.
- Se procedió a la fabricación de los elementos que van a conformar la máquina.

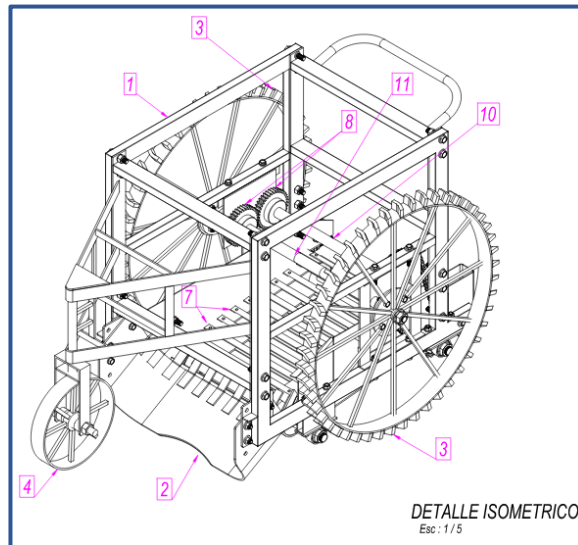
- Se procedió a ensamblar los elementos mecanizados, a la estructura de la máquina, se une las partes mediante soldadura eléctrica al arco y pernos, dejando un producto terminado.
- Se procedió a poner a prueba el prototipo, luego medimos la productividad y la eficiencia de la máquina. Como también las conclusiones y recomendaciones.

## **4.2 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL PROTOTIPO**

Para el diseño y construcción de una máquina cosechadora de papas se ha tenido en cuenta el siguiente procedimiento:

### **4.2.1. Especificaciones del parámetro de diseño.**

El árbol de papas (según medidas tomadas en el lugar mide en promedio 20 Cm. de profundidad por 40 Cm. de ancho en la base del surco) tal como se aprecia en la fig. Por lo tanto, se hizo su diseño para luego construirlo.



**Figura 9** *Diseño de la máquina*  
**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.2.2. Requerimientos del operario.**

El operario viene a ser el campesino que es dueño de la parcela, quien programa la siembra, y hace todas las labores culturales de dicho cultivo, para finalmente planificar con cuántos trabajadores va a contar en esta labor, dependiendo la cantidad del área sembrada para realizar la cosecha de las papas. Por lo tanto, en una entrevista a los campesinos, si aceptan la propuesta de dicho equipo considerando las necesidades que aquejan y viendo la pendiente de los suelos se procede a realizar los diseños correspondientes.

##### ***Fase 1. Especificaciones para el diseño***

En esta fase se recopila la información acerca de los requerimientos y restricciones que deben incorporarse en el proyecto.



**Tabla 2**  
*Manifestaciones de los campesinos*

PREGUNTA SUGERIDA	ENUNCIADO DEL AGRICULTOR	REQUERIMIENTO INTERPRETADO
<b>1. ¿Usos típicos?</b>	Extracción de papa más rápida	En referencia a pago de jornales a los trabajadores
	Cuidado de la integridad de la papa	Muchas veces las papas se dañan al ser extraídas, de forma manual con azadones o picotas
<b>2. ¿Qué herramientas se utilizan en la actualidad?</b>	Azadones	Elementos usados tanto para la siembra, cultivo y cosecha manual; produce fatiga al campesino
	Picotas	Herramienta principal utilizada en la cosecha manual de recolección, produce fatiga al campesino
<b>3. ¿Qué tan altos son los costos de cosecha?</b>	Excesivos costos de cosecha	Para el proceso de cosecha es necesario contratar más personal
	El sistema semi mecanizado se ahorra en personal, pero no en mantenimiento	Los costos por cosecha automatizada se reducen en comparación de los costos por mano de obra
<b>4. ¿Fatiga del trabajador de cosecha?</b>	El trabajador debe descansar	Se pierde tiempo y recursos en la cosecha manual
	El sistema semi mecanizado cosecha de forma continua	La ventaja del sistema semi mecanizado es la mayor producción y a la vez continua
















**Fuente:** Elaboración propia

### ***Fase 2. Diseño conceptual.***

En este caso la máquina diseñada debe realizar el proceso de cosecha de una manera semi mecanizada con la menor intervención humana, y con mayor eficiencia.

***Matriz Morfológica*** La matriz morfológica compara opciones de diseños para las diferentes partes de las máquinas o productos. La comparación de soluciones es, el motivo central del diseño, que agrupa y esquematiza las ideas, para lo cual se recurre al análisis. Luego de un análisis exhaustivo se procede a la elección de la alternativa adecuada a nuestro proyecto.

**Tabla 1**  
*Matriz morfológica*

FUNCIONES	SOLUCIONES			
	1	2	3	4
TIPOS DE REJAS	Reja Excavadora Lateral 	Reja Excavadora Frontal 	Disco Corta hiervas 	Cinta excavadora 
TIPOS DE CUCHILLAS	Cuchillas para Cultivadores Fijos 	Cuchilla para Apero Cosechador 	Cuchilla para Doble Surco 	Cuchilla Extendible para Arado Reversible 
MATERIAL DE LA CUCHILLA	Madera	Acero con Alto Contenido de Carbono	Acero con Bajo Contenido de Carbono	Plástico
MATERIAL DE LA ESTRUCTURA	AISI 304 (ACERO INOXIDABLE)	ASTM A - 1200 (ALUMINIO)	ASTM A - 500	
TIPO DE NEUMATICOS	Rueda Lisa de Hierro de Ø 4 Pulgadas 	Rueda de Nylon con Fibra de Vidrio Ø 5 Pulgadas 	Rueda con Banda de Goma 12 Pulgadas 	Rueda para Motocicleta de 309 x 400 
TIPO DE ACCIONAMIENTO Fuente: Quevedo	Accionamiento Animal 	Accionamiento Autopropulsado 	Accionamiento Manual 	

*Elección de alternativas* ad d a g oluciones

que se dan mediante un conjunto de ideas, los cuales son esquematizados y representados en una matriz morfológica. El análisis de las alternativas, se lo realiza basándonos en parámetros de Diseño. Las posibles soluciones que se dan son:

**Alternativa 1.** Tendrá la disposición de una Reja Excavadora Frontal, con una cuchilla exclusivamente diseñada para Excavar Papas la cual está constituida de un material de alta resistencia al desgaste, por su elevado contenido de carbono. Se encuentra incorporado a una estructura de material que a su vez es dúctil, durable, maleable y accesible, en el mercado nacional y local como es el Acero ASTM – A-500, el cual es trasladado mediante ruedas de fierro utilizados básicamente en carretas, siendo accionado todo este sistema de forma impulsada mediante una yunta de toros, cuyo peso de cada uno debe ser de 400 Kg. a más.

***Ventajas***

- Materiales de fácil adquisición.
- Fácil de construir.
- Costos aceptables para la fabricación.
- Alta resistencia al desgaste de las cuchillas.
- Buen rendimiento de trabajo.
- Es desarmable para ser transportado

***Desventajas:***

- Por el volumen y el peso.
- Requiere de un mantenimiento constante.
- Peligro de proyección de piedras en el suelo.
- No apta para superficies grandes.
- Peligro de deterioro dejándolo a la intemperie

### **4.2.3. Evaluación de alternativas.**

Para lo que se asignará un valor de:

- 1 para Malo o Inaccesible
- 2 para Bueno o Accesible.
- 3 para Muy Bueno o Asequible.
- 4 para Excelente o Muy Asequible.

A los puntos de evaluación se les establecerá un factor de importancia, el cual está dividido en:

- 1 importante.
- 2 muy importante
- 3 imprescindible.

En las siguientes tablas se muestran los puntos a evaluar ponderados.

**Tabla 4**  
*Valoración económica*

Puntos de Evaluación	Factor de Importancia (Fi)	Puntaje (P)			Puntaje Ideal
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
<b>Costo de Materiales</b>	3	3	2	2	4
<b>Costo de Fabricación</b>	3	3	2	2	4
<b>Costos de Reparación Y Mantenimiento</b>	2	3	2	1	4
<b>Efectividad de Labranza</b>	2	3	3	3	4
Total = $\sum (Fi \times P)$		<b>30</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
Coeficiente Económico = $(P \text{ Total} / P \text{ Ideal}) \times 100$		<b>75 %</b>	<b>55%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (Elaboración propia)

En consecuencia, la valoración económica de la alternativa 1 es de 75% es la más aceptable para el proyecto.

**Tabla 5**  
*Valoración técnica*

Puntos de Evaluación	Factor de Importancia(Fi)	Puntaje (P)			Puntaje Ideal
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
<b>Rendimiento</b>	3	3	3	3	4
<b>Desterronamiento del Suelo</b>	3	3	3	3	4
<b>Profundidad de labrado</b>	2	3	3	1	4
<b>Facilidad de Construcción</b>	3	3	2	1	4
<b>Facilidad de operación</b>	3	3	2	1	4
<b>Durabilidad de Componentes</b>	3	3	3	1	4
<b>Mantenimiento y Reparación</b>	2	3	2	1	4
<b>Fácil Limpieza</b>	1	3	2	1	4
Total = $\sum(Fi \times P)$		<b>60</b>	<b>51</b>	<b>30</b>	<b>80</b>
Coeficiente Técnico = ( P Total / P Ideal) x 100		<b>75 %</b>	<b>63.73 %</b>	<b>37.5%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** (Elaboración propia)

De la misma manera el coeficiente técnico, la alternativa 1 con 75% la cual es la más aceptable.

#### 4.2.4. Definición de cada criterio

- a) **Costo:** Es uno de los criterios más importantes en vista que se toma en cuenta los precios de materiales, fabricación, reparación y mantenimiento, así como para realizar la labranza los cuales no deben de salir de un cierto rango estipulado.
- b) **Rendimiento de la máquina:** La idea de rendimiento se refiere a la eficiencia máxima de trabajo que debe obtener el equipo diseñado.
- c) **Desterronamiento del suelo:** Este término se refiere a la acción y resultado de desterronar, quebrar o desbaratar los terrones que debe levantar el sistema de excavación.
- d) **Profundidad de labrado:** Este criterio se refiere a la dimensión en donde la cuchilla de corte debe introducirse al suelo.
- e) **Facilidad de construcción:** Se refiere al grado de facilidad para poder construir la máquina excavadora, además este es desarmable, al final de cada trabajo.
- f) **Facilidad de operación:** Se refiere al manejo sencillo que debe tener el sistema de excavación.
- g) **Durabilidad de los componentes:** Se califica en base al tiempo de duración o vida útil de los componentes bajo los parámetros de eficiencia estipulados.
- h) **Mantenimiento y reparación:** Se refiere al mantenimiento fácil y sencillo que se debe dar al equipo de excavación, en el menor tiempo posible, para lo cual los componentes de la máquina deben de ser de fácil adquisición o remplazo en caso sea necesario.

**i) Fácil limpieza:** Se califica dependiendo la facilidad y sencillez que se debe tener al momento de realizar la limpieza a la maquina cosechadora de papas.

#### **4.2.5. Selección de alternativas.**

La alternativa más adecuada será la que mantenga los coeficientes mejores a nivel Económico y Técnico.

Analizando las Alternativas, se obtuvo como resultado, que la opción 1 tiene un coeficiente económico de 75%, mientras que la Alternativa 2 tiene el 55% y finalmente la Alternativa 3 posee el 50%.

En lo referente a la Evaluación Técnica la Alternativa 1 tiene el 75% con respecto a la 2 que posee el 63.75% y finalmente referente a la Alternativa 3 tiene el 37.5%. Por lo que se concluye que la mejor alternativa a seguir y en la cual será basado el Proyecto es la Opción 1.

#### **a) Descripción preliminar del prototipo cosechador.**

El prototipo de máquina a diseñar y construir se realiza dentro el marco de la “La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad” (Espinoza, 2014, p.90).

.La estructura de la maquina debe ser lo más simplificado posible para ser acoplada al yugo de la yunta mediante una cadena de acero.

#### **b) Criterio de costos.**

El costo de este equipo será accesible para los agricultores, partiendo del empirismo, que constituye el inicio de todo producto, y dotar al campesino herramientas de trabajo, de tal manera que tengan sus propias unidades de



labranza en la etapa de cosecha de papas, el mercado primario lo constituirían los propios campesinos, los cuales disponen de sus animales domesticados (yunta de toros) entrenados para este trabajo en la región Huánuco y del Perú.

**c) Postulados.**

Productividad, eficiencia, fácil acople de la máquina al yugo de la yunta mediante una cadena de acero.

**d) Personas interesadas.**

Pequeños y medianos agricultores y productores de papa de la región Huánuco y del Perú, especialmente de la comunidad campesina de Armatanga.

**4.2.6. Diseño de detalle.**

El diseño de detalle se da por medio de una definición generada por un conjunto de planos, teniendo presente que se debe expresar mediante dibujos de todos los componentes de la máquina el cual tiene como objetivo principal precisar y generar la información sobre los detalles de fabricación o construcción. (Ver anexos)

**4.2.7. Requerimientos para la construcción**

Para el proceso de construcción de los componentes que conforman la maquina se requiere de materiales, equipos, herramientas, instrumentos, etc. que se detallan a continuación:

**a) Máquinas y equipos**

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| ✓ Torno              | ✓ Tronzadora        |
| ✓ Fresadora          | ✓ Equipo de pintura |
| ✓ Taladro de columna | ✓ Taladro de mano   |

- ✓ Amoladora
- ✓ Esmeril
- ✓ Máquina de soldadura eléctrica al arco

**b) Herramientas**

- ✓ Utensilios para tornear
- ✓ Brocas
- ✓ Rayador
- ✓ Discos de corte
- ✓ Discos de desbaste
- ✓ Discos de pulir
- ✓ Limas
- ✓ Martillo
- ✓ Cinceles planos
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Hoja de sierra

**c) Instrumentos de medición y verificación**

- ✓ Falsa escuadra
- ✓ Wincha o cinta métrica metálica
- ✓ Calibrador pie de rey
- ✓ Nivel de mano
- ✓ Escuadra

**d) Materia prima**

- ✓ Plancha de acero negro ASTM A 36 de ¼” de espesor.
- ✓ Barra de tubos de fierro rectangular de 2 x 1” x 2 mm.
- ✓ Fierro redondo AISI 1045 de 25 mm. de diámetro.
- ✓ Barra de platina de 1 ½ x ¼”
- ✓ Ángulo de fierro de 1 ½ x 1/8”
- ✓ Barra de platina de ¾ x ¼”
- ✓ Platinas de 2 x 3/16”
- ✓ Fierro cuadrado liso de ½”

✓ Electrodo CELLOCORD AP 6011 punto azul

✓ Electrodo Supecito 7018

**e) Elementos normalizados**

✓ Pernos - Tuercas

✓ Arandelas planas

✓ Arandelas de presión

✓ Engranajes

✓ Juego de catalina y piñón

✓ Cadena para catalina

✓ Chumaceras

✓ Rodamientos

✓ Cadena de acero aldabones de 3/8"

✓ Otros: chavetas, prisioneros

**a) Estructura principal**

- Cortar los tubos de fierro en  $45^{\circ}$  según las medidas
- Desbastar a la medida exacta
- Unir los tubos formando dos rectángulos por separado
- Taladrar agujeros de  $3/8''$  en la pletina y los tubos
- Verificar de acuerdo al plano
- Unir los rectángulos con otros tubos mediante soldadura
- Pulir asperezas de la estructura
- 

**b) Brazo excéntrico**

- Preparar el material
- Trasladar el material a la tronadora
- Cortar el material
- Trasladar el material cortado al torno
- Fijar el brazo a la rejilla mediante un pasador
- Pulir el brazo

Seguido se realizará el acople de la estructura principal

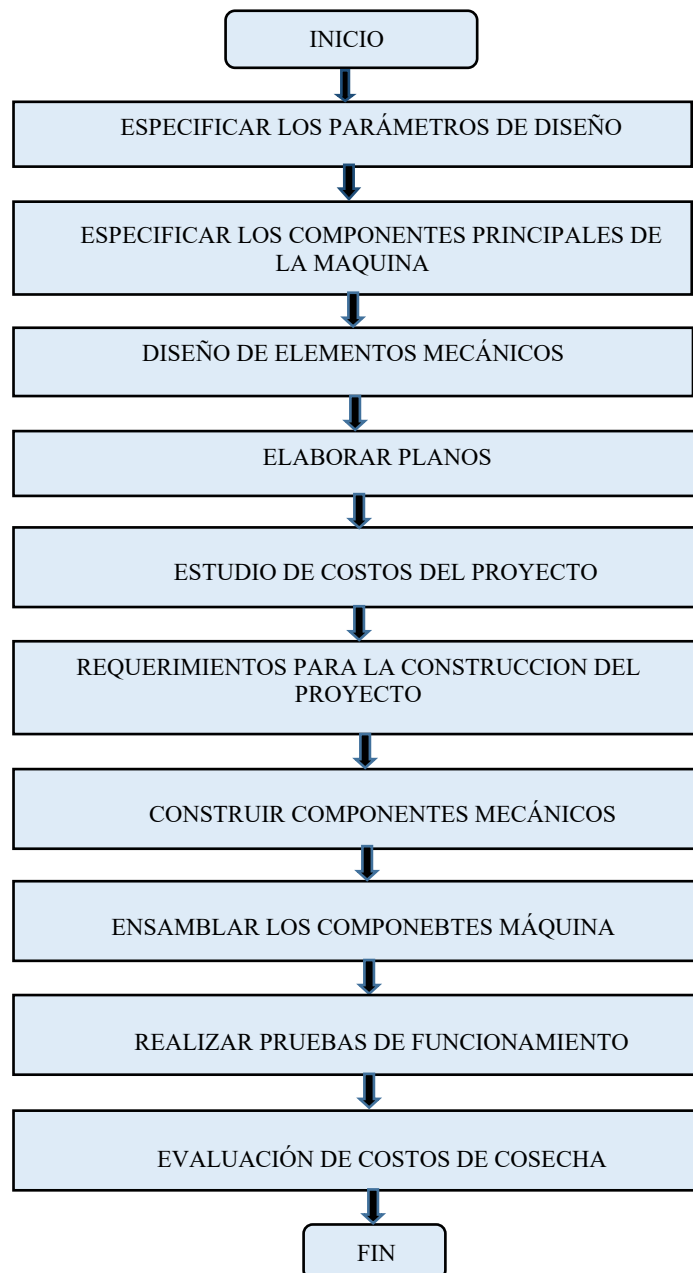
**c) Construcción de las ruedas de la maquina**

- comprar el material
- Cortar el material
- Trasladar el material al área de rolado
- Verificar las dimensiones de acuerdo al plano
- Soldar las bases con la platina mediante templadores
- Soldar las platinas y pulir

- Pintar
- Trasladar los componentes fabricados al área de ensamble.

