

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de máquina desgranadora y clasificadora de
granos secos de maíz amiláceo con capacidad de
500 kg/h para el Valle del Mantaro**

Julbrex Aldrin Ricaldi Torres

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica de nuestra prestigiosa casa de estudio la Universidad Continental, que nos acogió durante nuestro proceso de formación.

A mi cónyuge y mis hijos que son mi motor, inspiración y motivo para cada objetivo que me propongo. Además, siempre me apoyan incondicionalmente, confían y me guían en todo momento.

A todos mis compañeros de estudio que compartimos las aulas, me apoyaron y me impulsaron para terminar con nuestras metas y objetivos en toda nuestra carrera universitaria.

DEDICATORIA

A mis padres Donato Ricaldi y Marina Torres, mi esposa Irma Toribio, mis hijos Greyner y Camila que siempre son la fuente de inspiración para culminar mis metas. A mis mentores académicos de la prestigiosa Universidad Continental que contribuyeron en el proceso de mi preparación académica y profesional.

INDICE

| | |
|---|------|
| RESUMEN | VIII |
| ABSTRACT..... | IX |
| INTRODUCCION | X |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO..... | 12 |
| 1.1 Planteamiento y formulación del problema..... | 12 |
| 1.1.1 Problema general | 14 |
| 1.1.2 Problemas específicos | 14 |
| 1.2 Objetivos | 14 |
| 1.2.1 Objetivo general | 14 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 14 |
| 1.3 Justificación e importancia | 15 |
| 1.3.1 Justificación teórica | 15 |
| 1.3.2 Justificación practica..... | 15 |
| 1.3.3 Justificación metodológica | 15 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1 Antecedentes del problema..... | 17 |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales..... | 17 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales..... | 19 |
| 2.2 Bases teóricas | 21 |
| 2.2.1 El maíz Amiláceo..... | 21 |
| 2.2.2 Características morfológicas..... | 22 |
| 2.2.3 Variedades de maíz Amiláceo..... | 23 |
| 2.2.3.1 Dentados..... | 23 |
| 2.2.3.2 Lisos. | 23 |
| 2.2.3.3 Harinosos..... | 23 |
| 2.2.3.4 Dulces. | 24 |
| 2.2.3.5 Pisingallo. | 24 |
| 2.2.3.6 Ornamentales. | 25 |
| 2.2.4 Tipos de desgranado: | 25 |
| 2.2.4.1 Desgranado a mano..... | 26 |
| 2.2.4.2 Desgranado de maíz con fricción de dos mazorcas. | 27 |

| | | |
|--------------------------------|---|-----|
| 2.2.4.3 | Desgranado con máquinas manuales | 28 |
| 2.2.4.4 | Desgranadora manual de maíz con herramienta de madera. | 28 |
| 2.2.4.5 | Desgranadora manual con grapas sobresalientes. | 29 |
| 2.2.4.6 | Desgranado por máquinas con motores eléctricos..... | 30 |
| 2.2.4.7 | Desgranado con máquinas de combustión interna..... | 31 |
| 2.2.4.8 | Desgranador de disco dentado. | 32 |
| 2.2.5 | Clasificación del grano | 33 |
| 2.2.5.1 | Clasificación manual..... | 33 |
| 2.2.5.2 | Clasificación por criba manual. | 34 |
| 2.2.5.3 | Clasificación por maquina eléctrica. | 34 |
| 2.2.6 | Teoría de máquinas y mecanismos. | 35 |
| 2.2.6.1 | Desplazamiento de la criba: | 35 |
| 2.2.6.2 | Determinación del estado de vibración de la máquina..... | 37 |
| 2.2.7 | Análisis del sistema biela manivela. | 38 |
| 2.2.8 | Selección del motor | 40 |
| 2.2.8.1 | Cálculo de la relación de transmisión | 41 |
| 2.2.8.2 | Cálculo de la potencia de diseño corregido | 42 |
| 2.2.8.3 | Selección de la correa..... | 42 |
| 2.2.8.4 | Cálculo y selección de las poleas | 42 |
| 2.2.8.5 | Determinar la distancia entre ejes | 43 |
| 2.2.8.6 | Determinar la longitud primitiva de la banda..... | 43 |
| 2.2.8.7 | Calculo de longitud de correa | 44 |
| 2.2.8.8 | Velocidad de la banda | 44 |
| 2.2.8.9 | Calculo de tensiones de la banda | 44 |
| 2.3 | Definición de términos básicos | 45 |
| 2.3.1 | Amiláceo | 45 |
| 2.3.2 | Vibración | 45 |
| 2.3.3 | Potencia | 46 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... | | 477 |
| 3.1 | Metodología y tipo de investigación | 477 |
| 3.1.1 | Tipo de investigación | 477 |
| 3.1.2 | Alcance de una investigación | 477 |
| 3.2 | Metodología aplicada para el desarrollo de la solución..... | 488 |
| 3.2.1 | Estado de arte. | 488 |
| 3.2.2 | Metodología VDI 2221 | 488 |
| 3.2.3 | Estructura de la metodología VDI 2221 | 499 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.3.1 Definir y clarificar las tareas. | 50 |
| 3.2.2.2 Determinar las funciones y sus estructuras | 50 |
| 3.2.2.3 Buscar principios de soluciones y sus estructuras..... | 52 |
| 3.2.2.3.1 Elaboración del concepto de solución – matriz morfológica | 52 |
| 3.2.2.3.2 Análisis de los conceptos técnicos de solución | 52 |
| 3.2.2.3.3 Análisis económico de los conceptos de solución | 53 |
| 3.2.2.4 Determinar las funciones y sus estructuras. | 54 |
| 3.2.2.4.1 Descripción de la alternativa ideal..... | 54 |
| 3.2.2.5 Desarrollar el diseño de módulos claves. | 54 |
| 3.2.2.5.1 El diseño plasmado en un bosquejo inicial | 54 |
| CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN | 55 |
| 4.1 Identificación de requerimientos..... | 55 |
| 4.1.1 Estado de arte. | 55 |
| 4.1.1.1 Maquinon (DCGM)..... | 55 |
| 4.1.1.2 Peruminox DMB-500-COM..... | 56 |
| 4.2 Análisis de la solución..... | 57 |
| 4.2.1 Definir y clarificar las tareas. | 57 |
| 4.2.1.1 Lista de exigencias | 57 |
| 4.2.2 Determinar las funciones y sus estructuras | 59 |
| 4.2.2.1 Establecer la estructura de funciones | 59 |
| 4.2.2.1.1 Proceso de abstracción – caja negra..... | 59 |
| 4.2.2.1.2 Señalar la secuencia de operaciones..... | 59 |
| 4.2.2.1.3 Descripción de funciones | 60 |
| 4.2.2.1.4 Asociar funciones | 61 |
| 4.2.2.1.5 Determinar y representar la estructura de funciones – caja blanca..... | 61 |
| 4.2.2.2 Buscar principios de soluciones y sus estructuras..... | 62 |
| 4.2.2.2.1 Elaboración del concepto de solución – matriz morfológica | 62 |
| 4.2.2.2.2 Análisis de los conceptos técnicos de solución | 63 |
| 4.2.2.2.3 Análisis económico de los conceptos de solución | 65 |
| 4.2.2.3 Determinar las funciones y sus estructuras. | 66 |
| 4.2.2.3.1 Descripción de la alternativa ideal..... | 66 |
| 4.2.2.4 Desarrollar el diseño de modulos claves..... | 66 |
| 4.2.2.4.1 El diseño plasmado en bosquejo inicial..... | 66 |
| 4.3 Diseño..... | 677 |
| 4.3.1. Consideraciones de modelamiento matemático | 677 |

| | |
|--|-----|
| 4.3.1.1 Desplazamiento de la criba | 688 |
| 4.3.1.2 Evaluación de vibración de la máquina..... | 71 |
| 4.3.1.3 Análisis del sistema biela manivela. | 72 |
| 4.3.1.4 Selección del motor | 75 |
| 4.3.1.5 Cálculo de la relación de transmisión | 76 |
| 4.3.1.6 Cálculo de la potencia de diseño corregido | 777 |
| 4.3.1.7 Selección de la correa..... | 788 |
| 4.3.1.8 Cálculo y selección de las poleas | 788 |
| 4.3.1.9 Determinar la distancia entre ejes | 799 |
| 4.3.1.10 Determinar la longitud primitiva de la banda..... | 80 |
| 4.3.1.11 Calculo de longitud de correa..... | 80 |
| 4.3.1.12 Velocidad de la banda | 81 |
| 4.3.1.13 Cálculo de tensiones de la banda | 81 |
| 4.3.1.14 Cálculo de selección de eje. | 84 |
| CAPÍTULO V: MODELACIÓN..... | 877 |
| 5.1 Modelación..... | 887 |
| 5.1.1 Planos..... | 888 |
| 5.2 Pruebas y resultados..... | 90 |
| 5.2.1 Pruebas..... | 90 |
| 5.2.2 Resultados | 92 |
| CONCLUSIONES. | 93 |
| TRABAJOS FUTUROS. | 94 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 95 |
| ANEXOS | 977 |

RESUMEN

El diseño y modelación de la máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo está basado en la necesidad del sector agrícola, donde la problemática principal en la actualidad en la región Junín, ubicado valle del Mantaro, es en el proceso de desgranado y clasificado de los granos secos de maíz amiláceo, el cual se da en forma manual, siendo estos los principales factores de ineficiencia en la que pierden horas de producción. Además, el diseño está orientado a mejorar los tiempos de producción en el desgranado y disminuir daños por fractura de los granos de maíz que son de 20% a 30% en las máquinas de desgranado por impacto.

Para ello se realizó el trabajo de investigación y se propuso como objetivo fundamental desarrollar el diseño de una máquina que realice ambos procesos el cual se tomó en cuenta en los principios de funcionamiento de algunas máquinas nacionales e internacionales. Durante el desarrollo del diseño se logró diseñar la maquina haciendo uso de la metodología VDI 2221, con el propósito de obtener un diseño final que cumpla con los requerimientos para una producción de 500 kg/h de maíz en granos de tamaño de 18 mm y 12mm de espesor según las necesidades de los agricultores que trabajan las tierras en el valle del Mantaro. Con los cálculos matemáticos se logró obtener los datos para el diseño del sistema de desgranado el cual se realizó por fricción evitando tener un 15% menos daño frente a maquinas por impacto que dañan en mayor porcentaje los granos de maíz y para el sistema de clasificado se utilizó la criba por desplazamiento, así mismo se obtuvo los datos de la potencia del motor que es de 3hp de 220v monofásico. Concluyendo que se logró diseñar la máquina que cumple con las exigencias y solucionando la problemática de los agricultores del valle del Mantaro.

Palabra clave: desgranado, clasificación, maíz amiláceo.

ABSTRACT

The design and modeling of the starchy corn dry grain threshing and classifying machine is based on the need of the agricultural sector, where the main problem at present in the Junin region, located in the Mantaro Valley, is the process of threshing and classifying dry starchy corn grains, which is done manually, these being the main factors of inefficiency in which hours of production are lost. In addition, the design is oriented to improve the production times in the threshing and to diminish damages by fracture of the corn grains that are from 20% to 30% in the machines of threshing by impact.

For this purpose, the research work was carried out and the fundamental objective was to develop the design of a machine that performs both processes, which was taken into account in the operating principles of some national and international machines. During the development of the design it was possible to design the machine using the VDI 2221 methodology, with the purpose of obtaining a final design that fulfills the requirements for a production of 500 kg/h of corn in grains of size of 18 mm and 12mm of thickness according to the needs of the farmers who work the lands in the Mantaro Valley. With the mathematical calculations it was possible to obtain the data for the design of the threshing system which was made by friction avoiding having a 15% less damage in front of machines by impact that damage in a higher percentage the corn grains and for the classification system it was used the displacement sieve, likewise it was obtained the data of the engine power that is of 3hp of 220v monophasic. In conclusion, the machine was designed to meet the requirements and solve the problems of farmers in the Mantaro Valley.

Key word: threshing, classification, starchy corn.

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países en el que la agricultura es una de las actividades que tienen cierta importancia y el cual se desarrolla a través de procedimientos tradicionales en su mayoría dentro del territorio peruano y donde con mayor frecuencia resalta, es en la zona de la sierra. El valle del Mantaro ubicado en la región Junín se desarrollan diversas actividades y entre ellas las actividades agrícolas, como la producción de granos secos de maíz amiláceo. La producción de desarrolla a través de procedimientos antiguos donde las practicas con operaciones manuales retrasan el desarrollo y generan pérdidas de tiempo en sus procedimientos, de tal forma que no industrializan algunos procesos respecto a la producción de los granos secos de maíz amiláceo. Así mismo se entrevistó a una agricultora que dio información de acuerdo a la necesidad de los agricultores.

Por lo anterior en este trabajo de investigación se propuso el diseño y modelación de la máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo con capacidad de 500 kg/h para el Valle del Mantaro, la característica de esta máquina es que tiene dos subsistemas, una de ellas es para el desgranado que utiliza un sistema de fricción que evita que los daños de maíz sean mayores a diferencia de otras máquinas donde su sistema es por impacto que causan de 20 a 30% de daño por fractura de granos y el otro subsistema es el de clasificación donde se usará cribas por desplazamiento. Durante el desarrollo del trabajo de investigación se realizó en cuatro capítulos, los cuales presento un resumen por capítulo.

El primer capítulo del trabajo de investigación muestra el planteamiento y formulación del problema que da a conocer los agricultores del valle del Mantaro que necesitan una máquina que optimice los procesos de desgranado y clasificado de los granos de maíz amiláceo, porque actualmente se realizan dichos procedimientos en forma manual, el cual se estable como objetivo principal diseñar la máquina que requieren los agricultores del valle del Mantaro. En este capítulo también se detalla las justificaciones e importancias que tiene el desarrollo del trabajo de investigación.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico, guiándonos de los antecedentes nacionales e internacionales relacionados a este trabajo de investigación, también se hace mención de las bases teóricas direccionado a el maíz amiláceo, presentando sus características morfológicas y las variedades de

granos. Este capítulo muestra los tipos de desgranado que son usados con mayor frecuencia y las técnicas que se usan para la clasificación de los mismos. Para el desarrollo y selección de mecanismos se usaron fórmulas matemáticas para poder validar la elección de componentes.

El tercer capítulo, se aborda la metodología y el tipo de investigación, la metodología usada en el desarrollo del diseño es la metodología VDI 2221 que parte de cuatro etapas y siete fases, que se guía de plantear soluciones, con el propósito de brindar información suficiente y precisa para lograr el diseño final.

El cuarto capítulo, se analiza el estado de arte para lograr la innovación del diseño, donde se elaboró una lista de exigencias proporcionada por una agricultora que da a conocer las exigencias de la máquina, siguiendo las cuatro etapas y siete fases de la metodología VDI 2221, de ese modo que se obtienen alternativas de concepto de solución y seleccionando el más apropiado determinándolo como diseño de concepto final, una vez plasmado el modelo plasmado en un bosquejo final se procede a validar cada componente usando los cálculos matemáticos.

En el quinto capítulo, se detalla la planificación del diseño y modelación.

También se muestra los planos de ensamblaje y despiece de la maquina seguido de los planos de detalle de cada componente de la máquina. Además, se muestran como resultados esperados favorables que indican que Se logró diseñar una máquina para optimizar los procesos de desgranado y clasificación de granos secos de maíz amiláceo con producción de 500 kg/h para el Valle de Mantaro y finalmente se concluyó que objetivos planteados en el trabajo de investigación fue desarrollado al 100% y se cumplió con las exigencias de los agricultores del valle del Mantaro.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

El valle del Mantaro está constituido por las provincias de Jauja, Concepción, Huancayo, Chupaca que a su vez están conectados por el río Mantaro y se caracteriza por su desarrollo en la actividad agraria. Su actividad está marcada principalmente por la producción de maíz de grano verde amiláceo y no en la producción de granos secos de maíz debido a que los agricultores productores de maíz no optimizan los procesos de desgranado y clasificado. "En el Perú los departamentos que se dedican a la actividad de siembra y producción de maíz son Junín (24%), Áncash (15%), Lima (12%) y Cajamarca (11%); pero los departamentos que producen más granos secos de maíz son Cajamarca (15.8%), Cusco (15.7%) y Apurímac (11.41%)" (1 pág. 30).

Por ende, los campesinos del valle del Mantaro no son considerados como uno de los primeros productores de maíz amiláceo en grano seco, ya que su producción es relativamente bajo porque muchos de los agricultores y/o campesinos de la región Junín en el valle del Mantaro, no industrializan algunos procesos respecto a los granos secos de maíz amiláceo.

En el valle del Mantaro se entrevistó a la agricultora Sonia Rojas Condori quien muy amablemente me atendió y comento que se dedica al sembrío de maíz amiláceo en los sectores de Jauja, Chupaca, Huancayo y a la producción de

granos secos de maíz; ella también me comentó que los procesos de desgranado y clasificación de granos lo realizaban de forma manual, logrando obtener un promedio de 9 a 10kg de maíz sin clasificar y muchas veces adoptando algunas posiciones incómodas que dañan su salud y les toma más tiempo de producción. Ver figura1 y figura2.



Figura 1.Desgranado manual del maíz.



Figura 2.Clasificación de granos secos de maíz amiláceo.

Actualmente en la región Junín valle del Mantaro el proceso de desgranado y clasificación de los granos secos de maíz es de manera manual, siendo este uno de los principales factores de ineficiencia en que en pierden horas de producción.

1.1.1 Problema general

¿Cómo diseñar una máquina para optimizar los procesos de desgranado y clasificación de granos secos de maíz amiláceo con producción de 500kg/h para el Valle de Mantaro?

1.1.2 Problemas específicos

- a. ¿Cómo elegir el sistema de alimentación de la máquina para el desgranado y clasificación del maíz amiláceo?
- b. ¿Cómo seleccionar la capacidad de la tolva de ingreso del maíz amiláceo?
- c. ¿De qué forma se puede determinar el proceso para el desgranado evitando demasiado daño de los granos de maíz?
- d. ¿Cómo diseñar el sistema de clasificación de granos después que la máquina realice el desgranado?
- e. ¿Cómo diseñar el sistema de transmisión de potencia de la máquina?
- f. ¿De qué forma deberían ser los conductos de salida para los granos seleccionados y las corontas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar una máquina para optimizar los procesos de desgranado y clasificación de granos secos de maíz amiláceo con producción de 500 kg/h para el Valle de Mantaro.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Elegir el sistema de alimentación de la máquina para el desgranado y clasificación del maíz.
- b) Determinar la capacidad de la tolva para el ingreso del maíz amiláceo.
- c) Determinar el proceso del desgranado para evitar demasiado daño de los granos de maíz.
- d) Diseñar el sistema de clasificación de granos para que logre seleccionar por tamaño, después que la máquina realice el proceso de desgranado.

- e) Diseñar el sistema de transmisión de potencia de la máquina para lograr ambos procesos.
- f) Determinar los conductos de salida para los granos seleccionados por tamaño y las corontas.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación teórica

El Proyecto de investigación de diseño de una máquina aporta desarrollo para los procesos de desgranado y clasificación de granos secos de maíz permite una gran ayuda en la mejora en los tiempos de desgranado respecto al método manual que generalmente les toma un promedio de 9 a 10kg/h y que una maquina puede realizar más del 40% según el diseño de la misma. (2 pág. 40)

Este proyecto tiene consideración de los conceptos teóricos para el diseño como son los cálculos y modelos matemáticos para los análisis de cada componente y así mismo brindar una confiabilidad debido a que teóricamente se cumple con los estándares teniendo en cuenta el factor de seguridad. Así mismo es muy importante para los agricultores del valle del Mantaro región Junín, ya que teóricamente permite la disminución del tiempo de desgrane y clasificación de granos. La misma que puede asegurar mejores resultados.

1.3.2 Justificación practica

En el mercado nacional existen diversas máquinas que realizan solo uno de los procesos de desgranado o clasificado, que si bien es cierto la manipulación de esas máquinas son muy complicados de maniobrar. Por ello proponemos una alternativa diferente en el desarrollo de un nuevo diseño de máquina que realice los dos procesos a la vez. Además, que el uso y la manipulación es de forma sencilla y no se necesita estar altamente capacitado para su uso.

1.3.3 Justificación metodológica

Con el diseño de la máquina se beneficiará a los agricultores productores de granos secos del valle del Mantaro región Junín, porque en la

actualidad sus procesos de desgranado y clasificación de granos son de forma manual y con el diseño de una máquina que realice ambos procesos se estaría optimizando ambos procesos. El desgranado se realizaría por impacto y la clasificación por tamaños,

Así mismo descubrimos que cada variedad de maíz tiene diferentes variables para romper la inercia de los granos adheridos a las corontas y pudimos comprobar mediante un método experimentación que consiste en el uso de un dinamómetro y unas ligas sujetadas a la base del grano, se puede tomar lectura de la fuerza requerida para romper la unión del grano y la coronta. Además, una vez que nuestro diseño sea fabricado superará las expectativas y nuestro método se podrá usar en otras variedades de granos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Tapia, en marzo de 2017 publicaron su trabajo "Implementación de una máquina agrícola de bajo costo para el proceso de desgranado de maíz seco suave", se llevó a cabo en la Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador, muestran el desarrollado de una máquina de pequeñas dimensiones pero resistente, económica en su fabricación y operación, para el desarrollo del proceso de desgranado del maíz y solucionar la problemática del uso de tiempos prolongados empleados en el proceso de desgranado, debido a que los pobladores no contaban con una máquina que tecnifique dicho proceso y buscaron optimizar a través de la construcción de una máquina, . El objetivo principal fue el diseño de una maquina desgranadora de maíz y su factor principal de este trabajo de investigación fue, el de brindar al agricultor una innovación de herramienta que no sea dificultosa de manipular y que les facilite tecnificar el proceso de desgranado de maíz, operación que es fundamental en la etapa de producción, en el cual durante su construcción utilizaron la metodología de Ulrich k. que disminuye el riesgo de fracaso técnico y mercado, de tal forma que con el modelamiento llegaron a conseguir un desgrane de maíz de 300kg/h (2).

Pérez et al. En julio de 2017 su trabajo "Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz", se difundió en una revista de sección de ciencia y tecnología INGENIUS en el país de Ecuador, que dio a entender el modelación y fabricación de una desgranadora de maíz para reemplazar el trabajo manual y uniforme que causa daño y afectaciones físicas por la labor que realizan los agricultores. Esta ocupación da como resultados daños ocupacionales a la salud de los agricultores quienes desarrollan la actividad forma artesanal desgranando 10 kg., de granos secos de maíz diario; entre los daños más frecuentes y graves que suelen darse son la tendinitis parcial en la mano y afectando con mayor porcentaje al dedo pulgar, otro de las afectaciones con mayor frecuencia es la lumbalgia en la columna vertebral e hiperlordosis dorsal consecuencia de una mala postura al momento de realizar el proceso de desgranado. Ante esta situación en el trabajo de investigación se planteó una solución de trabajo de diseñar y después fabricar una máquina que desarrolle el mismo proceso. Para el desarrollo de la investigación utilizaron la metodología VDI 2221 y que finalmente permitió obtener una producción de 105 Kg al día de manera rápida y limpia, para desgranar todo tipo de maíz con una humedad del 10 al 15 %" (3).

López, en enero del 2015 realizo un trabajo de tesis que consistía en un "Diseño y simulación de una máquina clasificadora vibratoria de granos de maíz según el tamaño", en la universidad politécnica salesiana sede Quito- Ecuador. Menciona que la problemática es que en el país existen muy pocas empresas que fabrican este tipo de máquinas, las empresas de comercialización buscan vender máquinas importadas. Por ello, se realizó el diseño de esta maquinaria y a la vez que sea eficiente en el desarrollo de la agroindustria. Su objetivo principal fue diseñar una máquina que realice el clasificado de granos secos de maíz, para la realización usaron el método de clasificación por vibración, con el uso de cribas. Además, su objetivo fundamental es realizar una producción de más de 800 kg/h la cual ayuda a este sector industrial para que los productos que se llegan a comercializar sean de la mejor calidad. Para lo cual que sea accesible económicamente y más eficiente. Como resultado final llegaron a diseñar y simular la máquina clasificadora por el método de vibración y lograr

clasificar los granos secos de maíz por su contextura para una productividad de 1.5 ton/día. El proyecto no muestra estudios del grano, en donde su potencia de vibración será promovida a través de moto-vibradores con uso de energía eléctrica. (4)

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Vergara, en diciembre de 2018 desarrollo un trabajo de investigación de "Diseño de una bici desgranadora para poblaciones rurales " en la Universidad Nacional de Trujillo quien argumento que el problema principal era la contaminación del medio ambiente con el uso de máquinas desgranadoras de baja potencia y su objetivo principal fue diseñar y fabricar una bici desgranadora para poblaciones rurales, el método que usaron para la el desarrollo de la investigación se extrajo principios de la metodología de la investigación científica y secuencias para la fabricación. Se logró diseñar el prototipo de la bici desgranadora la innovación de nuestro diseño es el uso de una volante que se acoplara al sistema de fuerza de los pedales para darle mayor suavidad al proceso, el uso de una volante que uniformiza las velocidades del pedaleo y con ello se logra un mejor control de la velocidad de la bici desgranadora además que disminuye el esfuerzo necesario para mantener la bici desgranadora a una cierta velocidad durante un periodo largo de tiempo, Vergara concluye que su diseño logro realizar un 40% de aumento en la productividad, que inicialmente era de 9kg/hora de forma manual sin dañar el medio ambiente. (5)

Barrera et al. Realizaron un trabajo de investigación el año 2014 en la Universidad Nacional del Centro del Perú, para el "Diseño de una máquina desgranadora de maíz seco para mejorar el tiempo del desgranado en el anexo de Coyllor, distrito de San Agustín de cajas." el proyecto de investigación se realizó en la provincia de Huancayo, departamento de Junín, cuya problemática principal era que los pobladores en el anexo de Coyllor, tienen una alta productividad de maíz seco y cosechan a grandes cantidades en muchas hectáreas de cultivo, el maíz seco lo obtienen una vez cosechado el choclo y puesto a secar en sus patios traseros o algunas

veces en sus azoteas. Una vez obtenido el maíz seco lo desgranar a mano causando un retardo en el tiempo de trabajo de esta labor y disminuyendo las ganancias que podrían ser obtenidas. Su objetivo principal fue diseñar una maquina desgranadora de maíz seco para mejorar el tiempo del desgranado de maíz seco en el anexo de Coyllor, distrito de San Agustín de cajas mediante el método de VDI 2221 que indica el proceso de fabricación y construcción de máquinas de acuerdo a la necesidad del cliente y/o usuario. Además, concluyeron que el prototipo fue realizado en su totalidad logrando Diseñar una maquina desgranadora de maíz que desgrana 120k/h y aumentando así su producción de más de 10 veces cuando era manual. (6)

Sal y Rosas, en octubre de 2018, realizo su trabajo de investigación "Diseño de una zaranda separadora para el incremento de la calidad de alimentos balanceados". El trabajo de investigación se llevó en Universidad privada del Norte y su problema principal fue que las empresas buscan optimizar sus procesos de producción implementando tecnología y modernizando sus equipos, como por ejemplo la clasificación en los granos de maíz por contextura. El cual como objetivo principal de este estudio fue el diseño de una zaranda, un equipo capaz de adecuarse a la demanda variable de la producción donde los insumos para lograr obtener un buen alimento seleccionado que entran a tallar, la selección de materia prima como el maíz por tamaños son importantes para lograr tener producto final de calidad. En este trabajo menciona la metodología de diseño conceptual, basado en una lista de exigencias y deseos que tienen las empresas de producción de alimentos como el maíz, para un diseño y modelamiento final del prototipo. Concluyendo que el grano de maíz es un cereal fundamental para un buen alimento balanceado, este insumo es variable en cuanto a calidad, dependiendo en muchas ocasiones de la procedencia de este, la cantidad de polvo, coronta, paja, impurezas y hasta el maíz partido, determinan la calidad final del producto, por lo cual la correcta selección tiene un papel fundamental en el proceso y con resultados de todos los cálculos de resistencia para el diseño de la estructura y la elección adecuada del mecanismo logrando como

resultado la construcción de la máquina que clasifica el maíz partido con una capacidad de diseño de 1500 kg/h de producto. (7)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El maíz Amiláceo.

