



**Diseño y simulación de una máquina trilladora de arroz que sea factible para el pequeño agricultor, en el Cantón Quevedo, Provincia de los Ríos**

Alcocer Quinteros, Patricio  
Triviño Veloz, Harli



**Diseño y simulación de una máquina  
trilladora de arroz que sea factible para  
el pequeño agricultor, en el Cantón  
Quevedo, Provincia de los Ríos**

**Alcocer Quinteros, Patricio  
Triviño Veloz, Harli**

**Diseño y simulación de una máquina  
trilladora de arroz que sea factible para  
el pequeño agricultor, en el Cantón  
Quevedo, Provincia de los Ríos**

Título original: Diseño y simulación de una máquina  
trilladora de arroz que sea factible para  
el pequeño agricultor, en el Cantón  
Quevedo, Provincia de los Ríos

Primera edición: marzo 2020

© 2020, Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Alcocer Quinteros, Patricio  
Triviño Veloz, Harli

Publicado por acuerdo con los autores.  
© 2020, Editorial Grupo Compás.  
Segundo Congreso Internacional de Sociedad y Tecnología  
de la información en la Educación Superior  
Guayaquil-Ecuador

Grupo Compás apoya la protección del copyright, cada uno de sus  
textos han sido sometido a un proceso de evaluación por pares  
externos con base en la normativa del editorial.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el  
ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y  
favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las  
sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o  
parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la  
portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus  
medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de  
grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del  
copyright.

Editado en Guayaquil - Ecuador

ISBN: 978-9942-33-207-3

Cita.

P. Alcocer, H. Triviño (2020) Diseño y simulación de una máquina trilladora de arroz que sea factible para el pequeño agricultor, en el Cantón Quevedo, Provincia de los Ríos. Editorial Grupo Compás. Guayaquil Ecuador, 53 pag

## Prólogo

El libro tiene como objetivo diseñar una máquina trilladora cuya función radica en separar el grano de arroz de la espiga, para de esta manera optimizar el tiempo, calidad y tecnificar el proceso de trillado que actualmente se realiza de forma manual por los agricultores de Quevedo, para lo cual se utiliza los métodos deductivo, analítico e inductivo mediante instrumentos de investigación tales como encuestas y observación para determinar condiciones y parámetros relacionados al proceso de trillado donde se determina que el 40% de los agricultores utilizan de 4 a 6 hectáreas para el cultivo de arroz, que según el 60% de los encuestados usan el Tipo SFL 09 (grano largo) y cuyo tiempo es de más de 6 horas (trillado manual). En cuanto al diseño y simulación de la máquina trilladora de arroz se establece que se debe utilizar el material St34 mientras que para el eje se requiere del material St42 y con respecto a la potencia se selecciona el valor de 1,5 HP y una velocidad de 12 m/s para la correa tipo A. Con respecto al estudio financiero se determina que el agricultor estaría teniendo una ganancia con la adquisición de una máquina trilladora de \$9.937,62 en un periodo de 5 años. Así mismo se determina que si un agricultor continua sus actividades sin una máquina trilladora de arroz tendrían un VAN de \$907,01 mientras que si la adquiere el VAN ascendería a \$5.563,55 con un TIR de 65,87% que significa que es factible económicamente para el agricultor adquirir esta maquinaria para el uso del trillado de su

cosecha. Finalmente, se presenta un manual de operaciones y mantenimiento clasificado en siete aspectos claves relacionados al entrenamiento que debe tener el operador para el manejo de la máquina, pautas para el funcionamiento seguro, etiquetas de seguridad, Trilladora y sus partes principales, comprobación y precauciones de funcionamiento, y sustitución de piezas que sin duda alguna permiten a los agricultores tener una idea clara sobre el manejo de una máquina trilladora.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	13
INTRODUCCIÓN .....	15
Capítulo 1 .....	16
Planteamiento situacional de la investigación .....	16
Arroz .....	23
Trilladora .....	24
Diseño .....	24
Simulación .....	25
Máquina .....	26
Sistema de transmisión.....	26
Selección de materiales.....	27
Seguridad Industrial.....	27
Solidworks .....	28
Estudio financiero .....	29
Trillado .....	29
Tipos de trillado .....	29
Trilladora .....	30
Figura 1. Trilladora de arroz. ....	31
Sistema de transmisión.....	32
Figura 2. Sistema de transmisión.....	33
Figura 3. Transmisión por correa abierta. ....	33
Figura 4. Transmisión por correas cruzadas.....	34
Figura 5. Transmisión por correas con rodillo tensor exterior.....	35
Figura 6. Transmisión por correas con rodillo tensor interior. .....	35
Poleas.....	36
Figura 7. Transmisión por correas con rodillo tensor interior. .....	37
Mecanismo de trillado.....	37

Proceso de trillado .....	38
Figura 8. Proceso de trillado manual. ....	39
Separación grano macho .....	40
Determinación de la capacidad de producción de la máquina .....	41
Diseño de elementos de máquina .....	41
Tipos de cilindros.....	41
Diseño de ejes.....	42
Capítulo 2 .....	42
Presentación de la realidad .....	42
Simulación del modelo 3D .....	46
Bibliografía.....	53

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se realizó en las parroquias rurales La Esperanza y San Carlos en el cantón Quevedo perteneciente a la provincia de Los Ríos, ya que en las mismas se encuentran ubicados los principales productores de arroz de este cantón.

Esta investigación es diagnóstica, ya que se recopilaron datos mediante una encuesta a los agricultores del cantón Quevedo para conocer sobre el proceso de trillado de arroz que ellos realizan diariamente, conjuntamente con detalles tales como los materiales y parámetros que se deben considerar para el diseño de una máquina trilladora.

Como se manifiesta anteriormente se utiliza una encuesta dirigida a los agricultores del cantón Quevedo, con la finalidad de conocer sobre el proceso de trillado del arroz y así mismo se realiza la observación de dicho proceso para posteriormente proceder al análisis de los materiales y parámetros a considerar para el diseño de una máquina trilladora que sea factible para el pequeño agricultor en el cantón Quevedo.

## **Capítulo 1**

### **Planteamiento situacional de la investigación**

El libro ha sido aplicada con la intención de recopilar información de carácter teórico con relación al objeto de estudio, para lo cual se ha utilizado libros, proyecto de investigación, documentos, artículos, archivos online, entre otros documentos.

Este método se utiliza con el propósito de recopilar información mediante textos, sitios web y documentos online (información general) que permitieron obtener un fundamento teórico sobre el diseño de máquinas trilladoras y fabricación de las mismas.

La implementación de este método permite la generación de conclusiones generales a partir de datos particulares obtenidos a través de la encuesta y observación realizada a los agricultores del cantón Quevedo y el proceso de trillado.

Este método se implementa con el objetivo de analizar la información obtenida de las encuestas y observación realizada. Posteriormente, esta información con la obtenida del método deductivo permite tener una visión clara de los materiales y parámetros que se deben considerar para el diseño de máquina trilladora para el pequeño agricultor del cantón Quevedo y que la

misma sea factible tanto técnicamente como económicamente.

Las fuentes primarias usadas en esta investigación son las encuestas dirigidas a los agricultores del cantón Quevedo y la ficha de observación acerca de cómo se maneja el proceso de trillado de arroz manualmente.

Las fuentes secundarias usadas en este proyecto de investigación son informes estadísticos, datos históricos, libros y revistas para el desarrollo del estudio de mercado y diseño de la máquina de trillado de arroz.

El diseño utilizado en esta investigación es no experimental, debido a que se procede a analizar los hechos tal y como se presentan. Basado en dicho aspecto, se establece la población del objeto de estudio (agricultores del cantón Quevedo) con su respectiva muestra, para lo cual se utiliza la fórmula de muestra poblacional mientras que para la ficha de observación se detallaron los pasos que realizan los agricultores con respecto al proceso de trillado de arroz (manual). Una vez realizadas, tanto las encuestas como la ficha de observación se desarrolla la correspondiente tabulación y análisis de los resultados obtenidos según los instrumentos de investigación anteriormente mencionados.

Posteriormente con los resultados obtenidos se procede a realizar el diseño de la máquina trilladora de arroz en el programa computacional SOLIDWORKS, y se determina su factibilidad técnica, económica y elaboración de un Manual

de Mantenimiento de la máquina para el agricultor Quevedeño.