#### 4.2.8. Diseño de un esquema de pasos a desarrollar en el proyecto

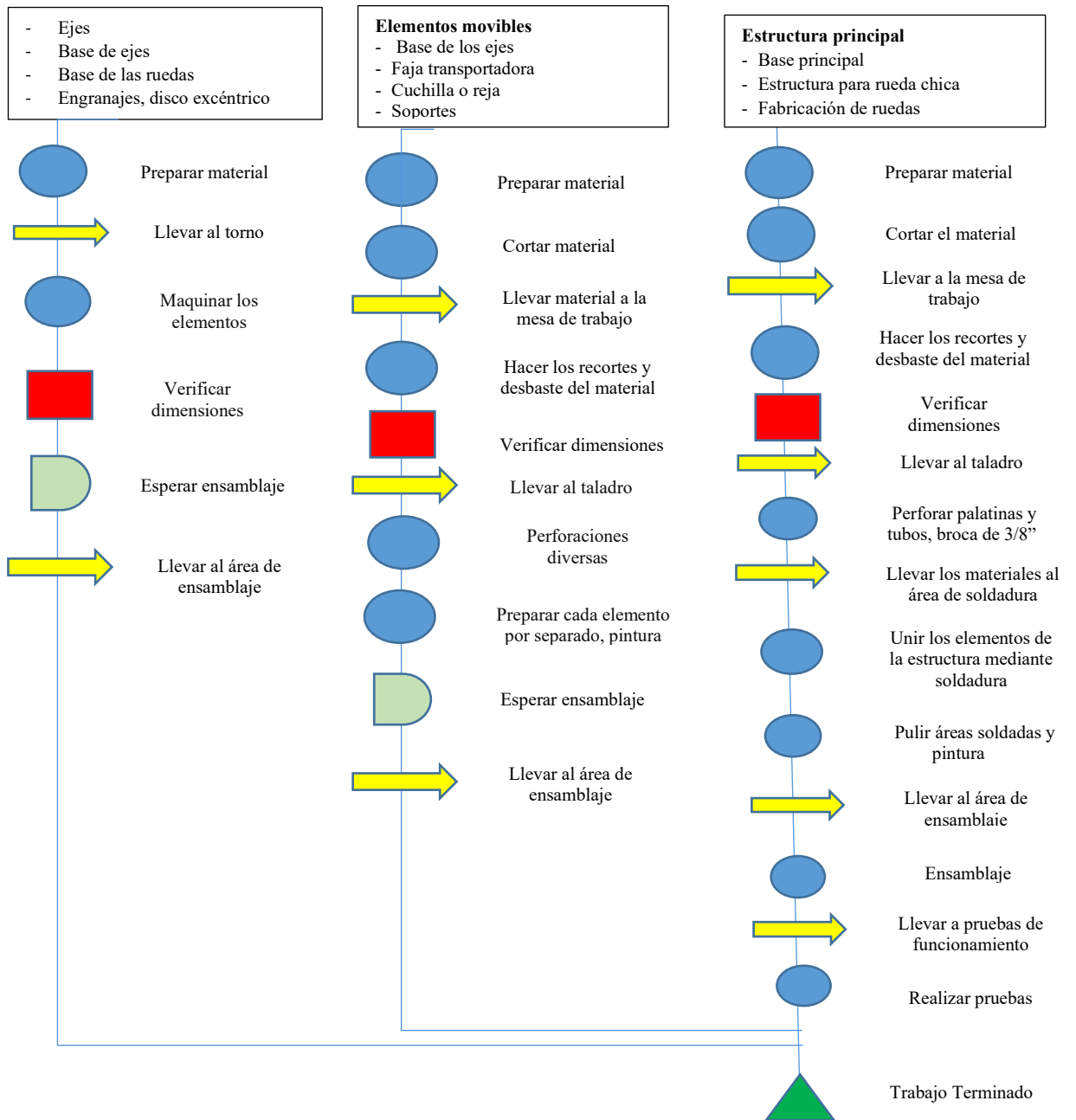
El diseño de los procesos en forma esquematizada nos ayuda a visualizar el desarrollo de las actividades desde el inicio hasta el producto final.



**Figura 10** Flujograma o esquema del desarrollo del proyecto.

**Fuente:** Elaboración propia

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA		
<b>Material:</b> Perfiles de fierro	<b>Operario:</b> XX	<b>Maquina:</b> Torno, fresadora, soldadora
<b>Proceso :</b> Construcción de máquina cosechadora de papas		
<b>Comienza en:</b> Reparación de material	<b>Método Actual:</b> XX	
<b>Termina en:</b> Prueba de funcionamiento	<b>Método propuesto:</b> Resumido	
<b>Realizado por:</b> Gutiérrez Aldude Wilfredo F.		



**Figura 11** Diagrama de operación de construcción de la máquina  
**Fuente:** Elaboración propia

### **4.3 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINA**

Para diseñar la máquina cosechadora de papas, se ha iniciado con la especificación de los parámetros, identificación de los componentes principales de este equipo, el diseño de los elementos mecánicos y elaboración de planos.

#### **4.3.1. Parte mecánica**

Se hizo un diseño a mano alzada considerando medidas preliminares o los parámetros tentativos de dicha estructura de la máquina en base a la capacidad de trabajo a realizar, para lo cual se tuvo que hacer trabajo en campo para tomar mediciones del ancho de surco la altura de caballón y la pendiente del terreno, en ese sentido se llegó a la conclusión de hacer una reja de 0.45 m. de ancho por 0.18 m .de altura , este dato determina hacer una estructura de 0.60 m. de ancho por 0.75 m. de largo y por 0.70 m. de alto; Fig. 6, dicha estructura está fabricado a base de tubos rectangulares de fierro de 2 x 1” x 2 mm. de espesor, además se ha unido platinas de fierro de 1 ½ x ¼” como refuerzo para crearlo un sistema desarmable a base de pernos de 2 x 3/8 “,este proceso le facilita al agricultor el traslado de dicho equipo, por ejemplo es equipo recién adquirido nuevo desde la compra hasta el lugar de destino o también una vez terminado el trabajo pueden desarmar la máquina y trasladarlo al cuarto de almacén de herramientas y equipos de trabajo del campesino. Otra ventaja será para hacer mantenimiento de la misma o hacer cambio de un elemento que pueda desgastarse por el uso.

- **Construcción**

Una vez concluido con el dimensionamiento de la estructura de la máquina y los elementos mecánicos, se procede con la construcción y el montaje, la cual se llevará a cabo en un taller mecánico donde se dispone de máquinas y herramientas necesarias para la fabricación de los diferentes componentes.

Los componentes que conforman la máquina se construyen de acuerdo a los planos elaborados y considerando la disponibilidad en el mercado nacional se seleccionan los materiales y elementos mecánicos necesarios.

Todos los planos del apero están dispuestos de acuerdo a las especificaciones de trabajo en el campo y acople a la yunta. Además, la máquina posee las dimensiones adecuadas que permiten el correcto funcionamiento durante el proceso de cosecha.

El proceso de construcción se realiza de tal forma que no se requiera de equipos especializados pero la mano de obra si tiene que ser calificada para evitar errores al finalizar el trabajo, sobre todo en la elaboración del sistema de zarandeo. Las actividades principales de construcción implican procesos de: corte, maquinado, fresado, perforaciones con taladro, esmerilado, soldadura y pintura.





**Figura 12** Proceso de armado de la estructura, mediante soldadura eléctrica al arco  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 13** Estructura de la máquina cosechadora de papas  
**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3.2. Parte transmisión de fuerzas

- Ejes de transmisión

Se utilizó 2 metros de fierro redondo liso macizos de bajo carbono SAE 1045 de 1” para luego cortarlo de 080 m. y rebajarlo a un diámetro exterior de 7/8 de pulgada para acoplar los engranajes o la catalina, a su vez en esta zona se hace el fresado para la chaveta que va a dar la seguridad a la catalina, además se tornea al diámetro interior de los rodajes 3/4 de pulgada destinado al acople de las ruedas de la máquina, Así mismo se hace el roscado en los extremos de los ejes para tuerca de 3/4 de pulgada para el ensamblaje de la componentes. Tal como se aprecia en la Fig. 14



**Figura 14** Ejes de transmisión de fuerza  
**Fuente:** Elaboración propia

- **Engranajes**

Se compró dos engranajes de acero al carbono de 5 pulgadas diámetro x 1 pulgada de espesor con 35 dientes, lo cual se compra en bruto tal como se aprecia en la Fig. luego en un taller de servicio de torno, se procedió a trabajarlo según la orden de trabajo, rectificando a  $7/8$ " la perforación para el eje y se hizo el canal para una chaveta de  $3/8$ " de espesor x 2" de largo y también dos perforaciones para dos prisioneros de  $5/16$ " x 1". Estos son elementos importantes dar seguridad tanto al engranaje con el eje a la hora del ensamblaje, un eje transmite la fuerza a hacia el otro mediante los dientes. Esto desarrolla el trabajo mecánico que va a permitir que accione el sistema de zarandeo. Tal como se aprecia en la fig.

15



*Figura 15 Engranaje, elemento transmisor de fuerza*  
Fuente: Elaboración propia

- **Rodamientos rígidos de bolas**

Son accesorios indispensables que soportan cargas radiales y axiales para

movimientos de rotación, se compraron 4 unidades de la marca F&D BEARING y de serie 6304 – 2RS C35 de diámetro exterior de 2” Y diámetro interior de ¾” los cuales serán utilizados en los extremos de los ejes donde soportan la carga de trabajo. Tal como se aprecia en la Fig. 9



**Figura 16** Rodamientos de 2”  
**Fuente:** Elaboración propia

- **Chumacera**

La chumacera es un cuerpo de acero moldeado, las cuales poseen orificios para fijarla al cuerpo de la máquina y en el cuerpo es alojado el rodamiento directamente que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación, este tipo de cojinetes se colocan generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. Son usadas en varios sistemas de transporte y a menudo son autos lubricantes, es decir pues éstas traen un orificio para su propia lubricación y no es necesario hacerle mantenimiento.

Pueden ser de plástico, aluminio, acero y acero inoxidable. Además, suelen venir en un cuerpo, o partidas. Son accesorios para fijar a los rodajes en partes



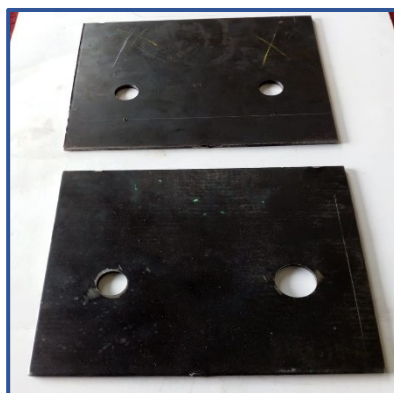
fijas en este caso se fijarán en las cartelas de plancha lisa de 3/16”.



**Figura 17** Vista de una chumacera para rodaje de 2"  
**Fuente:** Elaboración propia

- **Cartela**

Pieza de chapa metálica o acero con forma rectangular que esta soldada a la estructura de la máquina la cual soporta al sistema de transmisión de fuerzas, la unión de ésta con otras barras o los ejes conforman el sistema de transmisión de fuerzas. Se compró 2 planchas liza de 25 x 20 Cm x 3/16” para hacer las perforaciones donde atraviesan los ejes, su vez estas van fijadas a la estructura mediante soldadura cellocor ap. de la cosechadora de papas. Según se aprecia en la fig. 11



**Figura 18** Cartelas de plancha de fierro de 0.20 x 0.25m x 3/16"  
**Fuente:** Elaboración propia

- **Ruedas**

La rueda se considera una invención trascendental para el desarrollo humano, fue ideado al finalizar el periodo neolítico aproximadamente en el quinto milenio AC. En principio se usó en cerámica y más tarde su uso se amplió en la invención de los medios de transporte.

Una rueda es un elemento mecánico de forma redonda cuya lógica es girar alrededor de un eje, por lo general con la misión de impulsar el movimiento de una máquina o un vehículo, el caso más emblemático el de un automóvil que se moviliza gracias a cuatro ruedas.

Y Para el caso de nuestra maquina cosechadora de papas se va utilizar dos ruedas grandes y una pequeña, las grandes tienen 0.70 m. de diámetro y van a los costados de la estructura, son las que comienzan a moverse cuando son accionadas por la fuerza animal las cuales hacen girar los engranajes conectados a los ejes lo cual provoca un movimiento de la faja transportadora La rueda pequeña de 0.25 m .de diámetro sirve para guiar la profundidad de la reja.



**Figura 19** Ruedas metálicas con rayos de hierro  
**Fuente:** Elaboración propia

## La cadena

Una cadena de acero puede definirse a un conjunto de eslabones de acero, unidos entre sí, que constituyen una pesada cuerda de metal apta para resistir esfuerzos de tracción.

En la mayoría de los casos los aceros utilizados para su construcción se definen por las normas ANSI B30. 9C/94

Para el caso de nuestro proyecto utilizamos la cadena de acero de alta resistencia no tratada o normalizada - Grado 4, estas se pueden comprar en el mercado especializado, para el caso de la maquina cosechadora de papas se compró 3.50 m, de largo y su espesor del acero de los eslabones es de 3/8" y también los terminales para el enganche a al yugo de la yunta y a la máquina.



*Figura 20* Cadena de acero de alta resistencia de 3/8"  
Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Faja transportadora

Las Fajas Transportadoras son un elemento esencial en todo transporte de materiales ya sea en minería, construcción, agroindustria e industria en general

ya que constituye la forma más práctica y económica de transportar materiales de un punto a otro.

Las fajas son fabricadas con cubiertas de caucho y núcleos de fibras textiles o cables de acero, existiendo una infinidad de variables de acuerdo a la necesidad de los medios a transportar, variables como: longitud, velocidad, ángulo de inclinación y formas de material.

La banda es de caucho de  $3.1/2 \times 1/4$ ", se corta a la medida necesaria luego hacer un empalme especial, se une las bandas mediante las platinas de  $3/4 \times 3/16$ " con un espacio de 0.03 m. entre platina y platina para darle tamizaje a la faja sin fin. (lo cual se aprecia una rejilla al través)



**Figura 21** Faja Transportadora  
**Fuente:** Elaboración propia

- **La cuchilla o reja de la maquina**

Este dispositivo es construido de una plancha metálica de acero al carbono AISI 4045, de  $3/16$ ", luego de ser cortado y rolado a las dimensiones requeridas que especifica en los detalles, luego se hacen un tratamiento térmico para que soporte la fuerza de corte al momento de cavar el suelo.



**a) Dimensionamiento.**

La profundidad de la cuchilla que se utiliza en el Apero del Cosechador de Papas diseñado, se determinará mediante la profundidad de Labranza recomendada como es de 18 – 20 cm. (medición de campo).

Para mayor seguridad de trabajo se diseñó la reja para dos alternativas de trabajo 0.15 y 0.20m de profundidad de trabajo, dichos ajuste lo realiza el operario en el campo. antes de comenzar la tarea de cosecha o después de hacer una primera pasada de la máquina. La reja va fijada con pernos de 3/8”

- **Ancho operativo de la cuchilla.**

Se basa en función al ancho del surco o caballón, por lo tuvo que medir en el campo donde se encuentra el árbol de papas, y se obtuvo lo siguiente: Ancho de 0.40 a 0.45 m. Por lo que se determinaría que las dimensiones de la cuchilla son: 0.43 x 0.20 m. Estas dimensiones serán las que se incorporen al diseño, y con las que se realizara los correspondientes análisis. Ver figura 22



**Figura 22** Dimensionamiento del ancho de la cuchilla  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 23** Cuchilla de plancha de 3/16 de espesor  
**Fuente:** Elaboración propia

**b) Material.**

Se selecciona el material en base a la disponibilidad en el mercado, costo y resistencia.

• **Resistencia.**

El material utilizado debe ser metálico que resista las condiciones excesivas de desgaste o ambientes con fuertes agentes corrosivos, como lo es un acero medio al carbono.

Este tipo de acero contiene 0.43% a 0.50% de Carbono. Se debe tener en cuenta que en el Acero a medida que aumenta el contenido de carbono, también aumenta la resistencia a la corrosión y la dureza.