El maíz amiláceo se cultivó hace más de unos 7000 años atrás, según estudios de investigación los primeros sembríos se cultivaban por los lugares de México tierra de los aztecas y la imponente América central.

En la actualidad la producción está presente por varios de los países y en principalmente en Europa donde se desarrolla más la producción del maíz. EE.UU es sin duda uno de los países que también destaca por su gran producción en el cultivo de maíz. El origen del maíz amiláceo no está muy bien definido, pero se reconoce que se inició el cultivo por México, pues sus evidencias más relevantes con respecto a su antigüedad se encontraron allí.

En el Perú, las variedades de maíz amiláceo (*Zea mays L.*) es uno de los principales cultivos ya que su morfología se adapta al tipo de suelo y clima, igual que la papa, Además es el sustento principal de la alimentación en los pobladores del sector rural de las costa y sierra. El maíz respecto al área cultivada se encuentra en el segundo lugar a nivel nacional. En el año 2002, se logró cosechar 212,873 ha, y su importancia en el aporte económico es cada vez ascendente. En la sierra central, la región Junín es una de las regiones que más aportan a la producción del maíz en cuanto respecta al grano verde o también conocido como choclo, que en el año 2002 tuvieron una producción de 30,918 toneladas de maíz verde. En la región Junín la variedad más cultivado es la raza San Jerónimo, una de sus características primordiales son su bajo rendimiento y susceptibilidad al tumbado y así mismo se adapta a los cambios climáticos y el medio ambiente, lo que origina variaciones importantes en su productividad. (8)

2.2.2 Características morfológicas

Las características en promedio del maíz amiláceo de la región Junín Valle del Mantaro, tienen las siguientes características:

Tabla 1. *Tabla de características físicas y agronómicas del maíz amiláceo en Perú.*

| | |
|------------------------------|----------------------|
| variedad: | Polinización abierta |
| Altura de la planta: | 1.400 - 1,76 m |
| Altura de panta intermedia: | 0.75 - 0.85 m |
| Días a crecimiento femenina | 93 – 95días |
| Forma de la mazorca: | Cónica |
| Textura de grano: | Harinoso |
| Espesor de granos : | 7-18 mm |
| Número de hileras de granos: | 12 - 18 |
| Longitud de mazorca: | 14 – 18 cm |
| Nº de granos por mazorca: | 300 - 312 |
| Peso de 1000 granos: | 1,2- 1,3 |
| Producción de choclo: | 120 - 125 días |

Nota: La tabla muestra las características físicas y agronómicas del maíz peruano, (m) es la medida en metros, (cm) es la medida en centímetros. Tomado de INIA 606-Choclero prolífico, 2014, p.1.



Figura 3. variedades del maíz amiláceo. Tomado de diario La República.

2.2.3 Variedades de maíz Amiláceo.

2.2.3.1 Dentados.

Es una de las variedades más cultivado, se principalmente se caracteriza por una forma de embudo en la parte más ancha del grano. Su composición alimenticia tiene una alta cantidad de almidón, pero es baja proteína, la forma del grano es suave y de poco peso. Las personas lo usan para la molienda y para comida del ganado, es muy recomendable su bajo consumo humano en este tipo de variedad.



Figura 4. Grano dentado. Tomado de Maiz.info.com

2.2.3.2 Lisos.

Los granos lisos tienen una composición relativamente baja en almidón, por su cantidad de masa, la estructura del grano tiene altas concentraciones de proteínas y son elegidos para la molienda en grano seco. Estos granos de maíz son usados con más frecuencia para harinas.



Figura 5. Grano liso. Tomado de Harinas polo.

2.2.3.3 Harinosos.

Es una de las variedades más antiguos de maíz lo usaban los Aztecas, Incas y guaraníes. Su característica es blanda e imposibilita

que participe del comercio hacia el exterior. Además, son muy flexibles al impacto.



Figura 6. Grano harinoso.

2.2.3.4 Dulces.

Los granos dulces poseen un alto contenido de azúcar de características de grano transparentes, esta variedad es preferida por sus consumidores debido a que pueden consumir como grano verde o también denominado el maíz de mesa.

En esta variedad, el gen demora su normal desarrollo del azúcar en almidón durante su crecimiento.



Figura 7. Grano dulce.

2.2.3.5 Pisingallo.

Tiene una característica muy especial respecto al corneo que es muy tenaz, su composición tiene una mínima cantidad de almidón alojado en una capa muy flexible pero resistente.

Son particularmente granos pequeños, usados antiguamente por los indígenas. Su característica principal es que son muy resistentes al impacto y rozamiento.



Figura 8. Grano dulce.

2.2.3.6 Ornamentales.

El maíz ornamental es usado generalmente con fines decorativos puesto que tienen bajos contenidos de proteínas, es por ello que también los usan con fines ornamentales.

Existen varios genes que controlan el desarrollo de antocianinas y pigmentos, este tipo de maíz generalmente necesita un tipo de suelo muy conservado muy fértil y húmedo para su producción, pero bajo en proteínas.



Figura 9. Grano ornamental.

2.2.4 Tipos de desgranado:

El maíz amiláceo generalmente es consumido en grandes cantidades como granos secos, estos granos deben ser tratados con sumo cuidado hasta conseguir un porcentaje mínimo de humedad, este a su vez es comercializado como granos secos. "El punto de madurez del grano seco culmina su formación fisiológico cuando la humedad está en un rango dentro de su contenido 37-38 %" (9).

La característica para el mecanizado se puede iniciar cuando el producto tiene alrededor de un 28% de humedad, no siendo recomendable que baje al 15%. Por encima o debajo de este rango, los granos secos se maltratan, se quiebran o pulverizan.

Cuando la producción se realiza en forma manual estos factores respecto a la cantidad de humedad no son tan relevantes y más bien están predispuestas de las condiciones climáticas, experiencia de la mano de obra y los métodos tradicionales. En términos generales, en superficies de hasta 12 hectáreas aproximadamente, la producción manual es practicable y no presenta mayores inconvenientes si se realiza en su momento y los cambios climáticos son favorables, ya que de lo contrario el proceso se vuelve tedioso y se aumentan las pérdidas.

Una vez que se ha controlado que la humedad ha bajado de un 14 a 15% aproximadamente se puede iniciar la operación de desgrane, el cual se puede elegir el método de desgrane, puede efectuarse mediante varias técnicas. A continuación, se describen algunas de estas modalidades de desgranado entre las que destacan el manual, semi-mecanizado y mecanizado.

2.2.4.1 Desgranado a mano.

Esta técnica más es la más usada para el desgrane y a la vez el más típico en todo el valle del Mantaro y también en el mundo, este método consiste en usar los dedos pulgares de las manos y estos son los que ejercen fuerza por encima de los granos para separarlos de la coronta.

La desventaja de este método es que se toman tiempos prolongados para la realización de este proceso en grandes extensiones de sembríos. Una persona que tiene experiencia y costumbre para el desgrane de maíz puede aproximadamente la realizar una producción de 9 kg por hora, dependiendo de las características físicas del maíz y de la propia experiencia del agricultor u obrero. Una de las características con esta técnica, es que el grano no recibe ningún daño, debido a que la precisión es alta y se puede quitar los granos malogrados que contiene la

mazorca, que dicho sea ya por su descomposición natural o por presencia de plagas en los mismos.

Esta técnica es la más utilizado en las regiones donde el uso de las tecnologías resulta bastante costoso y además que en su mayoría tienen parcelas pequeñas.



Figura 10. Desgranado manual de maíz. Técnica del desgranado con los pulgares.

2.2.4.2 Desgranado de maíz con fricción de dos mazorcas.

Este método consiste en tomar dos mazorcas y friccionar entre ellas una con la otra hasta lograr que se desprenden los granos o también se utiliza la trilladora, en esta técnica se coloca las mazorcas dentro de un saco (costal) y golpear con garrotes delgados evitando dañar la misma, la desventaja de este método, es que los granos se maltratan y no existe separación de los que se encuentran dañados por la naturaleza.



Figura 11. Desgranado de maíz método por fricción de mazorcas. Tomado de "Prototipo de desgranadora de maíz que mejora el proceso de desgranado en la Región de Influencia del Instituto Tecnológico Superior" de Zacapoaxtla por Castelán y Vásquez, 2012, p.6.

2.2.4.3 Desgranado con máquinas manuales

A lo largo del tiempo se ha tratado de mejorar los procedimientos para realizar el proceso de desgranado con algunas máquinas manuales sin embargo estas máquinas tienen deficiencias en lo que respecta a la producción en grandes cantidades.

Ventajas principales:

-Se tiene menos maniobrabilidad y los esfuerzos son mínimos para el desgranado.

-No se dañan la forma física del grano, puesto que en el procedimiento no son maltratados con rigurosidad.

Desventaja:

-El inconveniente de estas modelos de desgranadoras, es que no se puede controlar para regularlas dimensiones para las diferentes variedades de maíz que existen.



Figura 12. Máquina para el desgranado manual de maíz. Tomado de Maquinas desgranadores manuales. Guerrero Rivera, 2014, p.16.

2.2.4.4 Desgranadora manual de maíz con herramienta de madera.

La herramienta o útil de madera tiene la forma de paleta perforada de tal forma que crea un alojamiento en la parte central con cuatro semicírculos que sobresalen, los cuales al introducir la

mazorca y producir movimientos rotacionales en ambos sentidos, el útil va realizando su función de desgranado, por ende, van quitando los granos de la mazorca.

A diferencia del desgranado manual que es con la técnica del uso de los dedos pulgares aumenta la cantidad de granos en producción.

Ventajas:

- El costo es relativamente bajo.
- El útil puede ser usado como un producto casero.
- Practico para su uso.
- No necesita ningún tipo de mantenimiento.
- Produce grano libre de daños mayores.

Desventajas

- No es recomendable para altas cantidades de producción.

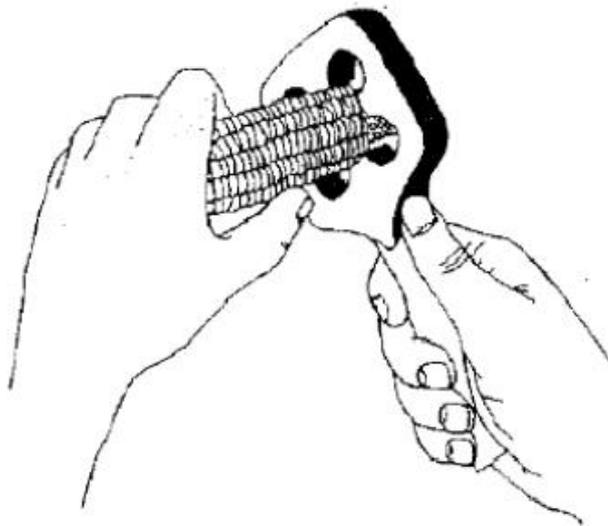


Figura 13. Desgranado con útil o herramienta casera de madera. El procedimiento es colocar la mazorca introduciendo con poca fuerza para obtener la separación de granos y coronta. Tomado de Vergara, 2018, p.45.

2.2.4.5 Desgranadora manual con grapas sobresalientes.

El procedimiento para el desgranado manual con grapas consiste en la fabricación de una tabla de madera con un espesor de aproximadamente de unos 150mm de largo x 75mm de ancho y con un espesor de 20mm y que en su superficie se encuentran

adheridos unas grapas para que estas a su vez cuando pasen las mazorcas de maíz sean desgranados por la fricción de las grapas.

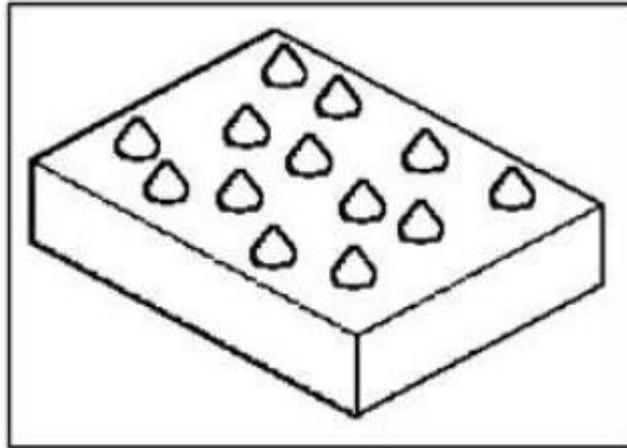


Figura 14. Desgranador manual con grapas sobresalientes. Las grapas que sobresalen de la superficie cumplen la función de arrancar los granos de la mazorca.

2.2.4.6 Desgranado por máquinas con motores eléctricos.

Estos diseños son usados principalmente para los productores de maíz en gran cantidad, de manera que tienen una buena eficiencia con respecto a las mejoras en el proceso de desgrane, esta máquina generalmente usa un motor eléctrico que hacen girar a un eje que proporciona movimiento a un componente para hacer que las mazorcas tengan contacto entre sí. Estos motores son aproximadamente de 1 a 6 hp, pero esta potencia varía de acuerdo a la cantidad de maíz que se requiere para la producción.



Figura 15. Máquina desgranadora eléctrica. Tomado de "Diseño de una bici desgranadora para poblaciones rurales", Vergara, 2018, p.51.

2.2.4.7 Desgranado con máquinas de combustión interna.

Las desgranadoras con máquinas de combustión interna, son muy eficientes cuando se desea lograr altas cantidades de cosecha, la ventaja principal de estas máquinas es que se pueden hacer su uso en los lugares donde no cuentas con energía eléctrica además que estas máquinas su funcionamiento está determinado por un motor de combustión.

Sus principales ventajas más comunes es que pueden producir altas cantidades de maíz en tiempo reducido y mejorando aún más la eficiencia respecto a los procedimientos con herramientas manuales, pero una de sus desventajas principales es que emanan gases que podrían contaminar ligeramente el producto, cabe mencionar que generalmente también se unos motores con un promedio de 3 a 10 Hp según la cantidad de producción.



Figura 16. Máquina desgranadora con motor de combustión interna. El sistema de propulsión del eje es por acoplamiento del motor de combustión interna. Tomado de <https://spanish.alibaba.com/>. 2020.

2.2.4.8 Desgranador de disco dentado.

La desgranadora de disco dentado tiene una capacidad de desgrane hasta 300kg/h de maíz seco. Tiene bajo costo, pero su disponibilidad está limitada debido a que las empresas que comercializan estos modelos optan por otras alternativas que son de mayor rotación. Su funcionamiento está basado en que la polea hace girar el eje y debido a que el eje está conectado con el disco se produce su movimiento, ingresa la mazorca de maíz y va siendo desgranado por las espigas del disco, que es arrastrado comprometiendo el giro del disco. Es un mecanismo de fácil montaje además que sus componentes permiten un reemplazo y cada uno de sus componentes están fabricados de hierro fundido.

Ventajas

- Su construcción de los componentes estar realizado en fundición gris, (barato).
- Puede desgranar todo tipo de maíz.
- El sistema que ofrece es ideal para el desgrane de maíz suave.
- Es usado por pequeños productores de maíz.
- La fuerza y potencia para el trabajo de esta máquina es relativamente bajo.

Desventajas

-Para obtener ganancias en la fabricación de esta máquina se debe realizar en cantidad.

-Con la variación de la velocidad puede fracturar y/o dañar el maíz suave.



Figura 17. Desgranadora eléctrica de disco dentado. "Tomado de Diseño de máquina desgranadora de disco" por Aliaga, 2015, p.58

2.2.5 Clasificación del grano

2.2.5.1 Clasificación manual.

El método de clasificación manual se realiza colocando los granos de maíz en una superficie plana de manera que el personal que realice la clasificación pueda observar la característica por la cual desea separar, ya sea por el tamaño del grano de maíz o textura.



Figura 18. Clasificación manual de los granos secos de maíz. La figura muestra una clasificación de granos por tamaño.

2.2.5.2 Clasificación por criba manual.

El método de clasificación por cribas manuales consiste en la fabricación de unos contenedores con una base tipo zaranda, seguido se deposita los granos del maíz sobre la zaranda y las personas que están a cargo del proceso de selección deben de sacudir la criba, el cual permite que clasifique los granos solo por tamaño. Generalmente las dimensiones que se usa en las cribas es para los granos de primera es de 17mm y como grano de segunda de 13mm. Las cribas están superpuestas una encima de la otra, de manera que las más pequeñas pasan sin dificultad por la primera malla y estas a su vez quedan retenidas en la segunda criba y logrando así su clasificación.

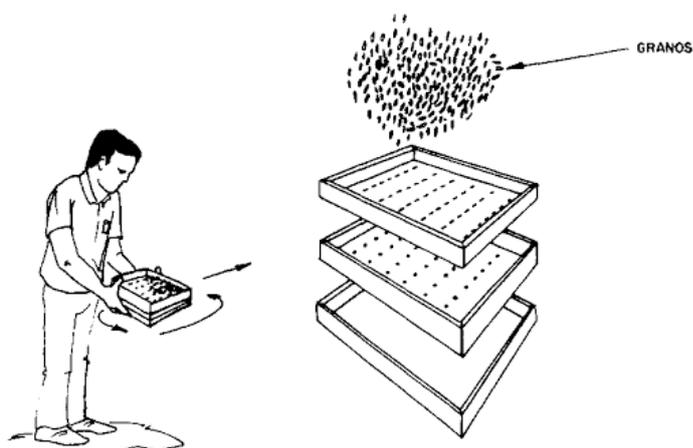


Figura 19. Criba para el clasificado de granos de maíz por tamaño. Tomado de www.fao.org

2.2.5.3 Clasificación por maquina eléctrica.

Un método de clasificación muy usual para separar por tamaños los granos de maíz seco, es utilizar las cribas para seleccionar la semilla chica de la grande.

El funcionamiento de las maquinas clasificadoras eléctricas constan de un motor eléctrico que gira a velocidad constante de 300 rpm que activa un a biela manivela que produce un movimiento repetitivo a las cribas y esto logra que el maíz se acomode al alojamiento y se logren clasificar. "Para el proceso de

selección se hace uso de la misma maquinaria de INIFAP, el cual cuenta con un aditamento en el secado basado en un sistema de cribas, que permite hacer una selección de hasta 4 tamaños de granos claramente definidos y que permite hacer una clasificación precisa del grano" (10).



Figura 20. Máquina eléctrica clasificadora de granos. Tomado de FAMACIN del Perú, 2018.

2.2.6 Teoría de máquinas y mecanismos.

La teoría de máquinas y mecanismos refiere al análisis de cada componente, el estudio de la cinemática y la dinámica de acuerdo a cada elemento que forma parte de un diseño. El estudio de cada componente determinara las reacciones que tendrán cada elemento y de acuerdo a los resultados se evaluara si requiere optimización o no.

2.2.6.1 Desplazamiento de la criba:

El desplazamiento de la criba está predispuesto por un movimiento de rotación de un eje y el desplazamiento lineal de un componente, este mecanismo es la unión revoluta de dos barras,

una de ellas que gira y el otro extremo en un punto fijo que generan movimiento de desplazamiento lineal.

$$x_c = l - \frac{r_{exc}^2}{4l} + r_{exc}(\cos(w_{eje1}t) + \frac{r_{exc}}{4l}\cos(2w_{eje1}t)) \quad [2.1]$$

v_c = Velocidad de la criba:

$$V_c = -r_{exc}w_{eje1}(\sin(w_{eje1}t) + \frac{r_{exc}}{2l}\sin(2w_{eje1}t)) \quad [2.2]$$

a_c = Aceleración de la criba:

$$a_c = -r_{exc}w_{eje1}^2 \left(\sin(w_{eje1}t) + \frac{r_{exc}}{2l}\sin(2w_{eje1}t) \right) - r_{exc}w_{eje1}^2 \left(\cos(w_{eje1}t) + \frac{r_{exc}}{l}\cos(2w_{eje1}t) \right) \quad [2.3]$$

Dónde:

r_{exc} = Radio excéntrico [mm]

w_{eje1} = Velocidad angular del eje 1 [RPM]

l = Longitud de la biela

t = Tiempo

Ecuación aceleración crítica de la criba

a_{cS} = Aceleración de la criba de subida:

$$a_{cS} = \frac{g}{\frac{\cos\alpha_B}{u_E} - \sin\alpha_B} \quad [2.4]$$

a_{cB} = Aceleración de la criba de bajada:

$$a_{cB} = \frac{g}{\frac{\cos\alpha_B}{u_C} - \sin\alpha_B} \quad [2.5]$$

$$a_{cB} < a_c < a_{cS} \quad [2.6]$$

Condiciones del funcionamiento de la criba:

Dónde:

α_B = Angulo de la componente e inclinación de la base.

μE = Coeficiente de rozamiento estático
 μC = Coeficiente de rozamiento dinámico

2.2.6.2 Determinación del estado de vibración de la máquina.

El estado de vibración de la maquina se puede determinar a través de la carta de Rathbone, la cual es usado con frecuencia y tiene una aceptación del sector industrial.

La tabla tiene dos escalas logarítmicas: en una de ellas se puede ubicar las frecuencias en [Hz] y en la otra los rangos de la amplitud en desplazamiento (Pico), por los cuales obteniendo los datos se podrá tabular el grado en el que se encuentra el estado de la vibración. (11)

Para el siguiente análisis se utiliza

$$f = \frac{W_{eje1}}{2\pi} \quad [2.7]$$

Dónde:

f = Frecuencia

W_{eje} = Velocidad angular del eje 1

f = 6.66 [S⁻¹] Esta frecuencia se calcula con la velocidad angular del eje1 obtenido en la tabla 6.

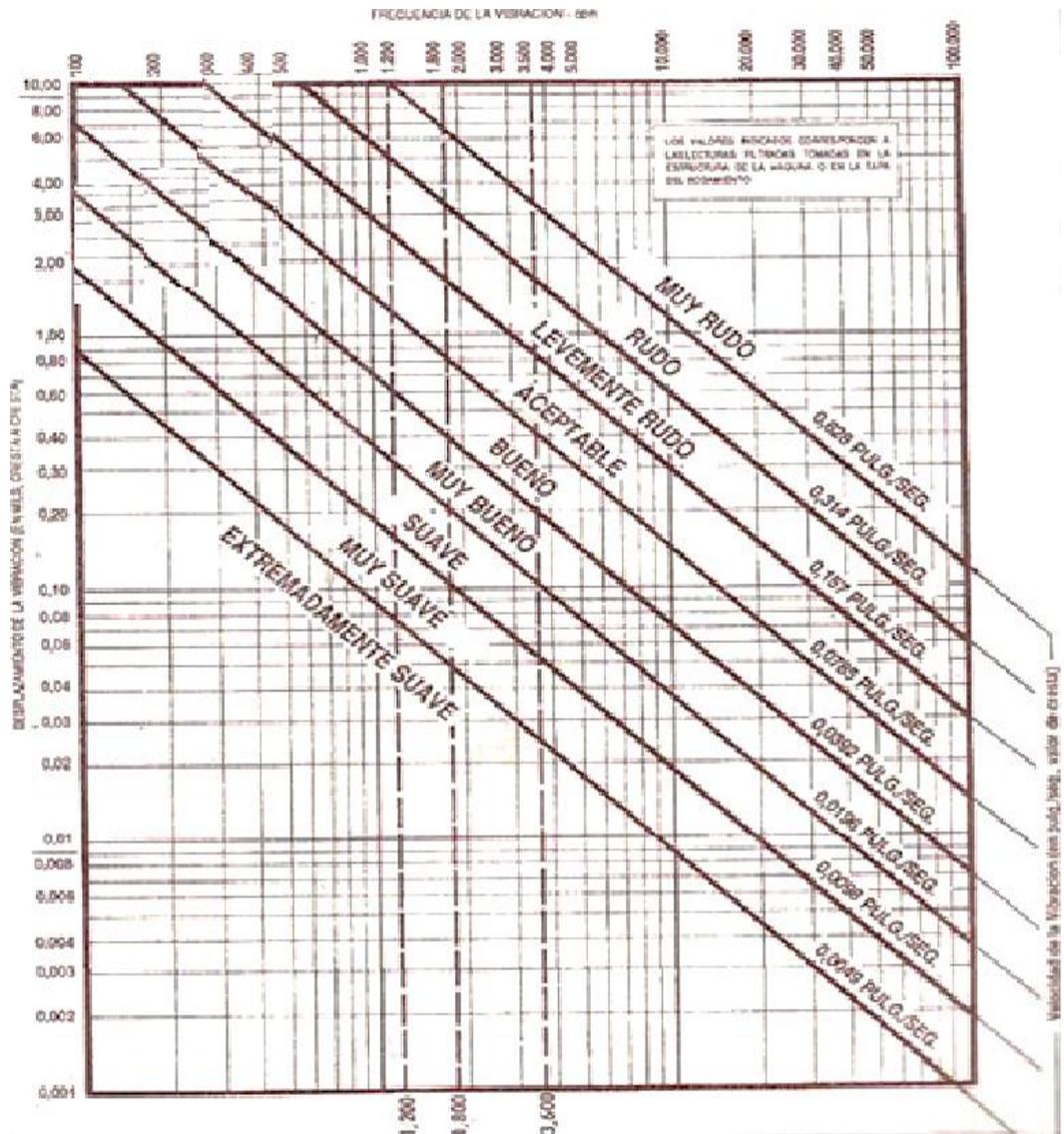
$$X = r_{exc} * \cos(W_{eje} * t) \quad [2.8]$$

Dónde:

x = Amplitud

r_{exc} = Radio excéntrico

Tabla A. Tabla de vibración carta de Rathbone.