Para esta investigación se considera el total de la población de agricultores arroceros del cantón Quevedo. De acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario de la página web del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca en el cantón Quevedo existen 986 productores de arroz.

Para obtener el tamaño de la muestra de la población objetiva se utiliza la fórmula de muestra poblacional.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2(N-1) + Z^2 * p * q}$$

Ecuación 1.

n= Tamaño de la muestra N = Población a investigarse Z = Nivel de confianza= 95% = 1,96 p = probabilidad de lo que se espera = 50% = 0,5 q = probabilidad de lo que no se espera = 50%= 0,5 E = precisión o error = 5%=0,05

$$n = \frac{986 * 1,96^2 * 0,50 * 0,50}{0,05^2(985) + 1,96^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = \frac{946,95}{3,42}$$

**n = 276**

El total de habitantes a encuestar es de 276 agricultores de arroz del cantón Quevedo.

Mediante esta técnica se aplica una serie de preguntas escritas a los agricultores del cantón Quevedo, sobre los parámetros que se deben considerar para el diseño de la máquina de acuerdo a las necesidades de los encuestados y de la misma forma conocer factores para determinar la factibilidad económica con respecto a la capacidad de los agricultores de invertir para la adquisición de la máquina trilladora de arroz.

Esta técnica se aplica para conocer el proceso de trillado que realizan los agricultores del cantón Quevedo, para lo cual se recurre a describir los pasos de estos procesos en una ficha de observación conjuntamente con el apoyo de cámaras telefónicas y fotográficas.

En cuanto al tratamiento de la información en esta investigación, se puede indicar el siguiente proceso:

En primera instancia se procede a la visita de las instalaciones del MAGAP en el cantón Quevedo para conocer información sobre las Asociaciones de Productores de Arroz de este cantón, con dicha información de las Asociaciones pertenecientes a la Parroquia Rural de la Esperanza y San Carlos se procede a realizarles la respectiva entrevista a la muestra previamente determinada de 276 productores y la observación del proceso de trillado del arroz que realizan.

Una vez recolectada la información de los instrumentos de investigación se procede a la tabulación de la misma en cuadros, mediante el

programa informático EXCEL 2013 de Microsoft Office®, así mismo este programa se utiliza para la elaboración de las figuras estadísticas. Posteriormente, la información ha sido trasladada al programa WORD 2013 de Microsoft Office® donde se agregaron los respectivos análisis o interpretaciones de cada uno de los instrumentos de investigación utilizados en el presente proyecto de investigación.

En la actualidad, las máquinas desempeñan un rol de gran importancia en las actividades diarias de los hombres facilitando y agilizando los procesos con el propósito de generar calidad y optimización de recursos. Sin duda alguna, el diseño de máquinas es un concepto que ha revolucionado el mundo en las diferentes áreas y una de ellas es la agronomía.

En Ecuador, el arroz es el alimento más consumido debido a su gran contenido calórico y proteínico, ocupando más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario del 2002, el arroz se siembra anualmente en alrededor de 340 mil hectáreas cultivadas por 75 mil unidades de producción agropecuarias, las cuales el 80% son productores de hasta 20 hectáreas.

Es decir, que el arroz tiene una gran importancia en el país y su producción se convierte en una fuente de empleo para miles de agricultores que se dedican a su cultivo y cosecha. Sin embargo, la mayoría de los procesos que involucran el

cultivo de arroz son realizados de forma manual lo cual implica mayores costos, tiempos e incluso un grano trillado de manera ineficiente. Es por ello que se han elaborado grandes máquinas trilladoras de arroz pero estas no se acoplan a la realidad de los agricultores del cantón Quevedo que tienen de 4 a 6 hectáreas para sus cultivos de arroz que se encuentran en zonas de difícil acceso al igual que sus altos costos.

La presente investigación tiene como propósito diseñar una máquina trilladora cuya función radica en separar el grano de arroz de la espiga, para de esta manera optimizar el tiempo, calidad y tecnificar el proceso de trillado que actualmente se realiza de forma manual por los agricultores de Quevedo.

Actualmente los pequeños agricultores del cantón Quevedo se encuentran en la incómoda situación de realizar el proceso de trillado del grano de arroz de manera rudimentaria debido al difícil acceso de las máquinas cosechadoras en lugares tales como colinas y laderas, además del gran costo de inversión que implica adquirir o contratar uno de estos equipos.

Como producto de la situación anteriormente mencionada se manifiesta el bajo rendimiento del trillado de arroz con respecto al aprovechamiento, es decir que es un proceso poco tecnificado, el cual demanda de mucho tiempo y esfuerzo físico por parte del agricultor. Por lo tanto se requiere de una propuesta que permita mejorar el tiempo que se tarda en este proceso para de esta manera tecnificar la

operación de trillado, obtener un proceso limpio y un mayor aprovechamiento del grano.

El cantón Quevedo aparte de ser reconocido por su actividad comercial también se ha caracterizado por sus grandes extensiones de tierras fértiles las cuales son propicias para la actividad agrícola. Basado en esto hecho, las PYMES de esta zona se dedican a la fabricación de máquinarias de gran magnitud como son las envejecedoras de arroz, desgranadoras de maíz, secadoras de granos entre otras con el propósito de abarcar esas grandes extensiones.

Sin embargo, el agricultor que posee terrenos pequeños no requiere de grandes equipos; ya que estas máquinas están diseñadas para amplias extensiones de tierra que no poseen, sin mencionar sus altos costos que en muchas ocasiones son casi inaccesibles para los agricultores al igual que el traslado de estas a sus campos. Es por ello que en su mayoría, el pequeño agricultor se ve en la necesidad de realizar el trillado del arroz de forma manual lo cual demanda de un gran esfuerzo físico y largas horas de jornadas para completar de forma eficiente este proceso.

De no realizarse un proceso mecanizado del trillado de arroz puede producirse una serie de acciones negativas con el pasar del tiempo, en especial con respecto a la salud de los agricultores de la Provincia de los Ríos a causa del alto desgaste físico que conlleva realizar el trillado de forma manual. Estos factores repercuten de una u otra forma en la economía del país pues

demanda de mayores costos de mano de obra (producción) y del seguro campesino (salud).

La presente investigación tiene como propósito diseñar una máquina trilladora cuya función radica en separar el grano de arroz de la espiga, para optimizar el tiempo, calidad y tecnificar el proceso de trillado que actualmente se realiza de forma manual por los agricultores Quevedeños.

Con la ayuda de esta máquina trilladora de arroz se pretende beneficiar a los agricultores arroceros que día a día realizan una labor rústica que demanda de mucho esfuerzo, actividad que consiste en tomar la gavilla de arroz con las manos y golpear las panículas contra una superficie dura (madero) y cuya consecuencia se presenta mediante síntomas de cansancio, fatiga, estrés y en casos peores lumbalgia, afectando la salud física del agricultor Quevedeño.

Así mismo con la adquisición de esta máquina se les permite a los agricultores facilidades en cuanto a su traslado, ya que existen lugares de difícil acceso para máquinas cosechadoras tales como laderas, colinas, terrenos fangosos. Además de economizar la inversión de los agricultores en relación a los grandes costos que involucran la contratación de las máquinas cosechadoras.

### **Arroz**

Se define como arroz a la planta cuyo nombre científico es *Oryza sativa*, la cual forma parte del grupo familiar de las gramíneas. El fruto de esta planta es un grano comestible que tiene el mismo nombre. Se considera al arroz como uno de los cereales más consumidos en todo el planeta. En

algunos países asiáticos, de hecho, se trata del principal producto alimenticio. El gluten, la lisina y el almidón son algunas de las sustancias presentes en sus granos. [1]

El grano de arroz está formado por una masa de células “endosperma” donde se acumulan los hidratos de carbono en forma de almidón, de un embrión que posteriormente puede generar una nueva planta y de una serie de tejidos que recubren el conjunto. Este grano, a su vez, está recubierto por una cáscara que lo protege. [2]

### **Trilladora**

La trilladora es una máquina agrícola que tiene por función desprender y separar los granos y semillas de la paja a través de la frotación y choques repetidos. Las trilladoras están compuestas por un cilindro hueco, el cual gira a una gran velocidad. [3]

La trilladora agrícola es una máquina que recibe el impulso hacia sus poleas independientes con el propósito de lograr mover sus partes a través de un motor de combustión interna, el mismo que ajusta una polea de fuerza colocada en su extremo que mediante una banda hace girar a la polea principal del cilindro desgranador de la trilladora y este en secuencia a los demás órganos en movimiento. [4]

### **Diseño**

El diseño puede ser definido como un proceso que empieza con la descripción de una idea y que finaliza con un producto o material visual para la fabricación o implantación en el mercado. [5]

El concepto de diseño es comúnmente utilizado para las artes tales como la arquitectura, la ingeniería y otras disciplinas. Se entiende por diseño como la representación mental o idea que posteriormente es plasmada en algún formato visual con el propósito de ser exhibido o presentado. Al diseñar, la persona no sólo tiene en cuenta aspectos estéticos, sino también cuestiones funcionales y técnicas. Esto exige a los diseñadores estudios, investigaciones y tareas de modelado que le permitan encontrar la mejor manera de desarrollar el objeto que pretenden crear. [6].