El alto contenido de carbono proporciona mejores propiedades de desgaste adecuadas para aplicaciones donde se requieran filos cortantes duraderos y para aplicaciones donde las superficies estén sometidas a una abrasión constante, las herramientas, cuchillos, cinceles y muchos componentes de implementos agrícolas requieren la aplicación de estos aceros. (Robert, 2006)

- **Disponibilidad en el mercado.**

Se debe detallar que el acero al carbono, es un material que se puede hallar con facilidad en el mercado local, provincial y nacional, como los estructurales y de construcción, por lo cual no existen inconvenientes en cuanto a la disponibilidad en el mercado.

- **Costo.**

Se debe especificar que los aceros al carbono, son los más económicos que se pueden hallar en el mercado. En base a estos parámetros como son:

la resistencia, disponibilidad en el mercado y costo se ha elegido el:

**Acero al Carbono AISI 1045**, el cual es muy fácil de trabajar, utilizado para la fabricación de partes de Maquinaria, Herramientas Agrícolas, etc.,

Con una Composición Química igual a: C (0.43% – 0.50%), Mn (0,60% – 0,90%).

**c) Cargas.**

- **Cálculo de la fuerza de corte.**

La carga principal a soportar por el prototipo, es la fuerza requerida para pueda cortar y remover el suelo, la misma que dependerá de las características del suelo, tomándose como parámetros el ancho y profundidad de trabajo.

Para obtener la fuerza de corte se procede de la siguiente manera:

$$F = CL * b(m) * l(m)..... (1)$$

Dónde:

CL = Coeficiente de labranza, en Kgf/dm<sup>2</sup>

b = Profundidad de la reja = 0.20 m.

l = largo o ancho de la reja o cuchilla = 0.43 m.

**Tabla 2**  
*Valores referenciales de coeficientes de labranza*

Estado del suelo	Coeficiente de Labranza (CL) <i>Kgf/dm<sup>2</sup></i>
<b>Tierra muy suelta</b>	30
<b>Tierra suelta</b>	30 - 40
<b>Tierra mediana</b>	40 - 60
<b>Tendiendo a compactada</b>	60 - 80
<b>Tierra compactada</b>	80 - 100

**Fuente:** (Herrera, 2012)

Se debe tener en cuenta que las papas no se desarrollan en suelos compactos, ya que el mismo se debe encontrar suelto en el entorno de las raíces y tubérculos para darle un buen drenaje, para no tener problemas con el desarrollo de las plantas de la papa, por lo que el valor del Coeficiente de Labranza **CL** máximo recomendado para Tierra Suelta es **40 Kgf/dm<sup>2</sup>**.

Por lo que la Fuerza de Corte es:

Remplazando en la ecuación (1) se tiene:

$$F = 40(\text{Kgf}/\text{dm}^2) * 0.2 \text{ (m)} * 0.43 \text{ (m)} * (10 \text{ dm})^2 / 1 \text{ m}^2$$

$$F = 344 \text{ Kgf} * 9.8 \text{ N} / 1\text{Kgf} = 3371, 2 \text{ N}$$

Esta carga será aplicada en la cuchilla, para la cual se comprobará la resistencia de la misma.

- **Rejilla**

Están hechas de platinas de fierro de 3/4 x 3/16 pulg. Por una longitud de 0.13 m. que va unido a la reja mediante soldadura, lo cual permite la descarga del suelo removido hacia la faja transportadora, ésta a su vez comienza el tamizaje de la tierra para quedar las papas en la superficie del suelo para ser recogidas por los trabajadores o el campesino

### **Disponibilidad en el mercado**

La disponibilidad en el mercado es un factor importante para seleccionar el material, por lo que se utilizará un acero al carbono, que se lo pueda encontrar con facilidad, en el mercado local, provincial y nacional, como los estructurales y de construcción.

#### **a) Cargas.**

##### **Cálculo de la fuerza de corte para la reja**

La carga principal que debe soportar el arado, es la fuerza requerida para traccionar la herramienta, la cual, tal como en el caso de la cuchilla, dependerá de las características del suelo, tomándose como parámetros el ancho y profundidad de trabajo.

Para obtener la fuerza de corte se procede de la siguiente manera:

$$F = CL * (m) * (m)..... (2)$$

Dónde:

CL = Coeficiente de Labranza en  $Kgf/dm^2$ .

b = Profundidad de la rejilla igual a 0.20 m.

l =Ancho Operativo de la rejilla, igual a 0.43 m.

Se debe tener presente que las papas no soportan suelos compactos o duros, ya que para en estudio se debe considerar con un suelo suelto en el entorno de las raíces y tubérculos deseados, con un buen drenaje o va a ver problemas con el desarrollo de la misma, por lo que el valor del Coeficiente de Labranza **CL** máximo recomendado para Tierra Suelta es **40 Kgf/dm<sup>2</sup>** según la Tabla 7.

Remplazando en la ecuación (2) se tiene la fuerza de corte es:

$$F = 40 \text{ (Kgf/dm}^2\text{)} * 0.60 \text{ (m)} * 0.43 \text{ (m)} * (10 \text{ dm})^2 / 1 \text{ m}^2$$

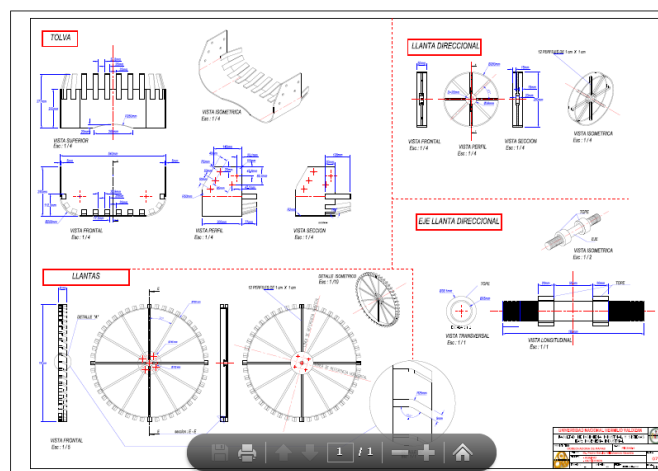
$$F = 1032 \text{ Kgf} * 9.8 \text{ N} / 1\text{Kgf} = 10,113.6 \text{ N}$$

En tanto la rejilla puede resistir hasta 1032 Kgf o 10113.6N

Esta carga será aplicada en la rejilla, para la cual se comprobará la resistencia de la misma.

En cuanto a la deformación es aceptable en vista que la zona inferior recibe el peso de la tierra cuando la maquina está en trabajo, la cual es mínima y despreciable en la cosecha.

Por lo expuesto anteriormente, se da que la separación más apropiada que deben tener las platinas de la rejilla entre si es de 0.025 m.



**Figura 24** Ensamblaje de la cuchilla con la rejilla y las ruedas *metálicas*  
**Fuente:** Elaboración propia

## 4.4 PROCESO DE ENSAMBLAJE DE LA MAQUINA

### 4.4.1. Estructura de la máquina.

Se fabricó la estructura a base de tubos rectangulares de 1 x 2" x 2 mm de espesor, teniendo las medidas de la máquina, en primer lugar se hizo el trazo y corte de tubos en 45 grados, habilitar los elementos cortados a la medida exacta para hacer las uniones mediante soldadura, primero se arma por bloques luego considerando las medidas correspondientes se procedió a unir los bloques con otros tubos para dar lugar una estructura con apariencia de un cubo fig. 25, mediante soldadura eléctrica al arco, con electrodos CELLOCORD AP 6011 punto azul de 1/8" al mismo tiempo se une las cartelas, estos materiales con perforaciones previas son los que van a soportar a los ejes de transmisión de fuerzas



**Figura 25** Estructura con soldadura eléctrica al arco, electrodos cellocord ap 6011

**Fuente:** Elaboración propia

Después de armar la estructura de la maquina cosechadora de papas, se procede a hacer los acabados como: Resoldar, esmerilar, masillar y pintar la estructura

En segundo lugar, se procede a ensamblar los demás componentes, tales como colocar las bases y chumaceras a los demás ejes, a su vez estas son las que dan el soporte a los ejes de trasmisión de fuerzas, las mismas que son fijadas con soldadura eléctrica CELLOCORD AP 6011.

Las chumaceras de los rodamientos también se fijan en las cartelas por lo general mediante pernos, en algunos casos se le suelda para dar mayor seguridad, para el caso del proyecto lo consideramos que sea con soldadura y pernos para que se sea regulable para hacer ajustes.



**Figura 26** Estructura de la maquina unido al eje de las ruedas (0.75 x 0.60 x 0.70)  
**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.4.2. Proceso de acople del sistema de trasmisión de fuerzas.**

En este paso hay que proceder a instalar: Primero los ejes de los engranajes, a un de los ejes de los engranes esta puesto la catalina, la cual conecta al eje del piñón mediante la cadena a su vez este eje del piñón impulsa al movimiento de la faja transportadora.





**Figura 27** Instalación de las ruedas a la estructura de la maquina  
**Fuente:** elaboración propia

### Presentación final de la maquina cosechadora de papas

En esta etapa se deja como producto terminado, luego se procede a llevar al campo y hacer las primeras pruebas para saca tomar los datos de cosecha y mucha información relevante.



**Figura 28** Vista frontal de la maquina cosechadora de papas  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29** Vista final total de la maquina cosechadora de papas  
**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.5 FUNCIONAMIENTO Y PUESTO A PRUEBA**

En esta etapa del proyecto, se termina la construcción de la máquina, se tiene que llevar al campo con previa coordinación con el campesino elegido, de esa manera se pone a prueba el funcionamiento de este equipo, visto esto se tiene que tomar apuntes de los tiempos que realice en una determinada área o por caballón para hacer la comparación con el tiempo que demoren los trabajadores con el método tradicional. El proceso comienza cuando la reja penetra al suelo con el accionar de la fuerza de tracción que realiza la yunta y luego la tierra juntamente con las papas pasan a la rejilla la que se encarga de cernir la tierra quedando solo las papas y estas son transportada hacia la parte posterior y luego

del transporte, las papas quedan tendidas en la superficie del suelo, para ser recogidas por los trabajadores.



**Figura 30** Yunta de toros haciendo el laboreo de cosecha de papas  
**Fuente:** Elaboración propia

- **Toma de tiempos**

Mediante esta técnica de medición de tiempos, procederemos a registrar los tiempos de cosechas, tanto para la actividad tradicional o manual, así como también con el empleo de la maquina cosechadora. Todo ello efectuado en condiciones determinadas y así poder analizar los datos a fin de averiguar.

Para el proceso de cosecha a máquina va a consistir en que para un caballón de 30 m. de longitud se toma tiempo de inicio y tiempo de llegada, de igual manera se toma el tiempo a una cuadrilla de 5 trabajadores que realicen la cosecha mediante el proceso tradicional, dada en otro caballón de la misma longitud, para luego hacer la respectiva comparación de tiempos.

**Tabla 3**  
*Cosecha de papas en un caballón de 30m de largo*

PRÁCTICA	Caballón = 30 m. longitud Nª de Personas = 8 T = minutos Sin maquina	Caballón = 30 m. longitud Nª Personas = 5 T = minutos Con maquina
	1	4.48
2	4.50	1.2
3	4.52	1.3
4	4.49	1
5	4.51	1.2
PROMEDIO	<b>4.5</b>	<b>1.14</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de los tiempos de cosecha de papas se muestran en la tabla 7, tanto de la cosecha tradicional y también la cosecha con ayuda de la máquina, mostrando tiempos diferentes. Con las labores tradicionales sin maquina se obtuvo un tiempo promedio de 4.5 Min. con 5 operarios y de 1.14 Min. con la máquina, con 2 operarios.

#### **4.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Concluido con el diseño y construcción de la máquina, se procede a la descripción de las principales características técnicas con la que trabajara la máquina cosechadora.

**Tabla 4**  
*Especificaciones técnicas de la máquina*

CARACTERÍSTICA	MAGNITUD
<b>Ancho de trabajo</b>	0.43 m.
<b>Profundidad de trabajo</b>	0.20 m
<b>Acople a la yunta de bueyes</b>	Mediante cadena de acero
<b>Velocidad del disco</b>	3 Km/h
<b>Ángulo de ataque máximo</b>	30°
<b>Ángulo de penetración máximo</b>	22°
<b>Dimensiones (largo x ancho x altura)</b>	0.80 x 0.6 x 0.70 m.
<b>Tiempo máximo de trabajo continuo</b>	8 horas con descanso de 1 hora

**Fuente:** elaboración propia

#### 4.7 MANTENIMIENTO

- Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento, es necesario que la máquina no esté en funcionamiento.
- Los intervalos de mantenimiento se realizan en función a las condiciones de trabajo ya sea por causas ambientales o factores estacionales.
- Controlar y mantener limpios de tierra y de otros residuos a la máquina después de su etapa de trabajo.
- Cada 40h de trabajo engrasar los rodamientos del eje de transmisión, los casquillos de la rueda y chumacera, controlar el apriete de los tornillos y los eslabones de las cadenas de la zaranda.
- Si la máquina ha estado inactiva más de 3 o 4 días, aceitar la cuchilla y/o reja para evitar que se oxide.

- Al finalizar la temporada de cosecha o cuando se contempla una inactividad de 1 o más meses se recomienda lavar todo el equipo, sobre todo para eliminar abonos o productos químicos y secarlos.
- Controlar las partes desgastadas o dañadas y de ser necesario sustituirlas.
- Guardar el equipo en un sitio seco, cubierto con una lona y apoyado en un sitio estable, para que esté protegido del medio ambiente.

#### **4.8 PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DE LA MÁQUINA COSECHADORA**

Para llevar a cabo las labores de cualquier actividad productiva, se debe considerar que las operaciones que se realizan son en su mayoría repetitivas y que requieren maquinaria y equipo mecanizado, y dada su distribución y los espacios de trabajo, se valoraron y determinaron los siguientes factores como suplementos: 0.05 por necesidades personales; 0.05 por fatiga básica y por postura de 0.02. Según la OIT para determinar el tiempo estándar por cada una de las operaciones involucradas en cada producto, los mismos que se debe registrar y documentar.

Con base en los tiempos estándar por operación que se realiza, proporciona información base para que cualquier empresa pueda planear la producción y los recursos, así como para medir la productividad.

- **Determinación de los costos en la etapa de cosecha en forma tradicional y semi mecanizada con ayuda de la máquina**

**Tabla 5**

*Costo de cosecha de papas en forma manual o tradicional para 1/4 de Ha.*

NUMERO DE OPERARIOS	AREA POR SURCO m <sup>2</sup>	AREA TOTAL DE LA PARCELA m <sup>2</sup>	TIEMPO TOTAL MINUTOS *(0.12) T. SUPLEMENTO	TIEMPO EN DIAS	COSTO JORNAL S/. 40.00
<b>5 Picadores</b>	21	2500	515.20 min.	1.1	220.00
<b>3 Recogedores</b>					132.00
<b>Total=8 pers.</b>					S/. 352.00

**Fuente:** Elaboración propia

Por lo tanto, utilizando la misma cantidad de personas para cosechar una Ha.

Será de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Costo de cosecha de papas en forma tradicional para una Ha.*

NUMERO DE OPERARIOS	AREA POR SURCO m <sup>2</sup>	AREA TOTAL DE LA PARCELA m <sup>2</sup>	TIEMPO TOTAL MINUTOS *(0.12) T. SUPLEMENTO	TIEMPO EN DIAS	COSTO JORNAL S/. 40.00
<b>5 Picadores</b>	21	10000	2060.80 Min.	4.30	860.00
<b>3 Recogedores</b>					516.00
<b>Total=8 pers</b>					S/.1376.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7***Costo de cosecha de papas semi mecanizada para ¼ de Ha. Con la maquina*

NUMERO DE OPERARIOS	AREA POR SURCO m <sup>2</sup>	AREA TOTAL DE LA PARCELA m <sup>2</sup>	TIEMPO TOTAL MINUTOS *(0.12) T. SUPLEMENTO	TIEMPO EN DIAS	COSTO JORNAL S/. 40.00
<b>2 operarios</b>	21	2500	115 Min.	1.0	60.00
<b>3 Recogedores</b>					120.00
<b>Total=5pers</b>					180.00
<b>Costo alquiler de la yunta/día</b>					50.00
<b>Total, S/.</b>					S/. 230.00

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 8***Costo de cosecha de papas semi mecanizada para una Ha. Con maquina*

NUMERO DE OPERARIOS	AREA POR SURCO M2	AREA TOTAL DE LA PARCELA M2	TIEMPO TOTAL MINUTOS *(0.12) T. SUPLEMENTO	TIEMPO EN DIAS	COSTO JORNAL S/. 40.00
<b>2 operarios</b>	21	2500	115 min.	4.0	240.00
<b>3 Recogedores</b>					480.00
<b>5 total personas</b>					720.00
<b>Costo alquiler de la yunta/día</b>					200.00
<b>Total, S/.</b>					S/. 920.00

**Fuente:** Elaboración propia

- **Análisis de la productividad y la eficiencia de la maquina cosechadora.**

**a) Productividad del maquina en cuanto a costos de cosecha/Ha.**

= S/. 1376.00 / S/. 920.00 = 1.50, es decir, por cada sol invertido con la

utilización de la maquina se espera ahorrar 0.50 soles.