Nota. La tabla muestra el desplazamiento por vibración en (Mils) y la frecuencia de la vibración en (RPM), la intersección de los dos valores conlleva a obtener la resultante de estado de vibración. Tomado de Universidad Veracruzana: Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica (Wilbert García González).

2.2.7 Análisis del sistema biela manivela.

La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos, principalmente desde el punto de vista geométrico sin tener relevancia los momentos que lo han producido, el cual con las ecuaciones se trata de obtener la

posición, velocidad y la aceleración en cualquier punto que se encuentre el elemento que deseamos analizar

$$H = r_{exc} \cos\theta + l \cos\phi \quad [2.9]$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{r_{exc}}{l}\right)^2 (\sin\theta)^2} = \cos\phi \quad [2.10]$$

$$F_{43x} = \frac{T \cdot l}{H \cdot r_{exc}} \cdot \frac{\cos\phi}{\sin\theta} \quad [2.11]$$

Dónde:

T = Torque

H = Posición de la criba

l = Longitud de la biela

r_{exc} = Radio excéntrico

Fuerza necesaria para vencer teniendo en cuenta el peso de los granos de maíz y la inercia del componente:

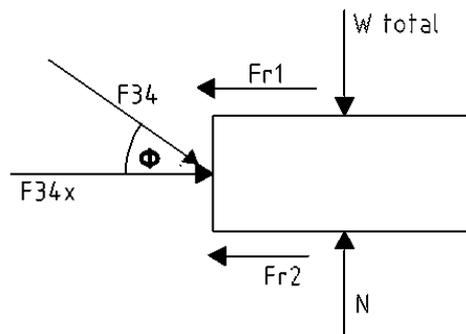


Figura 21. Fuerza a vencer debido al peso de los productos de maíz y la inercia. Tomado de "Diseño y construcción de una máquina clasificadora de maíz partido". Por Amangandi y Lamiña, 2013, p.53.

$$F_{43x} = Fr1 + Fr2 \quad [2.12]$$

F_{43x} = total de fuerza para vencer el peso de los granos de maíz +

Fuerza que se necesita para vencer la inercia de la máquina.

Fuerza para vencer la masa de los productos:

$$Fr = u_E N \quad [2.13]$$

N: Normal

N = La normal será igual a W

Donde W: Peso total del maíz que se tiene en la plataforma cribadora.

Fr1

Fuerza inercial del equipo de separación: Fr2

$$Fr2 = mt \cdot ac \quad [2.14]$$

mt = cantidad total de Masa de la mesa (12)

ac = Aceleración de la criba

Se reemplaza las ecuaciones [2.9] y [2.10] en [2.11] y se despeja T y se obtiene:

$$T = F43 \left[r_{exc} * \text{sen}\theta + \frac{r_{exc}^2}{l \left[1 - \left(\frac{r_{exc}}{l} \right)^2 \text{sen}^2\theta \right]^{\frac{1}{2}}} \right] \quad [2.15]$$

Potencia máxima en el eje 1

$$P_{max} = T_{max} \cdot W_{eje1} \quad [2.16]$$

Dónde:

Tmax = Torque máximo

W eje1 = Velocidad angular del eje 1

2.2.8 Selección del motor

En la selección del motor se deberá tener en consideración la potencia a la que se va someter el mecanismo de diseño, se debe tener en consideración los rendimientos y el coeficiente de seguridad tal como se detalla en la siguiente formula.

$$P_t = P_{max} * C_s \quad [2.17]$$

$$P_m = \frac{P_t}{\eta_{general}} \quad [2.18]$$

C_s = Coeficiente de seguridad

P_m = Potencia del motor

$n_{general}$ = Rendimiento general

n_{bandas} = Rendimiento de las bandas

$n_{rodamientos}$ = Rendimiento del rodamiento

2.2.8.1 Cálculo de la relación de transmisión

Para los cálculos de relación de transmisión, se toma en consideración las velocidades de dos engranajes o poleas conectados entre sí, donde uno de ellos es el conductor o también llamado motriz y el otro que es el conducido, la relación se da por la diferencia de los diámetros de cada elemento que varía con su velocidad de rotación para ello tenemos las siguientes formulas:

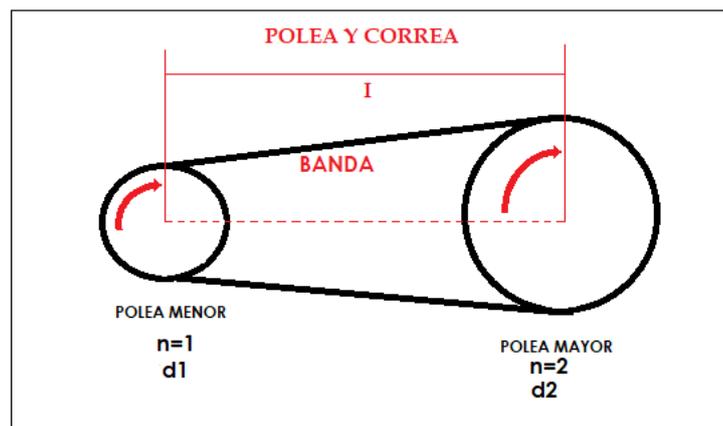


Figura 22. Cálculo de relación de transmisión.
Tomado de www.bandas de transmisi3n.com

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad [2.19]$$

D3nde:

i = Relaci3n de transmisi3n.

n_2 = Velocidad angular de la polea arrastrada

n_1 = Velocidad angular de la polea conductora

Se recomienda que i para un funcionamiento adecuado sea entre 1 a 6.

2.2.8.2 Cálculo de la potencia de diseño corregido

Este valor se define como la potencia máxima que se debe de transmitir, teniendo presente las condiciones y consideraciones del factor de servicio (C_1), como se aprecia en [2.20].

$$PD = P_m * C_1 \quad [2.20]$$

Dónde:

PD = Total de Potencia del diseño transmitido.

P_m = Potencia del motor.

C_1 = Factor de servicio

2.2.8.3 Selección de la correa

Es necesario determinar el tipo de correa a usar dependiendo de la potencia y sobre el tipo de poleas que se debe usar en la transmisión y hacer una correcta selección de la correa porque ello mitigará la vibración de la máquina ya que también cumplen la función de amortiguador a diferencia de la transmisión por engranajes.

$$P_{Ncc} = N_{CC} \cdot K_{AC} \cdot K_{LC} \quad [2.21]$$

2.2.8.4 Cálculo y selección de las poleas

En la siguiente fórmula se tendrá en consideración el diámetro primitivo en mm que será igual a la relación de transmisión (i) multiplicado por el diámetro menor de la polea (d_p).

$$D_p = i * d_p \quad [2.22]$$

i = Relación de transmisión.

d_p = Diámetro en mm de la polea motriz.

D_p = Diámetro en mm de la polea conducida.

2.2.8.5 Determinar la distancia entre ejes

Para determinar el tipo de correa flexible que usa cada sistema se debe considerar la distancia entre ejes o distancia entre los centros de la polea, de manera que pueda permitir el uso de la siguiente formula:

- Para i entre 1 a 3

$$C \geq \frac{(i+1)dp}{2} + dp \quad [2.23]$$

- Para i mayor que 3

$$C \geq Dp \quad [2.24]$$

C = Distancia entre ejes

Dp = Diámetro de la polea motriz

2.2.8.6 Determinar la longitud primitiva de la banda

Para hallar la longitud primitiva de la banda o correa se debe medir puesta solo el mecanismo de accionamiento y de preferencia tensada en el desarrollo variara respecto al punto de referencia (línea) en el punto que se desea realizar el análisis. Se denomina L a la longitud.

$$L = (2 * C) + (1.57 * 9Dp + dp)) + (Dp - dp) 2 / (4 * c) \quad [2.25]$$

L = longitud primitiva

C = distancia entre ejes

Dp = diámetro de la polea motriz

d_p = diámetro de la polea conducida

2.2.8.7 Calculo de longitud de correa

El coeficiente de 1.3 es por el tipo de banda que se escogió en este caso es del tipo A

Dónde: $L_p = L + 1.3$

Seguidamente se calcula la distancia entre centros

$$c_c = C \mp \left[\frac{L - L_n}{2} \right] \quad [2.26]$$

2.2.8.8 Velocidad de la banda

cuanto mayor sea la velocidad menor será el número de fajas necesarias, pero no debe ser mayor a la velocidad máxima para que el efecto de la fuerza centrífuga no altere la capacidad de tracción de la correa.

$$v = \frac{0.052 * n_1 * D_p}{1000} \quad [2.27]$$

$V_{max} = 25-30 \text{ m/s}$ para correa de perfil normal

$V_{max} = 35-45 \text{ m/s}$ para correa de perfil estrecho

2.2.8.9 Calculo de tensiones de la banda

El total del esfuerzo tangencial en la periferie de la polea conductora se produce por la diferencia de las tensiones en la entrada y salida, estos a su vez dependen de coeficiente de rozamiento de la banda y la polea, las tensiones en la banda pueden variar por diferentes factores en toda su longitud.

$$\alpha_2 = 180 + 57 * \left(\frac{D_p - d_p}{C_c} \right)$$

$$\text{si } 57 * \left(\frac{D_p - d_p}{C_c} \right) = \beta \quad [2.28]$$

$$\alpha_2 = \theta = 180 + 2 * \beta \quad [2.29]$$

$$\beta = \frac{\alpha_2 - 180}{2} \quad [2.30]$$

Dónde:

α = Ángulo en contacto con la polea mayor

f = Coeficiente de rozamiento entre la banda y la polea de 0 a 0.5 = 0.3

β = Ángulo de contacto de la banda en la polea donde se va a calcular las tensiones [rad].

α = Ángulo de garganta

La fórmula Bandas trapezoidales está dado por:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f \cdot x \cdot \theta}{\sin(\frac{\alpha}{2})}} \quad [2.31]$$

T1 = 102.08 T2

Potencia

$$P_m = (T_1 - T_2) \cdot V \quad [2.32]$$

La ecuación de la potencia (Pm), debe estar en (WATTS), por lo mismo que la tensión debe estar en [NEWTONS] y la velocidad de la banda en (m/s).

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Amiláceo

Es un producto de estructura es suave y blando, que característicamente está compuesto por un alto grado de almidón (70%), generalmente todas las variedades de maíz están compuestas por más del 70% de almidón en su estructura o composición.

2.3.2 Vibración

La vibración es las fuerzas dinámicas se da por ciertas frecuencias en la que las maquinas o estructura están sometidos (frecuencia resonancia) a acciones variables.

2.3.3 Potencia

La potencia es una magnitud escalar que mide la rapidez con la que un cuerpo intercambia energía. La potencia es la cantidad de trabajo realizado, la unidad de potencia en el SI es vatio (W).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Metodología y tipo de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Es una investigación tecnológica y se fundamenta en que los desarrollos tecnológicos ofrecen unos ideales claros que se pueden generar innovaciones, que se direccionan a las empresas haciéndolas más productivas y competitivas, que es lo que se necesita para contribuir con el desarrollo del país. A mayor productividad en las empresas, mayor recaudación tendrá el Estado y podrá generar economía para apostar más en investigación. (14 pág. 43).

El diseño y modelación de la maquina desgranadora y clasificadora de granos de maíz es una alternativa versátil que promete mejorar dichos procesos y generar expectativa, por lo cual éste proyecto es de tipo de investigación tecnológico.

3.1.2 Alcance de una investigación

La investigación aplicada tiene por objetivo fundamental realizar la resolución de problemas en un marco determinado y buscar la utilización de conocimientos, de una o diversas áreas especializadas, con la finalidad de adherir de forma práctica y brindar necesidades específicas,

brindando una solución de problemas a la sociedad o al sector productivo (15 págs. 155-165).

En el trabajo de investigación se usarán diversos conocimientos aplicados en física, mecánica de materiales, elementos de máquinas que serán necesarios para el diseño de la maquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo, es por ello que este trabajo de investigación será de nivel aplicativo.

3.2 Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se realizará mediante la metodología alemana VDI-2221 en lo que concierne hasta el análisis de la solución, también para complementar el diseño, realizaremos un estudio del estado de arte y después se realizará la evaluación de los componentes con la memoria de cálculo para el diseño.

3.2.1 Estado de arte.

La sección del estado de arte es un estudio de los productos y/o equipos que se encuentran en el mercado y que generalmente la información que se recoge de la investigación, facilita información valiosa con datos técnicos y relevantes para la construcción de máquinas.

3.2.2 Metodología VDI 2221

La metodología VDI 2221 adapta su característica principal en plantear soluciones, con el propósito de brindar información suficiente y precisa para el proceso de un diseño final que cumpla con los requerimientos y necesidades que deben ser atendidas por el diseñador. Los detalles en el diseño tienen una determinación fundamental según el diseño final.

Esta metodología tiene cuatro etapas y siete fases que se guían para el diseño y modelamiento de máquinas, ver Fig. 16

3.2.3 Estructura de la metodología VDI 2221

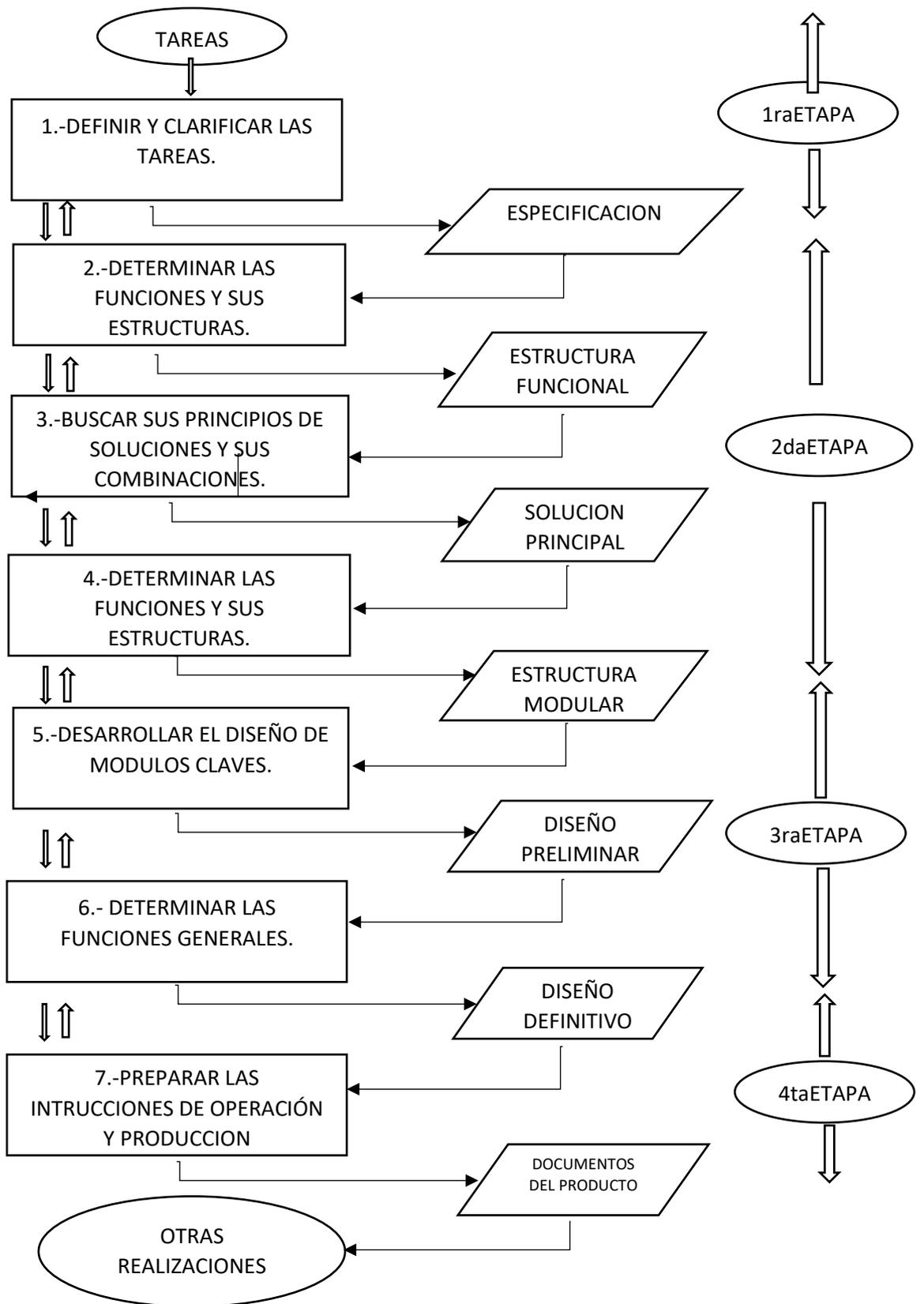


Figura 23. Estructura de diseño según la norma alemana VDI 2221. Adaptado de Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo de Romero, Elena 2018

3.2.3.1 Definir y clarificar las tareas.

3.2.3.1.1 Lista de exigencias

La lista de exigencias será detallada después que ya se tenga consolidado el requerimiento de diseño por parte de los solicitantes y/o clientes. Esta lista será tomada en cuenta desde las exigencias más relevantes hasta los deseos más insignificantes.

Tabla 3. Modelo de tabla para lista de exigencias

| LISTA DE EXIGENCIAS | | EDICIÓN: | Pág.: de: |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|
| PROYECTO | | CLIENTE: | No. de identificación: |
| | | Redactado por: | |
| Cambios (fecha) | E Da Dm Di | Exigencias | Responsable |
| | E | | Diseñador |
| | E | | Diseñador |
| | E | | Diseñador |

NOTA. La tabla muestra los ítems para el desarrollo del diseño mediante las E (exigencias) Da (deseos alcanzables), Dm (deseos medios), Di (deseos insignificantes). Adaptado de la norma técnica VDI 2221, 1987.

3.2.2.2 Determinar las funciones y sus estructuras

3.2.2.2.1 Establecer la estructura de funciones

En esta fase se debe establecer nuestro proceso de abstracción- caja negra y se debe señalar nuestra secuencia de operaciones.

3.2.2.2.2 Proceso de abstracción – caja negra.

En la caja negra se considera principalmente tres magnitudes fundamentales de entrada y de salida, además estas señales pueden ser visibles externamente de la maquina en diseño.



3.2.2.2.3 Señalar la secuencia de operaciones

En la secuencia de operaciones se debe considerar la cantidad de funciones que requerían el diseño, priorizando el orden de los procesos.

3.2.2.2.4 Descripción de funciones

Se debe detallar de forma concisa cada función que sincronizan para el funcionamiento de la máquina.

3.2.2.2.5 asociar funciones

La asociación de funciones permite unir de forma sincronizada los procesos técnicos que estén entrelazados uno con otros para evitar procesos engorrosos y/o externos.

3.2.2.2.6 Determinar y representar la estructura de funciones – caja blanca

La caja blanca son los procesos y funciones internas de la máquina que se encuentra en proceso de diseño, cuyo objetivo principal es reducir o eliminar funciones que sean perjudiciales durante las señales de ingreso y salida.

3.2.2.3 Buscar principios de soluciones y sus estructuras

3.2.2.3.1 Elaboración del concepto de solución – matriz morfológica

La elaboración de la matriz morfológica se identifica por generar variedades de alternativas de solución en cada proceso, además de relacionarlas entre sí.

Tabla 3.1 Tabla para la elaboración de la matriz morfológica.

| FUNCIONES PARCIALES | ALTERNATIVAS Y PRINCIPIOS DE SOLUCION | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | ... | n |
| 1.- | S11 | S12 | S13 | | |
| 2.- | S21 | S22 | S23 | | |
| 3.- | S31 | S32 | S33 | | |
| n | Sn1 | Sn2 | Sn3 | ... | Snn |

NOTA: Tabla guía para la elaboración de la matriz morfológica en el cual se detallan las alternativas de solución, Tomada de "Diseño de sistemas mecánicos" por De la Cruz, 2017, p. 6.

3.2.2.3.2 Análisis de los conceptos técnicos de solución

El análisis tiene por objetivo identificar una solución óptima y que se adapte al diseño que está en ejecución, en los cuales se debe de considerar una estricta selección de acuerdo a la lista de exigencias. La valoración se da de forma cuantitativa donde 0= es poco aceptable y 4= es muy satisfecho.

Tabla 3.2 Tabla de evaluación técnica de solución

| CRITERIO TÉCNICO | VARIANTES | | |
|---------------------|-----------|---|---|
| | A | B | C |
| P1 | V | V | V |
| P2 | V | V | V |
| P3 | V | V | V |
| | V | V | V |

| | | | |
|--------------|----|----|----|
| | V | V | V |
| Pn | V | V | V |
| TOTAL | Va | Vb | Vc |

NOTA: la tabla muestra la evaluación de los procesos para determinar un concepto técnico de solución, P1 (procesos de solución) V (valoración de ítem del proceso seleccionado) Va (valoración total de A), Vb (valoración total de B), Vc (valoración total de C)

3.2.2.3.3 Análisis económico de los conceptos de solución

El análisis económico prioriza una evaluación óptima que sea favorable respecto a los costos de los materiales y sistemas que se van a emplear al diseño propuesto. La valoración se da de forma cuantitativa donde 0= es poco aceptable y 4= es muy satisfecho.

Tabla 3.4. Tabla de evaluación económica para de solución.

| CRITERIO ECONÓMICO | VARIANTES | | |
|-----------------------|-----------|----|----|
| | A | B | C |
| P1 | V | V | V |
| P2 | V | V | V |
| P3 | V | V | V |
| | V | V | V |
| | V | V | V |
| Pn | V | V | V |
| TOTAL | Va | Vb | Vc |

NOTA: la tabla muestra la evaluación de los procesos para determinar un concepto técnico de solución, P1 (procesos de solución) V (valoración de ítem del proceso seleccionado) Va (valoración total de A), Vb (valoración total de B), Vc (valoración total de C)

3.2.2.4 Determinar las funciones y sus estructuras.

3.2.2.4.1 Descripción de la alternativa ideal.

En la descripción se debe haber elegido una alternativa apropiada de acuerdo a la lista de exigencia y la alternativa que más beneficios y ventajas ofrezca respecto a las demás.

3.2.2.5 Desarrollar el diseño de módulos claves.

3.2.2.5.1 El diseño plasmado en un bosquejo inicial

Las concentraciones de ideas deben ser diseñados en un bosquejo inicial a mano alzada, es recomendable no hacer uso de algún software e ideas principales que se reflejen en el bosquejo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Identificación de requerimientos.

La identificación de los requerimientos dependerá del estado de la tecnología o también conocido como estado de la tecnología es fundamental para el desarrollo de la innovación de las máquinas que ya existen en el mercado.

4.1.1 Estado de arte.

Dentro de las máquinas que existen en el mercado, se cuenta con variedades de máquinas que realizan los procesos de desgranado y clasificado de los granos de maíz por separado, la maquina ideal que se debe considerar es la que sea más similar a las exigencias del consumidor o solicitante de la máquina.

4.1.1.1 Maquinon (DCGM).

La empresa Famacin del Perú.E.I.R.L. tiene como registro el modelo: "Maquinon"-DCGM, es una máquina que realiza el desgranado del maíz como primer proceso y la clasificación de granos en dos tamaños como segundo proceso, esta máquina es capaz de realizar una producción de aproximadamente de 250 a 350 Kg/h.

de material de acero comercial, con una potencia de 3.5 Hp y con fuente de alimentación monofásico.



Figura 24. Máquina desgranadora y clasificadora de granos de maíz. Tomado de FAMACIN del Perú, 2018.

4.1.1.2 Peruminox DMB-500-COM

La empresa Maquina electro Perú S.A.C. fabrico el modelo de DMB-500-COM, esta máquina solo realiza el proceso de desgranado de maíz con una capacidad de 600 a 800 kg/h en promedio. La estructura es de material de acero al carbono y su funcionamiento es con un motor de combustión interna de 7Hp de alimentación gasolina de 90 octanos.



Figura 25. Maquina desgranadora de maíz. Tomado de Maquina electro Perú S.A.C.

4.2 Análisis de la solución

Para el análisis de la solución se ha tomado en cuenta los siguientes criterios.

4.2.1 Definir y clarificar las tareas.

4.2.1.1 Lista de exigencias

De acuerdo a una breve encuesta se determinó la lista de exigencias y deseos del agricultor.