### **Simulación**

La simulación es llevada de forma interactiva, es decir que el usuario controla un fenómeno el cual es ilustrado mediante una animación que al mismo tiempo es acompañada en la mayoría de los casos, de tabulaciones, figuras y ecuaciones que se modifican al cambiar el usuario los parámetros de entrada. [7]

La simulación es indispensable para el diseño y el análisis de ingeniería en los últimos tiempos. Los avances en el modelado matemático, los algoritmos computacionales, la velocidad de las computadoras y la administración de bases de datos han puesto a disposición de las comunidades de la ciencia y la Ingeniería herramientas indispensables para resolver una multitud de problemas científicos y técnicos. En este sentido se ha acuñado el término Ciencias de la Ingeniería Basadas en la Simulación (SBES, por sus siglas en inglés). [8]

## **Máquina**

La máquina contiene mecanismos que están diseñados con el propósito de proveer fuerzas significativas y transmitir potencia apreciable. No existe una línea divisoria entre mecanismos y máquinas; si las fuerzas y los niveles de energía dentro del dispositivo son significativos, éste se considera una máquina. Por ende se puede definir como "máquina" a un aparato formado por unidades interrelacionadas o como un dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento. [9]

Las máquinas son simples o complejas estructuras que tienen como propósito la transformación de una energía en otra, modificando las condiciones de ésta para hacerla aprovechable. [10]

## **Sistema de transmisión**

Permiten colocar el motor de combustión en cualquier lugar del vehículo con el propósito de conducir las canalizaciones de aceite hasta los motores. [11]

Se lo puede definir como el conjunto de varios elementos que tiene como finalidad de hacer llegar el giro del motor hasta las ruedas motrices. [12]

La fuerza necesaria para propulsar un vehículo es proporcionada por el motor, cuyo giro se transmite a las ruedas a través de un conjunto de mecanismos. [13]

## **Selección de materiales**

Constituye una de las decisiones más importantes que tienen que considerar los diseñadores. De hecho, la selección de materiales inciden en el impacto ambiental tanto de su diseño como por las características en si del propio material como por los condicionantes que el material impone en la elección del proceso de fabricación. La selección de los materiales se le puede dar dos enfoques desde dos puntos de vista que son el impacto que produce el material durante su transformación y el que genera tras la vida útil del conjunto mecánico. [14]

Una de las responsabilidades de los diseñadores es la especificación de los materiales adecuados para cada parte de un dispositivo mecánico. Para la selección de materiales es necesario tener en mente las propiedades físicas y mecánicas y adaptarlas a expectativas deseadas tales como: metales, plásticos, maderas, cerámicas, materiales compuestos, etc. [15]

Se considera como una de las decisiones más significativas por parte del proyectista, la cual precede al dimensionamiento de la pieza para posteriormente proceder al análisis tensionales y en la fase de simulación, se comprueba la idoneidad de la decisión tomada.

[16]

## **Seguridad Industrial**

Tiene como objetivo la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o

perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales. [17]

Se entiende por seguridad industrial como el aseguramiento y adaptación del operador con respecto a su cargo de trabajo, convirtiéndose en una parte fundamental para crecer con respecto a productividad en una empresa. Un ejemplo de seguridad industrial sería la codificación de áreas de trabajo, señalización y protección ambiental. [18]

### **Solidworks**

Es un programa de diseño mecánico en 3D el cual utiliza un entorno gráfico fácil de manejar y tiene por objeto plasmar las ideas de los diseñadores mecánicos de forma rápidas sin necesidad de realizar operaciones complejas y lentas. [19]

Es un software de diseñado mecánico que tiene como función el modelamiento de piezas y conjuntos para obtener de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Este software utiliza técnicas de modelado con sistemas CAD, cuyo proceso se basa en dar forma a la idea mental del diseñador al sistema CAD de forma virtual con respecto a la pieza o conjunto. [20]

### **Estudio financiero**

Se basa en la recopilación y cuantificación de información de los estudios de mercado y técnico para establecer el valor de las inversiones requeridas para que el proyecto entre en operación. [21]

Busca establecer los montos de los recursos a requerir para la ejecución del proyecto, así como otra serie de factores que servirán como plataforma para la evaluación económica del proyecto. [22]

### **Trillado**

El objetivo del trillado básicamente radica en la obtención del grano, que se encuentre en buen estado y libre de cualquier residuo de plantas tratando de evitar pérdidas para de esa forma dejar el producto en limpio y pueda seguir su respectivo procesamiento. [31]

### **Tipos de trillado**

#### **□ Trillado artesanal por golpeo**

Este tipo de trillado es utilizado para los cereales como: el trigo, el centeno, cebada, lenteja, vicia y frejol. El proceso del trillado manual se lleva a cabo cuando la cosecha no es de amplias proporciones y para ello se utiliza un madero largo con el cual se golpea la mies, que posteriormente es desalojada de la paja con las manos. Generalmente, el trillado manual es realizado en lugares donde no existen máquinas trilladoras debido a los altos costos de renta de las mismas. [4]

### □ **Trillado artesanal por pisoteo de animales**

Este tipo de trillado se caracteriza porque las cargas de cereales son pisoteadas por varios animales tales como son caballos, bueyes, vacas e incluso burros que giran de forma circular para que la espiga o paja caiga hacia el centro de la Era y posteriormente se procede hacer el aventado o lanzamiento al aire de la mezcla de paja y grano con las horquetas para hacer que el grano caiga al suelo. [4]

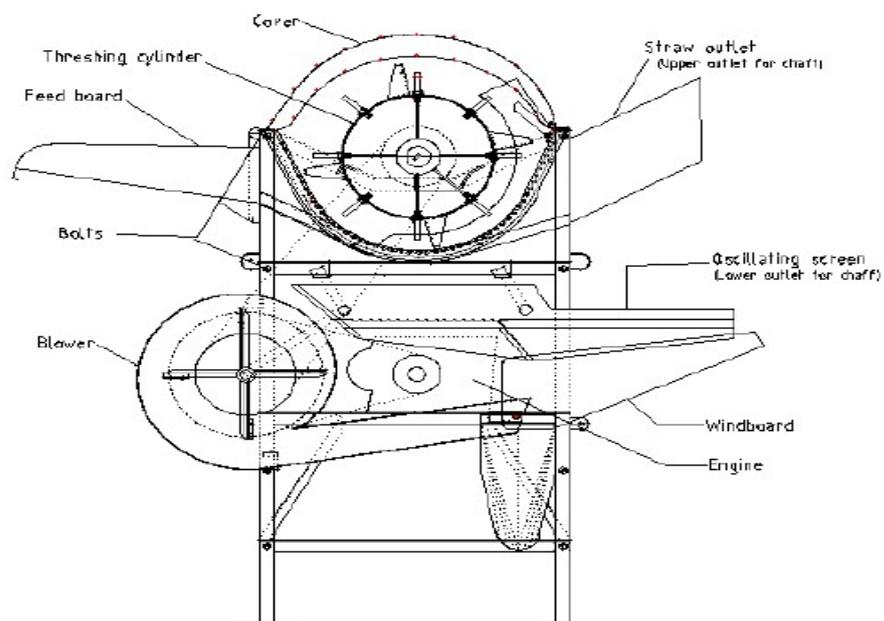
### □ **Trillado mecánico**

Con respecto al trillado mecánico se destacan dos tipos, el primero de ellos se caracteriza por máquinas accionadas por motores eléctricos, diésel, gasolina mejor conocida como trilladoras agrícolas mientras que el segundo tipo se enfoca en la toma de fuerza de tractores o segadoras. [4]

### **Trilladora**

Según la Figura 1 la trilladora es una máquina mecánica que se la utiliza para desgranar o trillar determinadas clases de cereales mediante la frotación del cereal entre dos elementos mecánicos incorporados en dicha máquina principalmente se los denomina cilindro desgranador y cóncavo. [32]

**Figura 1. Trilladora de arroz.**



**Fuente:** (Azouma, Porosi & Yamaguchi, Koji, 2009) [33]

A continuación se detallan los componentes o sistemas que integran a una máquina trilladora:

### **Motor**

Es la parte principal de la trilladora que tiene como función darle fuerza a todos los mecanismos que la componen. Existen dos tipos de motor que se pueden utilizar en las trilladoras: [34]

#### **□ Desgranado con máquinas de combustión**

Este tipo de máquinas son eficientes para desgranar grandes cosechas en poco tiempo. Estos motores están diseñados para realizar varias aplicaciones tales como la generación de corriente eléctrica a partir de energía mecánica.