## b) Eficiencia de la máquina.

Con la propuesta estructurada de los costos y considerando solo los costos de la etapa de cosecha de papas, la eficiencia proyectada de la producción se calcula a partir de relacionar las siguientes variables:

- Total, de costos presupuestados con la máquina /Ha. = S/. 920.00
- Total, de costo real en forma manual o tradicional / Ha. = S/. 1376.00
- Eficiencia proyectada =  $(920.00 / 1376.00) * 100 = 66.86\%$

## 4.9 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

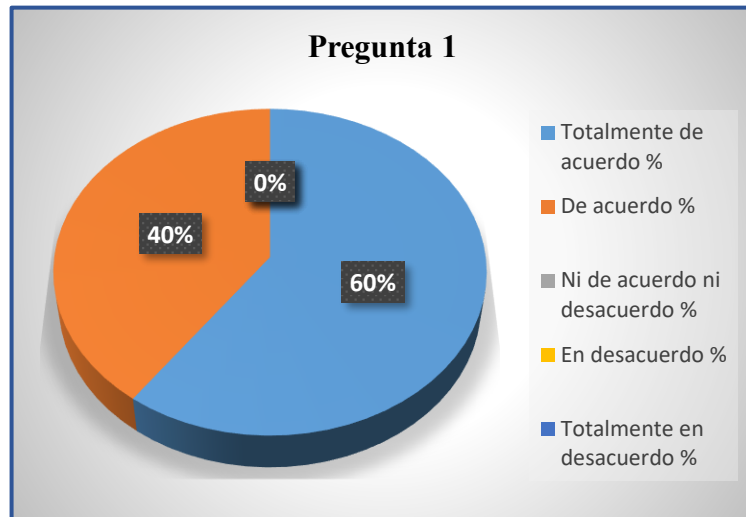
Para la presente investigación se realizó una encuesta (ver anexo 2), con una serie de preguntas sencillas que está dirigido al agricultor, para saber su opinión sobre el Diseño y Construcción De Una Maquina Cosechadora De Papas para la zona rural de Huánuco.

Los resultados de cada pregunta se detallan a continuación:

### 1. ¿Considera usted que debería incorporarse este tipo de semi mecanización en las labores de cosecha?

**Tabla 9**  
*Resultados de la pregunta 1*

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	6	60%
<b>De acuerdo</b>	4	40%
<b>Ni de acuerdo ni desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%



**Figura 31** Resultados de la pregunta 1  
**Fuente:** Elaboración propia

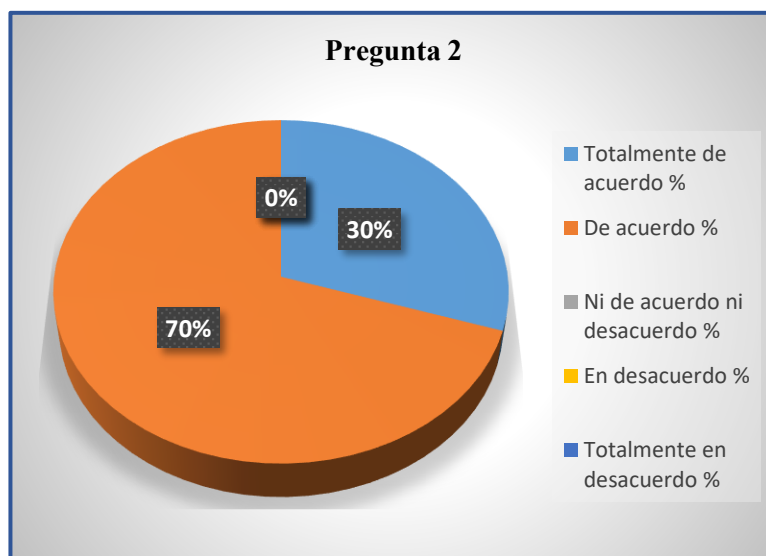
**Interpretación:**

De los datos recolectados se concluye que el 60% de los agricultores encuestados optaron por estar totalmente de acuerdo y el otro 40% dijeron estar de acuerdo.

**2. ¿Considera que el uso de la maquina le ahorraría tiempo en la labor de la cosecha?**

**Tabla 10**  
*Resultados de la pregunta 2*

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	3	30%
<b>De acuerdo</b>	7	70%
<b>Ni de acuerdo ni desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%



**Figura 32** Resultados de la pregunta 2  
**Fuente:** Elaboración propia

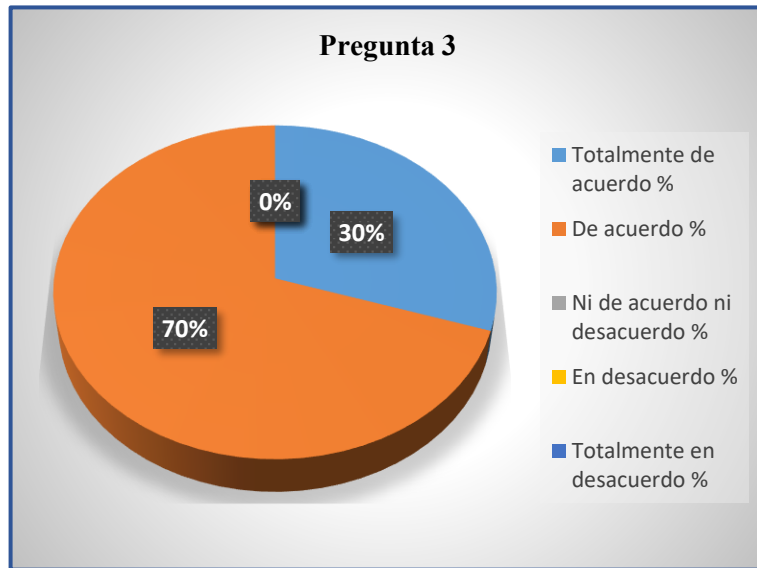
**Interpretación:**

De los datos recolectados se concluye que el 30% de los agricultores encuestados optaron por estar totalmente de acuerdo y el otro 70% dijeron estar de acuerdo.

**3. ¿Considera que el uso de la máquina le ahorraría costos en la labor de cosecha?**

**Tabla 11**  
*Resultados de la pregunta 3*

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	3	30%
<b>De acuerdo</b>	7	70%
<b>Ni de acuerdo ni desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%



**Figura 33** Resultados de la pregunta 3  
**Fuente:** Elaboración propia

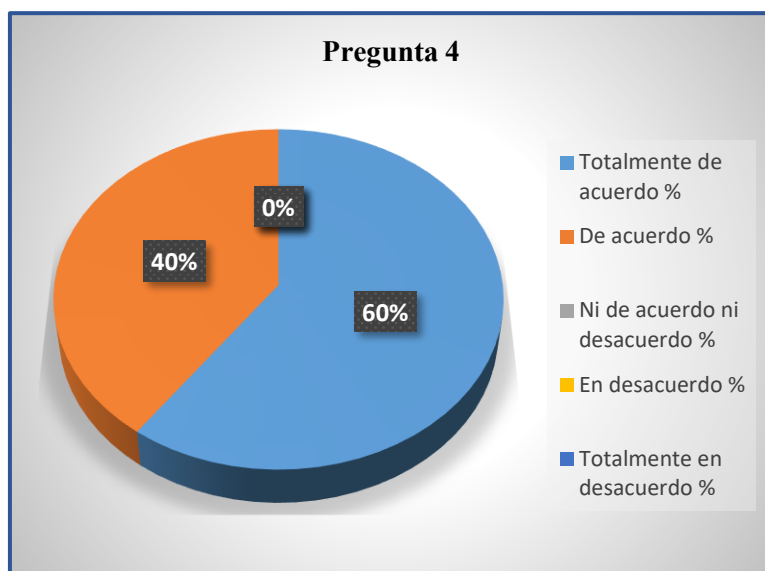
**Interpretación:**

De los datos recolectados se concluye que el 30% de los agricultores encuestados optaron por estar totalmente de acuerdo y el otro 70% dijeron estar de acuerdo.

**4. ¿Cree Ud. ¿Que con la ayuda de la máquina le será más productiva la cosecha?**

**Tabla 12**  
 Resultados de la pregunta 4

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	6	60%
<b>De acuerdo</b>	4	40%
<b>Ni de acuerdo ni desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%



**Figura 34** Resultados de la pregunta 4  
Fuente: Elaboración propia

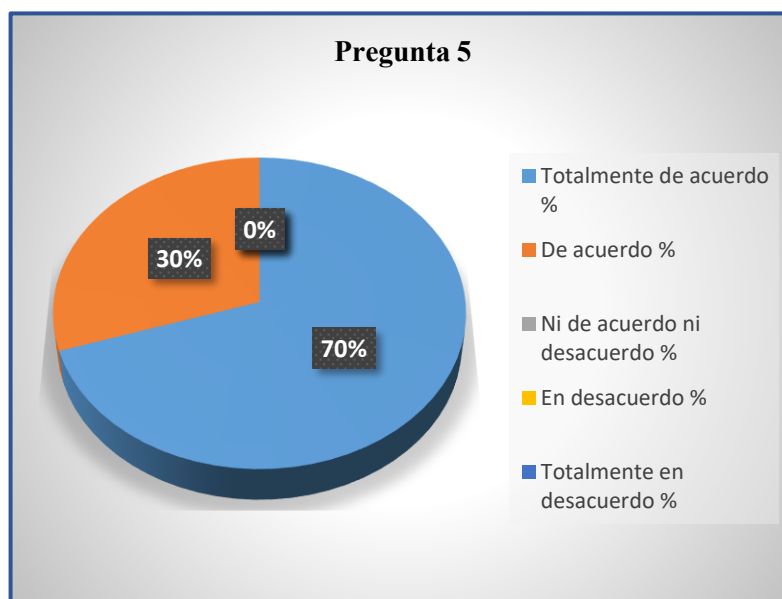
**Interpretación:**

De los datos recolectados se concluye que el 60% de los agricultores encuestados optaron por estar totalmente de acuerdo y el otro 40% dijeron estar de acuerdo.

**5. ¿Le es apropiado el diseño de la maquina?**

**Tabla 13**  
Resultado de la pregunta 5

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	7	70%
<b>De acuerdo</b>	3	30%
<b>Ni de acuerdo ni desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%



**Figura 35** Resultados de la pregunta 5  
**Fuente:** Elaboración propia

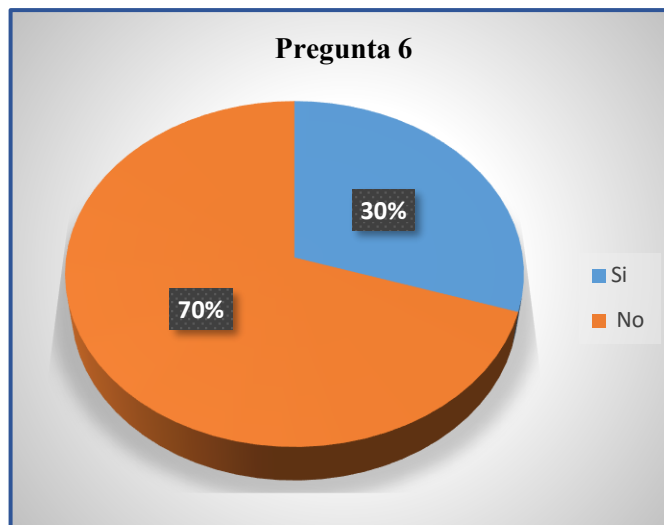
**Interpretación:**

De los datos recolectados se concluye que el 70% de los agricultores encuestados optaron por estar totalmente de acuerdo y el otro 30% dijeron estar de acuerdo.

**6. ¿Le gustaría que se haga mejoras a la maquina cosechadora para que Usted se sienta más cómodo al momento de su uso?**

**Tabla 14**  
*Resultado de la pregunta 6*

CRITERIO	TOTAL	PORCENTAJE
SI	7	70%
NO	3	30%



**Figura 36** Resultados de la pregunta 6  
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

Del total de los agricultores encuestados, al 70% le pareció cómodo y al otro 30% le gustaría que se haga alguna mejora.

En base a las encuestas se observa que los agricultores aceptan el uso de la máquina para labores de cosecha de papas.

**4.10 ANALISIS DE COSTOS**

**4.10.1. Elaboración de la estructura de costos**

La estructura de costos en plataforma Excel, se utiliza para simular el proyecto desarrollado el presente trabajo de investigación mencionado en el cuadro N° 01, según el siguiente detalle:

- Cliente: Wile Acosta Calero
- Proyecto: construcción de una máquina cosechadora de papas con traición animal 2019
- Fecha de inicio: diciembre 2019

- Fecha de terminación: marzo 2020
- Precio de venta: S/. 2460.23

**Tabla 15**  
*Estructura de costos*

<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>Rubro de costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario S/.</b>	<b>Valor S/.</b>	<b>Unid Med</b>
<b>PREPARACION DE ESTRUCTURA FIJA</b>				
Tubo rectangular de 2x 1" x 2 mm.	2,0	48,00	96,00	varilla
Platinas de 2 x 3/16"	2,0	7,50	15,00	varilla
Platina de 1 1/2 x 1/4"	2,1	7,50	15,75	m.
Plancha negra lisa de 3/16"	2,0	14,00	28,00	Pie2
M.O. Fabricación de estructura	50,0	12,00	600,00	HH
Compra de pernos de 3/8 x 2 "	16,0	1,50	24,00	Uni
<b>PREPACION DE EJES</b>				
Fierro redondo liso de 1"	5,0	15,00	75,00	m.
Compra de rodajes de 3/4 " 6304 - US	10,0	15,00	150,00	Uni
Maquinado en torno, fabricar chumaceras	5,0	130,00	650,00	Uni
Compra de prisioneros, chavetas	10,0	3,00	30,00	Uni
Compra de tuercas y arandelas 3/4"	10,0	3,00	30,00	Uni
Compra de catalina, piñón y cadena	1,0	60,00	60,00	juego
Compra engranajes 120 x 18mm. X 3/4"	2,0	75,00	150,00	Uni
<b>PREPARACION DE RUEDAS</b>				
Platinas de 2 x 3/16"	1,0	44,00	44,00	Uni
Fierro cuadrado liso de 1/2"	2,0	26,00	52,00	Uni
Bocinas para base de la rueda	3,0	10,00	30,00	Uni
Preparación de un eje para rueda chica	1,0	60,00	60,00	Uni
M.O. Fabricación de ruadas	30,0	12,00	360,00	HH
Compra de rodaje de 3/4 " 6304 - US	1,0	15,00	15,00	Uni
<b>PREPARACION DE CUCHILLA</b>				
Plancha ASTM A36 1,2 x ,20 m. X 3/16"	2,60	18,00	46,80	Pie2
Rolado de La plancha	1,0	45,00	45,00	Uni
Pernos de 1 1/2 x 3/8"	6,0	1,50	9,00	Uni
M.O. Perforaciones	4,0	12,00	48,00	HH
<b>PREP. DE FAJA TRANSPORTADORA</b>				
Compra de banda de jebe 3 x 1/4"	4,0	20,00	80,00	m.
Empalme de fajas	2,0	10,00	20,00	Gal
Platinas de 3/4 x 3/16"	2,0	15,00	30,00	Gal
M.O. corte y remachado	4,0	12,00	48,00	HH
<b>ACCESORIOS: cadena y ganchos</b>	3,5	20,00	70,00	m.
<b>TOTAL, COSTOS DIRECTOS</b>			2881,55	

Fuente: Elaboración propia



<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Hojas de sierra	2,0	5,00	10,00	Uni
Disco de corte	5,0	4,50	22,50	Uni
Disco de desbaste	1,0	6,00	6,00	Uni
soldadura punto azul 1/8"	2,0	14,00	28,00	Kg.
soldadura supersito 1/8"	0,3	16,00	4,00	Kg.
Lijas N°80 para fierro	2,0	2,50	5,00	Uni
Pintura acrílica base	0,2	108,00	21,60	Galón
Pintura acrílica final	0,3	108,00	27,00	Galón
Thinner acrílico	1,0	15,00	15,00	Galón
Transporte de materiales y otros	4,0	15,00	60,00	Global
Pasajes para movilizarse y otros	20,0	2,50	50,00	Global
Energía eléctrica	1,0	20,00	20,00	Global
<b>TOTAL, COSTOS INDIRECTOS</b>			269,10	
<b>COSTO TOTAL S/.</b>			<b>3150,65</b>	
<b>IMPREVISTOS = 5%</b>		0,05	<b>157,53</b>	
<b>TOTAL, COSTO DE MAQUINA</b>			<b>3308,18</b>	
<b>TOTAL, COSTO VARIABLE DEL PROYECTO</b>			<b>3308,18</b>	

Fuente: Elaboración propia

<b>RESUMEN:</b>			
<b>COSTO TOTAL DIRECTO S/.</b>			<b>2881,55</b>
<b>COSTO TOTAL INDIRECTO S/.</b>			<b>269,10</b>
<b>Imprevistos</b>	5%	0,05	157,53
<b>COSTO TOTAL DE LA MAQUINA S/.</b>			<b>3308,18</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.10.2. Análisis de la productividad y eficiencia del proyecto

##### a) Productividad total del proyecto

$= (S/. 2460.23 - S/. 36.90) / S/. 1892.48 = 1.28$ , es decir por cada sol invertido se espera obtener 1.28 soles.