Tabla 4. Tabla de lista de exigencias.

| LISTA DE EXIGENCIAS | | EDICIÓN: | Pág.: de: | |
|---|---------------------|---|---|---------------|
| PROYECTO: DESGRANADORA Y CLASIFICADORA DE GRANOS DE MAIZ AMILACEO. | | CLIENTE: Sonia Rojas Rojas. | No. de identificación: | |
| | | | Redactado por: Fecha: 18/06/20 | |
| Cambios (fecha) | E Da Dm Di | Exigencias | | Responsable |
| 18/06/20 | E | FUNCIÓN: Que realice el desgranado y clasifique los granos secos de maíz amiláceo por tamaños de 18 mm (primera) y 12mm (segunda) en una producción de 500 kg/h. | | J. Ricaldi T. |
| | E | GEOMETRIA: Tener una tolva de ingreso con capacidad para 50 kilos de maíz y un conductos separados de recepción de los productos y/o corontas. | | J. Ricaldi T. |

| | | |
|----|--|---------------|
| E | ENERGIA: la maquina debe usar un motor eléctrico con alimentación monofásica de 220 V. | J. Ricaldi T. |
| E | MANTENIMIENTO: Los mecanismos deben ser de fácil desmontaje para realizar su respectivo mantenimiento y/o reemplazo de componentes gastados. | J. Ricaldi T. |
| E | SEGURIDAD: Los sistemas o subsistemas que cuenten con mecanismos de transmisión deben contar con cubiertas de seguridad para evitar cualquier tipo de accidentes. | J. Ricaldi T. |
| E | SEGURIDAD: El diseño debe contar con un sistema de bloqueo eléctrico para la seguridad en la operación de la máquina. | J. Ricaldi T. |
| E | ERGONOMIA: Diseño ergonómico, para evitar sobreesfuerzos del operario cuando realice el abastecimiento a la tolva de ingreso del maíz. | J. Ricaldi T. |
| E | MATERIA: Las partes que tengan contacto con el maíz debe ser de material acero inoxidable y las que no deben ser de acero negro. | J. Ricaldi T. |
| E | PLAZO: El diseño tiene como plazo 2 meses desde el día de pedido. | J. Ricaldi T. |
| E | COSTO: El presupuesto del diseño debe ser de 3800 soles aproximadamente. | J. Ricaldi T. |
| Da | El sistema de transmisión debe ser por faja | J. Ricaldi T. |
| Da | Que tenga un tablero de control automático con swichs de encendido y apagado | J. Ricaldi T. |
| Da | Llevar una placa acrílica de instrucciones de encendido y apagado. | J. Ricaldi T. |
| Da | El motor sea de buena marca | J. Ricaldi T. |
| Dm | Que cuando realice el funcionamiento no debe emitir demasiado ruido. | J. Ricaldi T. |
| Di | De color negro | J. Ricaldi T. |
| Di | Que lleve una placa de aluminio con nombres del propietario | J. Ricaldi T. |

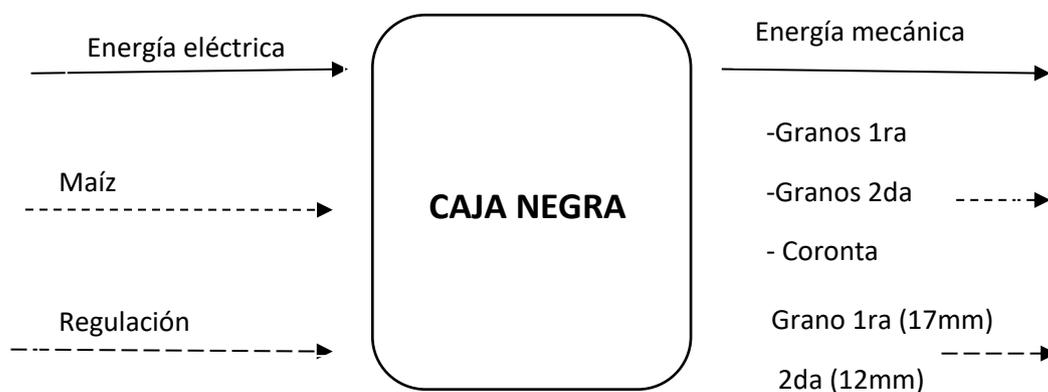
NOTA. La tabla muestra los ítems para el desarrollo del diseño mediante las E (exigencias) Da (deseos alcanzables), Dm (deseos medios), Di (deseos insignificantes). Adaptado de la norma técnica VDI 2221, 1987.

4.2.2 Determinar las funciones y sus estructuras

4.2.2.1 Establecer la estructura de funciones

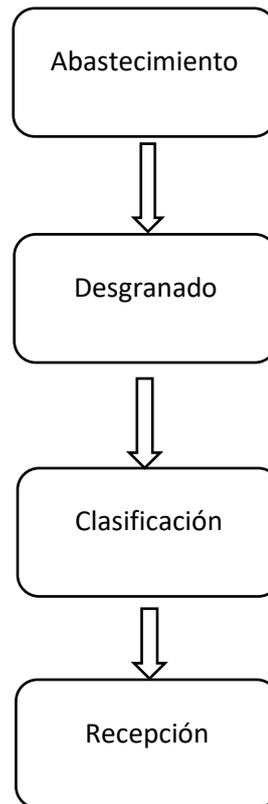
La máquina desgranadora y clasificadora de granos de maíz tendrá dos funciones, el maíz deberá entrar en mazorcas enteras, el cual deben ser desgranados y clasificados por tamaño, debiendo entregar por separado: granos de 17mm, granos de 12mm y Coronta. La máquina debe tener alimentación eléctrica que sea convertida en energía mecánica.

4.2.2.1.1 Proceso de abstracción – caja negra.



4.2.2.1.2 Señalar la secuencia de operaciones

La máquina será abastecida de mazorcas de maíz manualmente, la operación que debe realizar es el desgranado y a continuación estos granos y la coronta deben ser seleccionados, de manera que al final quedarán solo los granos que serán clasificados por tamaño de (18mm y 12mm de espesor). Para la recepción estos granos deben pasar por conductos que entreguen por separado los productos y las corontas.



4.2.2.1.3 Descripción de funciones

Abastecimiento:

El abastecimiento será de forma manual con una tolva con capacidad de 50 kg y deberá contar con una compuerta para control del ingreso de las mazorcas de maíz.

Desgranado:

Al ingresar las mazorcas de maíz los granos deben ser desprendidos de la coronta en su totalidad evitando ser dañados al momento de que se realiza la operación.

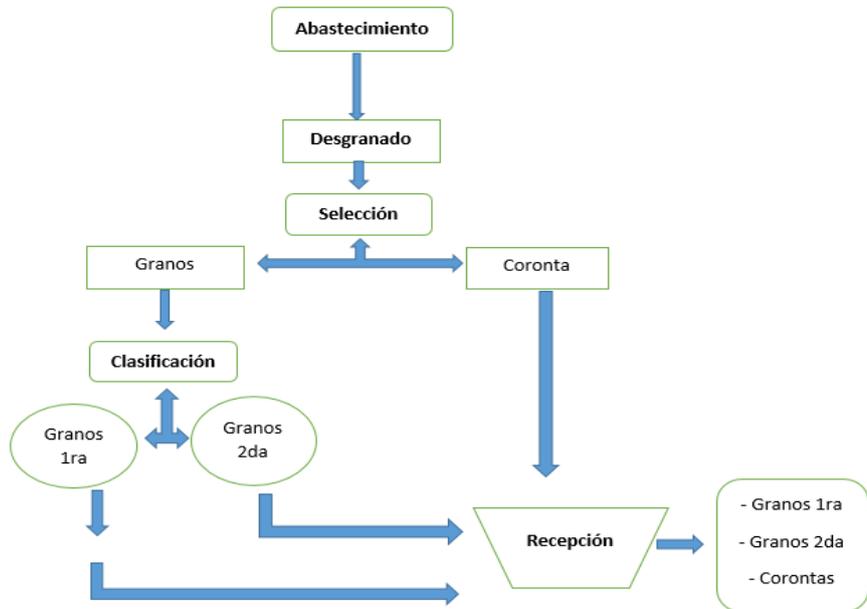
Clasificación:

Cuando los granos ya sean desprendidos de la coronta, deben ser seleccionados entre granos y corontas, los granos aun estarán mezclados de los grandes con los pequeños. Para eso debe haber una clasificación posterior de los granos de 17mm, granos de 12mm y las corontas.

Recepción:

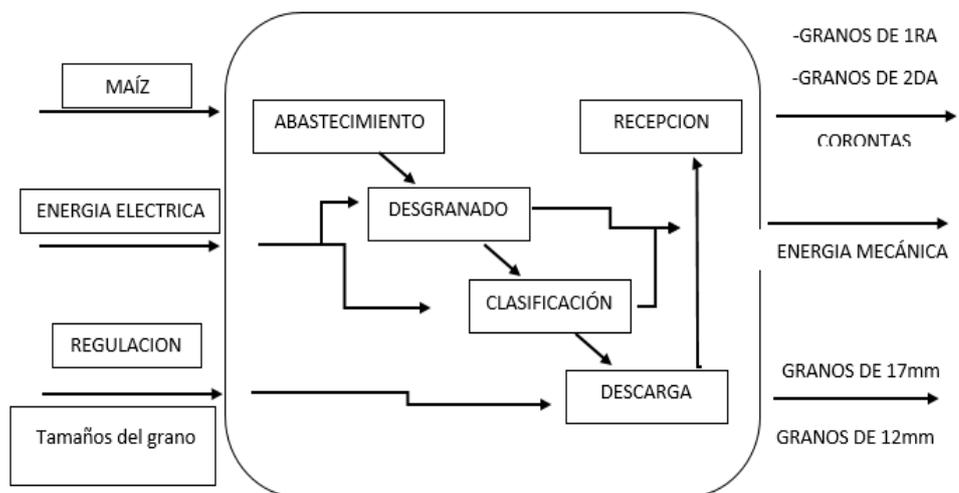
Para la recepción debe ser en conductos separados de modo que se pueda realizar la recepción en recipientes.

4.2.2.1.4 Asociar funciones



4.2.2.1.5 Determinar y representar la estructura de funciones – caja blanca.

Tabla 4.2 Caja blanca



Nota: La caja blanca es un diagrama de funciones internas y explica las interacciones de cada función a realizar, las cuales deben estar sincronizadas de manera que se puedan evitar la ampliación de funciones.

4.2.2.2 Buscar principios de soluciones y sus estructuras

4.2.2.2.1 Elaboración del concepto de solución – matriz morfológica

Tabla 4.3 Tabla para la elaboración de la matriz morfológica.

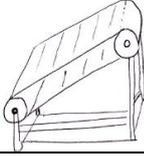
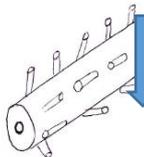
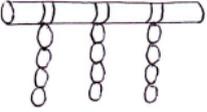
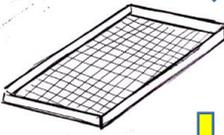
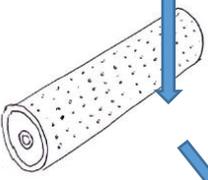
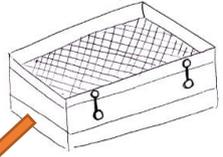
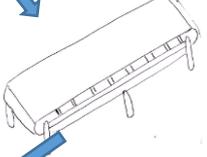
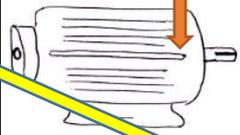
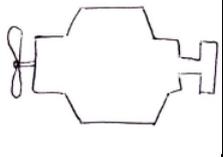
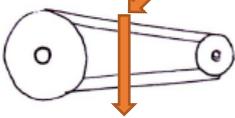
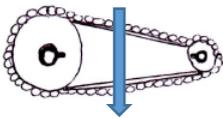
| FUNCIONES PARCIALES | PORTADORES DE FUNCIONES (características o principios de solución) | | | |
|---------------------|---|---|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ABASTECIMIENTO | MANUAL  | AUTOMÁTICO  | | |
| DESGRANADO | MANUAL  | POR FRICCIÓN  | POR GOLPE  | |
| CLASIFICACIÓN | CRIBA MANUAL  | CRIBA CILÍNDRICA  | CRIBA POR OSCILACIÓN  | |
| RECEPCIÓN | COSTAL  | RECIPIENTES  | FAJA TRANSPORTADORA  | |
| ENERGÍA | MECÁNICO  | MOTOR ELÉCTRICO  | MOTOR DE COMBUSTIÓN  | |

Diagram illustrating the morphological matrix for a corn processing machine. The matrix is a 5x4 grid with rows representing partial functions and columns representing carriers. A yellow arrow traces a path from 'MANUAL' (ABASTECIMIENTO) to 'MANUAL' (DESGRANADO) to 'CRIBA MANUAL' (CLASIFICACIÓN) to 'COSTAL' (RECEPCIÓN) to 'MECÁNICO' (ENERGÍA). An orange arrow traces a path from 'AUTOMÁTICO' (ABASTECIMIENTO) to 'POR FRICCIÓN' (DESGRANADO) to 'CRIBA CILÍNDRICA' (CLASIFICACIÓN) to 'RECIPIENTES' (RECEPCIÓN) to 'MOTOR ELÉCTRICO' (ENERGÍA). A blue arrow traces a path from 'POR GOLPE' (DESGRANADO) to 'CRIBA POR OSCILACIÓN' (CLASIFICACIÓN) to 'FAJA TRANSPORTADORA' (RECEPCIÓN) to 'MOTOR DE COMBUSTIÓN' (ENERGÍA). A long yellow arrow points from the bottom of the matrix towards the bottom right.

| | | | | |
|------------------------------|---|---|--|--|
| | FAJAS Y POLEA | PIÑÓN Y CADENA | ENGRANAJE | |
| TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA |  |  |  | |
| CONCEPTOS DE SOLUCIÓN. | A | B | C | |

NOTA: Tabla guía para la elaboración de la matriz morfológica en el cual se detallan las alternativas de solución, Tomada de "Diseño de sistemas mecánicos" por De la Cruz, 2017, p. 6.

4.2.2.2.2 Análisis de los conceptos técnicos de solución

El análisis tiene por objetivo identificar una solución óptima y que se adapte al diseño que está en ejecución, en los cuales se debe de considerar una estricta selección de acuerdo a la lista de exigencias. La valoración se da de forma cuantitativa donde 0= es poco aceptable y 4= es muy satisfecho.

A) Primer concepto de solución

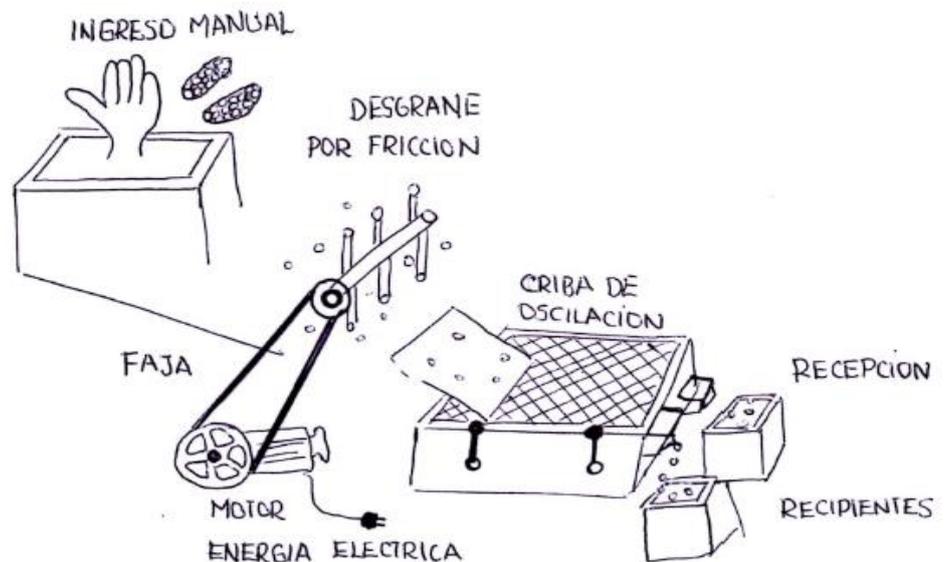


Figura 26. Primer concepto de solución de la Máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz.

B) Segundo concepto de solución

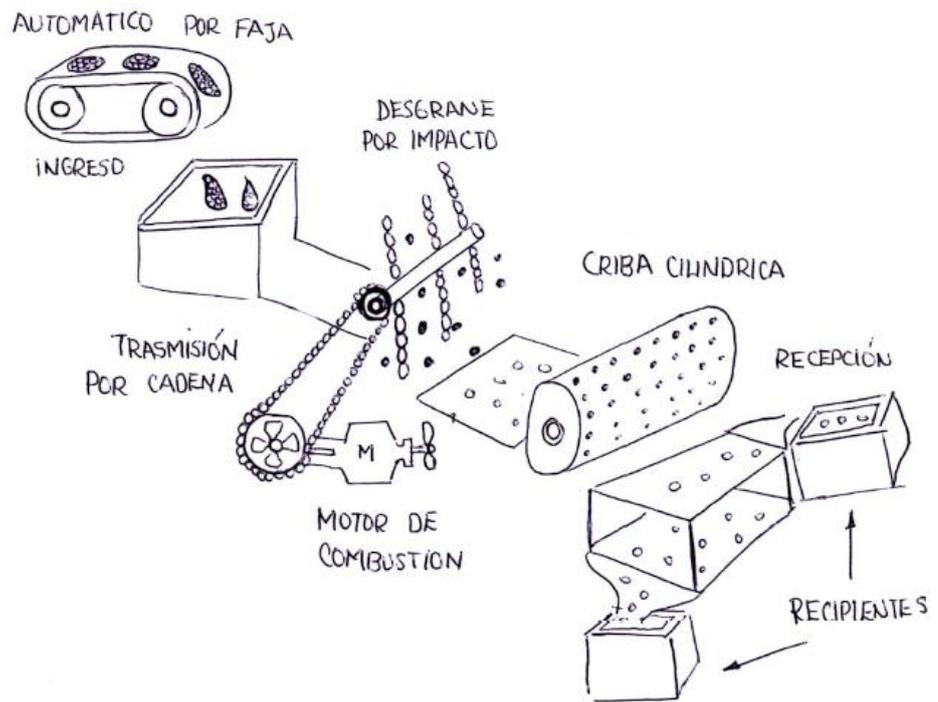


Figura 27. Segundo concepto de solución de la Máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz.

C) Tercer concepto de solución

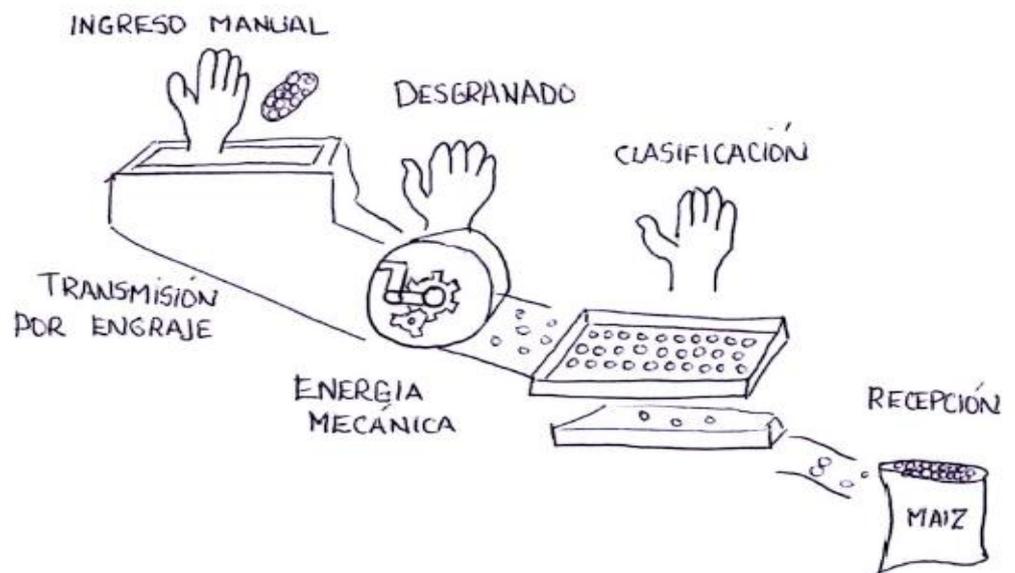


Figura 28. Segundo concepto de solución de la Máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz.

Tabla 4.4 Tabla de evaluación técnica de solución

| CRITERIO TÉCNICO | VARIANTES | | |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | A | B | C |
| ABASTECIMIENTO | 3 | 4 | 3 |
| DESGRANADO | 3 | 3 | 2 |
| CLASIFICACIÓN | 3 | 2 | 3 |
| RECEPCIÓN | 3 | 3 | 2 |
| ENERGÍA | 4 | 2 | 3 |
| TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA | 4 | 3 | 3 |
| TOTAL | 20 | 17 | 16 |

NOTA: la tabla muestra la evaluación de los procesos para determinar un concepto técnico de solución, P1 (procesos de solución) V (valoración de ítem del proceso seleccionado) Va (valoración total de A), Vb (valoración total de B), Vc (valoración total de C).

4.2.2.2.3 Análisis económico de los conceptos de solución

El análisis económico prioriza una evaluación óptima que sea favorable respecto a los costos de los materiales y sistemas que se van a emplear al diseño propuesto. La valoración se da de forma cuantitativa donde 0= es poco aceptable y 4= es muy satisfecho.

Tabla 4.5. Tabla de evaluación económica para de solución.

| CRITERIO ECONOMICO | VARIANTES | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | A | B | C |
| Cumple con el rendimiento económico | 3 | 2 | 3 |
| Bajo coste de material | 2 | 2 | 3 |
| Materiales accesibles | 3 | 2 | 3 |
| Procesos de Fabricación Accesibles | 3 | 2 | 3 |
| Fácil montaje | 3 | 3 | 2 |
| Fácil transporte | 2 | 2 | 3 |
| Ergonomía accesible | 3 | 3 | 1 |
| Fácil manipulación | 2 | 2 | 2 |
| TOTAL | 21 | 18 | 20 |

NOTA: la tabla muestra la evaluación de los procesos para determinar un concepto técnico de solución, P1 (procesos de solución) V (valoración de ítem del proceso seleccionado) Va (valoración total de A), Vb (valoración total de B), Vc (valoración total de C)

4.2.2.3 Determinar las funciones y sus estructuras.

4.2.2.3.1 Descripción de la alternativa ideal.

Nuestro concepto de solución consiste en diseñar una máquina que realice los procesos de desgranado y clasificación de granos seco de maíz amiláceo, el cual debe tener una alimentación manual con un sistema de desgranado por medio de un eje con cadenas, que será accionado por un motor eléctrico a través de fajas y poleas. Seguidamente la selección de granos será a través de cribas aprovechando la vibración del motor eléctrico, la recepción será en recipientes a través de los conductos de salida.

4.2.2.4 Desarrollar el diseño de módulos claves.

4.2.2.4.1 El diseño plasmado en un bosquejo inicial

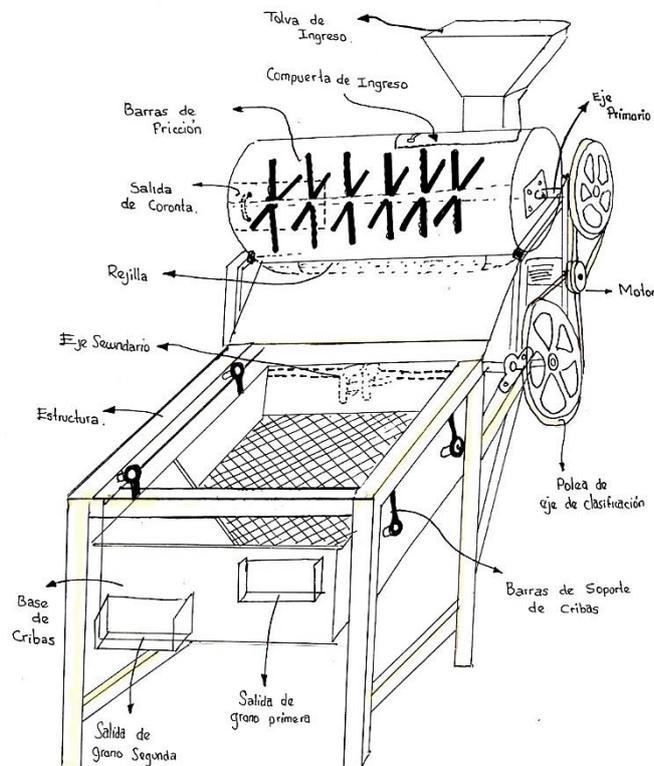


Figura 29. Bosquejo inicial para el Diseño la Máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz.

4.3 Diseño.

Un diseño debe proporcionar las exigencias funcionales, por ello, la máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz debe proporcionar las funciones con el propósito fue modelada.

Entre los principales puntos de la lista de exigencias se tiene:

- a) El diseño de la máquina desgranadora y clasificadora de granos de maíz debe realizar ambas operaciones de forma continua hasta lograr la capacidad de producción deseada de 500 kg/h.
- b) Para el diseño de la maquina estará basado en la Norma Técnica Peruana NTP 205.008:2009/COR 1, que establece que el Maíz debe estar exento de partículas de metal que ponga en peligro su consumo.
- c) La máquina debe ser maniobrable, de fácil montaje, desmontaje y que las partes de mayor trabajo que están expuestas al desgaste se pueda realizar un mantenimiento cómodo de forma que permita rapidez al momento de realizar servicio de mantenimiento.
- c) La máquina deberá satisfacer las exigencias y deseos del agricultor, proponiéndose llegar a una producción de 500 [kg/h].

4.3.1. Consideraciones de modelamiento matemático

La capacidad de desgranado y clasificado sería unas de las primeras alternativas para empezar con el diseño de sus elementos.

Determinación del flujo:

$$Q_{\text{seleccionado}} = 500 \text{ [kg/h]} = 0.14 \text{ [kg/s]}$$

Entonces:

$$W_t = 0.2 \text{ [kg]}/60 \text{ [s]} = 0.0033 \text{ [kg/s]}$$

| Flujo de los granos de maíz [kg/s] | Área [m ²] |
|------------------------------------|------------------------|
| 0.0033 | 0.0176 |
| 0.14 | x = 0.8484 |

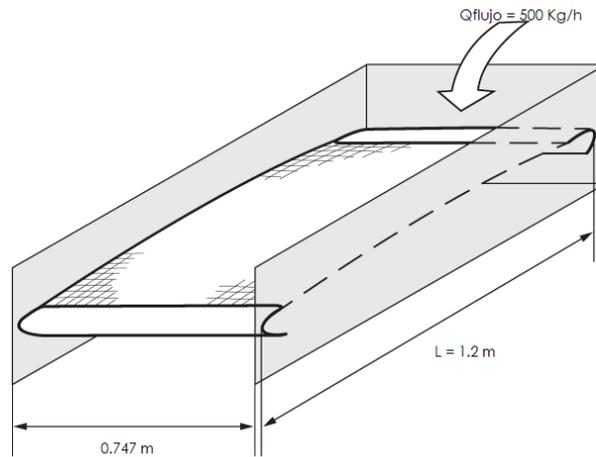


Figura 30. Dimensiones de la criba. Adaptado

Conclusión:

El área requerida para las dimensiones de la criba de ser de 2.44 [m²]

Ancho = 0.707 [m]

Largo = 1.2 [m]

4.3.1.1 Desplazamiento de la criba

El desplazamiento de la criba está predispuesto por un movimiento de rotación de un eje y el desplazamiento lineal de un componente.

$$x_c = l - \frac{r_{exc}^2}{4l} + r_{exc}(\cos(w_{eje}t)) + \frac{r_{exc}}{4l} \cos(2w_{eje}t) \quad [2.1]$$

v_c = Velocidad de la criba:

$$V_c = -r_{exc}w_{eje}(\sin(w_{eje}t)) + \frac{r_{exc}}{2l} \sin(2w_{eje}t) \quad [2.2]$$

a_c = Aceleración de la criba:

$$a_c = -r_{exc}a_{eje} \left(\sin(w_{eje}t) + \frac{r_{exc}}{2l} \sin(2w_{eje}t) \right) - r_{exc}w_{eje}^2 \left(\cos(w_{eje}t) + \frac{r_{exc}}{l} \cos(2w_{eje}t) \right) \quad [2.3]$$

Tabla 4.6 Tabla de valores de las variables.

| Elemento | Variable | Valor | Unidades |
|----------|-----------|-------|---------------------|
| | g | 9.8 | (m/s ²) |
| Manivela | r_{exc} | 0.053 | (m) |

| | | | |
|----------------------|------------|------|-----|
| | α_B | 10 | (°) |
| | μ_E | 0.62 | |
| | μ_C | 0.43 | |
| Longitud de la Biela | l | 0.2 | (m) |

Nota. La tabla muestra los valores de las variables para los cálculos matemáticos.