Su funcionamiento se da mediante un motor de combustión que requiere de una Potencia de 3 a 16 HP. [35]

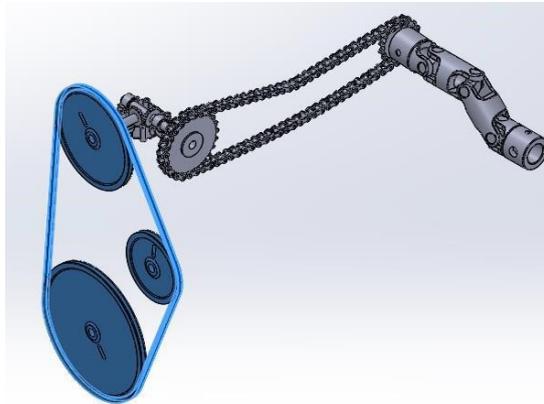
#### □ **Desgranado mediante máquinas eléctricas**

Este tipo de máquinas desgranadoras son de una alta eficiencia con respecto a cantidad tiempo es por ello que requieren de un motor eléctrico el cual controla el funcionamiento de la misma. Estos motores pueden tener una potencia de 1 o 7 hp, pero la misma tiene tendencia a aumentar con la cantidad de la cosecha de 350 a 750 rpm y su capacidad puede ser de 800 a 5000 kg/h [36]

#### **Sistema de transmisión**

Según la Figura 2, el tipo de transmisión que se implementan en las trilladoras generalmente es por medio de correas, las mismas que son conocidas como de "tipo flexible" debido a que absorben vibraciones y choques de los que sólo tienden a transmitir un mínimo al eje arrastrado. Estas transmisiones son apropiadas para distancias entre ejes comparativamente grandes, además que tienen como ventaja el hecho de ser silenciosos. [34]

**Figura 2. Sistema de transmisión.**



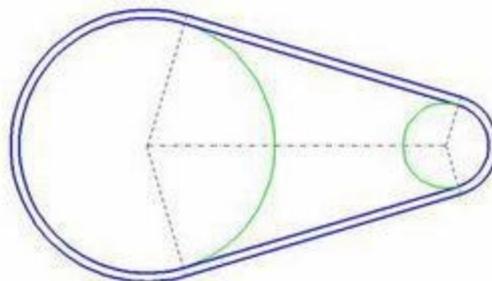
**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

La transmisión por correas se clasifican de la siguiente manera: [34]

□ **Transmisión por correa abierta**

Según la Figura 3, se considera que este tipo de transmisión es la más conocida y se la utiliza en árboles paralelos si el giro en ambos se realiza en el mismo sentido. [34]

**Figura 3. Transmisión por correa abierta.**

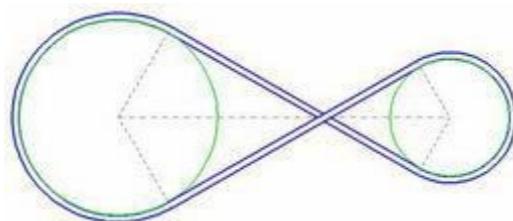


**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

#### □ **Transmisión por correas cruzadas**

Según la Figura 4, al igual que la transmisión anterior este tipo se utiliza en árboles paralelos, sin embargo tiene la característica particular solo es cuando se desea que éstos giren en sentidos opuestos. Por lo tanto, se debe de tratar que en la zona de cruce no exista ningún tipo de contacto entre los ramales de la correa puesto que de ser así se produciría un fuerte desgaste. Con el propósito de evitar este tipo de hechos generalmente se recomienda que la distancia entre ejes sea mayor que 35 a 30 veces el ancho de la correa. [34]

**Figura 4. Transmisión por correas cruzadas.**

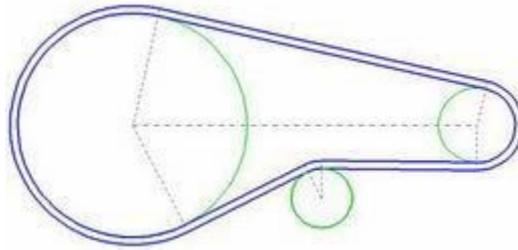


**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

#### □ **Transmisión por correas con rodillo tensor exterior**

Según la Figura 5, a través de este tipo de transmisión se puede tensar la correa, con el propósito de aumentar el ángulo de contacto entre correa y polea, y de esta forma transmitir mayor cantidad de potencia por el mayor ángulo de contacto polea-correa, aunque también disminuimos la vida útil de la correa por aumentar el desgaste de la misma. [34]

**Figura 5. Transmisión por correas con rodillo tensor exterior.**

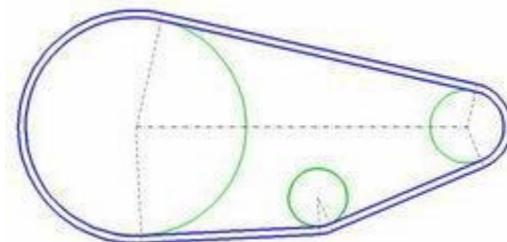


**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

□ **Transmisión por correas con rodillo tensor interior**

Según la Figura 6, al igual que la transmisión por correas con rodillo exterior pero su diferencia radica en que el tensor es interior, de manera que al hacer fuerza sobre la correa, permite su tensado disminuyendo el ángulo de contacto y alargando la vida útil de la correa. [34]

**Figura 6. Transmisión por correas con rodillo tensor interior.**



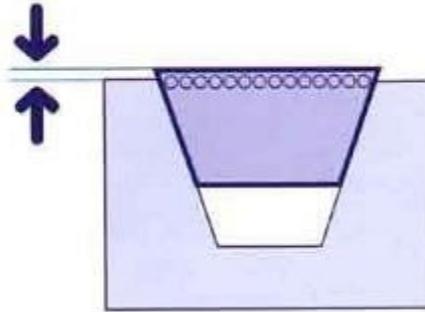
**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

## **Poleas**

Según la Figura 7, se entiende que con la finalidad de obtener una buena colocación de la correa en la ranura de las poleas es necesario un perfecto alineamiento entre las mismas, lo cual se logra cuando los ejes del motor están paralelos para que de esa manera la correa trabaje perpendicularmente a dichos ejes. Cuando existe un mal alineamiento entre poleas se puede observar que uno de los flancos de la correa está más desgastado que el otro, además de un ruido constante de la transmisión o un calentamiento excesivo de los rodamientos.