##### b) Eficiencia del proyecto

Con la propuesta estructurada de los costos y solo considerando los costos de la etapa III, la eficiencia proyectada de la producción se calcula a partir de relacionar las siguientes variables:

- Total, costo III o costo presupuestado = S/. 1403.10
- Total, costo etapa III o costo real = S/. 1473.26
- Eficiencia proyectada =  $(1403.10 / 1473.26) * 100 = 95.24\%$

## CONCLUSIONES

- Se diseñó la máquina cosechadora de papas con tracción animal para las zonas rurales de la Región Huánuco, cuya característica de diseño se basa en terrenos con pendiente de 0° a 20°, con materiales existentes en el mercado a costos accesibles.
- Se construyó la máquina cosechadora de papas, con tracción animal (par de bueyes), de acuerdo a las especificaciones técnicas de diseño, tomándose en cuenta el factor ergonómico del trabajador, la altura apropiada para que no sufra fatiga, estrés y la portabilidad de la máquina, para su traslado a diferentes parcelas de la zona rural de Huánuco. Se hicieron pruebas de campo, evidenciado su funcionamiento, obteniendo resultados alentadores probado en un área de 1/4 hectárea, obteniendo con ello resultados favorables en la cosecha, con una productividad de 1.5.
- Se determinó la eficiencia de la máquina cosechadora de papa, obteniéndose un 66.86%, concluyendo que la máquina cosechadora de papas con tracción animal, tiene mayor eficiencia que el sistema tradicional o manual.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la construcción del equipo para mejorar el rendimiento, tiempo y calidad en la cosecha de papas.
- Las dimensiones de los elementos mecánicos a construir deben ser tomadas con la mucha precisión, para así evitar inconvenientes durante el proceso de ensamblaje.
- Antes de utilizar la máquina, verificar que se encuentre ajustado y lubricado correctamente todos los elementos móviles que componen la máquina.
- Terminando con las labores es necesario realizar una adecuada limpieza, siempre y cuando se encuentre estabilizado.
- El mantenimiento debe realizarse periódicamente, en especial la lubricación de las partes móviles y para ello el operario debe utilizar obligatoriamente un equipo de protección personal como guantes, overol, botas de seguridad, etc.
- Se puede llevar a cabo la construcción de la máquina cosechadora de papas en cualquier taller, en vista que sus piezas, o partes se pueden mecanizar fácilmente, así como su montaje.
- Incentivar el desarrollo de trabajos de muestras tecnológicas que permitan solucionar problemas que se acontecen día a día en nuestra sociedad.
- Se recomienda mejorar el sistema de arrastre para darle mayor dinamismo a la faja transportadora.
- Se recomienda adaptar la máquina para un sistema múltiple tales como: Cosechadora de olluco, cosechadora de zanahoria y también para una sembradora de papas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaciega Quinga, E. E. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN APERO PARA COSECHAR PAPAS EN CAMPOS AGRÍCOLAS*(Tesis de Pregrado). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato.
- Alcaciega, E. (07 de 2017). *Cosecha de papas*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN APERO PARA COSECHAR PAPAS EN CAMPOS AGRÍCOLAS:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26082/1/Tesis%20I.M.%20393%20-%20Alcaciega%20Quinga%20Eduardo%20Efra%C3%ADn.pdf>
- Alcaciega, E. (07 de 2017). *Cosecha Manual*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN APERO PARA COSECHAR PAPAS EN CAMPOS AGRÍCOLAS:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26082/1/Tesis%20I.M.%20393%20-%20Alcaciega%20Quinga%20Eduardo%20Efra%C3%ADn.pdf>
- Alcaciega, E. (07 de 2017). *Cosecha Mecanizada*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN APERO PARA COSECHAR PAPAS EN CAMPOS AGRÍCOLAS:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26082/1/Tesis%20I.M.%20393%20-%20Alcaciega%20Quinga%20Eduardo%20Efra%C3%ADn.pdf>
- Alcaciega, E. (07 de 2017). *Cosecha Semi- mecanizada*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN APERO PARA COSECHAR PAPAS EN CAMPOS AGRÍCOLAS:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26082/1/Tesis%20I.M.%20393%20-%20Alcaciega%20Quinga%20Eduardo%20Efra%C3%ADn.pdf>

- Alcaciega, E. (2017). *Diseño y construcción de un apero para cosechar papas en campos agrícolas*. (Tesis de pregrado). Universidad de Ambato, Ambato.
- Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Definiciones-de.com. (09 de 12 de 2016). *Definición de diseño mecánico*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de ALEGSA: [https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/dise%C3%B1o\\_mecanico.php](https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/dise%C3%B1o_mecanico.php)
- Espinoza, C. (2014). *Metodología de la investigación tecnológica*. Huancayo: Soluciones Graficas S.A.C.
- Garro, L. (2018). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo arrancadora de papa con tracción mecánica, la Molina-2018*(Tesis de posgrado). UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA, Lima.
- Garro, L. (2019). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo arrancadora de papa con tracción mecánica, la Molina - 2018*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Hashimoto, E. (2010). *Como elaborar proyectos de investigación desde los tres paradigmas de la ciencia*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Herrera, M. (2012). *Mecanización Agrícola*. Obtenido de [entrada de blog]: <http://docplayer.es/13303927-Mecanizacion-agricola-ing-agr-miguel-a-herrera.html>
- La Republica. (22 de noviembre de 2019). *INEI: Producción de papa se incrementó 9,4% en setiembre de 2019*. Obtenido de La Republica: <https://larepublica.pe/economia/2019/11/22/inei-produccion-de-papa-incremento-94-en-setiembre-de-2019/>

- La República. (22 de 11 de 2019). *INEI: PRODUCCIÓN DE PAPA SE INCREMENTÓ 9,4% EN SETIEMBRE DEL 2019*. Recuperado el 10 de 01 de 2020, de ECONOMÍA: <https://larepublica.pe/economia/?ref=footerdesktop>
- Nuñez, K. (2008). *Características Del Cultivo De Papa En el Perú. El cultivo de la Papa en el Perú*. (M. d. Agricultura, Productor) Recuperado el 09 de 01 de 2020, de <https://www.monografias.com/trabajos35/cultivo-papa-peru/cultivo-papa-peru.shtml>
- Nuñez, K. (2008). *Principales Zonas productoras. El cultivo de la Papa en el Perú*. Recuperado el 09 de 01 de 2020, de : <https://www.monografias.com/trabajos35/cultivo-papa-peru/cultivo-papa-peru.shtml>
- Nuñez, K. (2020). *El cultivo de la Papa en el Perú*. Obtenido de monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos35/cultivo-papa-peru/cultivo-papa-peru.shtml>
- QUEVEDO RIOS, A. (2016). “*ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN APERO COSECHADOR DE PAPAS PARA EL MOTOCULTOR YTO DF-15L-MAGAP*”(Tesis de Pregrado). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA – ECUADOR.
- Quevedo, A. (2016). *Análisis y diseño de un apero cosechador de papas para el motocultor YTO DF-15L-MAGAP*. (Tesis de pregrado). Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Rojas, B. (2016). *Sistemas de cosecha en el cultivo de papa (Solanum Tuberosum L.) en el Cip Illpa-Puno*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Antiplano, Puno.

Rojas, B. (27 de 12 de 2016). *SISTEMAS DE COSECHA EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosumL.) EN EL CIP ILLPA-PUNO(Tesis de pregrado)*. Puno, Perú.

Valderrama, S. (2019). *PASOS PARA ELABORAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Lima: San Marcos E. I. R. L., editor.



## **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	INSTRUMENTOS
¿Cuál es el diseño y construcción de una máquina cosechadora de papas con tracción animal para las zonas rurales de la Región Huánuco?	Diseñar y construir una máquina cosechadora de papas con tracción animal, para las zonas rurales de la Región Huánuco.	Diseño de una máquina cosechadora de papas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema sistémico de la investigación.</li> <li>• Planos de detalle:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tablas de registro</li> <li>✓ Encuestas</li> </ul> </li> <li>• Materiales para:               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rejilla</li> <li>✓ Cuchilla</li> <li>✓ Soporte de la cuchilla</li> <li>✓ Sistema de regulación.</li> <li>✓ Sistema de acoplamiento.</li> </ul> </li> </ul>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Construcción de una máquina cosechadora de papas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano general de la maquina</li> <li>• Instructivos de instalación.</li> <li>• Especificaciones técnicas de la máquina.</li> <li>• Guía de Pruebas de control.</li> <li>• Diagrama de proceso</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el diseño de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?</li> <li>• ¿Cuál es la estructura y componentes de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?</li> <li>• ¿Cuál es la eficiencia del funcionamiento de una máquina cosechadora de papas con tracción animal?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el diseño de una máquina cosechadora de papas con tracción animal.</li> <li>• Realizar la fabricación de la estructura y todos los componentes de una máquina cosechadora de papas con tracción animal.</li> <li>• Determinar la eficiencia del funcionamiento de la máquina cosechadora de papas con tracción animal.</li> </ul>	Eficiencia de una máquina cosechadora de papas con tracción animal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación.</li> <li>• Encuesta a campesino que hará uso de la máquina (cuestionario).</li> <li>• Instrumento que mida el antes y después el proceso de cosecha de papas.</li> <li>• Ficha de Registros.</li> </ul>

**Anexo 2: FORMATO DE ENCUESTA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” - HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

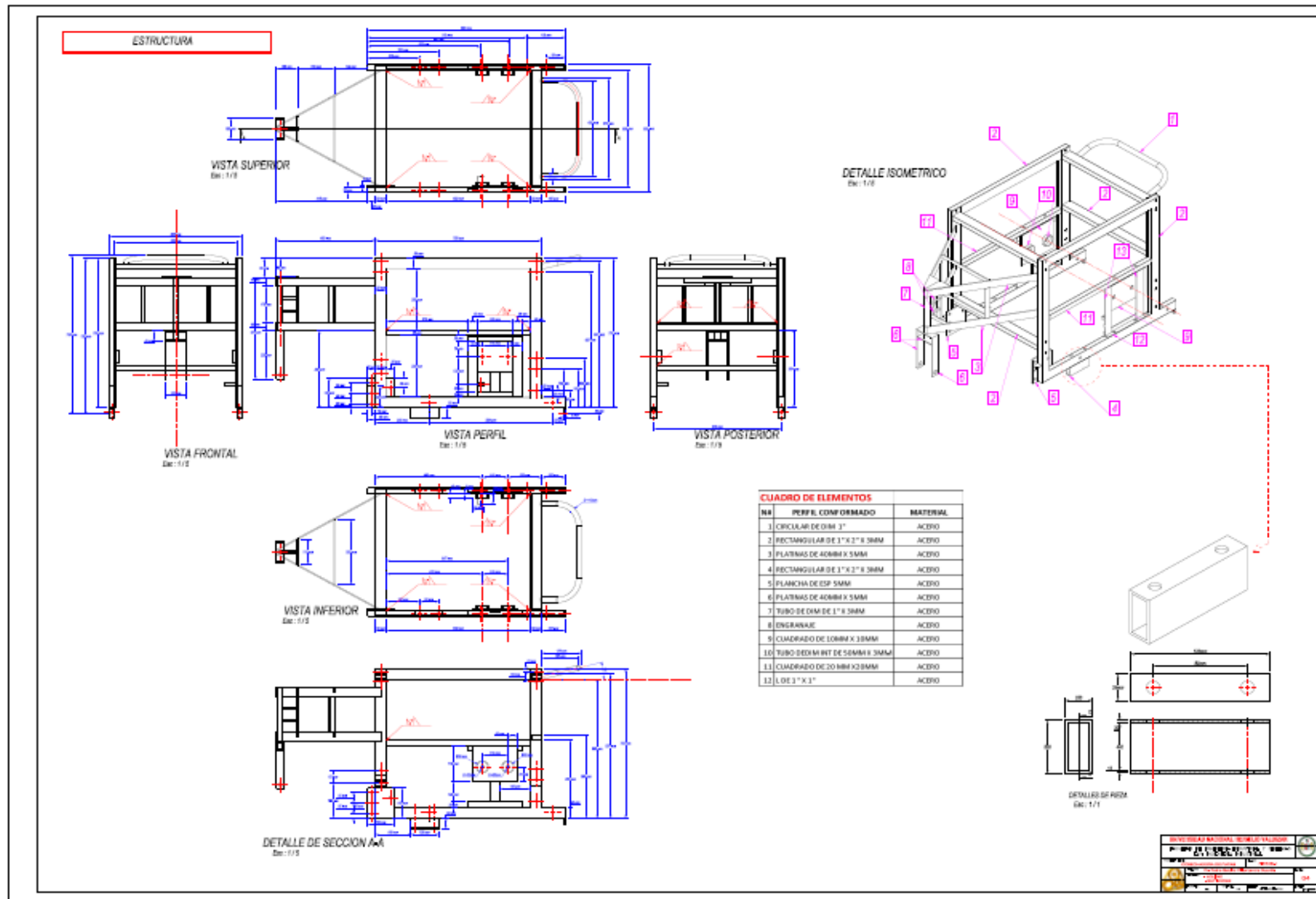
<b>TEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>TESISTAS</b>			<b>ASESOR</b>	
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COSECHADORA DE PAPAS 2019</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquino Condezo Jenny</li> <li>• Gutiérrez Aldude, Wilfredo F.</li> </ul>			<b>Dr. Pedro Getulio Villavicencio Guardia</b>	
<b>ENCUESTA AL AGRICULTOR</b>					
<b>NOMBRE:</b>					
<b>FECHA:</b>					
	<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
<b>1.</b> ¿Considera usted que debería incorporarse este tipo de semi-mecanización en las labores de cosecha?					
<b>2.</b> ¿Considera que el uso de la máquina le ahorraría tiempo en la labor de la cosecha?					
<b>3.</b> ¿Considera que el uso de la máquina le ahorraría costos en la labor de cosecha?					
<b>4.</b> ¿Cree usted que con la ayuda de la máquina le será más productiva la cosecha?					
<b>5.</b> ¿Le es apropiado el diseño de la máquina?					

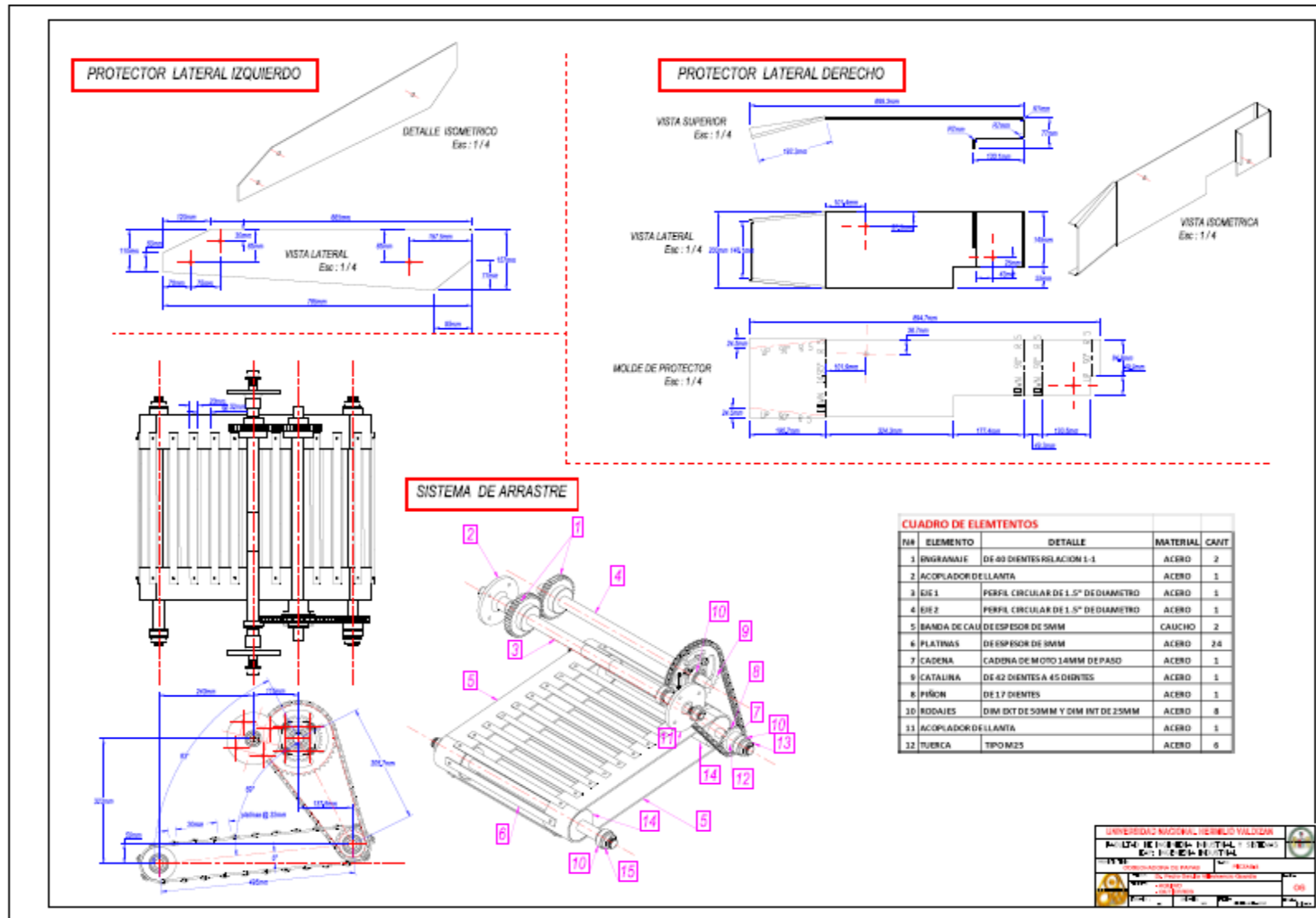
**6.** ¿Le gustaría que se haga mejoras a la máquina cosechadora para que Ud. se sienta más cómodo al momento de su uso?