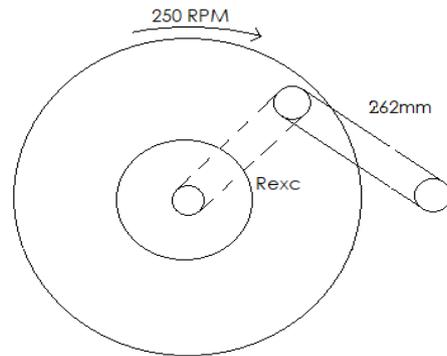


Figura 31. Diagrama de cuerpo de biela manivela

Dónde:

r_{exc} = Radio excéntrico [mm] = 53

ω_1 = Velocidad angular del eje 1 [RPM] = 250

l = Longitud de la biela = 262mm

t = Tiempo

Ecuación aceleración crítica de la criba

a_{cS} = Aceleración de la criba de subida:

$$a_{cS} = \frac{g}{\frac{\cos\alpha_B}{u_E} - \text{sen}\alpha_B} \quad [2.4]$$

a_{cB} = Aceleración de la criba de bajada:

$$a_{cB} = \frac{g}{\frac{\cos\alpha_B}{u_C} - \text{sen}\alpha_B} \quad [2.5]$$

$$a_{cB} < a_C < a_{cS} \quad [2.6]$$

Condiciones del funcionamiento de la criba:

Dónde:

α_B = Ángulo de inclinación del soporte lateral

μ_E = Coeficiente de rozamiento estático

μ_C = Coeficiente de rozamiento dinámico

Haciendo el uso de las ecuaciones (2.4), (2.5) y (2.6) y a su vez sustituyendo los datos pertinentes.

| | | |
|----------|------|----------|
| a_{cS} | 6.92 | $m/s^2]$ |
| a_{cB} | 4.63 | $m/s^2]$ |

$$4.63 < a_c < 6.92 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Se aplica en la ecuación (2.3) en el momento de inicio cuando $t = 0$ (aceleración máxima), y se observa que a_c depende de We_{je} = velocidad angular del eje1, con estas observaciones se determina la velocidad óptima We_{je} , para que cumpla dicha condición y sea tabulado en la siguiente tabla.

Tabla 4.5 Velocidad angular del eje 1

| t(s) | [rpm] | a_c [m/s²] |
|-------------|--------------|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 50 | 0.14 |
| 0 | 100 | 0.56 |
| 0 | 150 | 1.25 |
| 0 | 200 | 2.22 |
| 0 | 250 | 3.47 |
| 0 | 300 | 5.00 |
| 0 | 350 | 6.80 |
| 0 | 400 | 8.88 |
| 0 | 450 | 11.24 |
| 0 | 500 | 13.88 |
| 0 | 550 | 16.79 |
| 0 | 600 | 19.99 |
| 0 | 650 | 23.46 |
| 0 | 700 | 27.20 |
| 0 | 750 | 31.23 |
| 0 | 800 | 35.53 |
| 0 | 850 | 40.11 |
| 0 | 900 | 44.97 |
| 0 | 950 | 50.10 |
| 0 | 1000 | 55.52 |
| 0 | 1080 | 64.75 |

Nota. La tabla muestra valores calculados de a_c (desplazamiento de la criba), en un T(tiempo) cuando es 0 con valores de las RPM (revoluciones por minuto). Tomado de "diseño y construcción de una máquina clasificadora de maíz partido" por Amagandi y Lamiña, 2013, Pag 47.

conclusión:

se observa que en la tabla tenemos $We_{je1} = 300$ [rpm] y que realizando la tabulación obtenemos.

$$a_c = 5[m/s^2]$$

$$4.63 < 5.00 < 6.92 [m/s^2]$$

4.3.1.2 Evaluación de vibración de la máquina.

Es necesario determinar el grado de vibración de la máquina y verificar, si se encuentra en un nivel favorable, esto se puede a través de principio de Rathbone la cual tiene demuestrra con escalas para un ambiente industrial.

$$f = \frac{W_{eje1}}{2\pi} \tag{2.7}$$

Dónde:

f = Frecuencia

$$W_{eje} = 300 \text{ rpm} = 31 \text{ rad/s}$$

f = 4.93 [S⁻¹] es calculado con la velocidad angular.

$$X = r_{exc} * \cos(W_{eje} * t) \tag{2.8}$$

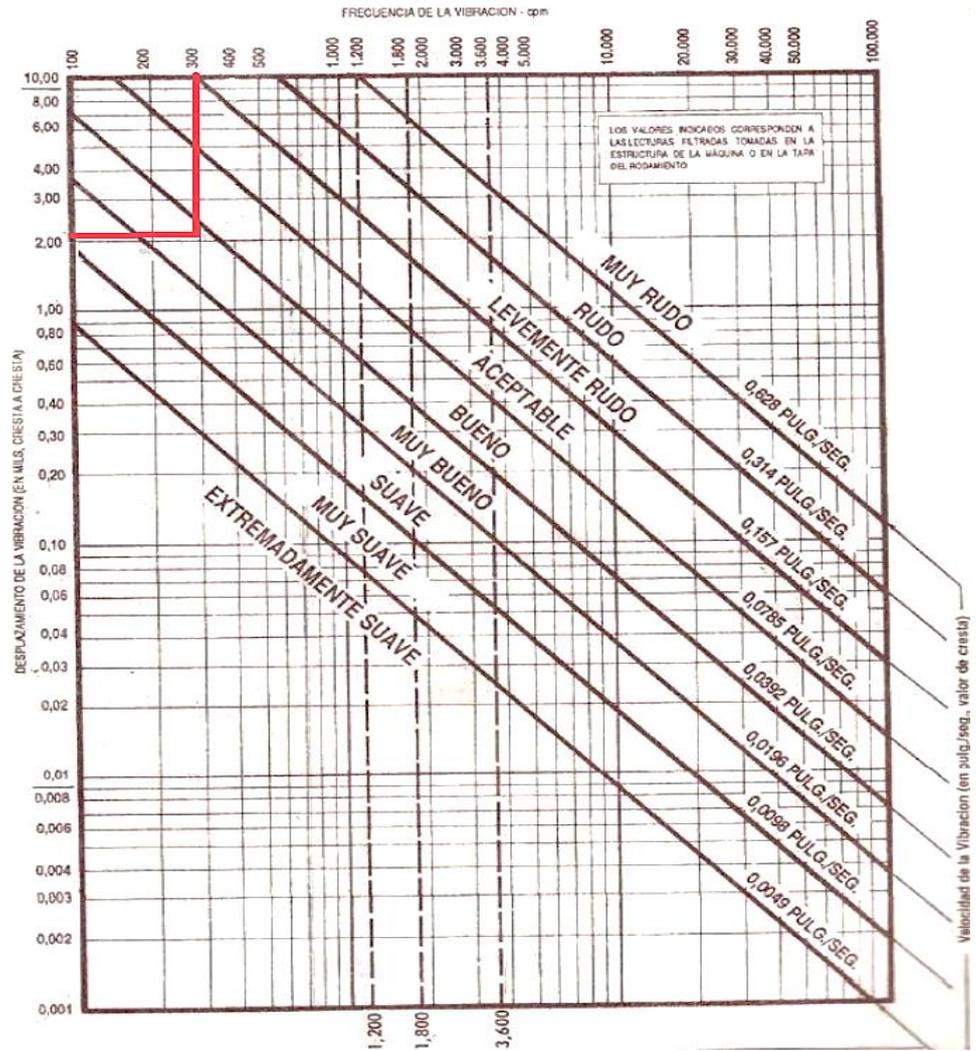
Dónde:

x = Amplitud

$$r_{exc} = 53\text{mm}$$

Reemplazando y en un tiempo t=0 se obtiene una amplitud de 53mm, se obtiene:

$$X = 53\text{mm} = 2.08 \text{ mils}$$



conclusión:

Por lo tanto, con ese resultado se tabula de Rathbone (tabla A-ANEXOS). Obteniendo como resultado que nuestra maquina se encuentra dentro de Muy bueno – Bueno respecto a la vibración.

4.3.1.3 Análisis del sistema biela manivela.

La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos, principalmente desde el punto de vista geométrico sin tener relevancia los momentos que lo han producido.

$$H = r_{exc} \cos\theta + l \cos\phi \tag{2.9}$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{r_{exc}}{l}\right)^2 (\sin\theta)^2} = \cos\phi \tag{2.10}$$

$$F_{43x} = \frac{T.l}{H.r_{exc}} \cdot \frac{\cos\theta}{\text{sen}\theta} \quad [2.11]$$

Dónde:

T = Torque

H = Posición de la criba = 0.25

l = Longitud de la biela = 0.2 m

r_{exc} = Radio excéntrico = 0.052 m

La fuerza de empuje a la cribadora será la componente en la F_{43x}

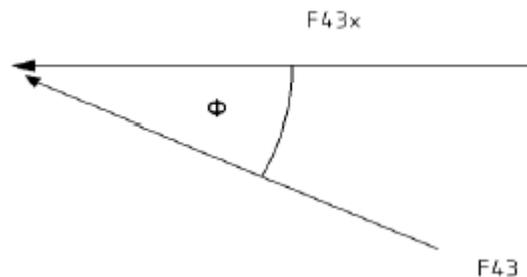


Figura 32. Fuerza de empuje en componente

Fuerza necesaria del peso de los granos de maíz y la inercia de la maquina.

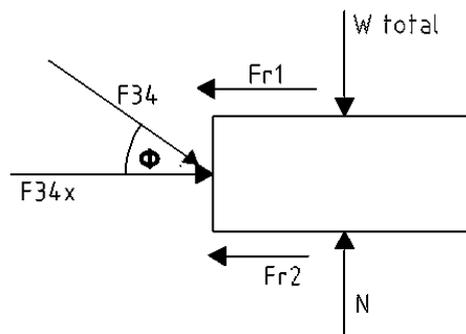


Figura 33. Fuerza a vencer debido al peso de los productos de maíz y la inercia. Tomado de "Diseño y construcción de una máquina clasificadora de maíz partido".

$$F_{43x} = Fr1 + Fr2 = 8840.496 \quad [2.12]$$

F_{43x} = sumatoria de la Fuerza para vencer la masa de los granos de maíz+ Fuerza necesaria para vencer la inercia de la maquina

Fuerza para vencer la masa de los productos:

$$Fr1 = u_E N = 720.10 \text{ N} \quad [2.13]$$

N: Normal

$$N = W = 1160.09 \text{ N}$$

Donde>

W: Peso total de los granos que se tienen sobre en la criba=Fr1

Fuerza inercial del equipo de separación: Fr2

$$Fr2 = mt \cdot ac = 5806.05 \text{ N} \quad [2.14]$$

mt = Masa total de la base de criba = 118.37 kg

ac = Aceleración de la criba = 5 [m/s²]

Reemplazando las ecuaciones 2.9 y 2.10 en 2.11 y despejando T se tiene:

$$T = F43 \left[r_{exc} \cdot \text{sen}\theta + \frac{r_{exc}^2 \cdot (\text{sin}\theta \cdot \text{cos}\theta)}{l \left[1 - \left(\frac{r_{exc}}{l} \right)^2 \text{sen}^2\theta \right]^{\frac{1}{2}}} \right] \quad [2.15]$$

Tabla 4.6 Tabla de valores de Torque máximo.

| θ [°] | T [N.m] |
|--------------|---------|
| 0 | 0.000 |
| 10 | 5.733 |
| 40 | 16.604 |
| 46 | 16.932 |
| 50 | 16.746 |
| 55 | 16.059 |
| 60 | 14.886 |
| 62 | 14.287 |
| 70 | 11.225 |
| 80 | 6.198 |
| 90 | 4.307 |
| 100 | 3.254 |

Nota. La tabla muestra los valores tabulados en la fórmula con valores del ángulo de θ [°] y el torque máximo de [N.m].

Potencia máxima en el eje del sistema de clasificación

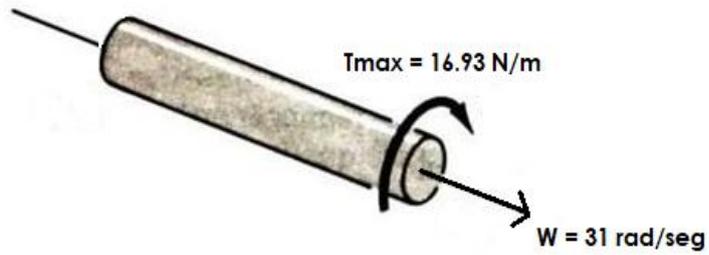


Figura 34. Potencia máxima del eje.

$$P_{max} = T_{max} \cdot W_{eje1} \quad [2.16]$$

Dónde:

wT_{max} = Torque máximo = 16.934

We_{je1} = Velocidad angular del eje 1 = 31rad/s

$P_{max} = 523.9 \text{ w} = 0.7 \text{ hp}$

Potencia máxima en eje 2

$P_{max} = 820.27 = 1.1 \text{ hp}$

Conclusión:

Para el sistema de clasificación se usará una potencia mínima de 0.6 Hp y para el desgranado de 0.8 H, siendo un total de 1.4 Hp.

4.3.1.4 Selección del motor

se debe tener en consideración los rendimientos y el coeficiente de seguridad tal como se detalla en la siguiente formula.

$$P_t = P_{max} * C_s \quad [2.17]$$

| | | |
|------------------|------|------|
| C_s | 1.5 | |
| P_t | 1.4 | [Hp] |
| n_{bandas} | 0.96 | |
| $n_{rodamiento}$ | 0.9 | |
| OTROS | 0.85 | |

$$P_m = \frac{P_t}{n_{\text{general}}} = \frac{2.1}{0.96 \times 0.9 \times 0.85} = 2.85 \text{ Hp} \quad [2.18]$$

Cs = Coeficiente de seguridad

Pm = Potencia del motor

n_{general} = Rendimiento general

n_{bandas} = Rendimiento de las bandas

$n_{\text{rodamientos}}$ = Rendimiento del rodamiento

Pm = 2.9 = 3 Hp

| MARCA | SIEMENS |
|------------|-----------|
| Modelo | 24YK201B |
| Frecuencia | 60 [Hz] |
| Potencia | 3 [Hp] |
| RPM | 1755 |
| Voltaje | 127-220 v |
| Peso | 35 [kg] |

4.3.1.5 Cálculo de la relación de transmisión

Para los cálculos de relación de transmisión, se toma en consideración las velocidades de dos engranajes o poleas conectados entre sí, donde uno de ellos es el conductor o también llamado motriz y el otro que es el conducido, la relación se da por la diferencia de los diámetros de cada elemento que varía con su velocidad de rotación para ello tenemos las siguientes formulas:

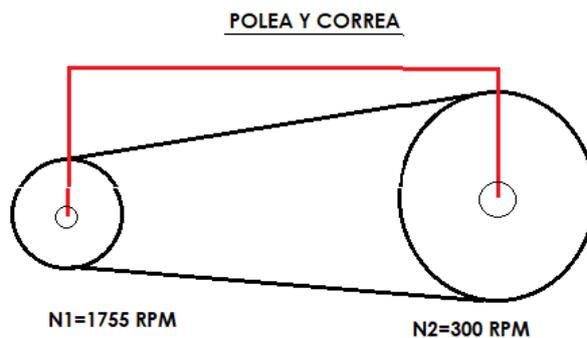


Figura 30. Calculo de relación de transmisión.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1755}{300} = 5.9 = 6 \quad [2.19]$$

Dónde:

i = Relación de transmisión.

n_2 = 300 RPM

n_1 = 1755 RPM

conclusión:

Nuestra relación de transmisión es de 5.85 y recomiendan que i para un funcionamiento adecuado sea entre 1 a 6. Por lo tanto, se encuentra dentro del rango deseado.

4.3.1.6 Cálculo de la potencia de diseño corregido

Este valor esta define como la potencia máxima que se debe de transmitir, teniendo presente las condiciones y consideraciones s del factor de servicio (C_1), como se aprecia en [2.20].

$$PD = P_m * C_1 \quad [2.20]$$

Dónde:

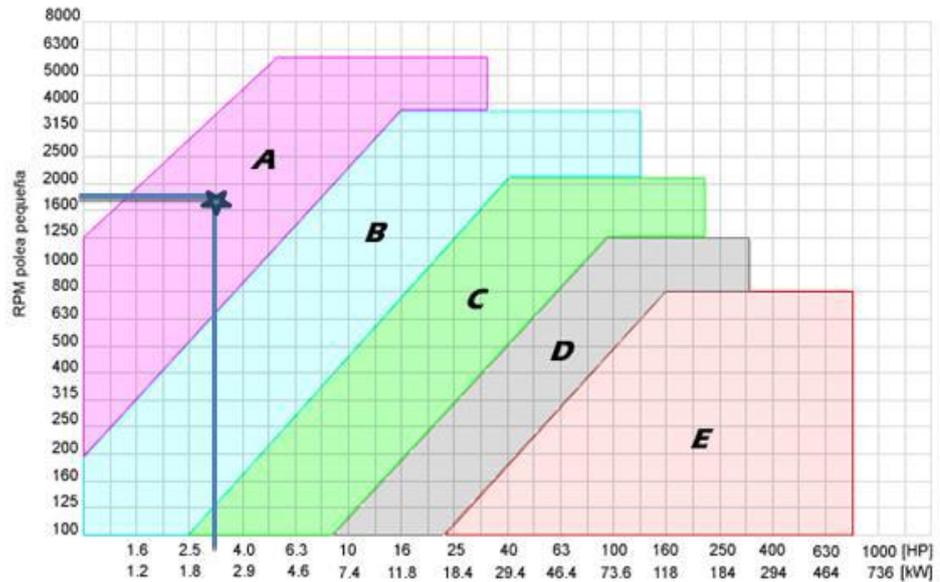
PD = 3 Hp

P_m = 3 Hp

C_1 = 1 factor de servicio para cribas vibratorias y por desplazamiento.

4.3.1.7 Selección de la correa

Tabla 4.7 Tabla de selección de tipo de correa



Nota. En la tabla se muestra en vertical la cantidad de RPM de trabajo del motor y de lado horizontal la potencia en Hp del motor, para la selección se deberá interceptar ambos datos para obtener el tipo de correa. Tomado de catálogo de correas PIRELLI.

$n_1 = 1755 \text{ RPM}$

Pot = 3 Hp

conclusión:

La banda a usar será de tipo A

$$P_{Ncc} = N_{CC} \cdot K_{AC} \cdot K_{LC} \quad [2.21]$$

4.3.1.8 Cálculo y selección de las poleas

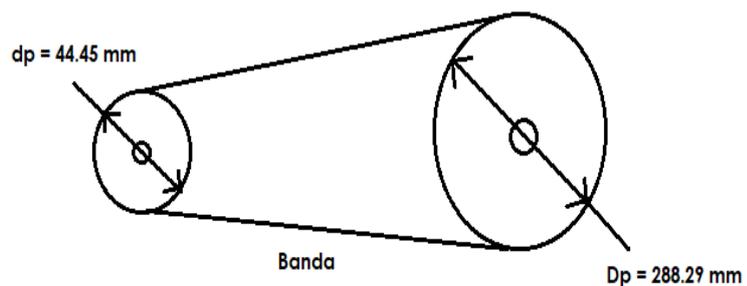


Figura 31. Selección de poleas

$$Dp = i * dp \quad [2.22]$$

Dónde:

$$i = 6$$

$$dp = 44.45$$

$$Dp = 288.29$$

En la elección de la polea por tablas no hay esa media por lo tanto se escoge un número superior 355 mm.

4.3.1.9 Determinar la distancia entre ejes

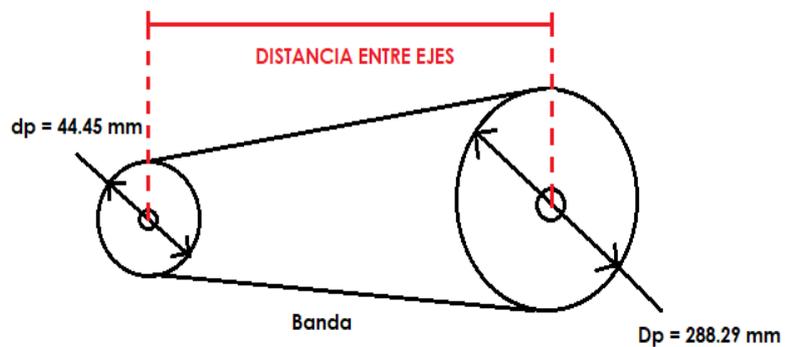


Figura 32. Distancia entre ejes.

Para determinar el tipo de correa flexible que usa cada sistema se debe considerar la distancia entre ejes o distancia entre los centros de la polea, de manera que pueda permitir el uso de la siguiente formula:

- Para i entre 1 a 3

$$C \geq \frac{(i+1)dp}{2} + dp \quad [2.23]$$

- Para i mayor que 3

$$C \geq Dp \quad [2.24]$$

C = Distancia entre ejes = 355mm

Dp = Diámetro de la polea menor-motriz = 44.45 mm

4.3.1.10 Determinar la longitud primitiva de la banda

Se denomina L a la longitud.

$$L = (2 * C) + (1.57 * Dp + dp)) + (Dp - dp) 2 / (4 * c) \quad [2.25]$$

$$L = 2(2 \times 355) + (1.57 \times 355 + 44.45) + (355 - 44.45) 2 / (4 \times 355)$$

C = distancia entre ejes = 355 mm

Dp = diámetro de la polea motriz = mm

dp = diámetro de la polea conducida = 44.45 mm

L = longitud primitiva = 1337.5 mm = 52.65 pulg

4.3.1.11 Calculo de longitud de correa

El coeficiente de 1.3 es por el tipo de banda que se escogió en este caso es del tipo A

Donde:

$$L_p = L + 1.3$$

1.3 = valor según tabla

Tabla 4.9 dimensiones de conversión de longitud

| | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Sección de la banda | A | B | C | D | E |
| Cantidad a sumar | 1.3 | 1.8 | 2.9 | 3.3 | 4.5 |

Nota. La tabla muestra el valor por cada tipo de correa, este valor se suma para tener el paso en pulgadas de la longitud. Tomado de Shigley.

$$L = 52.65 - 1.3$$

$$L = 51.3 \text{ pulg}$$

Conclusión:

La correa será No. A 51 y su longitud normalizada es de Ln = 1295mm

Seguidamente se calcula la distancia entre centros

$$c_c = C \mp \left[\frac{L - L_n}{2} \right] \quad [2.26]$$

$$C_c = 376.3 \text{ mm}$$

4.3.1.12 Velocidad de la banda

cuanto mayor sea la velocidad menor será el número de fajas necesarias, pero no superar la velocidad máxima para que el efecto de la fuerza centrífuga no altere la capacidad de tracción de la correa.

$$v = \frac{0.052 * n1 * Dp}{1000} \quad [2.27]$$

$$V = 32.4 \text{ m/s}$$

Donde:

$$V_{\max} = 25\text{-}30 \text{ m/s para correa de perfil normal}$$

$$V_{\max} = 35\text{-}45 \text{ m/s para correa de perfil estrecho}$$

4.3.1.13 Calculo de tensiones de la banda

El total del esfuerzo tangencial en el perímetro de la polea conductora se produce por la diferencia de las tensiones en la entrada y salida, estos a su vez dependen de coeficiente de rozamiento de la banda y la polea, las tensiones en la banda pueden variar por diferentes factores en toda su longitud.

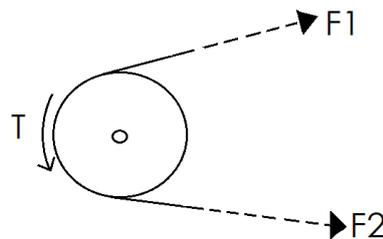


Figura 33. Diagrama de cuerpo libre de tensiones.

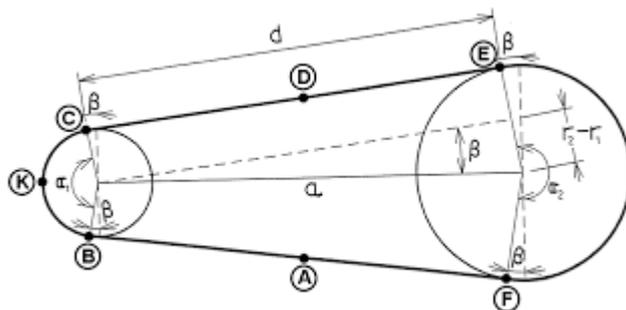


Figura 34. Diagrama para el cálculo de tensiones.

Se procedes primero hallar α_1 :

$$\alpha_1 = 180 + 57 * \left(\frac{Dp-dp}{Cc}\right) > 120^\circ$$

$$180+57x (355-44.45) /376.3$$

$$\alpha_1=135^\circ > 120^\circ$$

$$si \ 57 * \left(\frac{Dp-dp}{Cc}\right) = \beta \quad [2.27]$$

$$B = 44.01$$

$$\alpha_2 = \theta = 180 + 2 * \beta \quad [2.28]$$

$$\alpha_2 = \theta = 288^\circ$$

$$\beta = \frac{\alpha_2 - 180}{2} \quad [2.29]$$

$$\beta = \frac{268-180}{2} = 44.01 =$$

Dónde:

α = Angulo de contacto en la polea mayor

f = Coeficiente de rozamiento entre la banda y la polea de 0 a 0.5 = 0.3

β = Ángulo de contacto de la banda en la polea donde se va a calcular las tensiones [rad].