Es por ello que para las trilladoras agrícolas de una correa en "V" que trabaja por rozamiento entre los flancos laterales y las paredes del canal de la polea, ya que es de vital importancia que los flancos de la polea estén perfectamente lisos y limpios, puesto que la presencia de suciedad o de partículas de polvo en la polea se considera perjudicial al convertirse en abrasivos que terminan desgastando a la superficie de la correa. [34]

**Figura 7. Transmisión por correas con rodillo tensor interior.**



**Fuente:** (Arredondo, Miranda & Sánchez, 2014)  
[34]

### **Mecanismo de trillado**

Tiene como función desmenuzar la espiga o vaina para separar de ella el grano a base de revoluciones, para ello hace uso de un ventilador de aire para separar los granos de partes menos pesadas y de polvo, mientras que el sistema de cribas se encarga de separar el grano de partes más gruesas. [37]

#### **□ Criba**

La trilladora agrícola debe estar compuesta por cribas de malla con la finalidad de que filtre el grano mientras que las espigas, pajillas y semillas que no pasan por la criba resbalan mediante gravedad hacia una bandeja de recolección que direcciona el cereal no trillado hacia un elevador de cadena sellado por un ducto de latón o madera hacia la parte superior de la meza o tolva de ingreso para que el cereal no trillado realice un reproceso e ingreso a la cola de trillado para ser procesado y así evitar el desperdicio del

grano. [38] Las cribas calibradas se encargan de filtrar las semillas más pequeñas las mismas que son depositadas en una bandeja lateral para ser expulsadas hacia un lado de la trilladora y el grano es conducido hacia una canaleta o recipiente inclinado denominado punto de recolección, permaneciendo siempre en movimiento adyacente para direccionar el cereal trillado hacia el elevador secundario, donde cae por gravedad a una cadena transportadora y sube mediante arrastre a la boca de ensacado. [4]

### **Sistema de transporte y almacenaje**

Mecanismos encargados de transportar el grano limpio hasta la tolva normalmente por sinfines al depósito de grano, donde permanece hasta que sea descargado a un remolque para transportarlo. [39]

#### **□ Tolva**

Es un tipo de recipiente que tiene forma de pirámide o cono invertido, el cual muestra una abertura en su parte inferior con la finalidad que el contenido que ha sido trillado pase poco a poco a otro lugar o recipiente de boca más estrecha. [40]

### **Proceso de trillado**

Uno de los sistemas de trillado más sencillos consiste en tomar la gavilla de arroz con las manos y golpear las panículas contra una superficie dura este es el llamado método

tradicional o rustico. Se calcula que, con uno de estos métodos de trilla a mano, un trabajador puede obtener de 15 a 40 kilogramos de producto por hora [41]. El proceso de trillado tradicional consiste en los siguientes pasos: [33]

**Figura 8. Proceso de trillado manual.**



**Fuente:** (Azouma, Porosi & Yamaguchi, 2009) [33]

Con respecto al proceso de trillado mecanizado se realizan pasos similares al anterior, con la diferencia obviamente de la aplicación de factores mecánicos para alcanzar el objetivo deseado. [42].

## **Prelimpieza**

Remoción del material extraño como paja, polvo, piedras, metal, vidrio y otros granos diferentes al arroz. Este proceso se realiza utilizando la diferencia de forma existente entre el grano de arroz y el material extraño, mediante un movimiento de zarandeo [42].

## **Secado**

En este proceso se combinan dos tipos de secamiento: el estático y el dinámico. En el estático, el grano se transporta e introduce en albercas de cemento, en las que a través de túneles ubicados en la parte inferior se le inyecta aire caliente. En el dinámico, el grano se deja caer en torres y durante su caída, se inyecta aire caliente sobre la masa de arroz, con temperaturas controladas, se le retira al grano en cascará [42].

## **Descascarado**

Un sistema de rodillos de cauchos encontrados entre sí, giran a diferentes velocidades, lo que permite que se separe la cáscara del grano. En este momento el arroz se denomina arroz integral. Aprovechando una corriente de aire la cascarilla se retira y el 90% se comercializa y el 10% restante, se utiliza como combustible [42].

## **Separación grano macho**

La primera separación que se realiza es después del descascarado, el arroz descascarado pasa por un circuito en el cual se separa el arroz descascarado de la pajilla. La segunda

separación se da en la mesa Paddy, la cual separa arroz descascarado el cual pasa a las pulidoras y el arroz Paddy regresa a la máquina descascaradora [43]

### **Pulido**

Este proceso se realiza con el fin de dar brillo al arroz y evitar que se enrancie en el almacenamiento [38].

### **Determinación de la capacidad de producción de la máquina**

Para la determinación de la capacidad de producción de una máquina trilladora es necesario considerar las hectáreas de producción del grano, el peso del mismo y horas para de esa forma estimar los turnos por día y toneladas al mes [44]

### **Diseño de elementos de máquina**

El diseño de elementos de máquinas es de vital importancia y general en el campo del diseño mecánico, ya que los diseñadores deben crear aparatos o sistemas que satisfagan las necesidades específicas de los consumidores. [15]

### **Tipos de cilindros**

Para la determinación de la capacidad de producción de una máquina trilladora es necesario considerar las hectáreas de producción del grano, el peso del mismo y horas para de esa forma estimar los turnos por día y toneladas al mes [44]

### **Diseño de ejes**

Para el diseño de ejes es de gran importancia considerar la distancia entre ejes de las poleas la cual debe estar establecida en la transmisión a calcular. Sin embargo, en algunos casos dicho dato puede ser que no esté decidido, por lo que se recomienda calcular esta distancia de acuerdo a la experiencia de las empresas fabricantes, y con la finalidad de optimizar el rendimiento de la transmisión. [34]

## **Capítulo 2**

### **Presentación de la realidad**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a través de las encuestas realizadas a los agricultores de arroz del cantón Quevedo con

la finalidad de conocer aspectos relevantes a considerar tales como son parámetros o condiciones para el diseño y simulación de la máquina trilladora de arroz.

El 40% de las personas encuestadas manifiestan que utilizan de 1 a 3 hectáreas para sus cultivos de arroz mientras que el 60% de ellos utilizan de 4 a 6 hectáreas para sus sembríos de arroz. Por lo tanto, se debe considerar una capacidad instalada para la trilladora de arroz que oscile de 4 a 6 hectáreas.

El 60% de los encuestados utilizan el tipo de Arroz SFL-09 mientras que el 20% respectivamente hacen uso del INIAP 11 y del INIAP 14. Es por ello que la máquina trilladora debe ser diseñada específicamente para tratar el tipo de Arroz SFL-09 y los de Tipo INIAP 11 y 14 para cumplir con las expectativas de los agricultores.

El 100% de los encuestados manifiestan que requieren más de 6 horas para realizar el proceso de trillado tradicional de arroz, lo cual hace que no se optimice el tiempo y al mismo tiempo se necesite de mayor cantidad de tiempo para esta actividad. La máquina trilladora debe reducir el esfuerzo físico y por ende la cantidad de tiempo para optimizar los recursos y tiempo que pueden ser invertidos en otras actividades relacionadas a la cosecha de arroz.

El 80% de los encuestados indican que producen normalmente de 26 a 35 tarros de arroz al día mientras que el 20% producen de 16 a 25 tarros al día. Para el diseño de la máquina trilladora se

debe considerar aumentar el número de tarros producidos al día.

El 100% de los encuestados indican que si estarían dispuestos a invertir en una trilladora de arroz, ya que la misma es una máquina que les permite realizar de forma eficiente su trabajo, es decir que les permite optimizar recursos tanto humanos como económicos, ya que a largo plazo evita desgastes físicos de los agricultores, el aumento de producción y calidad del arroz.

El 40% de los encuestados indicaron que para adquirir una máquina trilladora consideran el tiempo del proceso que demora en llevar a cabo el trillado de arroz, mientras que el 20% se fija en la facilidad de su traslado, ya que generalmente sus campos se encuentran en lugares de difícil acceso. El 30% de los agricultores indicaron que se fijan en el costo de inversión, debido a que este tipo de máquinas por su elevado precio no están al alcance de su bolsillo y el 10% considera el aumento de producción. De acuerdo a estos resultados, la máquina debe enfocarse en realizar lo más rápido posible el proceso de trillado para satisfacer a los agricultores del cantón Quevedo.

El 60% de los encuestados indicaron que estarían dispuestos a invertir de \$2501 a \$4000 para adquirir una máquina trilladora de arroz, mientras que el 40% admitió estar dispuestos a invertir de \$1000 a \$2500. Es necesario mencionar, que para realizar la inversión con mayor aceptación los agricultores se unen en grupos de 3 a 4 personas

para la compra de esta maquinaria o a su vez establecen una cuota entre toda la Asociación para adquirir la máquina. El precio a considerarse debe estar entre los valores de \$2501 a \$4000 con materiales de alta calidad que cumplan con los parámetros establecidos por los agricultores del cantón Quevedo.