SI

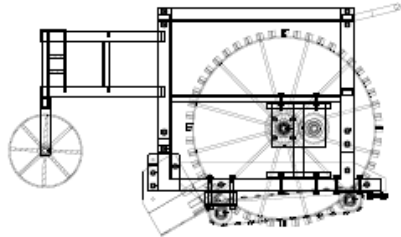
NO

### Anexo 3: PLANOS DE LA MÁQUINA

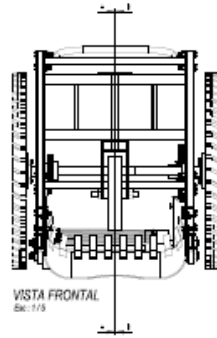




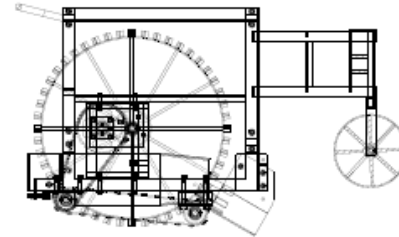
**DETALLES SECCIONADO**



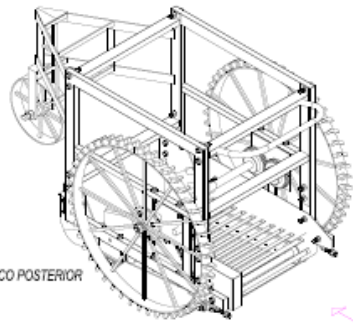
VISTA SECCIONADA REFERENCIAL B-B  
Escala: 1/5



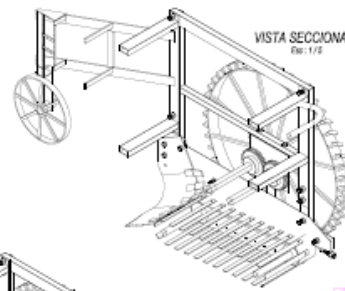
VISTA FRONTAL  
Escala: 1/5



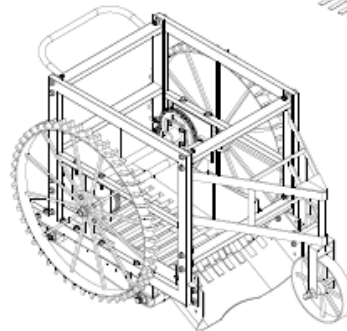
VISTA SECCIONADA REFERENCIAL A-A  
Escala: 1/5



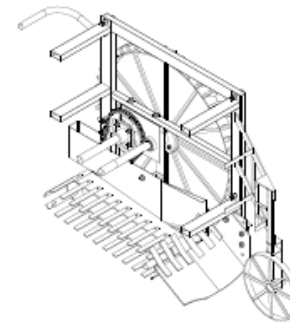
DETALLE ISOMETRICO POSTERIOR  
Escala: 1/5



VISTA SECCIONADA REFERENCIAL ISOMETRICA B-B  
Escala: 1/5

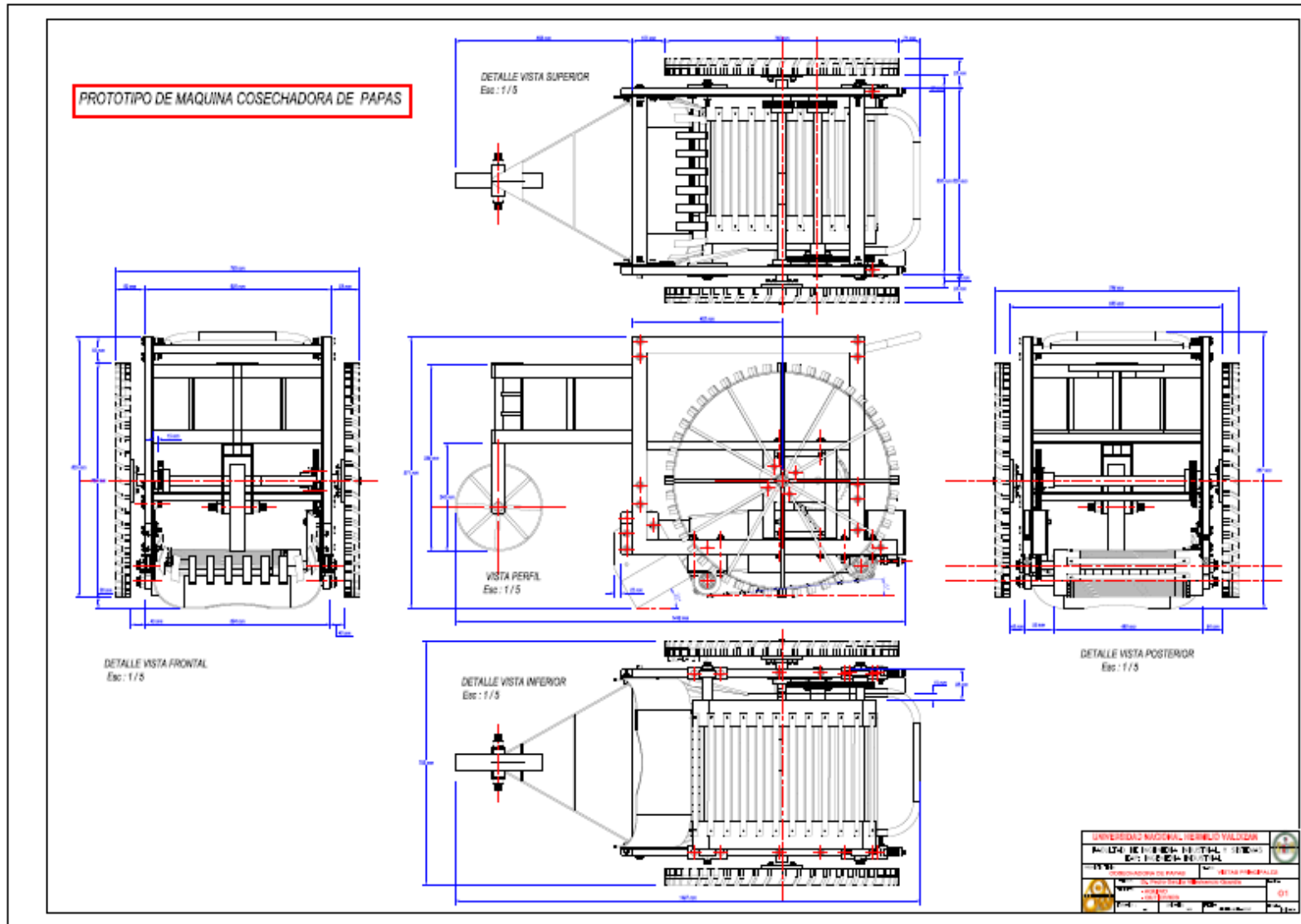


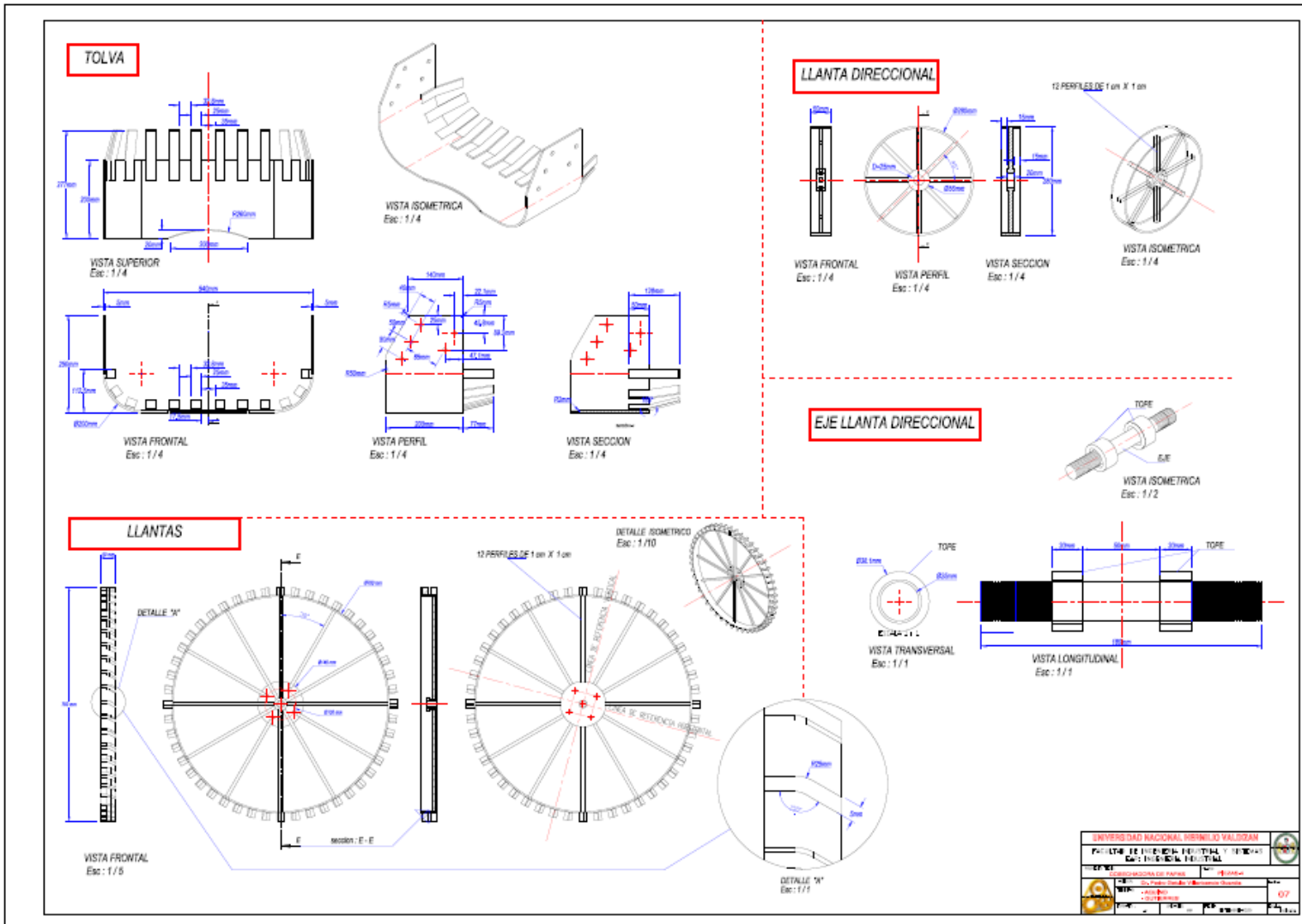
DETALLE ISOMETRICO FRONTAL  
Escala: 1/5



VISTA SECCIONADA REFERENCIAL ISOMETRICA A-A  
Escala: 1/5

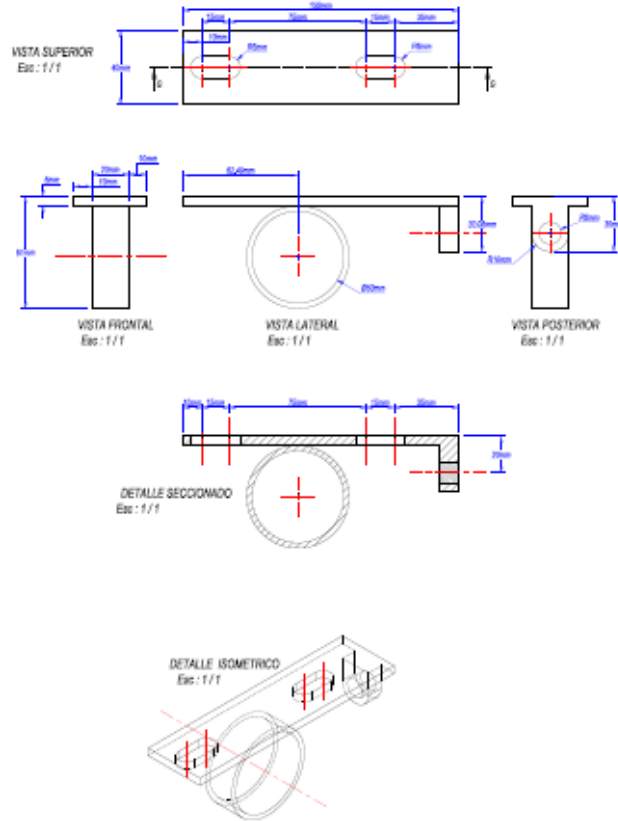
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO	
PROFESOR: DR. OSCAR ALBERTO VILLALBA	FECHA: 15/05/2024
ALUMNO: JHONATAN GARCIA	FECHA: 15/05/2024
ASIGNATURA: MECANICA DE MACHINARIAS	FECHA: 15/05/2024
TITULO: DISEÑO DE UN MECANISMO DE TRANSMISION	FECHA: 15/05/2024
PROFESOR: DR. OSCAR ALBERTO VILLALBA	FECHA: 15/05/2024
ALUMNO: JHONATAN GARCIA	FECHA: 15/05/2024
ASIGNATURA: MECANICA DE MACHINARIAS	FECHA: 15/05/2024
TITULO: DISEÑO DE UN MECANISMO DE TRANSMISION	FECHA: 15/05/2024



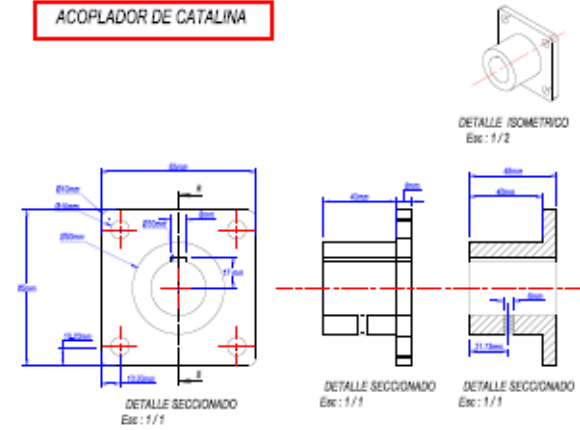




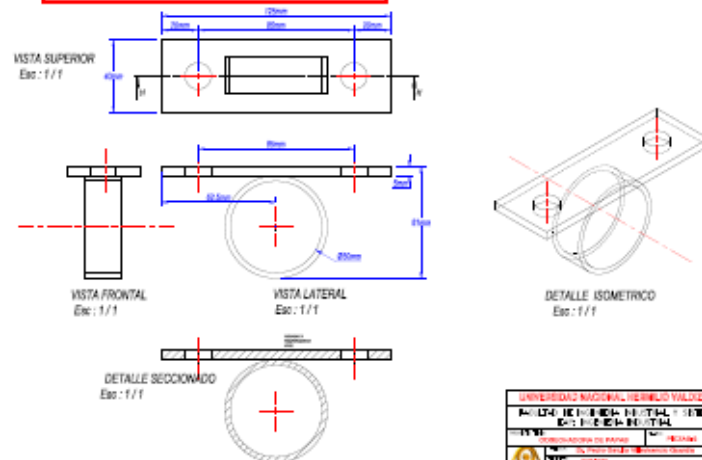
**CHUMASERA DE EJE DE ZARANDA POSTERIOR**




**ACOPLADOR DE CATALINA**

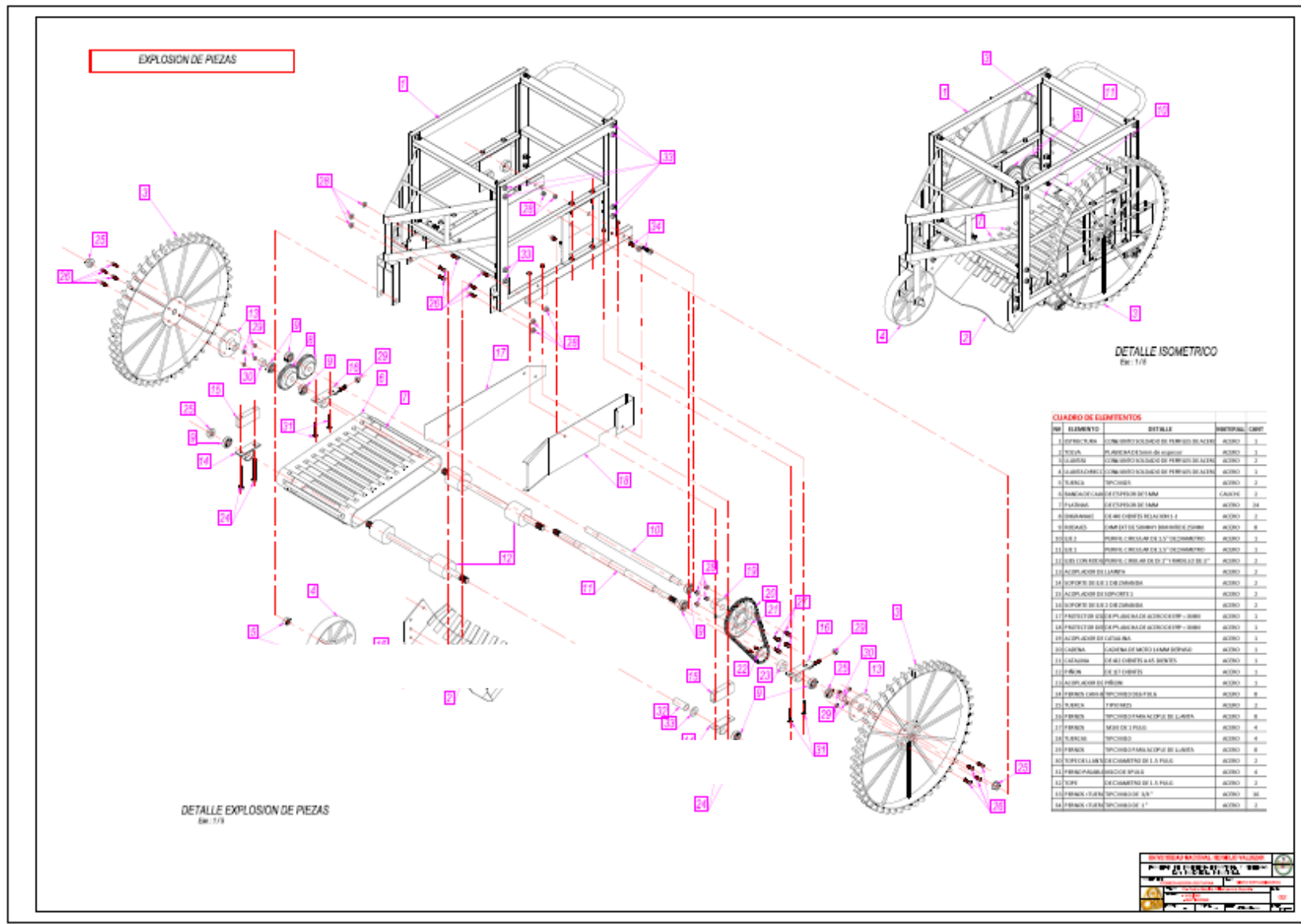


**CHUMASERA DE EJE DE ZARANDA FRONTAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL FERMINO VIALDOSA			
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS			
Ese: 1/1 ESE: 1/1			
INSTRUMENTACION DE PLANTAS		REVISION	
1. DISEÑO 2. DISEÑO 3. DISEÑO		1. REVISION 2. REVISION 3. REVISION	
1. DISEÑO 2. DISEÑO 3. DISEÑO		1. REVISION 2. REVISION 3. REVISION	
1. DISEÑO 2. DISEÑO 3. DISEÑO		1. REVISION 2. REVISION 3. REVISION	