α = Ángulo de garganta = 38°

Tabla 4.8 Características dimensionales de las gargantas de las poleas para correas trapeciales.

| Perfiles de garganta (Medidas en mm) | | | | | | | | |
|---|--|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Correas trapeciales clásicas Correas trapeciales estrechas | Y | Z SPZ | A SPA | B SPB | C SPC | D | E | |
| Wd Ancho de referencia | 5,3 | 8,5 | 11 | 14 | 19 | 27 | 32 | |
| b_{min} Altura sobre Wd | 1,6 | 2 | 2,75 | 3,5 | 4,8 | 8,1 | 9,6 | |
| h_{min} Correa clásica Correa estrecha | 4,7 | 7 9 | 8,7 11 | 10,8 14 | 14,3 19 | 19,9 | 23,4 | |
| e | 8 | 12 | 15 | 19 | 25,5 | 37 | 44,5 | |
| Tolerancia sobre e | ±0,3 | ±0,3 | ±0,3 | ±0,5 | ±0,5 | ±0,6 | ±0,7 | |
| f | 7 | 8 | 10 | 12,5 | 17 | 24 | 29 | |
| Tolerancia sobre f | ±0,1 | ±0,1 | +2 -1 | +2 -1 | +2 -1 | +3 -1 | +4 -1 | |
| Diámetros de referencia para ángulos de garganta: | α = 38° α = 36° α = 34° α = 32° | - >60 - ≤60 | >80 - ≤80 - | >118 - ≤118 - | >190 - ≤190 - | >315 - ≤315 - | >475 ≤475 - - | >600 ≤600 - - |
| Ø de referencia Clásica mínimo de la polea: Estrecha | 20 | 50 63 | 75 90 | 125 140 | 200 224 | 355 | 500 | |

Nota. Especifica las principales características dimensionales de las gargantas de las poleas para correas trapeciales clásicas (secciones Y, Z, A, S, C, D y E) y correas estrechas (secciones SPZ, SPA, SPB y SPC, que llevan correas específicas). Tomado de la norma UNE 18164:1985:

La fórmula Bandas trapecoidales está dado por:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f x \theta}{\text{sen}(\frac{\alpha}{2})}} \quad [2.30]$$

$$T_1 = 72.06 \text{ T}_2$$

Potencia

$$P_m = (T_1 - T_2) * V \quad [2.31]$$

potencia P_m, [WATTS], tensión está en [NEWTONS]

y la velocidad de la banda en [m/s].

$$P_m = 2237.5 \text{ [W]}$$

$$T_2 = 0.964 \text{ [N]}$$

$$T_1 = 70.022 \text{ [N]}$$

4.3.1.13 Calculo de selección de eje.

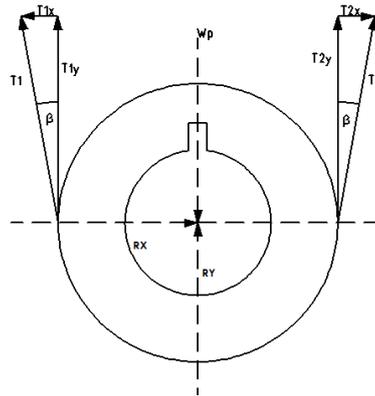


Figura 35. Diagrama de fuerzas en la polea.

peso de la polea: 25 Kg

tensiones halladas en T1 y T2 de la banda

$B = 44^\circ$

$$\sum Fx = 0 \quad R_x = (T_1 - T_2) \operatorname{sen} \beta$$

$$R_x = 47 \text{ N}$$

$$\sum Fy = 0 \quad R_y = W_p - (T_1 + T_2) \operatorname{sen} \beta$$

$$R_y = 26 \text{ N}$$

peso de la del eje sistema de clasificación $W = 28 \text{ Kg}$

F32 = fuerza que emite la biela.

$$R_x = 47 \text{ N} \quad R_y = 26 \text{ N}$$

$$F_1 = 26 \text{ N} \quad F_2 = 274.68 \text{ N}$$

$$F_3 = 431.64 \text{ N}$$

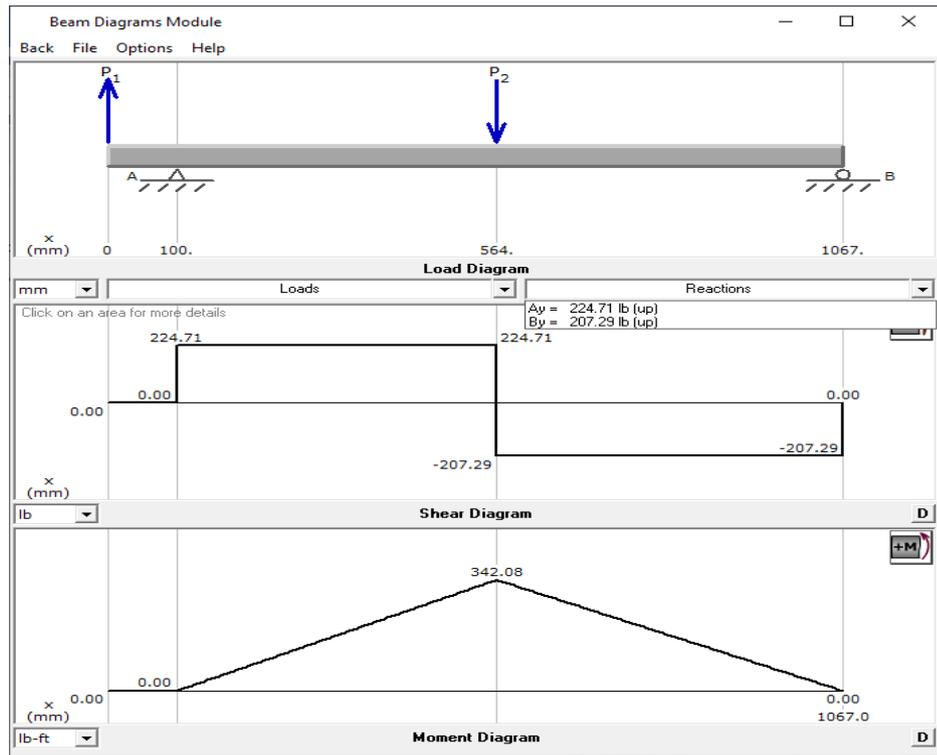


Figura 36. Plano YX Diagrama cortante y flector.

Reacción en A=999.5 N

Reacción en B= 992 N

Por lo tanto, se analiza igualmente en XZ

F1= 47N

F2=8840 N

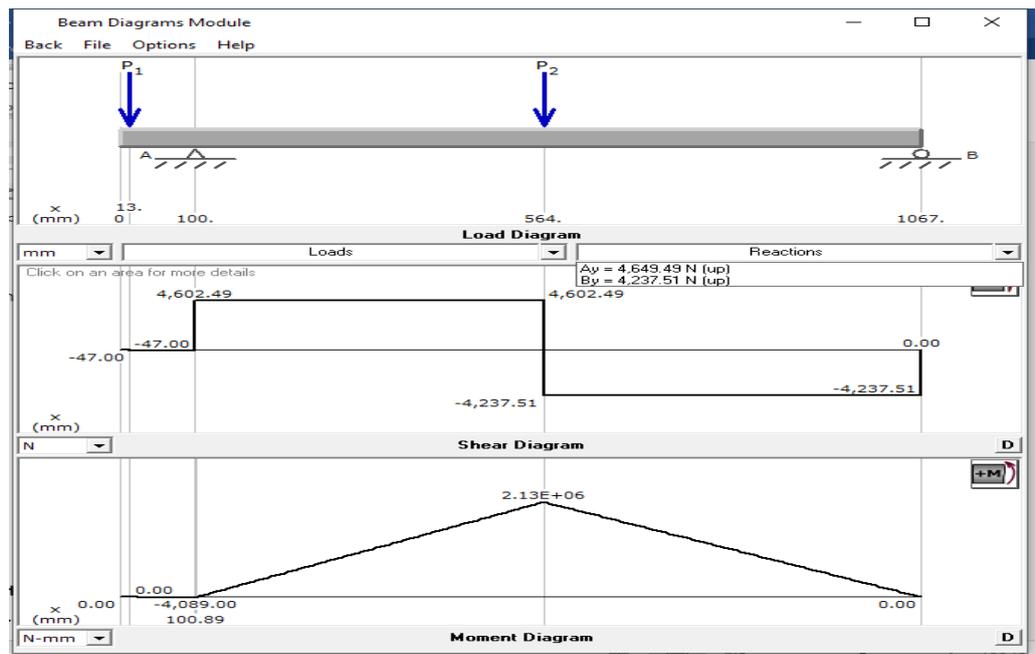


Figura 36. Plano XZ Diagrama cortante y flector

Reacción en A=4649 N

Reacción en B= 4238 N

Conclusión:

El material del eje del sistema de clasificación es acero AISI 1010 de diámetro 25.4 mm

CAPÍTULO V

MODELACION

5.1 Modelación

Para el proceso de modelación se ha tenido que realizar una planificación del trabajo, que consta de actividades que se ira realizando en un tiempo determinado como se puede observar en la tabla.

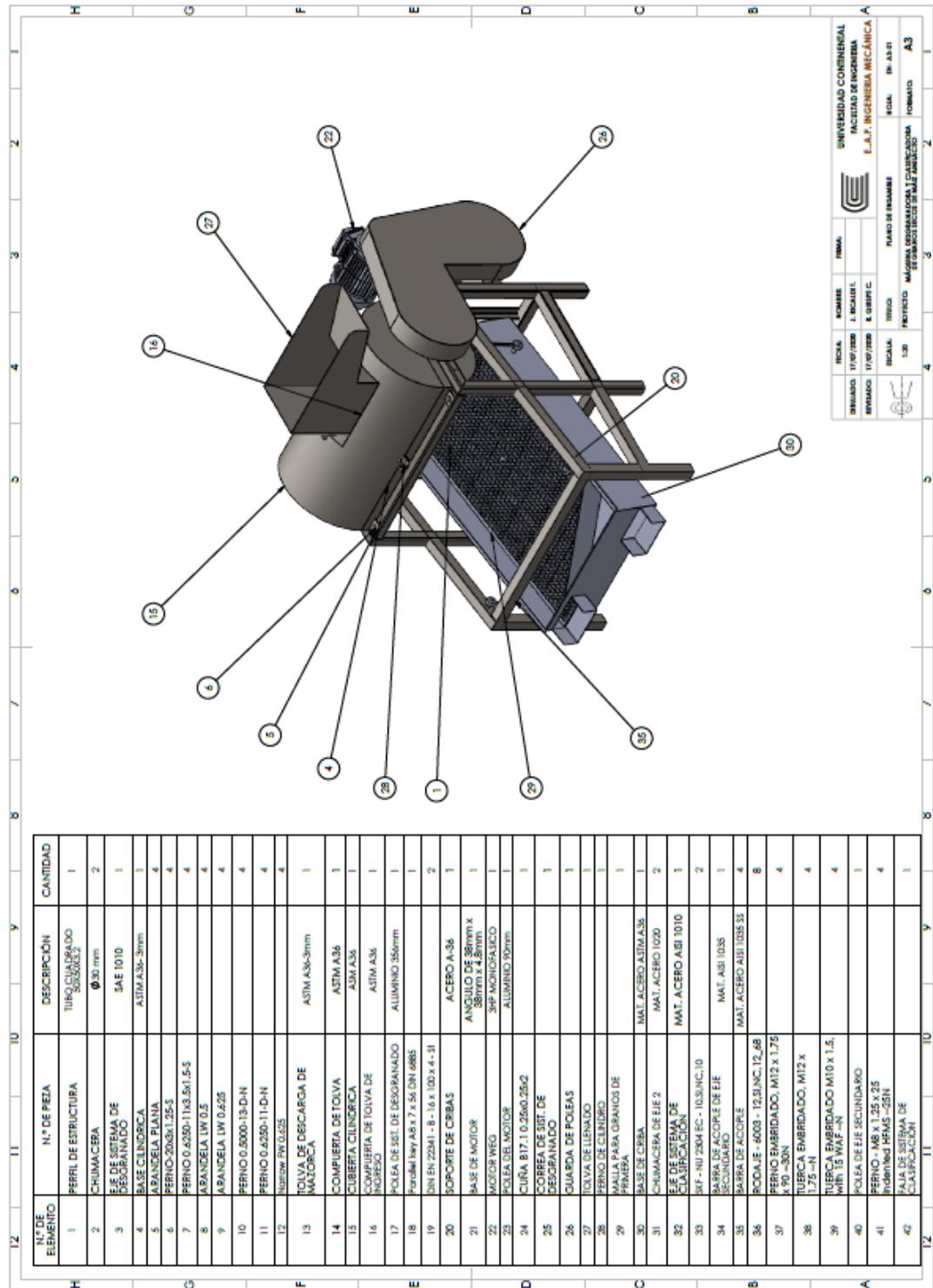
Tabla 5.1 Planificación de trabajo para el diseño según el tiempo de duración por semanas.

| ACTIVIDAD | SEMANAS | | | | | | | | | OBSERVACIONES |
|--------------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Diseño de la estructura | X | | | | | | | | | |
| Diseño de tolva | | X | | | | | | | | |
| Diseño del sistema de desgranado. | | | X | X | | | | | | |
| Diseño del sistema de clasificación. | | | | | X | X | | | | |
| Diseño de la transmisión de potencia | | | | | | | X | | | |
| Diseño de los conductos de | | | | | | | | X | | |
| Ensamblar y probar | | | | | | | | | X | Simular en CAD. |

NOTA. Plantilla de planificación de trabajo para el diseño según el tiempo de duración por semanas. La tabla esta denotado según la cantidad de trabajo por semanas que pueda durar una actividad.

5.1.1 Planos

Los planos de fabricación están diseñados bajo la norma ISO y cada elemento o componente se ha respetado las normas técnicas de diseño, con tolerancias y especificaciones técnicas las cuales deben ser valoradas durante el proceso de fabricación.



A continuación, se detalla la lista de planos de la máquina.

Tabla 5.2 Tabla de especificación de planos.

| CODIGO DEL PLANO | TITULO DETALLADO DE LAMINA |
|-------------------------|---|
| EN-A3-01 | Ensamblaje de la maquina |
| DES-A3-01 | Despiece de la maquina |
| EL-A4-01 | Plano eléctrico del encendido del motor |
| DET-A3-01 | Estructura metálica |
| DET-A3-03 | Eje de sistema de desgranado. |
| DET-A3-04 | Base cilíndrica. |
| DET-A4-13 | Tolva de descarga de mazorca. |
| DET-A4-14 | Compuerta de tolva. |
| DET-A3-15 | Cubierta cilíndrica. |
| DET-A4-16 | Compuerta de tolva de ingreso |
| DET-A4-27 | Tolva de llenado. |
| DET-A4-29 | Malla de granos de primera. |
| DET-A3-30 | Base de criba. |
| DET-A4-32 | Eje de sistema de clasificación. |
| DET-A4-34 | Barra de acople de eje secundario. |
| DET-A4-35 | Barra de acople. |

NOTA. La tabla muestra el listado de planos para el diseño de cada componente de la maquina clasificadora y desgranadora.

Tabla 5.2 Leyenda de planos.

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| ENS | Plano de ensamblaje |
| DES | Plano de despiece |
| EI | Plano eléctrico |
| DET | Plano de detalle |
| GEN | Plano general |
| A3 –A4 | Formato de hoja |
| 01-02...03-04 | Numero de lámina y/o componente |

NOTA. La tabla muestra el listado de planos para el diseño de cada componente de la maquina clasificadora y desgranadora

5.2 Pruebas y resultados

La validación de los cálculos demostró la elección de los componentes, el tipo de material a usar y mediante la simulación se logró corroborar los cálculos.

5.2.1 Pruebas

Con el diseño de los componentes y simulación en un software CAT se procede con el ensamblaje y se realiza los cálculos mediante software.

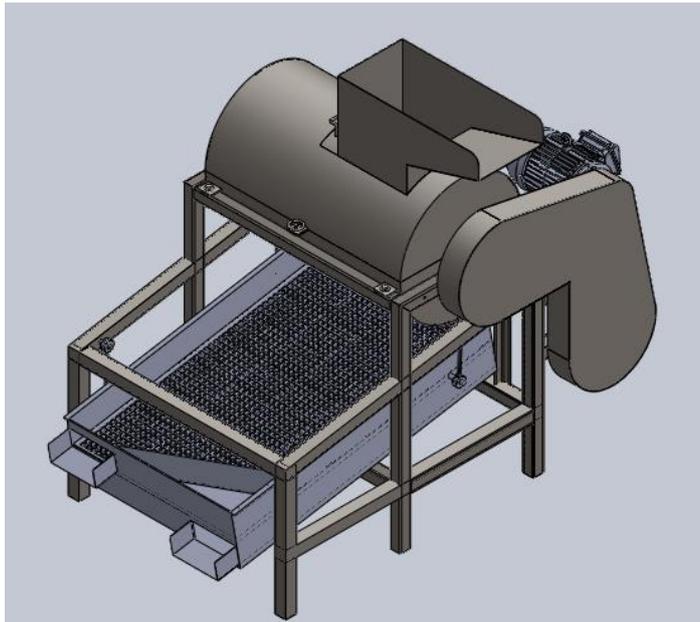


Figura 38. Diseño final de maquina (sistema de desgranado cerrado).

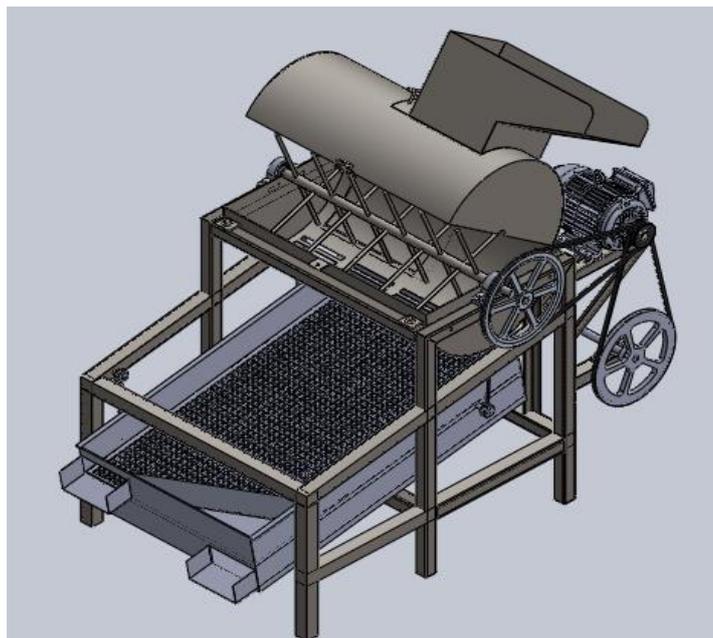


Figura 38. Diseño final de maquina (sistema de desgranado abierto).

Simulación de componentes principales para validación del factor de seguridad en componentes mas criticos de trabajo en la maquina.

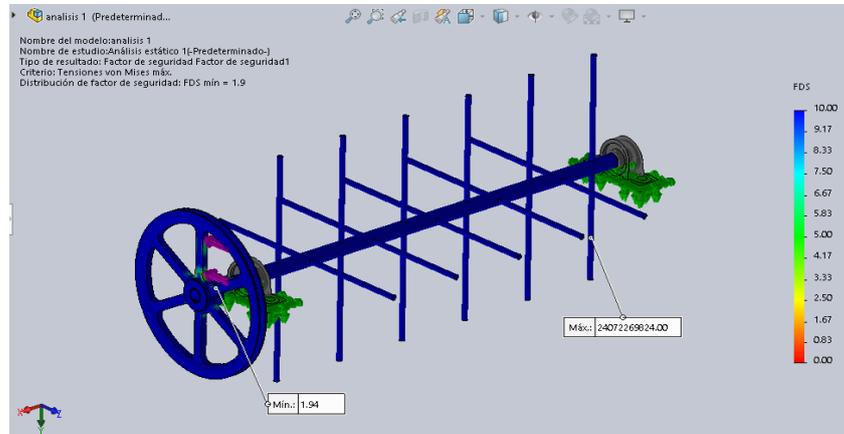


Figura 39. Simulación de eje principal del sistema de desgranado. (punto crítico de la maquina)

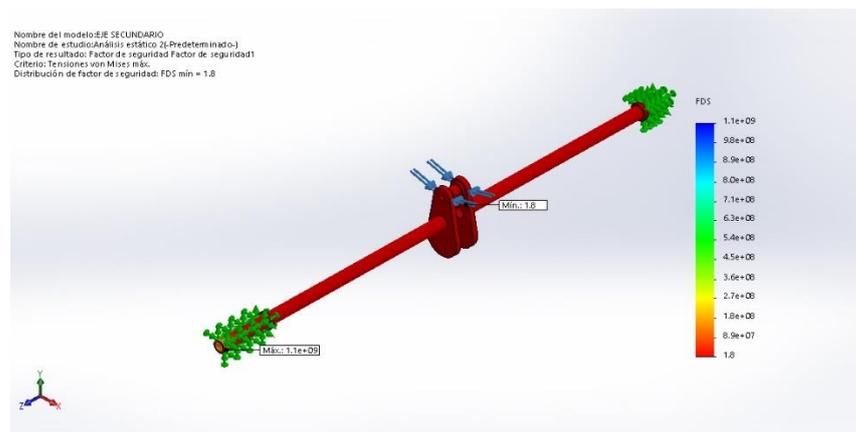


Figura 40. Simulación de eje de clasificación (punto de articulación de cribas)

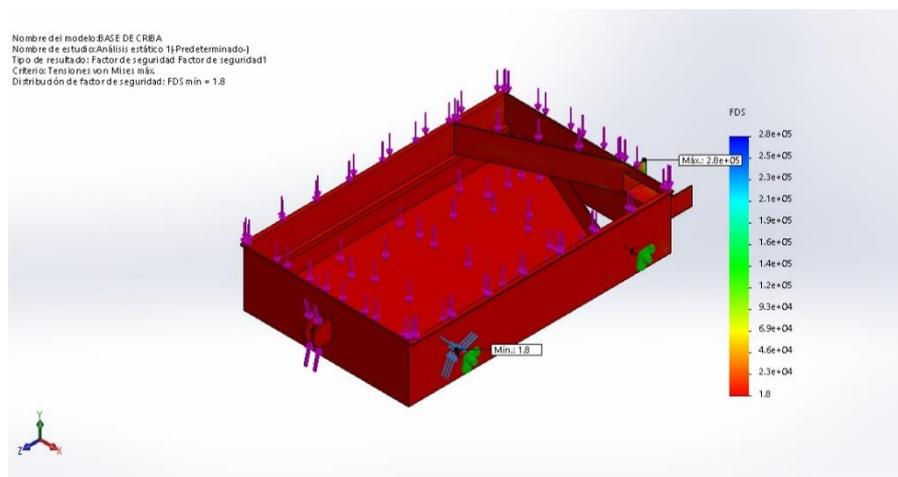


Figura 41. Simulación de la base de cribas (recepción para clasificación).

5.2.2 Resultados

Los resultados del trabajo fueron óptimos, ya que nuestros objetivos fueron desarrollados, como a continuación se detalla:

- a. Se logro diseñar una máquina para optimizar los procesos de desgranado y clasificación de granos secos de maíz amiláceo con producción de 500 kg/h para el Valle de Mantaro.
- b. Se logro elegir el sistema de alimentación de la máquina para el desgranado y clasificación del maíz.
- c. Se determinó la capacidad la capacidad de la tolva para el ingreso del maíz amiláceo.
- d. Se determinó el proceso del desgranado para evitar demasiado daño de los granos de maíz.
- e. Se diseñó el sistema de clasificación de granos para que logre seleccionar por tamaño, después que la máquina realice el proceso de desgranado.
- f. Mediante nuestros cálculos se logró diseñar el sistema de transmisión de potencia de la máquina para lograr ambos procesos.
- g. Se determina los conductos de salida para los granos seleccionados por tamaño y las corontas.

CONCLUSIONES.

Después de haber seguido los pasos de la metodología VDI 2221 se llegó a determinar por medio de la matriz morfológica, la secuencia de operaciones de nuestra máquina y el tipo de trabajo que realiza cada componente y se determinó que nuestro sistema de desgranado es por fricción que reduce la cantidad de merma en un 15 % en comparación de las máquinas que generalmente realizan por impacto. También se determinó que nuestro sistema de clasificación de granos debe ser por criba, accionado por el sistema de biela manivela que mediante los análisis se determinó que es el más apropiado, ambos subsistemas serán accionados por un motor eléctrico de 220V de 3Hp. Además que estas alternativas se adaptan a los objetivos que fueron planteados en este trabajo de investigación.

El objetivo principal fue abordado al 100%, ya que se logró diseñar la máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo, esta máquina cumple los requerimientos que se desarrollaron median la lista de exigencia.

El funcionamiento de la máquina está direccionado a una producción de 500kg /h de granos secos con una humedad del 15%.

Mediante el análisis se logró diseñar cada uno de los elementos de la máquina, para finalmente ensamblarlos haciendo uso de un simulador CAD y poder observar el funcionamiento de la máquina.

En el valle del Mantaro región Junín los agricultores productores de granos secos de maíz actualmente podrán contar con un diseño de fácil maniobrabilidad que realice ambos procesos de desgranado y clasificado para mejorar sus tiempos de producción y sobre todo de cuidar su salud por las posturas adoptadas cuando realizaban de forma manual.

TRABAJOS FUTUROS.

Después de haber concluido con el diseño de la maquina queda una posibilidad de la continuación de alguna line y deja la posibilidad de continuar trabajando en el desarrollo de esta investigación. Seguido presento una lista de trabajos futuros que no han sido considerados por exceder de los alcances en este trabajo de investigación.