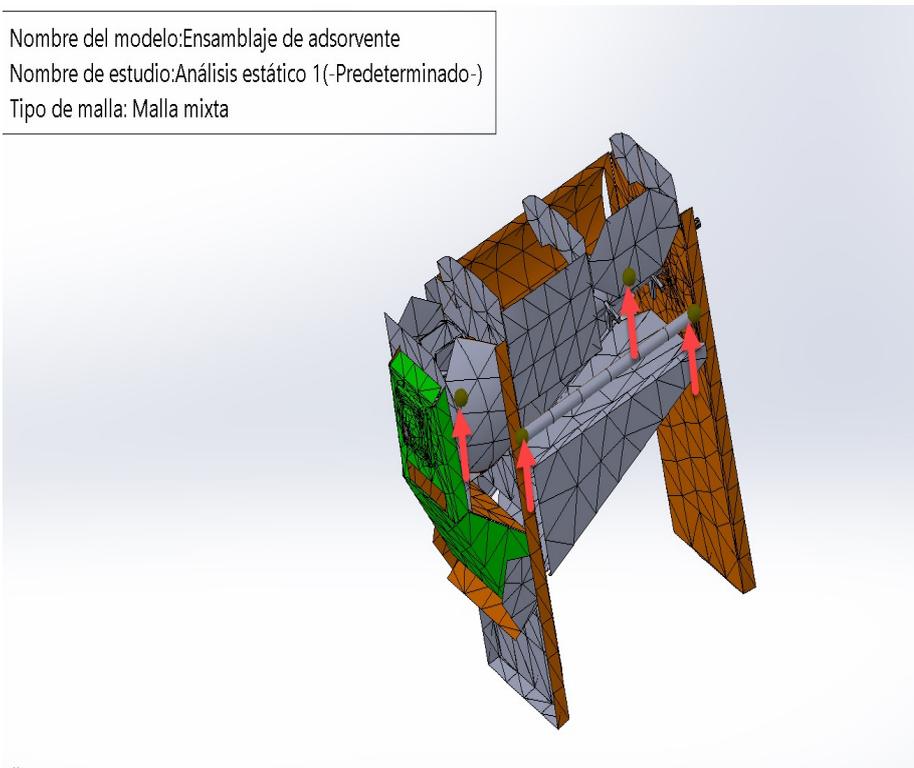
El 80% de los encuestados manifiestan que las medidas idóneas para la máquina trilladora deben ser de un ancho de 1032.80 mm, altura de 1398.24 mm y longitud: 1536.33 mm; ya que de esta manera es más fácil su traslado a las diferentes zonas de sus cultivos.

El proceso de trillado manual consta en sí de tres procedimientos que se conocen como corte, gavillado y trillado. Dentro del procedimiento de corte se detallan las actividades relacionadas al corte del tallo de arroz, este corte se realiza con la finalidad de realizar el gavillado que consiste en la agrupación de 1 a 3 matas para formar "tongos de arroz".

Después del proceso de gavillado, se pasa a las actividades concretas al trillado donde los "tongos de arroz" son golpeados varias veces, esto demanda de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo por parte del agricultor, haciendo que se quede aún parte del producto en las espigas y no se optimice este proceso en la posterior recolección del grano.

## Simulación del modelo 3D

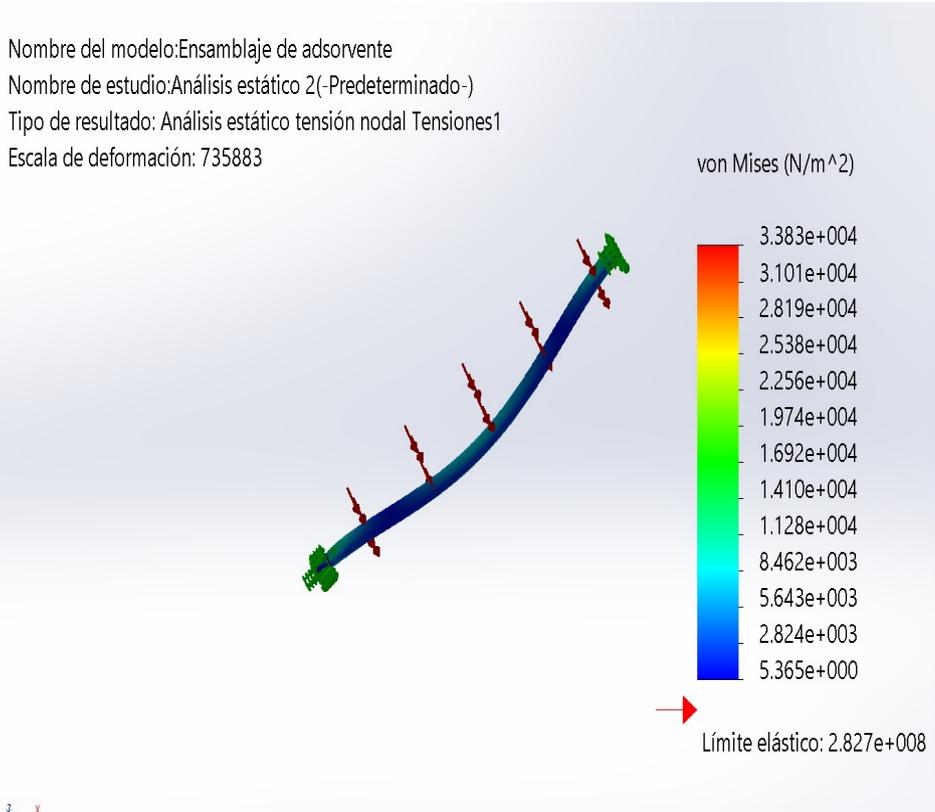
Mediante el Software Solidworks se realizó un modelamiento 3D, seguido de las asignaciones de apoyo tomando en consideración que el eje y criba van a ser los elementos motrices funcionales que van a soportar la estructura, en la figura siguiente se muestran los puntos de apoyo considerados.



## Análisis de simulación

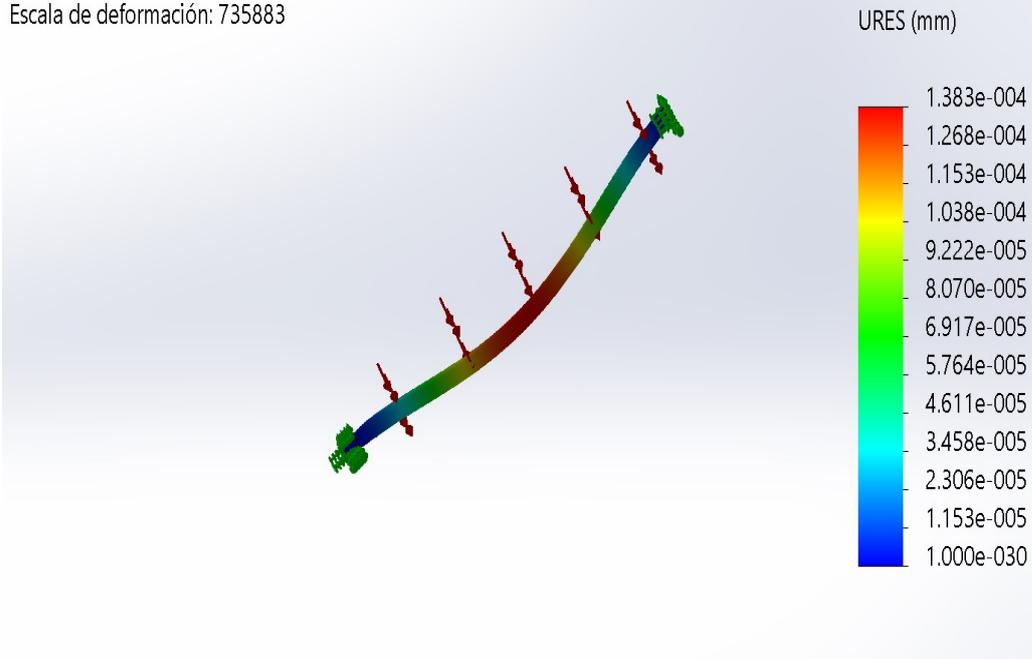
Posteriormente se realiza una discretización de elementos, y se selecciona solo el eje motriz que es la parte funcional a estudiar, en el cual se asignaron las cargas de peso del eje y las fuerzas tangenciales que influyen en el modelo. En el

primer resultado tenemos la deformación unitaria del elemento, en el cual podemos observar una distribución de colores entre rojo, verde y azul. La deformación unitaria obtenida es mínima y se encuentra dentro de rangos admisibles.