## Anexo 4: PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 37** Taller de construcción y ensamblaje



**Figura 38** Proceso de corte para el armado de la estructura



**Figura 39** Corte de materiales para el armado de la estructura



**Figura 40** Esmerilando las secciones cortadas (1)



**Figura 42** Esmerilando las secciones cortadas (2)



**Figura 41** Masillando para reparar desperfectos (1)





*Figura 44* Partes laterales de la estructura



*Figura 43* Masillando para arreglar desperfectos



*Figura 46* Perforación de los tubos



*Figura 45* Unión de las partes de la estructura.



*Figura 47* Estructura básica.



*Figura 48* Enrolando el material para las ruedas.





*Figura 49* Rueda chica (guía)



*Figura 50* Ruedas grandes



*Figura 51* Sistema de transmisión de fuerza



*Figura 52* Ruedas habilitadas a la estructura.



*Figura 53* Limando agujeros de la cuchilla



*Figura 54* Cuchilla lista para ser habilitada





**Figura 55** Cuchilla habilitada a la estructura.



**Figura 56** Pintado con pintura base (1)



**Figura 57** Pintado con pintura base (2)



**Figura 58** Secado de la primera pintura base.

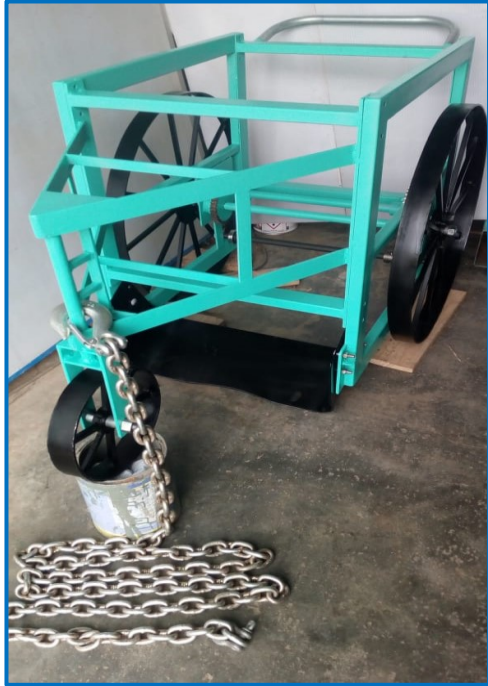


**Figura 59** Pintado de la estructura (1)



**Figura 60** Pintado de la estructura (2)





**Figura 61** Foto Perfil de la máquina.



**Figura 62** Foto frontal de la maquina



**Figura 63** Foto de la maquina terminada



**Anexo 5: PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE PAPAS.**



*Figura 64* Preparación del terreno Armatanga



*Figura 65* Siembra



*Figura 66* Deshierbe



*Figura 67* Aporque 1



*Figura 68* Aporque 2



*Figura 69* Floración



*Figura 70* cosecha manual



*Figura 71* Cosecha con la maquina



*Figura 72* Selección y clasificación

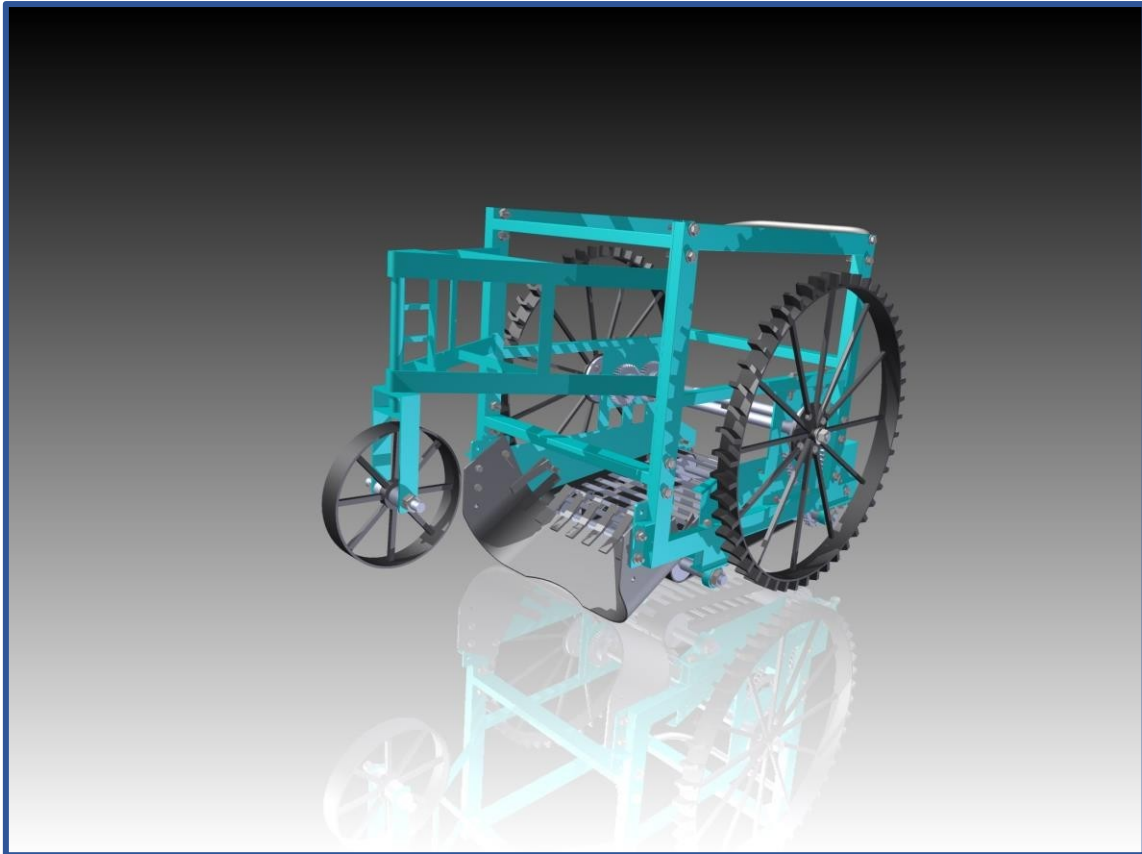


*Figura 73* Almacenamiento



Anexo 6: MANUAL DE ENSAMBLAJE DE LA MAQUINA COSECHADORA DE  
PAPAS

# GUIA RÁPIDA VISUAL



## 1- ESQUEMA DE PROCESO DE TRABAJO EN CAMPO:

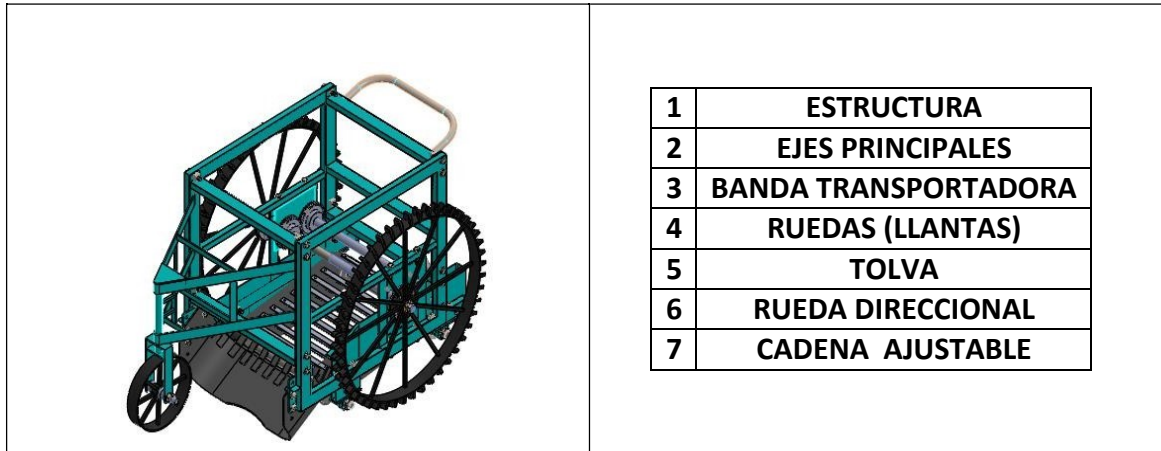
EL TRABAJO EN CAMPO DE ESTA MAQUINA ES DE UN SISTEMA DE ARRASTRE REALIZADO POR 2 TOROS ACOPLADOS MEDIANTE UNA CADENA DE ACERO A LA MAQUINA GUIADO POR UN HOMBRE.



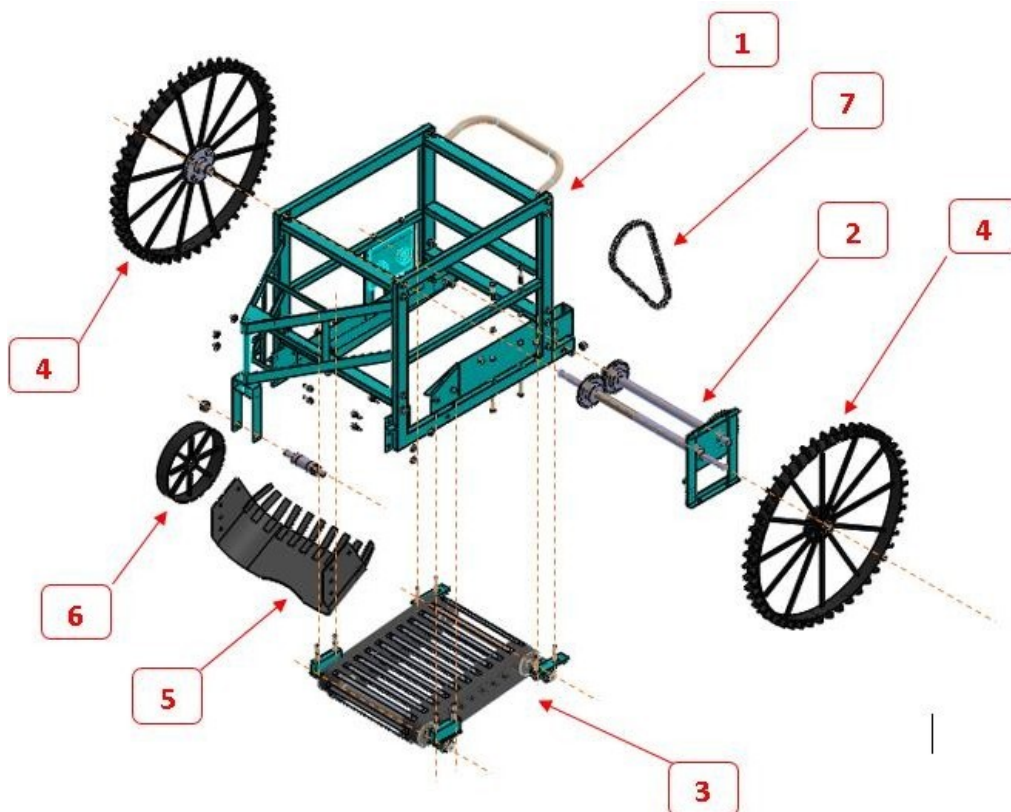
## 2- ESPECIFICACIONES:

<b>NOMBRE</b>	<b>COSECHADORA DE PAPAS</b>
<b>COLOR:</b>	Celeste y negro
<b>DIMENSIONES:</b>	<b>ANCHO:</b> 0.785 m <b>LARGO:</b> 1.45 m <b>ALTO</b> : 0.873 m
<b>PESO:</b>	80 kg APROX
<b>TIPO DE TRABAJO :</b>	AGRICOLA MANUAL
<b>VEL. DE TRABAJO:</b>	<b>3 Km/ hora</b>
<b>SISTEMA :</b>	MECANICO
<b>ENERGIA :</b>	FUERZA ARRASTRE ANIMAL

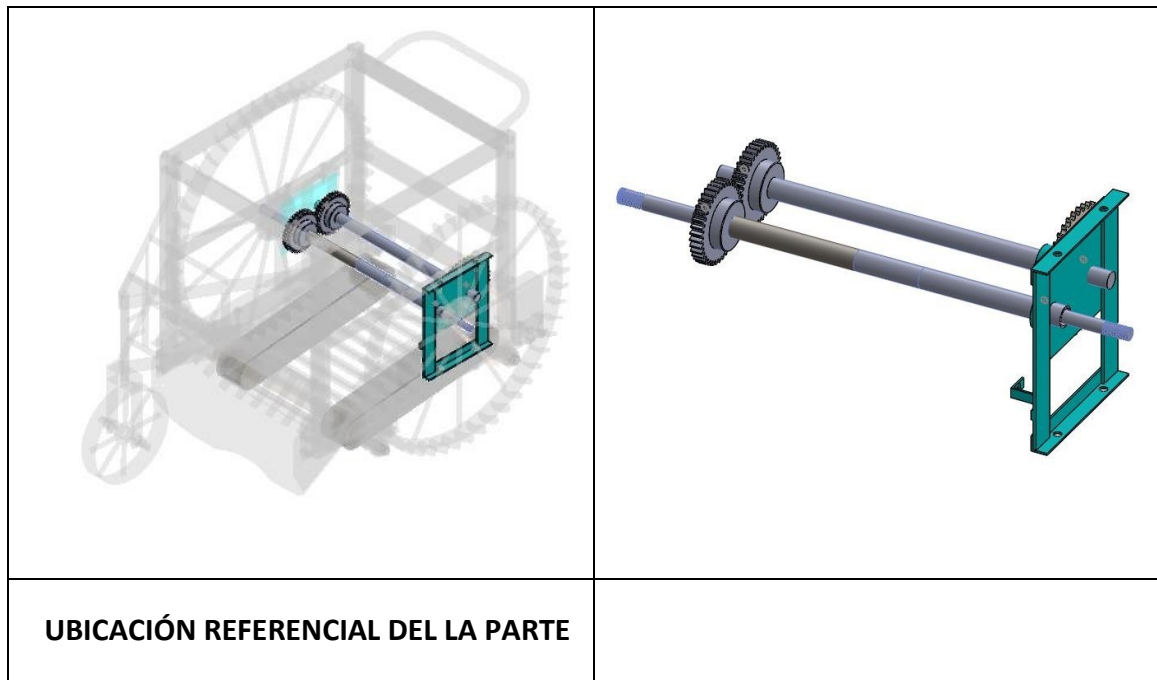
### 3- MONTAJE Y DESPIECE DE PARTES COMPUESTAS DE MAQUINA:



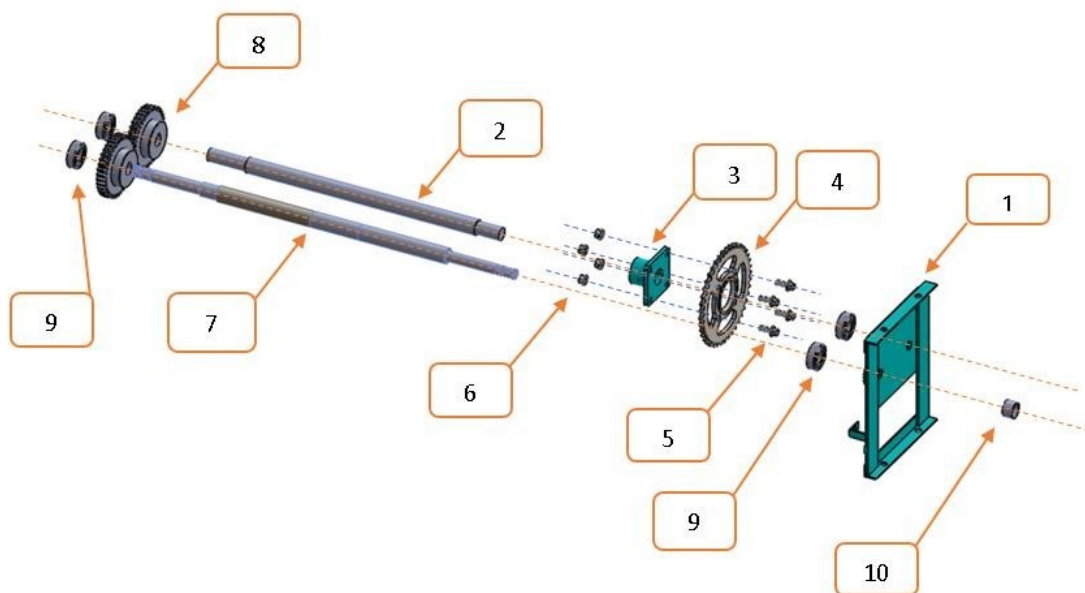
### ORDEN RECOMENDADO DE MONTAJE Y DESPIECE DE PARTES



## 4 - MONTAJE Y DESPIECE DE EJE PRINCIPAL

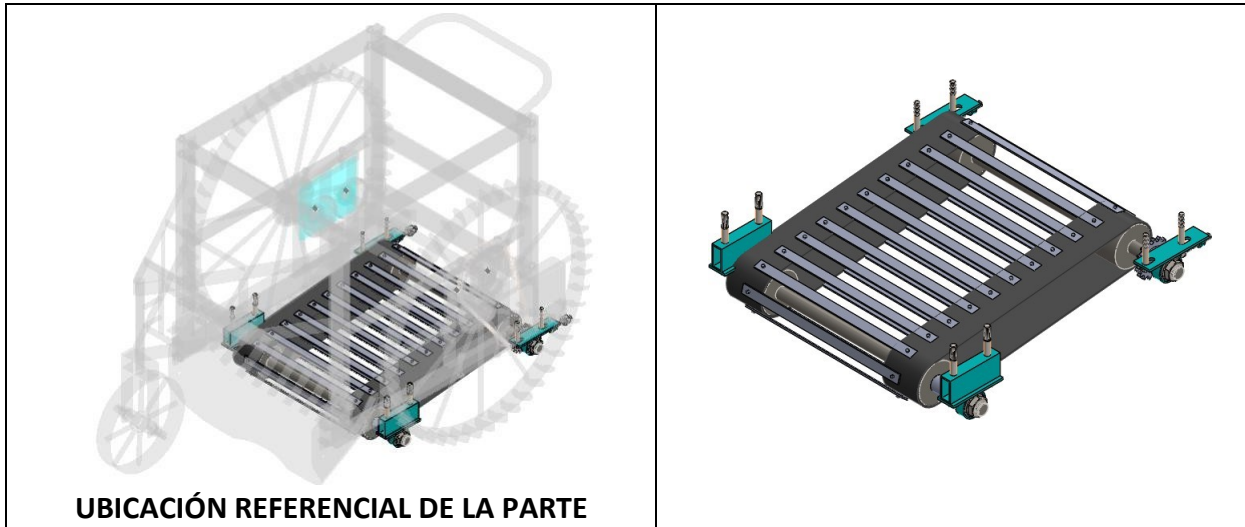


### ORDEN RECOMENDADO DE MONTAJE Y DESPIECE DE PARTES

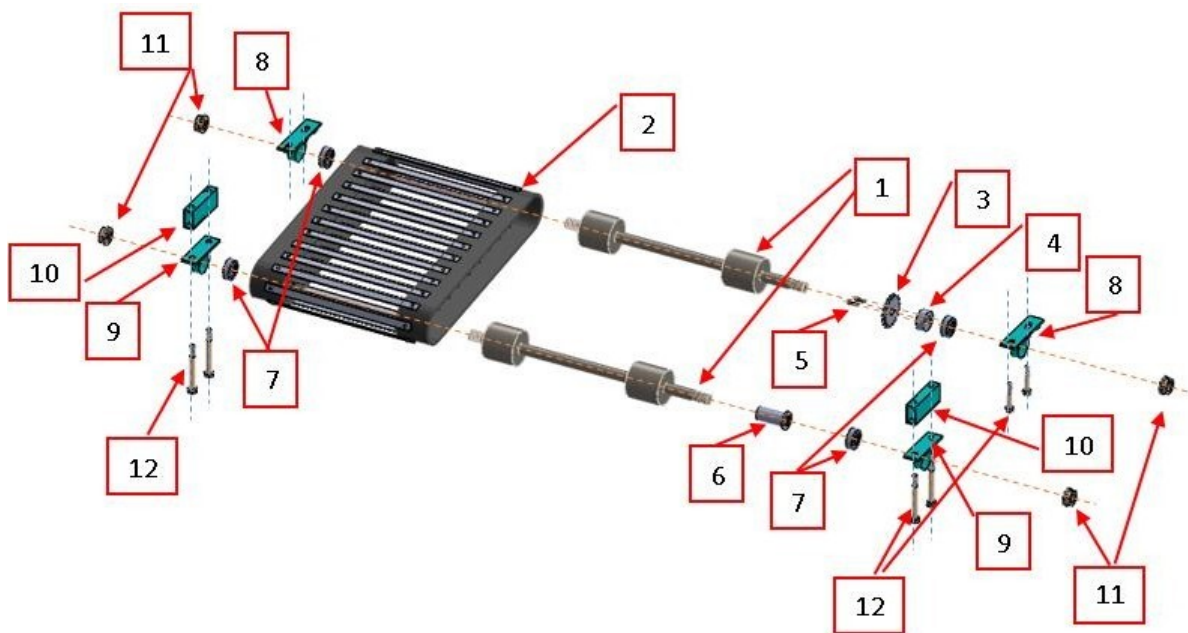


N° ELEM	DESCRIPCION	N° ELEM	DESCRIPCION
1	PLANCHA	6	TUERCAS DE PERNOS
2	EJE 1	7	EJE 2
3	ACOPLADOR DE CATALINA	8	ENGRANAJE
4	CATALINA	9	RODAMIENTOS
5	PERNOS DE 1 " M10	10	TOPE

## 5 -DESPIECE DE BANDA/FAJA TRANSPORTADORA



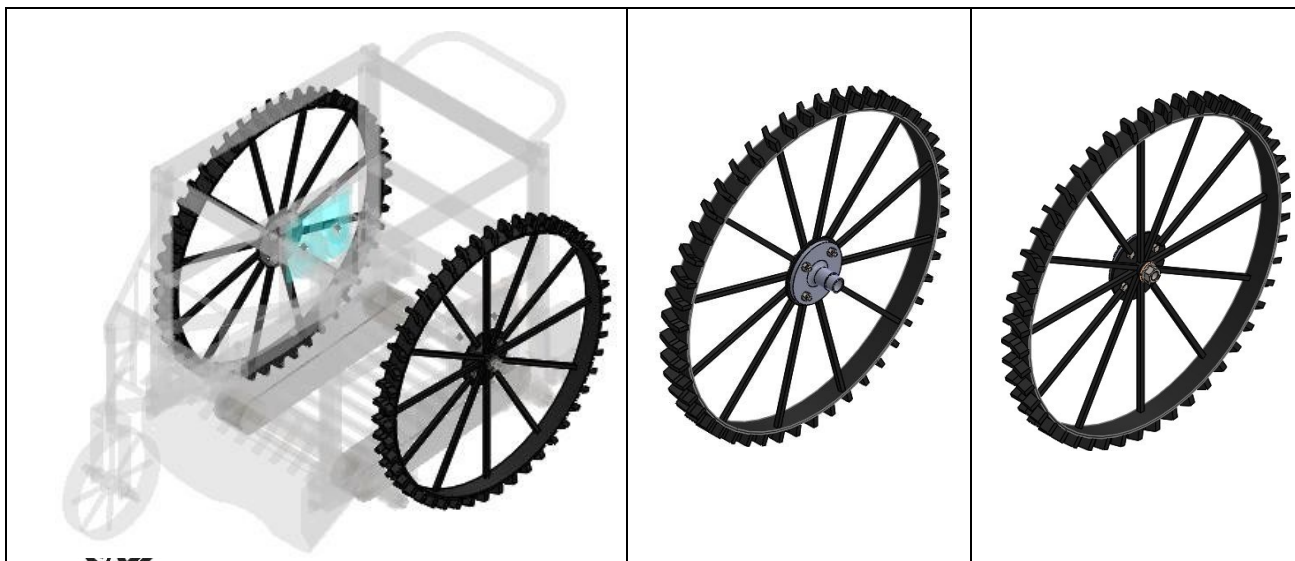
### ORDEN RECOMENDADO DE MONTAJE Y DESPIECE DE PARTE



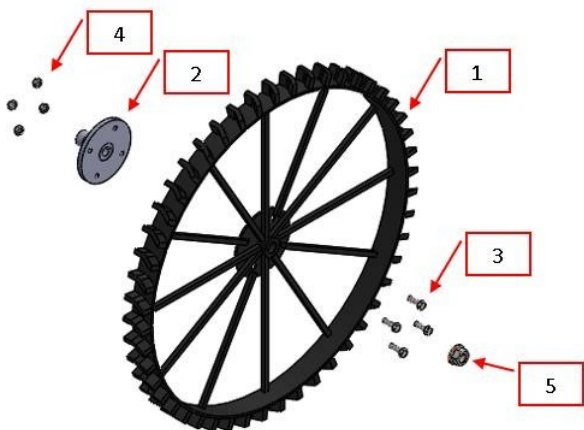
N° ELEM	DESCRIPCION	N° ELEM	DESCRIPCION
1	EJES BANDA	7	RODAMIENTOS : DE 50 /DI 25MM
2	FAJA/BANDA	8	CHUMASERA DE EJE POSTERIOR
3	PIÑON	9	CHUMASERA DE EJE DELANTRO
4	ACOPLE DE PIÑON	10	TOPE SUPERIOR DE CHUMASERA
5	PERNOS E ACOPLA DE PIÑON M5 DE 1"	11	TUERCAS DE AJUSTE DE EJES
6	TOPE EJE	12	PERNOS M10 DE 6"



## 6 -DESPIECE DE RUEDAS (LLANTAS LATERALES)



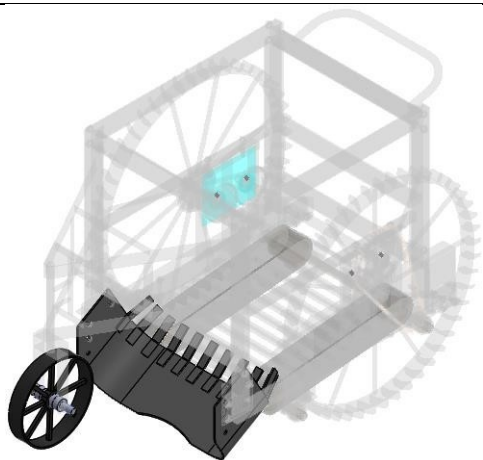
### ORDEN RECOMENDADO DE MONTAJE Y DESPIECE DE PARTES



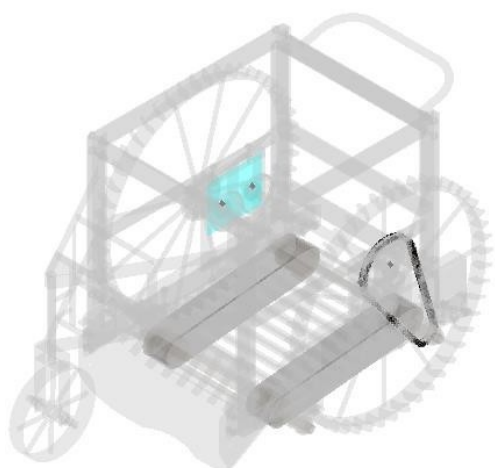
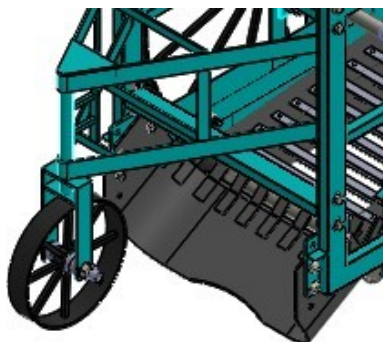
N° ELEM	DESCRIPCION
1	RUEDA DENTADA DE ACERO
2	ACOPLE DE RUEDA
3	PERNOS DE ACOPLA DE RUEDA
4	TUERCAS DE AJUSTE
5	TUERCA DE AJUSTE A EJE DE RUEDA



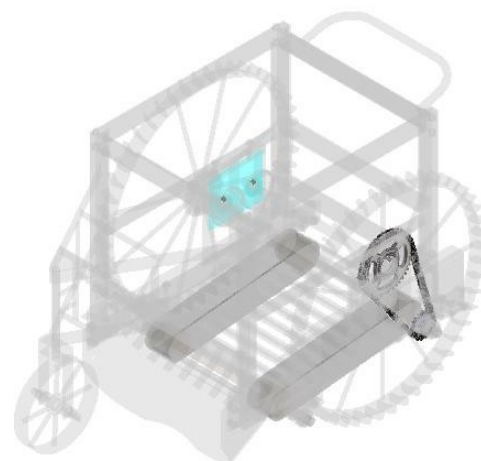
## 7 - ESTRUCTURA – EJE – TOLVA - CADENA



UBICACIÓN REFERENCIAL TOLVA Y RUEDA  
FRONTAL



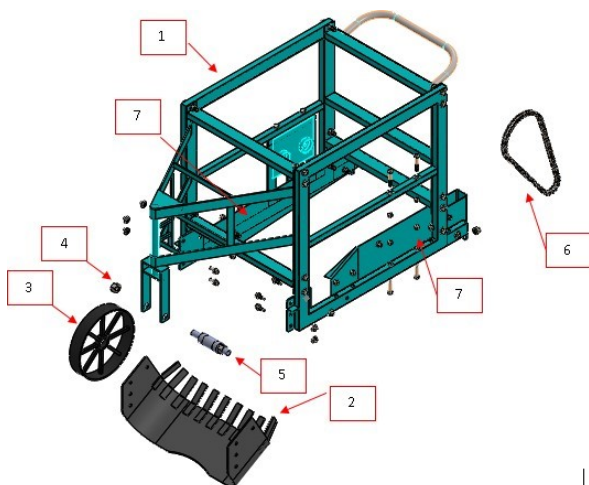
UBICACIÓN REFERENCIAL DE CADENA



UBICACIÓN REFERENCIAL DEL SISTEMA DE  
ARRASTRE

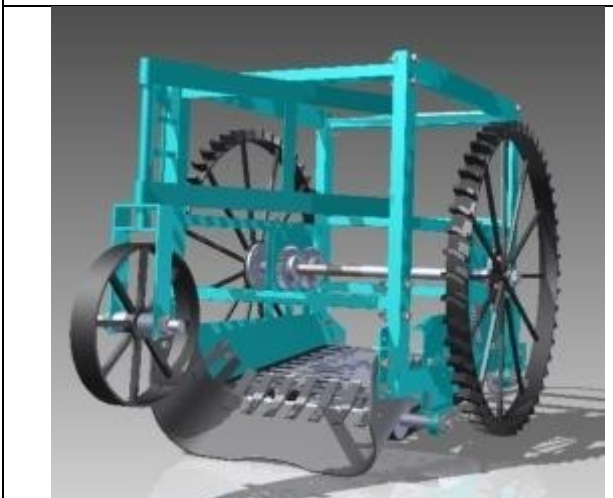
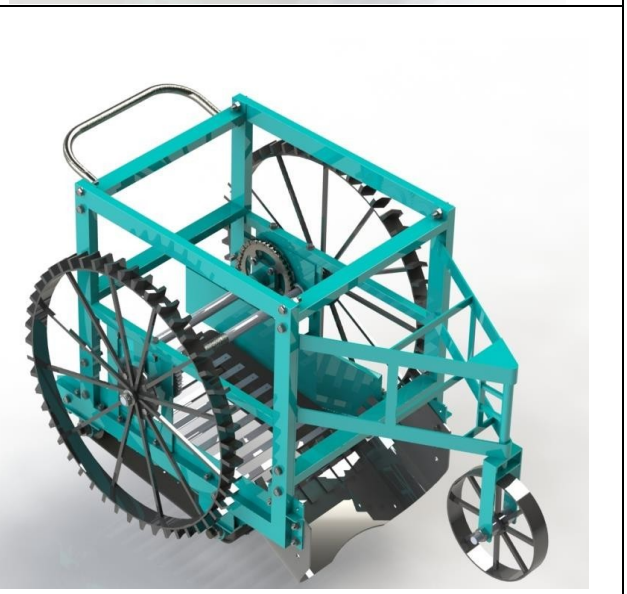


### ORDEN RECOMENDADO DE MONTAJE Y DESPIECE DE PARTES



N° ELEM	DESCRIPCION
1	CONJUNTO ESTRUCTURAL
2	TOLVA
3	RUEDA FRONTAL
4	TUERCA DE AJUSTE DE EJE
5	EJE DE RUEDA FRONTAL
6	CADENA DE ARRASTRE
7	PROTECTORES LATERALES

## DETALLE DE PRODUCTO FINAL



**CAD**

**CONSTRUIDO**