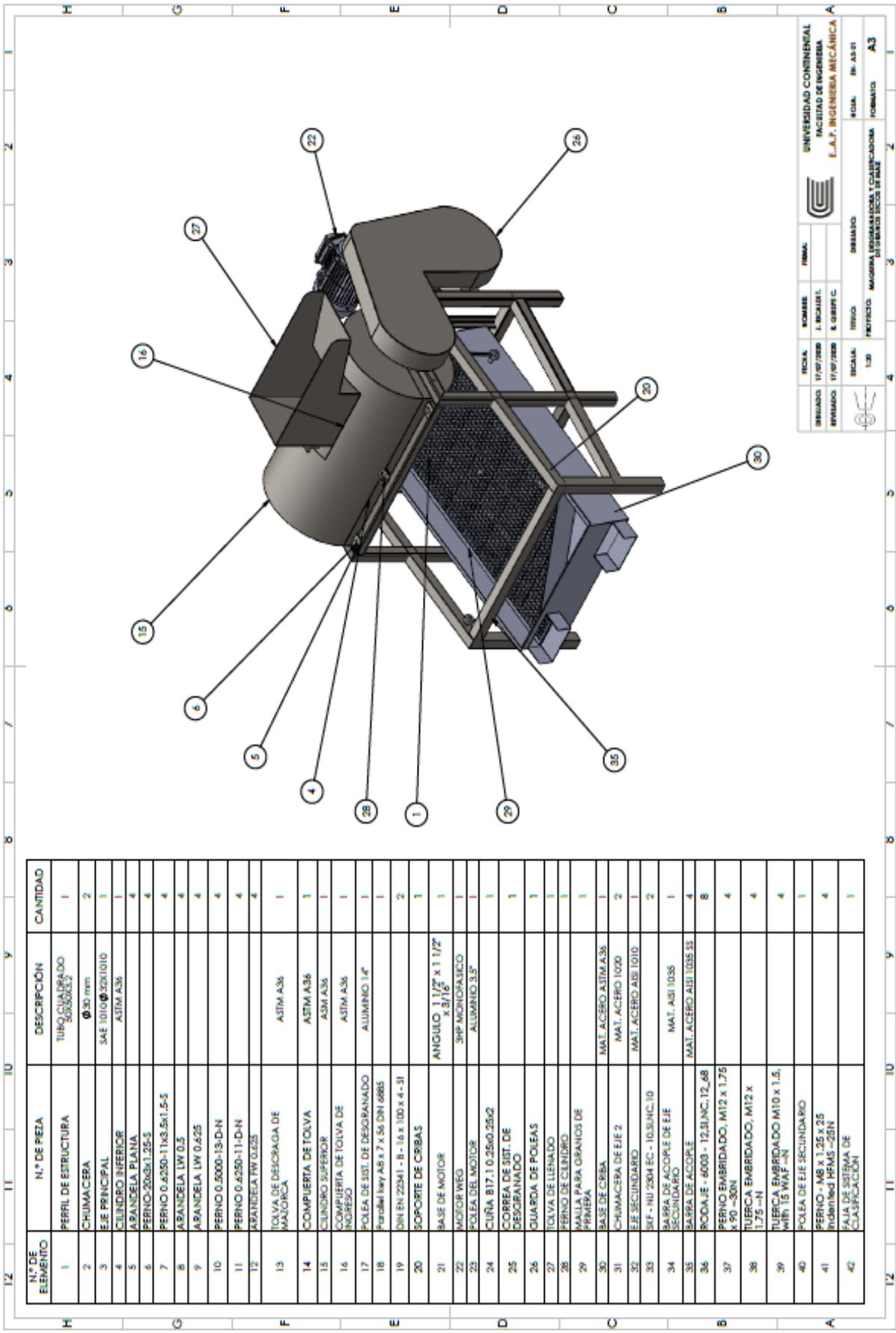
- Diseñar un sistema de captación de mermas del producto después de los procesos de desgranado y clasificado.
- Diseñar un tercer conducto para la clasificación de granos secos con morfología aplicado para granos de tercera según la NTP.
- Realizar la fabricación de la máquina, seguido de la implantación en los agricultores productores de granos secos de maíz amiláceo del valle del Mantaro.
- Aplicar el diseño y metodología para productos diferentes a los granos secos de maíz, con humedad del 15 a 20%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1). HUAMANCHUMO, C. La cadena de valor de maíz en el Perú. Lima : Luis Morán (IICA), 2013.
- (2). MELTON, S y TAPIA, E. Implementación de una máquina agrícola de bajo costo para el proceso de desgranado de maíz seco suave originario de la sierra ecuatoriana. Quito-Ecuador : Enfoque UTE, 2017.
- (3). PEREZ, S, CHOLCA, L y MANTILLA, G. Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz. PEREZ, S, CHOLCA, L y MANTILLA, G. 18, Quito : INGENIUS, 2017, Vol. 1. 1390860X.
- (4). LOPEZ, V. Diseño y simulación de una máquina clasificadora vibratoria de granos de maíz según el tamaño. Quito-Ecuador : s.n., 2015.
- (5). VERGARA, L. " Diseño de una Bicidesgranadora para Poblaciones Rurales ". Trujillo-Peru : s.n., 2018.
- (6). BARRERA, F, y otros. DISEÑO DE UNA MAQUINA DESGRANADORA DE MAIZ SECO PARA MEJORAR EL TIEMPO DEL DESGRANADO EN EL ANEXO DE COYLLOR, DISTRITO DE SAN AGUSTIN DE CAJAS. Huancayo-Peru : s.n., 2014.
- (7). SAL, J y ROSAS, B. Diseño de una zaranda separadora para el incremento de la calidad de alimentos balanceados. Lima : s.n., 2018.
- (8). DIRECCION GENERAL DE PROYECCION Y SERVICIOS AGRARIOS. INIA 606 Choclero prolifero. Huancayo : s.n., 2004.
- (9). FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2015.
- (10). BARRON, E. Producción de semilla certificada de maíz por pequeñas organizaciones de productores: Caso "Impulsora Agrícola el Prograso S.P.R. de R.L.". s.l. : Leticia Deschamps Solórzano, 2010.
- (11). AMANGANDI, J y LAMIÑA, F. Diseño y construcción de una máquina clasificadora de maíz partido. Riobamba-Ecuador : s.n., 2013.
- (13). PÉREZ, F y HEDESA, J. El experimento en el proceso de enseñanza de la química. La Habana : sello editor Educación Cubana, 2010. ISBN 978-959-18-0542-3.
- (14). DE LA CRUZ, C. Metodología de la investigación tecnológica en ingeniería. C. HUANCAYO : INGENIUS, 2016. ISSN 2519-1403.
- (15). <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>. [En línea]

- (16). MINISTERIO DE AGRICULTURA. Maíz amiláceo. [En línea] [Citado el: 08 de 05 de 2020.] www.minag.gob.pe.
- (17). SINGIERESU, S. *Mechanical Vibrations*. Boston : Pearson Education, 2010.

ANEXOS



| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | PERIL DE ESTRUCTURA | TURNO CUADRADO 5050503 | 1 |
| 2 | CHUMACERA | Ø30 mm | 2 |
| 3 | EJE PRINCIPAL | SAE 1010 Ø 32X1010 | 1 |
| 4 | CILINDRO INFERIOR | ASTM A36 | 1 |
| 5 | ARANDELA PLANA | ASTM A36 | 4 |
| 6 | PERNO 20x8x1.25-5 | | 4 |
| 7 | PERNO 0.4250-11x3.5x1.5-5 | | 4 |
| 8 | ARANDELA LW 0.5 | | 4 |
| 9 | ARANDELA LW 0.625 | | 4 |
| 10 | PERNO 0.5000-13-D-N | | 4 |
| 11 | PERNO 0.4250-11-D-N | | 4 |
| 12 | ARANDELA HW 0.625 | | 4 |
| 13 | TOVA DE DESCRAGA DE MAIORÇA | ASTM A36 | 1 |
| 14 | COMPUERTA DE TOLVA | ASTM A36 | 1 |
| 15 | CILINDRO SUPERIOR | ASTM A36 | 1 |
| 16 | COMPUERTA DE TOLVA DE 3ºRESO | ASTM A36 | 1 |
| 17 | POLEA DE SIST. DE DESGRANADO | ALUMINO 14" | 1 |
| 18 | Parafuso 1/4x 7 x 55 DIN 6885 | | 1 |
| 19 | SIN EN 22841 - 8 - 16 x 100 x 4 - 31 | | 2 |
| 20 | SOPORTE DE CRIBAS | | 1 |
| 21 | BASE DE MOTOR | ANGULO 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" | 1 |
| 22 | MOTOR WEG | 3HP MONOFASICO | 1 |
| 23 | POLEA DEL MOTOR | ALUMINO 3.5" | 1 |
| 24 | CUÑA B17.1 0.25x0.25x2 | | 1 |
| 25 | CORREA DE SIST. DE DESGRANADO | | 1 |
| 26 | GUARDA DE POLEAS | | 1 |
| 27 | TOVA DE LLENADO | | 1 |
| 28 | PERNO DE CENDRO | | 1 |
| 29 | MAJLA PARA GRANOS DE PRIMERA | | 1 |
| 30 | BASE DE CRIBA | MAT. ACERO ASTM A36 | 1 |
| 31 | CHUMACERA DE EJE 2 | MAT. ACERO 1020 | 2 |
| 32 | EJE SECUNDARIO | MAT. ACERO AISI 1010 | 1 |
| 33 | 8F - NU 2504 EC - 10.5/NC. 10 | | 2 |
| 34 | BARRA DE ACOPLER DE EJE SECUNDARIO | MAT. AISI 1035 | 1 |
| 35 | BARRA DE ACOPLER | MAT. ACERO AISI 1035 33 | 4 |
| 36 | RODAJE - 6003 - 12.5/NC. 12_68 | | 8 |
| 37 | PERNO EMBRIDAD. M12 x 1.75 x 90 -30N | | 4 |
| 38 | TUBERCA EMBRIDADO, M12 x 1.75 -N | | 4 |
| 39 | TUBERCA EMBRIDADO M10 x 1.5, with 15 WAF -N | | 4 |
| 40 | POLEA DE EJE SECUNDARIO | | 1 |
| 41 | PERNO - M8 x 1.25 x 25 (IDENTIF PFGS -25N) | | 4 |
| 42 | PLAJA DE SISTEMA DE CLASIFICACION | | 1 |

UNIVERSIDAD CONENORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E.A.P. INGENIERIA MECANICA

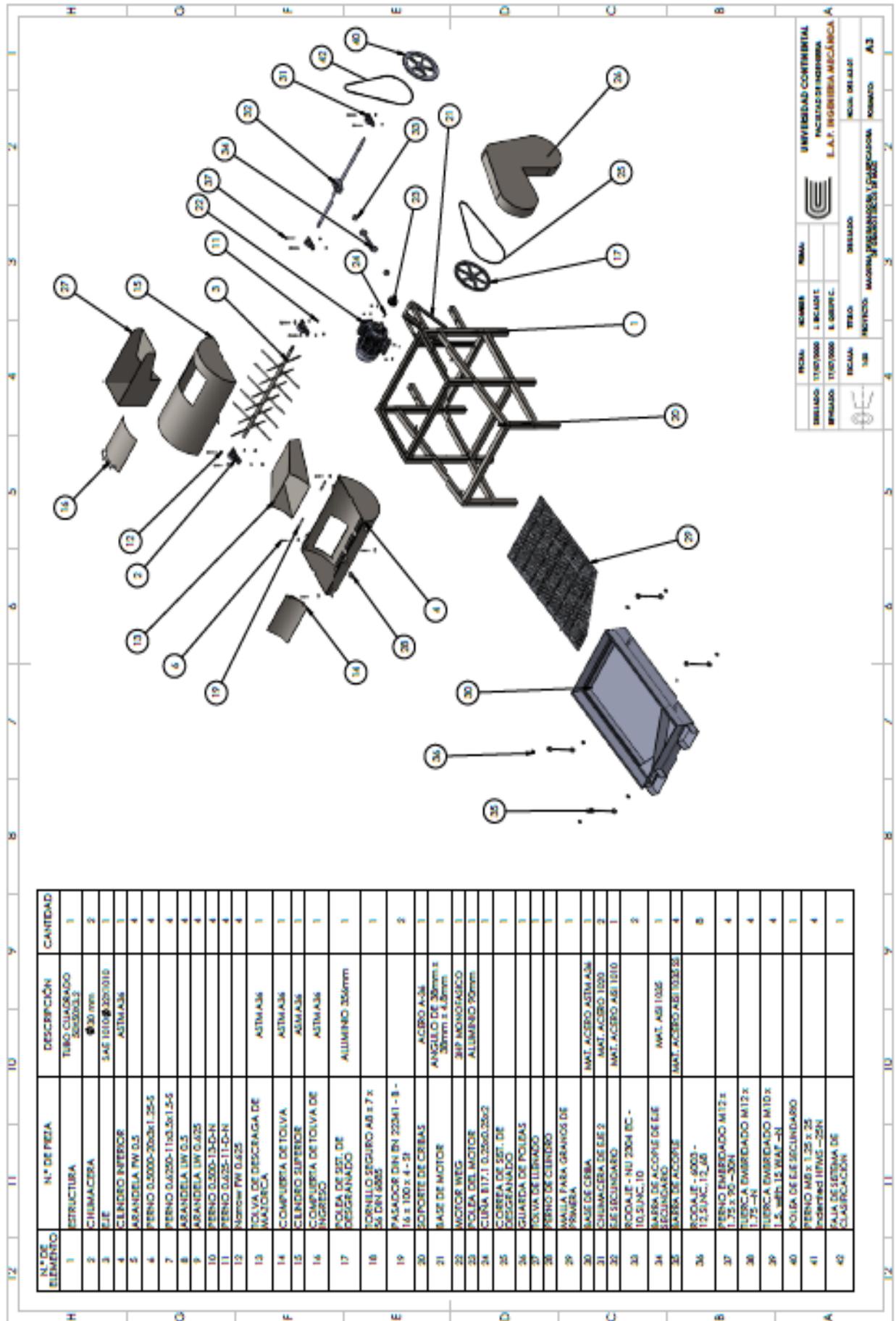
DISEÑADO: 17/07/2020 L. RICARDO L.
 REVISADO: 17/07/2020 E. GUSTAVO C.

DISEÑADO: 17/07/2020
 REVISADO: 17/07/2020

FECHAS: 17/07/2020
 AUTORES: L. RICARDO L. E. GUSTAVO C.

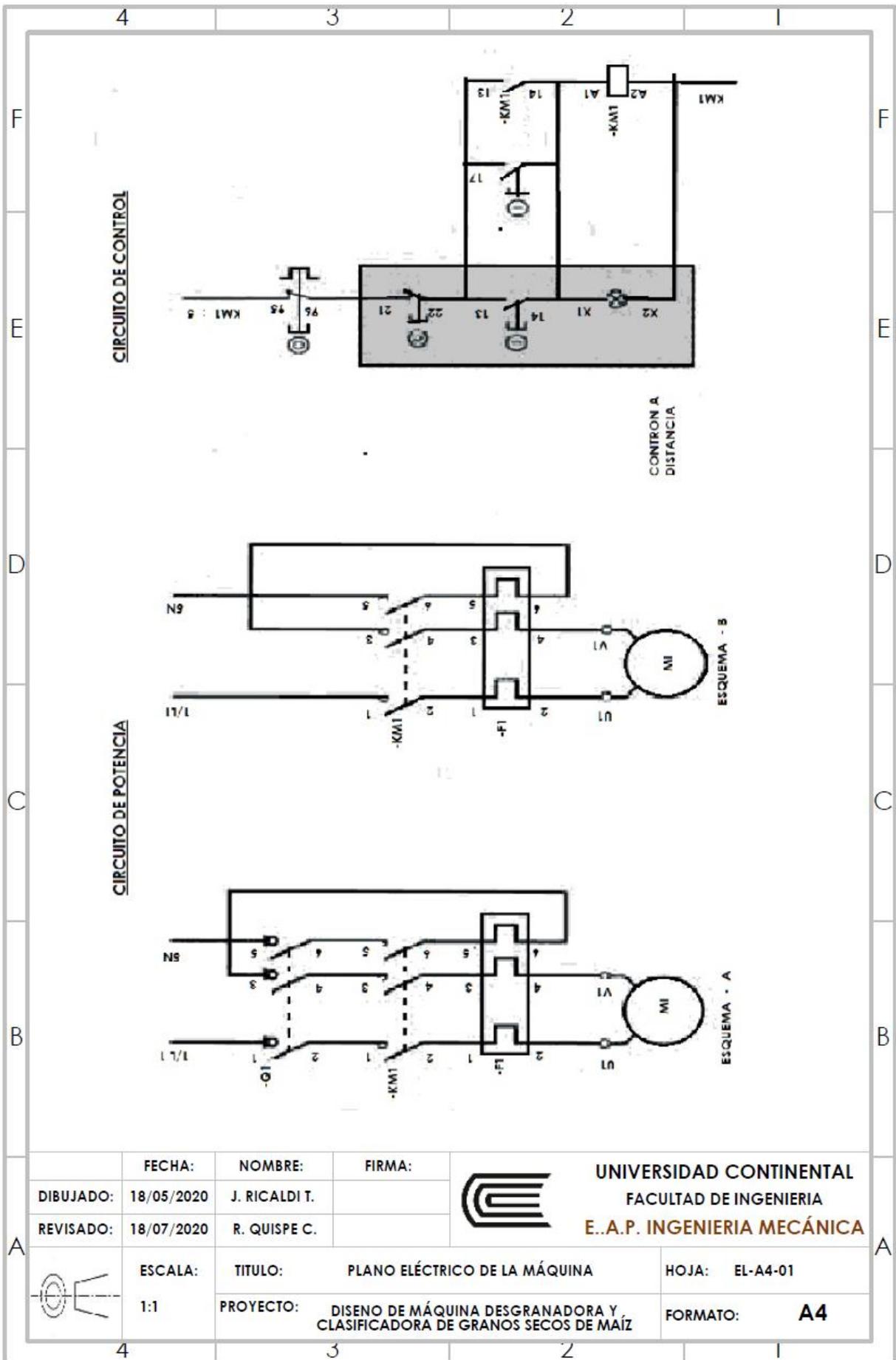
TITULO: MAQUINA DE GRANADO Y CLASIFICACION DE CEREAL
 ESCALA: 1:30
 HOJA: 08 DE 08

NOMBRE: A3



| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|---|-----------------------------|----------|
| 1 | STRUCTURA | TUBO CUADRADO 30x30x3,2 | 1 |
| 2 | CHUMACERA | Ø30 mm | 2 |
| 3 | EJE | S45 1010 Ø20/30/10 | 1 |
| 4 | CILINDRO INFERIOR | ASTM A36 | 1 |
| 5 | ARANDIELA PW 0,5 | | 4 |
| 6 | PERNO 0,5000-20x31,25-5 | | 4 |
| 7 | PERNO 0,6250-11x3,5x1,5-5 | | 4 |
| 8 | ARANDIELA LW 0,5 | | 4 |
| 9 | ARANDIELA LW 0,25 | | 4 |
| 10 | PERNO 0,500-13,0x4 | | 4 |
| 11 | PERNO 0,25-11,0x4 | | 4 |
| 12 | Arandela PW 0,25 | | 4 |
| 13 | TOLVA DE DESCARGA DE MAZORCA | ASTM A36 | 1 |
| 14 | COMPUERTA DE TOLVA | ASTM A36 | 1 |
| 15 | CILINDRO SUPERIOR | ASTM A36 | 1 |
| 16 | COMPUERTA DE TOLVA DE INGRESO | ASTM A36 | 1 |
| 17 | TOLVA DE SOT. DE DESGRANADO | ALUMINO 206mm | 1 |
| 18 | TORNILLO SEGURO A8 x 7 x 35 DIN 6885 | | 1 |
| 19 | PASADOR DIN 22341 - B - 16 x 100 x 4 - 2 | | 2 |
| 20 | SOPORTE DE CEBRAS | ACERO A-36 | 1 |
| 21 | BASE DE MOTOR | ANILLO DE 30mm x 30mm x 4,8 | 1 |
| 22 | MOTOR WEG | 3HP MONOFASICO | 1 |
| 23 | TOLEA DEL MOTOR | ALUMINO 90mm | 1 |
| 24 | CUNA B17.1 0,25x0,25x2 | | 1 |
| 25 | CORREA DE SOT. DE DESGRANADO | | 1 |
| 26 | GUARDA DE POLEAS | | 1 |
| 27 | OLVA DE LLENADO | | 1 |
| 28 | PERNO DE CILINDRO | | 1 |
| 29 | MALLA PARA GRANOS DE PAMBÁ | | 1 |
| 30 | BASE DE CIEBA | MAT. ACERO ASTM A36 | 1 |
| 31 | CHUMACERA DE EJE 2 | MAT. ACERO 1020 | 2 |
| 32 | EJE SECUNDARIO | MAT. ACERO A8 1010 | 1 |
| 33 | RODILLO - NU 2304 EC - 10,5x16,10 | | 2 |
| 34 | VARA DE ACCOPE DE EJE SECUNDARIO | MAT. A8 1026 | 1 |
| 35 | BARBA DE ACCOPE | MAT. ACERO A8 1026 B | 4 |
| 36 | RODILLO - 6003 - 12,5x16,12,6 | | 8 |
| 37 | PERNO EMERGENCIA M12x 1,75 x 90 - 304 | | 4 |
| 38 | BUJIA EMERGENCIA M12x 1,75 - N | | 4 |
| 39 | BUJIA EMERGENCIA M10x 1,5 - M8,15 MAT - N | | 4 |
| 40 | POLEA DE EJE SECUNDARIO | | 1 |
| 41 | PERNO M8 x 1,25 x 25 - 304 | | 4 |
| 42 | PLACA DE SISTEMA DE CLASIFICACIÓN | | 1 |

| | | | |
|-----------|--------------|--------------|---|
| FECHA: | NUMERO: | REVISA: | UNIVERSIDAD CENTRAL |
| DESEÑADO: | 1. DISEÑADO: | 2. DISEÑADO: | INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS |
| IMPRESO: | 3. DISEÑADO: | 4. DISEÑADO: | L.A.P. INDUSTRIA MECÁNICA |
| ESCALA: | 5. DISEÑADO: | 6. DISEÑADO: | FECHA: 08/12/2017 |
| TÍTULO: | 7. DISEÑADO: | 8. DISEÑADO: | COMANDO: A3 |



CIRCUITO DE CONTROL

CONTROL A DISTANCIA

CIRCUITO DE POTENCIA

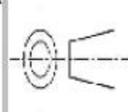
ESQUEMA - B

ESQUEMA - A

| | | | |
|-----------|------------|---------------|--------|
| | FECHA: | NOMBRE: | FIRMA: |
| DIBUJADO: | 18/05/2020 | J. RICALDI T. | |
| REVISADO: | 18/07/2020 | R. QUISPE C. | |

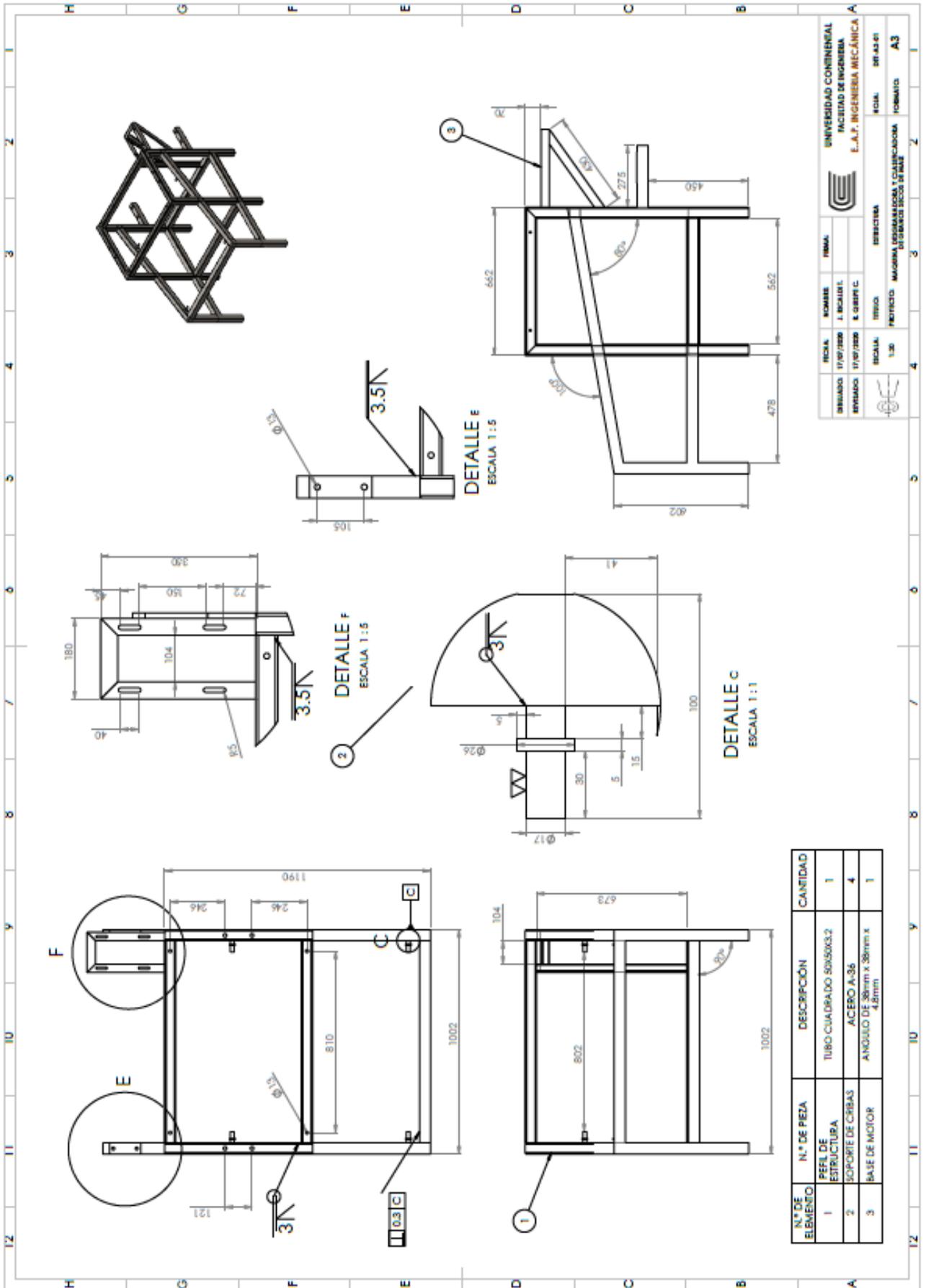


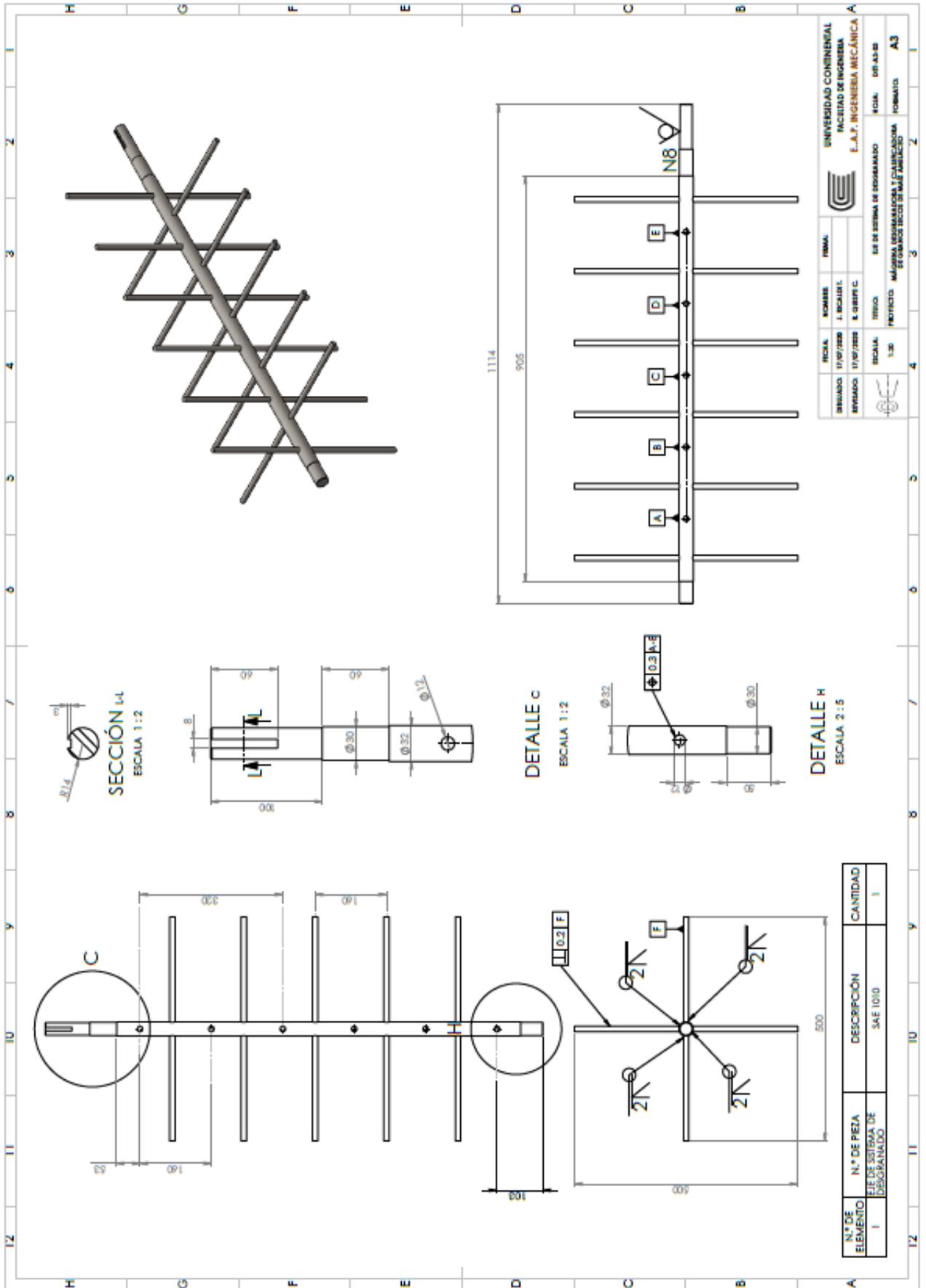
UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
E..A.P. INGENIERIA MECÁNICA

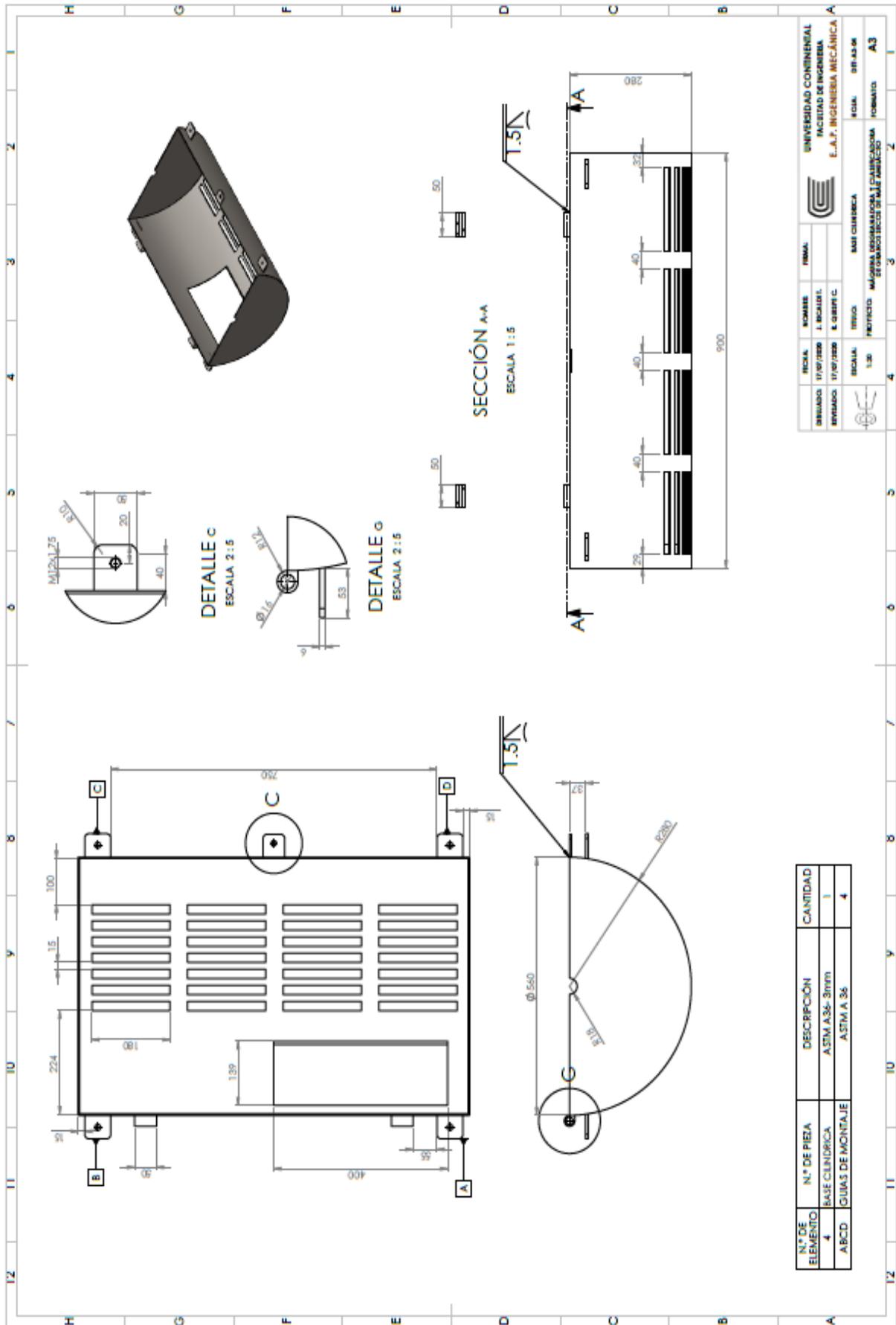


ESCALA: 1:1
TITULO: PLANO ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA
PROYECTO: DISEÑO DE MÁQUINA DESGRANADORA Y CLASIFICADORA DE GRANOS SECOS DE MAÍZ

HOJA: EL-A4-01
FORMATO: A4

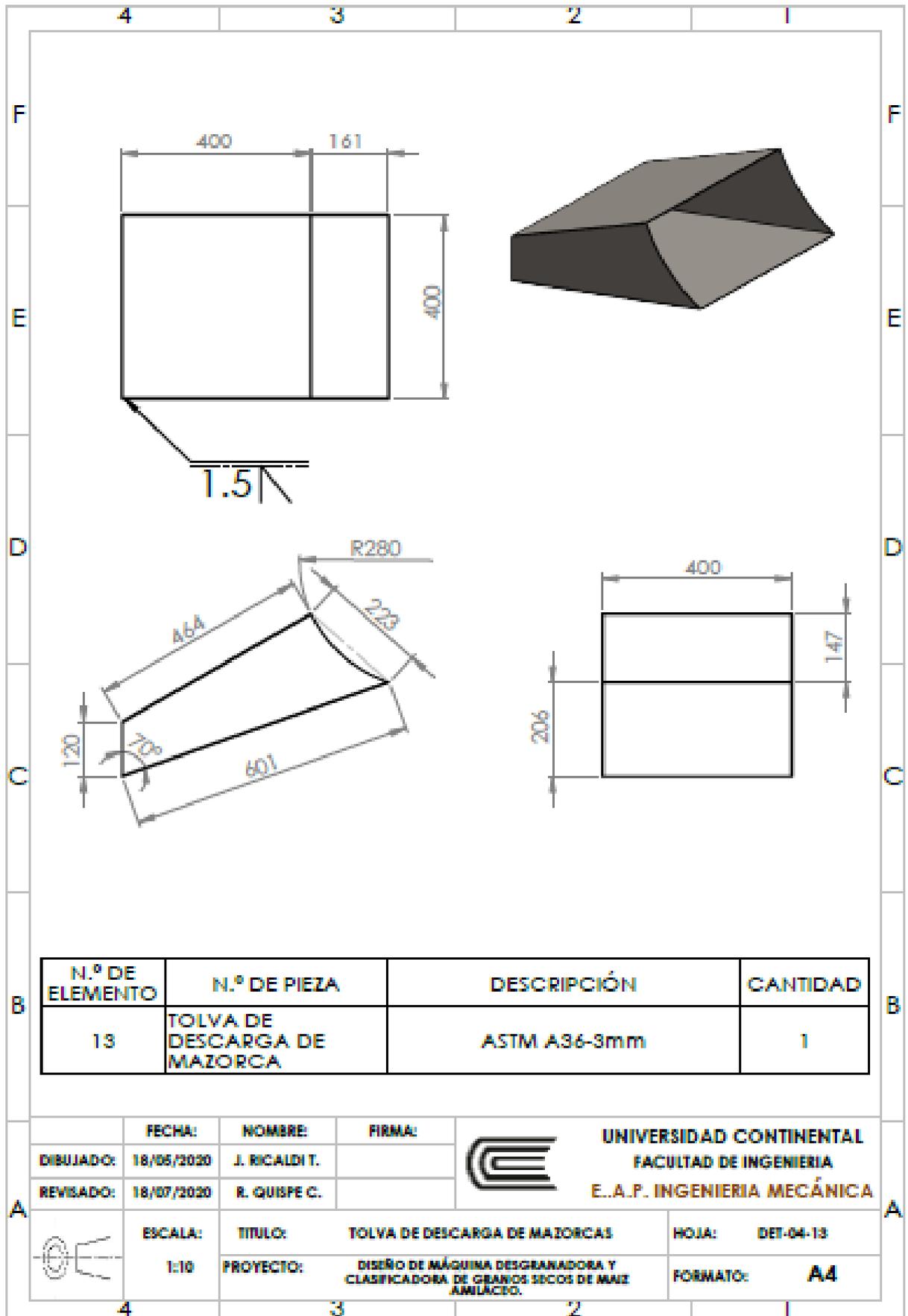






| | | | |
|--------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|
| FECHA: | NOMBRE: | TRABAJO: | UNIVERSIDAD CONTINENTAL |
| DESARROLLADO: 17/07/2020 | J. RICARDO L. | | FACULTAD DE INGENIERIA |
| REVISADO: 17/07/2020 | R. OSWALD C. | | E.A.T. INGENIERIA MECANICA |
| ESCALA: | TITULO: | MATERIA CURSIVA: | ESCALA: |
| 1:30 | PROYECTO: MAQUINA DE COMBINACION DE CLASIFICACION DE OBJETOS | DE COMANDO TECNICO DE MAQUINARIO | FORMATO: A3 |

| Nº DE ELEMENTO | Nº DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|----------------|------------------|-----------------|----------|
| 4 | BASE CILINDRICA | ASTM A 36- 37mm | 1 |
| ABCD | GUÍAS DE MONTAJE | ASTM A 36 | 4 |



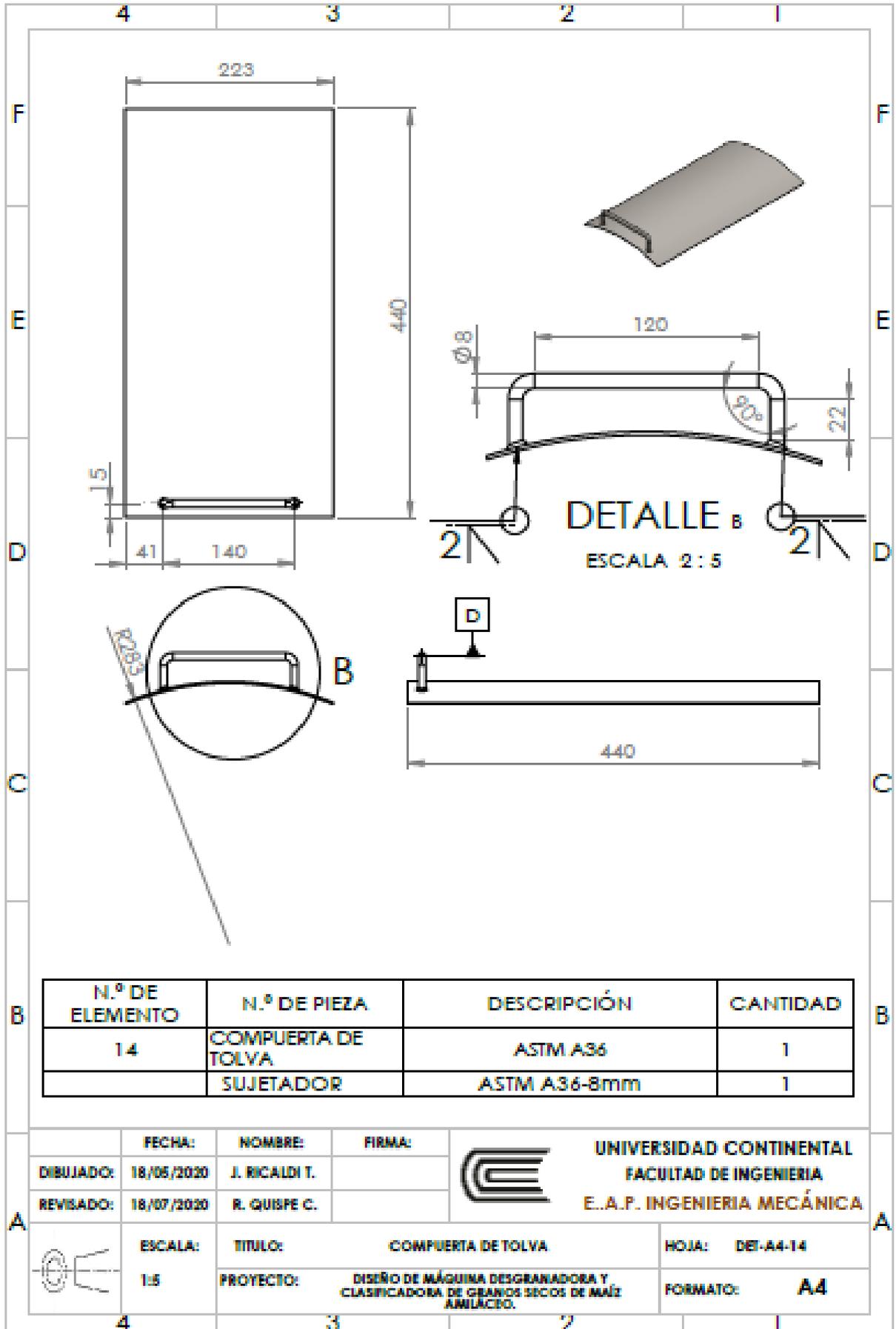
| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|------------------------------|--------------|----------|
| 13 | TOLVA DE DESCARGA DE MAZORCA | ASTM A36-3mm | 1 |

| | FECHA: | NOMBRE: | FIRMA: |
|-----------|------------|---------------|--------|
| DIBUJADO: | 18/05/2020 | J. RICALDI T. | |
| REVISADO: | 18/07/2020 | R. GUISPE C. | |



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
E..A.P. INGENIERIA MECÁNICA

| | | | | | |
|--|---------|-----------|--|-------|-----------|
| | ESCALA: | TÍTULO: | TOLVA DE DESCARGA DE MAZORCAS | HOJA: | DET-04-13 |
| | 1:10 | PROYECTO: | DISEÑO DE MÁQUINA DESGRANADORA Y CLASIFICADORA DE GRANOS SECOS DE MAIZ AMILÁCEO. | | FORMATO: |



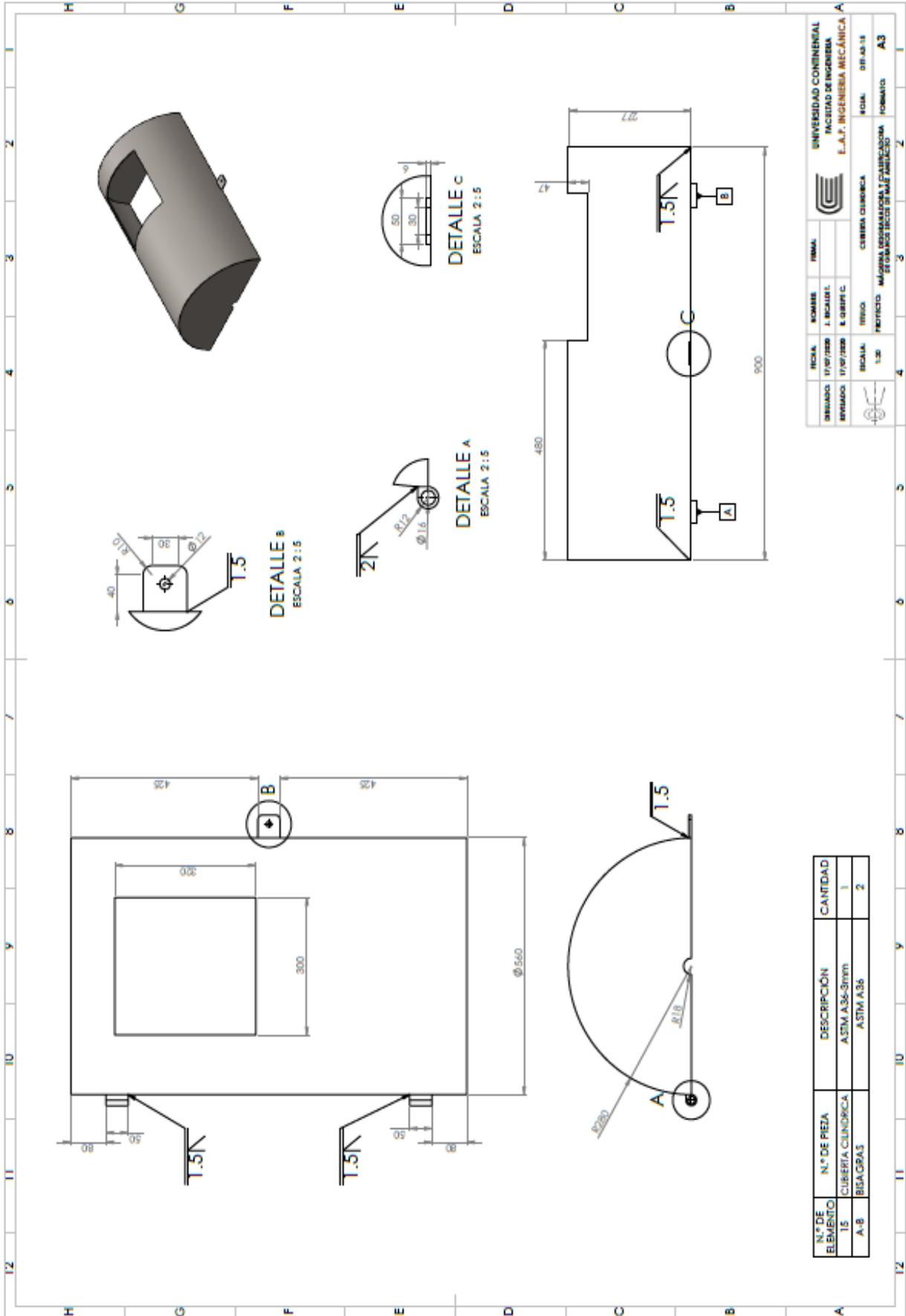
| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|--------------------|--------------|----------|
| 14 | COMPUERTA DE TOLVA | ASTM A36 | 1 |
| | SUJETADOR | ASTM A36-8mm | 1 |

| | | | |
|-----------|------------|---------------|--------|
| | FECHA: | NOMBRE: | FIRMA: |
| DIBUJADO: | 18/05/2020 | J. RICARDI T. | |
| REVISADO: | 18/07/2020 | R. GUISPE C. | |



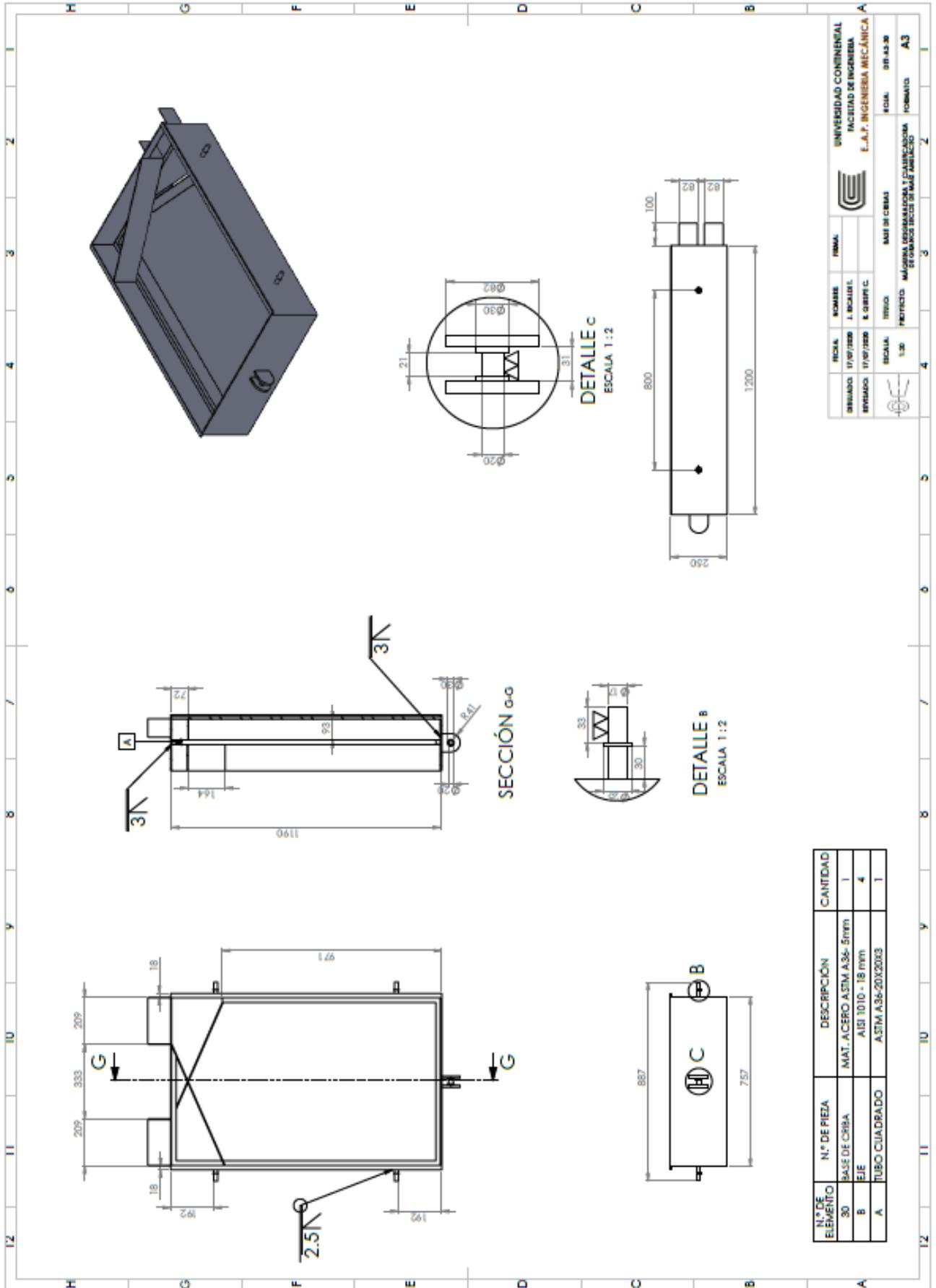
UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 FACULTAD DE INGENIERIA
 E..A.P. INGENIERIA MECÁNICA

| | | | | | |
|--|---------|-----------|--|----------|-----------|
| | ESCALA: | TITULO: | COMPUERTA DE TOLVA | HOJA: | DET-A4-14 |
| | 1:5 | PROYECTO: | DISEÑO DE MÁQUINA DESGRANADORA Y CLASIFICADORA DE GRANOS SECOS DE MAÍZ AMILÁCEO. | FORMATO: | A4 |



| N° DE ELEMENTO | N° DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|----------------|-------------|-------------------------------------|----------|
| 15 | | CUBIERTA CILINDRICA ASTM A36-3mm | 1 |
| A-B | | BRIDAS ASTM A36 | 2 |

| FECHA | NOMBRE | SEÑALA | UNIVERSIDAD CONTINENTAL |
|------------|----------------|---|----------------------------|
| 17/07/2020 | J. RICARDO L. | | FACULTAD DE INGENIERIA |
| 17/07/2020 | E. CRISTIAN C. | | E.A.P. INGENIERIA MECANICA |
| FECHA | TITULO | CARRERA | SECCION |
| 1/20 | PROYECTO | MÁQUINA DE OPERACIONES Y CALIFICACIONES DE DISEÑO DE BLOCOS DE FASE AMBICED | 09 DE AG 19 |
| | | | NOMBRE |
| | | | ALUMNO |
| | | | ALUMNO |



| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|-----------------|---------------|--------------------------|----------|
| 30 | BASE DE CUBA | MAT. ACERO ASTM A36- 5mm | 1 |
| B | E/E | AISI 1010 - 18 mm | 4 |
| A | TUBO CUADRADO | ASTM A36-20X20X3 | 1 |

| FECHA | NOMBRE | FUNCIÓN | UNIVERSIDAD CONTINENTAL |
|--|--|---------------------------------------|----------------------------|
| 17/07/2020 | J. SOLÍS | | FACULTAD DE INGENIERÍA |
| 17/07/2020 | E. GARCÍA | | E.A.P. INGENIERÍA MECÁNICA |
| ESCALA <td>TÍTULO <td>BASE DE CUBA <td>FECHA</td> </td></td> | TÍTULO <td>BASE DE CUBA <td>FECHA</td> </td> | BASE DE CUBA <td>FECHA</td> | FECHA |
| 1:30 | PROFESOR | ALUMNOS DE GRADUACIÓN Y CLASIFICACIÓN | FORMATO |
| | | ESTRUCTURA DE CUBA | A3 |