En el segundo resultado tenemos la deformación global del elemento, en el cual podemos observar una distribución ligeramente afectada, con cambios mínimos en la sección central del elemento.

Nombre del modelo: Ensamblaje de adsorbente  
Nombre de estudio: Análisis estático 2(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 735883



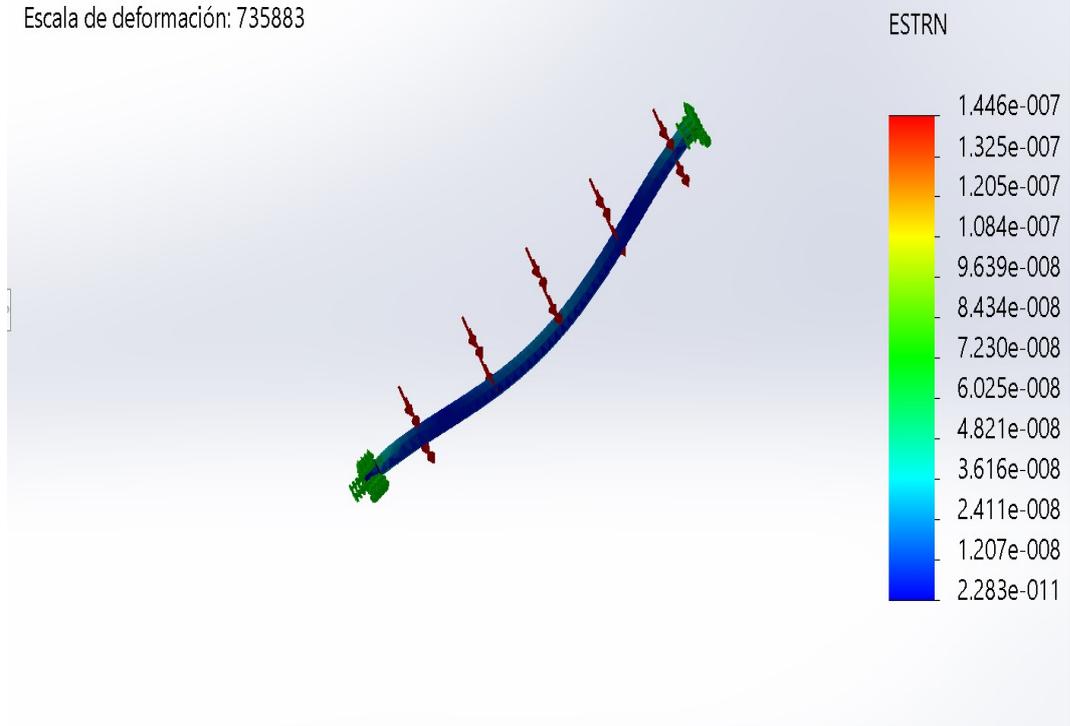
En el tercer resultado tenemos la concentración de fuerzas del elemento, en el cual podemos observar una distribución mínima de fuerzas concentradas, por lo que el elemento soportará las condiciones establecidas para este diseño.

Nombre del modelo:Ensamblaje de adsorvente

Nombre de estudio:Análisis estático 2(-Predeterminado-)

Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1

Escala de deformación: 735883



Luego de la investigación realizada con respecto al diseño y simulación de una máquina trilladora de arroz que sea factible para el pequeño agricultor, en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos se puede establecer las siguientes conclusiones:

De acuerdo a los instrumentos de investigación utilizados se estableció que el 40% de los agricultores en el cantón Quevedo utilizan de 4 a 6 hectáreas para el cultivo de arroz, que según el 60% de los encuestados usan el Tipo SFL 09 que se caracteriza por ser un grano largo. Su producción diaria es de 26 a 35 tarros de arroz y tiene un tiempo de más de 6 horas el proceso de trillado.

Con respecto a las características físicas, los agricultores buscan una máquina con medidas de ancho de 1032.80 mm, altura de 1398.24 mm y longitud de 1536.33 mm y su capacidad máxima de inversión por una máquina trilladora de arroz comprende de \$2501 a \$4000.

En cuanto al diseño y simulación de la máquina trilladora de arroz se consideraron las condiciones y parámetros obtenidos en la fase de investigación. Basado en ello, se estableció que se debe utilizar el material St34 mientras que para el eje se requiere del material St42 y con respecto a la potencia se seleccionó el valor de 1,5 HP. En cuanto al perfil de correa se consideró el tipo A, los ciclos de flexión se establecieron 17,14 flexiones por segundo, un largo de 1400 mm y una velocidad de 12 m/s.

En el estudio financiero se determinó que el agricultor estaría teniendo una ganancia con la adquisición de una máquina trilladora de \$9.937,62 en un periodo de 5 años, ya que estaría ahorrándose el rubro de mano de obra por trillado que es uno de los más costosos para la producción de arroz. Así mismo se determinó que si un agricultor continua sus actividades sin una máquina trilladora de arroz tendrían un VAN de \$907,01 mientras que si la adquiere el VAN ascendería a \$5.563,55 con un TIR de 65,87% que significa que es factible económicamente para el agricultor adquirir esta maquinaria para el uso del trillado de su cosecha.

El presente manual de operaciones y mantenimiento se encuentra clasificado en siete aspectos claves relacionados al entrenamiento que debe tener el operador para el manejo de la máquina, pautas para el funcionamiento seguro, etiquetas de seguridad, Trilladora y sus partes principales, comprobación y precauciones de funcionamiento, y sustitución de piezas que sin duda alguna permitirán a los agricultores tener una idea clara sobre el manejo de una máquina trilladora.

Una vez determinada todas las bases para las conclusiones obtenidas en este proyecto de investigación, se recomienda lo siguiente:

Las asociaciones pueden unir en grupos de seis a diez agricultores con el propósito de adquirir una máquina para dicho grupo y de esta forma abaratar el costo de inversión por agricultor.

El suministro del grano de arroz a la tolva de alimentación de la máquina está diseñado para su funcionamiento óptimo, no debe forzarse ni intentar ingresar más producto del debido porque podría generar un estancamiento en la máquina y un paro en el proceso.

En caso de desperfectos o problemas de funcionamiento relacionado a componentes internos, el agricultor debe ponerse en contacto con el fabricante o técnico de la máquina con la finalidad de evitar posibles daños mayores.

Se recomienda cumplir con el manual de mantenimiento entregado junto a la máquina, el cual garantizará un correcto funcionamiento y un alargue en su vida útil.

## Bibliografía

- [1] J. Perez Porto, «Mi Definicion.De,» 2015. [En línea]. Available: (<http://definicion.de/arroz/>).
- [2] A. Livore, «Calidad Industrial y Culinaria,» *IDIA XXI*, p. 194, 2011.
- [3] V. Autores, *Trilladora Agrícola*, España: Diccionario Planeta, 1990.
- [4] M. A. Alarcón Porras, *Reconstrucción de una trilladora agrícola con adaptación de un motor de combustión interna para una micro empresa familiar en el Cantón Alausí*, Quito: Universidad Internacional de Ecuador, 2014.
- [5] S. Pietro y P. Hamra, *Diseñar hoy: visión y gestión estratégica del diseño*, Buenos Aires: Editorial Nobuko, 2009.
- [6] A. Ladino, *El pensamiento complejo como herramienta para nuevas propuestas de diseño en objetos de uso*, Buenos Aires: Universidad de Palermo, 2012.
- [7] R. Valadez, D. Atencio y M. Ramírez, *Herramientas de simulación computacional para el estudio de la teoría electromagnética*, La Habana: Editorial Universitaria, 2010.
- [8] A. Cisilino, *Mecánica computacional: fusión de arte, ciencia y técnica*, Buenos Aires: Academia Nacional de Ingeniería, 2005.
- [9] R. L. Norton, *Diseño de máquinas*, México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana SA, 1999.
- [10] H. Cosme, *Elementos de máquinas, métodos modernos de cálculo y diseño*, Argentina: Ed. Marymar, 1977.
- [11] E. Domínguez y J. Ferrer, *La transmisión en los vehículos (Sistemas de transmisión y frenado)*, Editex, 2012.

- [12] J. Heitner, *Mecánica Automotriz: Manual Técnico*, México: Diana, 1998.
- [13] M. Alonso, *Sistemas de transmisión y frenado*, Madrid: Paraninfo, 2014.
- [14] C. Javierre y Á. Fernández, *Criterios de diseño mecánico en tecnologías industriales*, Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2012.
- [15] R. Mott, *Diseño de elementos de máquinas*, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [16] R. Aviles, *Métodos de cálculo de fatiga para ingeniería. Metales*, Madrid: Ediciones Paraninfo, 2015.
- [17] M. T. Díaz, A. Gallego, A. Márquez, A. Millán, J. Monereo, M. N. Moreno, R. Vida, J. Vida y V. José, *Manual para la formación en prevención de riesgos laborales: programa formativo para el desempeño de las funciones de nivel básico*, España: Lex Nova, 2008.
- [18] E. Chaves Vega, *Administración de Materiales*, San José: Euned, 2005.
- [19] S. Gëmez González, *Solidworks*, España: MARCOMBO, 2007.
- [20] S. Caicedo, «Diseñando en 3D con Solidworks,» [En línea]. Available: <http://disenandoen3d.blogspot.com/2012/01/que-es-solidworks.html>. [Último acceso: 6 Noviembre 2016].
- [21] J. d. J. Meza Orozco, *Evaluación financiera de proyectos: 10 casos prácticos resueltos en Excel*, Bogotá: Ecoe Ediciones. Ed Primera. 114p, 2010.
- [22] G. Baca Urbina, *Evaluación de Proyectos*, Mexico: McGraw-Hill, 2010.
- [23] B. R. Wendy, «La Producción de Arroz en el Ecuador,» *Educándonos en el Ámbito Económico*, 2012 .
- [24] Ecuaquimica, «Arroz del Ecuador,» 2011. [En línea]. Available:

- [https://www.ecuaquimica.com.ec/info\\_tecnica\\_arroz.pdf](https://www.ecuaquimica.com.ec/info_tecnica_arroz.pdf). [Último acceso: 17 Octubre 2016].
- [25] R. M. Gonzalez Joaquin, *Morfología de la planta de arroz*, Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981.
- [26] Infoagro, «El Cultivo de Arroz,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>. [Último acceso: 17 Octubre 2016].
- [27] R. Celi, *Manual del cultivo de arroz. N° 66*, Quevedo: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Estación Experimental Boliche., 2007.
- [28] J. J. Váldez Rodríguez, *EVALUACIÓN MORFO-AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE OCHO VARIEDADES DE ARROZ (Oriza sativa L.) EN EL RECINTO LOS CERRITOS, CANTÓN URDANETA, PROVINCIA LOS RÍOS.*, Guaranda: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, 2014.
- [29] G. Briones, *Calidad de semilla de arroz en función de la incidencia y severidad de enfermedades en la zona de Daule*, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014.
- [30] PRONACA, «INDIA. Programa de integración y extensión agrícola de PRONACA,» 2014. [En línea].
- [31] G. E. Montoya, *DISEÑO, CONTRUCCION Y EVALUACION DE UNA TRILLADORA DE QUINUA.: 4ADN-13T-94W9*, Riobamba: INIAP, 1990.
- [32] C. Valero y J. Ortiz, *Cosechadoras de cereales: historia, elementos y funcionamiento*, Madrid: Dpto.Ingeniería Rural UPM, 2000.
- [33] Azouma, Ouézou; Porosi, Makennibe; Yamaguchi, Koji, *Design of throw-in type rice thresher for small scale farmers*, Indian Journal of Science and Technology, 2009.
- [34] A. Arredondo, M. Miranda y A. Sánchez, *DISEÑO DE UN CABEZAL PARA MÁQUINA TRILLADORA DE GRANOS FINOS*

- (AVENA, TRIGO Y CEBADA), Jilopetec: TECNOLÓGICO DE ESTUDIO SUPERIORES DE JILOPETEC, 2014.
- [35] J. Ureña y J. Villavicencio, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL PROCESO DE DESGRANADO DE MAÍZ DE LA COSTA, Riobamba: Universidad Politecnica Salesiana de Chimborazo, 2012.
- [36] FAO, «Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/X5041S/x5041S03.htm>. [Último acceso: 18 Octubre 2016].
- [37] L. A. Sánchez Romero, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTOS DE LAS FINCAS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS: EL CASO DEL ARROZ EN EL PERIODO 2007 - 2010, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2011.
- [38] E. H. Alarcon, «datateca,» abril 2012. [En línea]. Available: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/contLinea/leccin\\_37\\_proceso\\_de\\_obtencion\\_de\\_arroz\\_blanco.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/contLinea/leccin_37_proceso_de_obtencion_de_arroz_blanco.html). [Último acceso: 16 marzo 2016].
- [39] J. Redondas, La cosechadora, España: Calameo, 2011.
- [40] M. Villena, «Geometría del Espacio,» [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5241/6/Precalculo%20de%20Villena%20-%2006%20-%20Geometr%C3%ADa%20en%20el%20Espacio.pdf>. [Último acceso: 18 Octubre 2016].
- [41] D. A. M. De Lucia, «Fao,» 1993. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/x5041s/x5041S00.htm#Contents>. [Último acceso: 16 Marzo 2016].
- [42] Campero, «blogger,» 3 diciembre 2010. [En línea]. Available: <http://informepracticaboluga.blogspot.com/>.
- [43] D. L. Mires Elías, «Scribd,» 19 julio 2014. [En línea]. Available:

- <http://es.scribd.com/doc/234591490/Proceso-Productivo-del-Arroz#scribd>. [Último acceso: 16 marzo 2016].
- [44] A. Roa, Estudio de pre inversión. Fomento de la producción agroindustrial de la Quinoa, Lima: IICA Biblioteca Venezuela, 1977.
- [45] G. K. Ahorbo, Design Of A Throw-In Axial Flow Rice Thresher Fitted With Peg And Screw Threshing Mechanism, INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 5, 2016.
- [46] L. Prasad Tata, Handbook of Mechanical Design Maitra, McGraw-Hill Education, 1995.
- [47] J. Shigley, DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A, 2012.
- [48] Free Beam Calculator, «Free Beam Calculator,» [En línea]. Available: <http://freebeamcalculator.com/>. [Último acceso: 17 Noviembre 2016].
- [49] Spotts y M. F, Design of Machine Elements, New York: Prentice Hall, 1988.
- [50] R. Norton, DISEÑO DE MÁQUINAS, México: Prentice Hall, 2012.
- [51] Catalogo general SKF 1975 , «Catalogo general SKF 1975,» [En línea]. Available: [www.skf.com](http://www.skf.com). [Último acceso: 17 Noviembre 2016].
- [52] Acerimallas, Metales Perforados, Guayaquil: Acerimallas, 2016.
- [53] MAGAP, «Precios de Productos Agropecuarios,» Ministerio de Agricultura, Ganadería y Apicultura del Ecuador, [En línea]. Available: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/>. [Último acceso: 17 Noviembre 2016].
- [54] Youngshin Farm Machinery, Rice Thresher Operating Manual, Korea: Youngshin Farm Machinery, 2014.

- [55] A. Oleas, Proyecto de Inversión para la Compañía de Transporte Urbano San Carlos S.A. ubicada en la ciudad de Quito, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2009.
- [56] D. Morales, A. Paredes, L. Monserrate y P. Gando, Proyecto de Inversión para la creación de una empresa que ofrezca el Servicio de Transporte de Contenedores entre las ciudades Guayaquil y Quito, Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral, 2010.

## ***Descubre tu próxima lectura***

Si quieres formar parte de nuestra comunidad, regístrate en <https://www.grupocompas.org/suscribirse> y recibirás recomendaciones y capacitación



   @grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com

compas

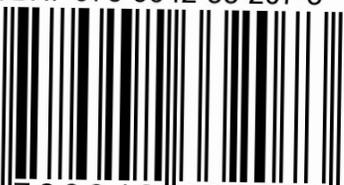
Grupo de capacitación e investigación pedagógica



@grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com



ISBN: 978-9942-33-207-3



9 789942 332073



@grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com

**compas**  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica