

**ADECUACIÓN DE UN SISTEMA PARA TRANSPORTE DE ALIMENTO  
AVÍCOLA DE LA EMPRESA SANTA ANITA NÁPOLES - BARRANQUILLA**

**Autor**

**JAIME ENRIQUE RODRIGUEZ CRISTANCHO**

**Director**

**GONZALO GUILLERMO MORENO**

**PhD Ingeniería Mecánica**

**Co-Director**

**ALBERT MIYER SUAREZ CASTRILLÓN**

**PhD Ingeniería Mecánica**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA 09 /07/2021**

**ADECUACIÓN DE UN SISTEMA PARA TRANSPORTE DE ALIMENTO  
AVÍCOLA DE LA EMPRESA SANTA ANITA NÁPOLES - BARRANQUILLA**

**Autor**

**JAIME ENRIQUE RODRIGUEZ CRISTANCHO**

**1102721355**

**Jaime.rodriguez27@unipamplona.edu.co**

**3138084836**

**Director**

**GONZALO GUILLERMO MORENO**

**PhD Ingeniería Mecánica**

**gmoren@hotmail.com**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA 09 /07/2021**

## **DEDICATORIA**

La dedicatoria más importante en esta tesis se la lleva Dios quien me dio la sabiduría para llegar donde hoy estoy y mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo...

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de tesis, Dr. GONZALO GUILLERMO MORENO por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer al equipo de mantenimiento de la empresa Santa Anita Nápoles que durante mi práctica profesional han aportado con sus conocimientos un granito de arena a mi formación,

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. JUSTIFICACIÓN .....	11
3. OBJETIVOS .....	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL .....	13
4.1 Sistema actual implementado para el transporte y descargue de alimento dada las condiciones viales. ....	13
4.1.1 <b>Inferencia generada en la situación actual.</b> .....	16
4.1.2 <b>Estado actual del arte en referencia al transporte de alimentos en Colombia.</b> .....	17
4.1.3 Métodos de transporte implementados en la actualidad. ....	21
5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL: DESCRIPCIÓN DEL PASO A PASO. ....	26
5.1 Tipo de investigación .....	26
5.1.1 Diseño de la investigación.....	27
5.1.1.1 Metodología del Diseño. ....	29
5.1.2 <b>Implementación del sistema para optimizar el modo de distribución y descargue actual.</b> .....	33
5.1.3 <b>Marco teórico del sistema elaborado para la de solución del problema de accesibilidad.</b> .....	35
5.1.4 Cronograma de actividades. ....	41
6. RESULTADOS PARA LOS ACCESORIOS QUE COMPONEN EL SISTEMA	42
6.1 Tolva.....	42
6.1.1 Tornillo sin fin.....	43
6.1.1.1 Sistema dosificador. ....	43
6.1.2 Resultados de la simulación para el sistema dosificador. ....	44
6.1.3 Resultado final del sistema de transporte. ....	48
7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	48
7.1 Análisis para el diseño del sistema.....	48
7.1.1 Diseño se la tolva. ....	48
7.1.1.1 Diseño del canal y sistema dosificador.....	49
7.2 Análisis de la simulación.....	49
7.2.1 Canal y tornillo sin fin. ....	49

8. CONCLUSIONES.....	51
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
10. ANEXOS.....	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los vehículos de carga .....	22
Tabla 2. Comparación entre los diferentes modos de transporte .....	41
Tabla 3. Cronograma de actividades .....	41

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Granelero con capacidad para 15 toneladas de alimento. ....	13
Imagen 2. Deterioro parcial que presenta las vías de acceso. ....	14
Imagen 3. Deterioro de la vía en épocas de invierno. ....	14
Imagen 4. Método actual para remolcar los camiones de carga. ....	15
Imagen 5. Descargue de alimento sobre la vía para aligerar la carga del granelero. .....	16
Imagen 6. Tractomula con tráiler tipo granelero. ....	18
Imagen 7. Tractocamión doble troque con tanque granelero. ....	19
Imagen 8. Furgón diésel 600 grande marca Kodiak. ....	20
Imagen 9. Camión diésel de carga mediana. ....	21
Imagen 10. Modo de Transporte Férreo. ....	23
Imagen 11. Modo de Transporte Aéreo. ....	24
Imagen 12. Modo de Transporte Marítimo. ....	25
Imagen 13. Laminas implementas para el diseño de la tolva. ....	30
Imagen 14. Unión de las láminas. ....	30
Imagen 15. Confección del canal. ....	31
Imagen 16. Adecuación de las compuertas para control de flujo. ....	31
Imagen 17. Estructura para el techo de la tolva. ....	32
Imagen 18. Compuertas para el llenado. ....	32
Imagen 19. Vehículo encargado de soportar la tolva. ....	34
Imagen 20. Conjunto vagón y tolva. ....	35
Imagen 21. Vagón encargado de amparar la carga los vehículos. ....	36
Imagen 22. Sistema tolva y estructura para remolcar la carga. ....	36
Imagen 23. Compuertas para el ingreso de alimento. ....	38
Imagen 24. Conjunto de raseras. ....	38
Imagen 25. Bazucas para abastecer alimento a los silos. ....	40
Imagen 26. Ensamble final. ....	48



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los vehículos de carga .....	22
Figura 2. Dimensiones de la tolva en cm. ....	29
Figura 3. Tornillo sin fin dosificador.....	39
Figura 4. Diseño final de la tolva. ....	42
Figura 5. Diseño final para el tornillo sin fin. ....	43
Figura 6. Canal encargado de albergar el tornillo sin fin. ....	43
Figura 7. Segmento del tornillo sin fin.....	44
Figura 8. Selección de la entrada, salida, y fronteras para aplicación de propiedades. .....	45
Figura 9. Malla fina.....	45
Figura 10. Presión producida por el alimento sobre una sección del tornillo. ....	46
Figura 11. Deformación en el tornillo, con mayor concentración en los extremos de la hélice.....	46
Figura 12. Soportes del sistema. ....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la estructura organizacional de una empresa dedicada a la comercialización de productos de insumo, es de vital importancia contar con adecuados sistemas de transporte para sus materias primas y productos, los sistemas de transporte cumplen la función de entregar en un tiempo programado las mercancías, ya que de ello depende muchas veces la producción y la preservación de determinados productos, motivo por lo cual se deben prevenir fallas y retrasos en este eslabón de la cadena, para lo cual se debe hacer una correcta selección e implementación de los diferentes sistemas de transporte. En el caso específico del transporte terrestre, es importante conocer los estados de las rutas(vías), sus variantes y los cambios en las condiciones del terreno dependiendo de cada época del año, al tiempo que se previenen pérdidas, se reducen gastos asegurando un proceso productivo estable para la industria.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se puede decir que una correcta selección del sistema de transporte permite a la empresa llevar a cabo la función de abastecimiento en ambos sentidos de suministros, evitando contratiempo y retrasos en el proceso.

Dando a conocer las anteriores afirmaciones, se menciona que en la empresa avícola Santa Anita Nápoles ubicada en zona rural de Barranquilla se desarrolló un sistema de transporte terrestre utilizado para suministrar el alimento para gallina, con el objetivo de prevenir retrasos en la entrega y mantener una producción de huevo estable.

Este proyecto se desarrolla para mejorar las fallas que presenta el sistema actual, por esto se realiza el diseño de un nuevo modelo que cumple con los requerimientos del sistema implementado, pero que cuenta con las mejoras necesarias para dar solución a estas fallas, compuesto por el diseño de una tolva con sistema de tornillo sin fin, un ensamble práctico para el transporte y descargue de alimento, esta tolva está adaptada sobre un vehículo con una estructura tipo vagón encargada de sostener el diseño, este conjunto (tolva y vagón) será remolcado por un tractor, lo cual permite que el transporte de alimento sea de forma segura en cualquier época del año, evitando retrasos en la entrega, y de esta manera poder suministrar el alimento a la granja en el tiempo requerido.

Este sistema muestra una solución práctica que sirve como referencia para prevenir problemas relacionados con los inconvenientes en el sistema de abastecimiento de productos en zonas de difícil acceso y de este modo poder continuar con los procesos de forma normal cumpliendo con los niveles de producción esperados.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se desarrolla para lograr implementar mejoras en el sistema de transporte y de este modo evitar las fallas que en la actualidad se vienen presentando en el sistema de transporte encargado de realizar la entrega de alimento en la avícola Santa Anita Nápoles en Barranquilla, el actual sistema de transporte terrestre debe implementar mejoras en los vehículos encargados de realizar el traslado de la materia prima, ya que por el deterioro y las precarias condiciones de la vía de acceso en temporadas invernales, los vehículos encargados de cubrir la ruta sufren retrasos y atascamientos que ponen en riesgo la materia prima transportada.

La urgencia de implementar mejoras en el sistema actual da origen a la elaboración de un diseño práctico y ergonómico que será útil para el transporte sin problemas del alimento para las aves encargadas de la producción dentro de la empresa.

Implementando estas mejoras en un nuevo sistema se logra prevenir los contratiempos en el proceso de transporte de alimento que actualmente surgen, permitiendo a través de este sistema normalizar el tiempo de entrega en cualquier temporada del año y dar cumplimiento al cronograma de actividades al interior de la empresa. Esto también evitará el uso de tratamientos suplementarios que son usados para ayudar a las aves en los ayunos prolongados que afectan su salud y su capacidad de producción cuando el alimento no es entregado a tiempo.

El sistema de transporte terrestre se compone de un ensamble equipado con las mejoras necesarias para transitar este tipo de ruta, el cual consiste de una tolva adaptada a un canal con un tornillo sin fin en su interior, este conjunto representará el tráiler que a de ser remolcado a través de un tractor.

Este proyecto representa bajos costos en su inversión y al mismo tiempo cumple con los requerimientos pretendidos por la empresa, ya por medio de él se da solución a los problemas de transporte para lograr la entrega del producto y garantizar la producción de las aves.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Adecuar y mejorar un sistema de transporte para el abastecimiento de alimento para gallina en la avícola Santa Anita Nápoles que logre solucionar las necesidades que se presentan debido al mal estado de la vía.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la mejor alternativa para el transporte de alimentos en la Granja Santa Anita Nápoles.
- Adecuar y hacer las construcciones necesarias para mejorar un sistema que facilite el transporte de alimentos en la empresa Santa Anita Nápoles.
- Realizar y evaluar las pruebas de funcionamiento del sistema de transporte construido y hacer las mejoras a que haya lugar.
- Elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento del equipo construido.

#### 4. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

##### 4.1 Sistema actual implementado para el transporte y descargue de alimento dada las condiciones viales.

Actualmente la empresa avícola Santa Anita Nápoles está conformada por trece granjas las cuales se encuentran distribuidas en los departamentos del Valle del Cauca y Atlántico, en estas granjas se llevan a cabo el proceso que concierne a la producción de huevo para satisfacer la demanda en las regiones y el país. En todo este proceso es importante el sistema de transporte terrestre, el cual tiene la función de llevar el producto a los diferentes lugares de comercialización, y también es utilizado para llevar a las granjas la materia prima utilizada para alimentar las aves.

Es por esto que realizar el transporte encargado de la comercialización y el abastecimiento efectivamente le permite a la empresa garantizar niveles de producción altos, de ahí surge la importancia de seleccionar adecuadamente estos sistemas, en el presente proyecto nos enfocaremos en el sistema de transporte encargado de abastecer el alimento que se necesita en las granjas, ya que en este se presentan algunas complicaciones.

En la zona de Barranquilla el transporte y abastecimiento de alimento para la granja se realiza a través de una flota de tractocamiones (graneleros) (Imagen1), estos vehículos deben transitar por carretera destapada para llegar a su destino, debido a esta condición de la vía, en época de lluvias el tránsito por ella es imposible (Imágenes 2 y 3), lo cual retrasa la llegada del producto a su destino final y por ende los ritmos de producción. Es por todo esto que la empresa debe contar con un transporte alternativo como solución a la problemática presente.



**Imagen 1.** Granelero con capacidad para 15 toneladas de alimento.



**Imagen 2.** Deterioro parcial que presenta las vías de acceso.



**Imagen 3.** Deterioro de la vía en épocas de invierno.

Aunque las características de los vehículos es la ideal para este tipo de trayectos, la vía se torna intransitable, interrumpiendo el acopio y distribución, esto repercute en el proceso ya que genera costos adicionales al tener que buscar una solución

para dar continuidad al proceso de abastecimiento de alimento, muchas veces se debe desvarar y reparar estos vehículos detenidos.

Para desvarar estos vehículos y continuar con el cronograma de tareas la empresa debe trasladar al sitio una flota de tractores, los cuales se encargan de remolcar los graneleros (Imagen 4) en los tramos donde no pueden transitar.



**Imagen 4.** Método actual para remolcar los camiones de carga.

Otra forma alterna para dar solución a este contratiempo y así continuar con el proceso a fin de solucionar este problema de transitabilidad en la vía, es realizar el descargue de parte de la carga de alimento en el lugar del atascamiento (Imagen 5) para disminuir la carga en los vehículos y facilitar su movilidad de esta manera lograr que el vehículo pueda llegar a bastecer la granja.



**Imagen 5.** Descargue de alimento sobre la vía para aligerar la carga del granelero.

Como se mencionó anteriormente estos factores impiden la marcha del proceso general, afectando la producción ya que este tipo de inconvenientes ocasiona que las aves no obtengan un desarrollo sanitario correcto por la escasez de alimento modificando los tiempos de posturas y generando costos de producción más elevados.

#### **4.1.1 Inferencia generada en la situación actual.**

En su gran mayoría las empresas dedicadas a la fabricación de productos e insumos buscan un lugar estratégico para edificar su infraestructura, esto con el fin de ubicarse en un lugar de fácil acceso teniendo en cuenta que el sistema implementado para transportar su mercancía a comercializar debe seleccionarse según las características o condiciones del terreno a transitar, permitiendo al sistema llevar a cabo su función de una mejor manera.

Este sistema por lo general se implementa para llevar acabo dos funciones indispensables, trasladar el producto a comercializar, y abastecer la empresa de los insumos requeridos que son necesario para la producción de su mercancía.

Actualmente el sistema de transporte implementado para abastecer de alimento la avícola Santa Anita Nápoles que se encuentra ubicada en zona rural de barranquilla, presenta inconvenientes debido al mal estado de su vía, ocasionado por las fuertes lluvias en el sector, por lo cual se retrasa la entrega del producto, este motivo



también afecta los vehículos implementados para esta tarea debido a que sufren averías en su estructura , por estos percances se ha dejado de suministrar alimento en ocasiones hasta por más de tres días, obligando a que las aves se mantengan únicamente con el consumo de agua reduciendo la producción de huevo y provocando aumentos elevando en el costo del producto.

#### 4.1.2 Estado actual del arte en referencia al transporte de alimentos en Colombia.

**MOZCOSO, DIAZ, 2008** implementa en su trabajo de grado titulado “Vehículo para transporte de alimentos tipo snack por la ciclo ruta”<sup>1</sup> la elaboración de una tipología con el fin de mostrar parte de los modelos de transporte para la distribución de alimento de tipo snack más implementados en Colombia a la actualidad. Tomando como referencia este planteamiento se elabora una tipología para dar a conocer los sistemas más implementados, encargados de transportar alimento de alto consumo necesario en los procesos productivos de las empresas.

##### **Análisis tipológico:**

La presente tipología de los sistemas de transporte se realiza de mayor a menor capacidad de carga.

- Tractomula tipo SRS 4- 60 (Imagen 6)

Utilizado en el sector de la agroindustria para el transporte de alimento de tipo:

- Cereales
- Concentrado para animales

Su capacidad de carga es de 40000 kg. (40 Toneladas); el precio en el mercado es aproximadamente de \$285.000.000 (dependiendo del modelo).

---

<sup>1</sup> MOZCOSO DIAZ, p.34 (2008). Vehículo para transporte de alimentos tipo snack por la cicloruta. Bogota. Universidad de los Andes.



**Imagen 6.** Tractomula con tráiler tipo granelero.

Este modelo de transporte es muy usado cuando se requiere transportar grandes cantidades de alimento en largos trayectos, es decir lugares donde la recepción de la carga se encuentra apartada de la zona de abastecimiento.

Al usar este tipo de transporte se logra mecanizar la carga y descarga de la mercancía, esto gracias al sistema de tornillo sin fin en combinación con un sistema de bazucas hidráulicas que ayuda a que este proceso se realice en poco tiempo (9 toneladas en 15 minutos).

- Tractocamión doble troque Diésel (Imagen 7)

Utilizado en el sector de la agroindustria para zonas y rutas donde el terreno a transitar es destapado y escarpado, donde se necesita potencia por parte del vehículo. Usado para el transporte de alimento de tipo:

- Cereales
- Concentrado para animales

Su capacidad de carga es de 15000 kg. (15 Toneladas); su precio en el mercado es de \$180.000.000 (dependiendo del modelo).



**Imagen 7.** Tractocamión doble troque con tanque granelero.

Este sistema se adaptó para cambiar la forma tradicional de transporte de materia prima, ya que normalmente se realizaba en camiones de estacas por lo cual la mercancía llegaba a los lugares de abastecimiento en sacos expuesto a las inclemencias (agua, humedad, cambios de temperatura bruscos) que durante el trayecto se pueden presentar, esto en muchas ocasiones puede causar pérdidas en la materia transportada.

El modelo está adaptado a un mecanismo de fácil descargue con sistema de tornillo sin fin y bazucas hidráulicas, de fácil manipulación para la persona encargada de operarlo.

- Furgón diésel 600 (Imagen 8)

Utilizado para el transporte de alimentos que requiere mejor preservación y cuidado, implementado en lugares donde las zonas son rutas destapadas y en ocasiones también pantanosas, logrando acceder con facilidad. Usado para el transporte de:

- Carne, huevos y pescado
- verduras y hortalizas
- frutas

Su capacidad de carga es de 10000 kg. (10 Toneladas); el precio en el mercado es de \$119.000.000 (dependiendo del modelo).

Este sistema tiene la ventaja de aislar la carga transportada de las condiciones ambientales externas lo cual permite la entrega de un producto más fresco y de mejor calidad.



**Imagen 8.** Furgón diésel 600 grande marca Kodiak.

- Camión diésel de carga mediana (Imagen 9)

Utilizado para el transporte de alimento con gran demanda de consumo, este tipo de sistema es implementado en donde se necesita preservar más el estado de los productos, puede transitar en terrenos escarpados, pero en zonas donde las vías presentan texturas pantanosas se debe procurar acceder con cuidado, Usado para el transporte de:

- Lácteos y derivados
- pan, pasta, cereales y azúcar.
- Frutas

Su capacidad de carga es de 4000 kg. (4 Toneladas); el precio en el mercado es de \$102.000.000 (dependiendo del modelo).



**Imagen 9.** Camión diésel de carga mediana.

#### 4.1.3 Métodos de transporte implementados en la actualidad.

**BOLAÑOS, VOLLMUTH, LOPEZ, 2020** definen que para hacer una correcta selección del sistema de transporte “se debe hacer una planeación de la gestión de los modos, los medios, la carga y la infraestructura de terminales. Cada modo se utiliza según los medios disponibles y estos últimos, se condicionan en función del tipo de carga. La rapidez, seguridad y regularidad son algunos indicadores que miden el desempeño de un sistema de transporte. La importancia del transporte involucra los costos de transporte, los requerimientos de inventarios y la selección del modo de transporte”<sup>2</sup>.

#### **Modos de transporte.**

Se define como un modo de transporte las técnicas o maneras de transporte que tiene la función de ejecutar el traslado físico de la mercancía, desde el punto de origen a el lugar de destino.

En la actualidad se implementa a nivel global cinco modos de transporte: ferroviario, carretero, aéreo, marítimo y tuberías, para **BOLAÑOS, VOLLMUTH, LOPEZ, existen** diferentes criterios que facilitan la selección del modo de transporte, y para esto se coinciden en definir como los principales criterios: el precio (tasa de transporte) y el servicio ofrecido por cada medio. A continuación, hablaremos un como más de cada método por individual.

---






<sup>2</sup> BOLAÑOS ZUÑIGA, JAIMES VOLLMUTH, ROA LÓPEZ, p.207(2020). Propuesta de transporte costo efectiva de maíz amarillo a la planta de Avidesa MacPollo S.A, tramo Barranquilla-Girón. Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

## Modo de Transporte Terrestre.

Este modo es de suma importancia ya que hace párate de toda distribución local, nacional e internacional, para este modo normal mente como se vio en el inciso anterior se utilizan camiones. Esta función de transporte en camiones varía de acuerdo a región en áreas escasamente habitadas los camiones se usan para más para entregas locales.

Teniendo en cuenta la tipología previamente elaborada en el punto anterior, se realiza una descripción de los modelos de vehículos de tipo **tractocamión**. (Ministerio de Transporte, 2004)

**Tabla 1.** Clasificación de los vehículos de carga. (Tabla tomada de Ministerio de Transporte, 2004)

CONFIGURACIÓN	ESQUEMA DEL VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN
C2S1		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de un eje.
C2S2		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de dos ejes.
C3S1		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de un eje.
C3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes.
C3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes.

## Modo de Transporte Férreo.

**CAMARGO HIGUERA , BOTERO GÓMEZ , 2017** , señala “el transporte férreo se utiliza principalmente para la movilización de carga en grandes volúmenes de mercancías”<sup>3</sup> , este modo de transporte se caracteriza por ser útil para movilizar volúmenes grandes de cargas en largas distancias, es utilizado en su mayoría para transporte de gráneles, caréales, minerales y contenedores.

El modo consiste en movilizar un convoy o tren de vagones con cargar que van entre los diferentes tipo y categorías, las desventajas de este método van en su costosa infraestructura física y en el mantenimiento de la estructura operativa.



Imagen 10. Modo de Transporte Férreo

## Modo de Transporte Aéreo.

**CABRERA CÁNOVAS, 2011**, en su libro titulado Transporte internacional de mercancías, define las características del transporte aéreo y menciona “se caracteriza fundamentalmente por su rapidez. Es adecuado para las mercancías perecederas y para mercancías con alto valor añadido, ya que su coste es superior al de otros medios. Existen restricciones en cuanto a la aceptación de determinadas mercancías, derivadas de su tamaño (grandes pesos) o naturalezas (mercancías peligrosas)”<sup>3</sup>

Profundizando un poco más en las características que hacen de preferencia este modo para el transporte de mercancías las cuales son básicamente las siguientes:

---

<sup>3</sup> Cabrera Cánovas, p.397 (2011). Transporte internacional de mercancías. Icx, Madrid

**Rapidez.** Es eficiente para mercancías que se requieren entregar de forma urgente y también para aquellas perecederas.

**Fiabilidad.** Es muy seleccionado debido a la confiabilidad y puntualidad en los tiempos de entrega.

**Seguridad.** Este modo generalmente tiene el nivel de seguridad más alto, con esto se garantiza un transporte seguro.

Bajos costos financieros.



Imagen 10. Modo de Transporte Aéreo

### **Modo de Transporte Marítimo.**

**Sarache Castro y Cardona Alzate, 2007**, hacen mención en su libro titulado *La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial*, a este modo y lo definen “es el transporte marítimo el que, por su capacidad, mueve el mayor volumen de mercancías en tráfico internacional. Dentro de las inversiones que debe hacer un transportista es en el equipo de transporte y la ampliación de algunos servicios del terminal, ya que las vías fluviales, marítimas y los puertos son de propiedad pública. Los costos fijos son altos y están asociados a las operaciones de terminal. Estos costos incluyen los derechos de utilización del puerto y los costos de las operaciones de carga y descarga de la mercancía.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Sarache Castro y Cardona Alzate, p.204, (2007). *La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustria*. Manizales, Caldas, Colombia.



## Ventajas

**Capacidad.** Este modo de transporte cuenta con los vehículos de mayor capacidad para el transporte de mercancías.

**Competitividad.** Debido al beneficio que tiene al ser parte de la economía de escala le permite ofrecer costos bajos en los fletes de transporte

**Flexibilidad.** Entre las ventajas que lo hacen flexibles, es poder contar con variedad en los modelos para seleccionarlos según el tipo de carga.

**Continuidad.** Este modo de transporte gracias al medio en el que trabaja es menos susceptible sufrir variaciones o daños.







Imagen 12. Modo de Transporte Marítimo.

## Comparación entre los diferentes modos de transporte.

A continuación, se representa a través de una tabla obtenida (Mintransporte) las comparativas de estos modos y algunas características importantes a tener en cuenta.

**Tabla 2.** Comparación entre los diferentes modos de transporte. (Tabla tomada de Ministerio de Transporte, 2004)

PARA TRANSPORTAR 7.200 TONELADAS A 500 KILOMETROS				
Modo	Toneladas por Unidad	Equipos (Unidades)	Costo Ton/Km	Velocidad Km/hora
	12	600	1552	625
	35	206	92	50
	35	204 Vagones	78	25
	1200	6 Botes	64	14

Para hacer nos una idea de la información que la tabla 2 nos proporciona podemos decir: que cuando se requiere transportar aproximadamente 7.200 utilizando un modo de transporte de tipo fluvial se requiere de la implementación de un convoy el cual se compone por un remolcador y alrededor 6 botes los cuales tienen una capacidad para transportar 1.200 toneladas cada uno, teniendo en cuenta que el modo terrestre es uno de los más utilizados, para este se necesitarían alrededor de 206 tracto camiones adecuados a remolques con capacidad transportadora de 35 toneladas cada uno. (BOLAÑOS ZUÑIGA, JAIMES VOLLMUTH, ROA LÓPEZ).

## 5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL: DESCRIPCIÓN DEL PASO A PASO.

### 5.1 Tipo de investigación

Se desarrolló una investigación exploratoria ya que desde sus inicios se realizó la búsqueda de información alusiva con la cual se propuso una formas práctica de dar solución a la problemática, teniendo en cuenta la información de referencia previamente investigada, se desarrolla la recolección de datos desde diferentes puntos de vista con el fin de aportar información para dar inicio a la construcción y el diseño del sistema que nos permiten validar la recolección de estos datos y poner a prueba el modelo.

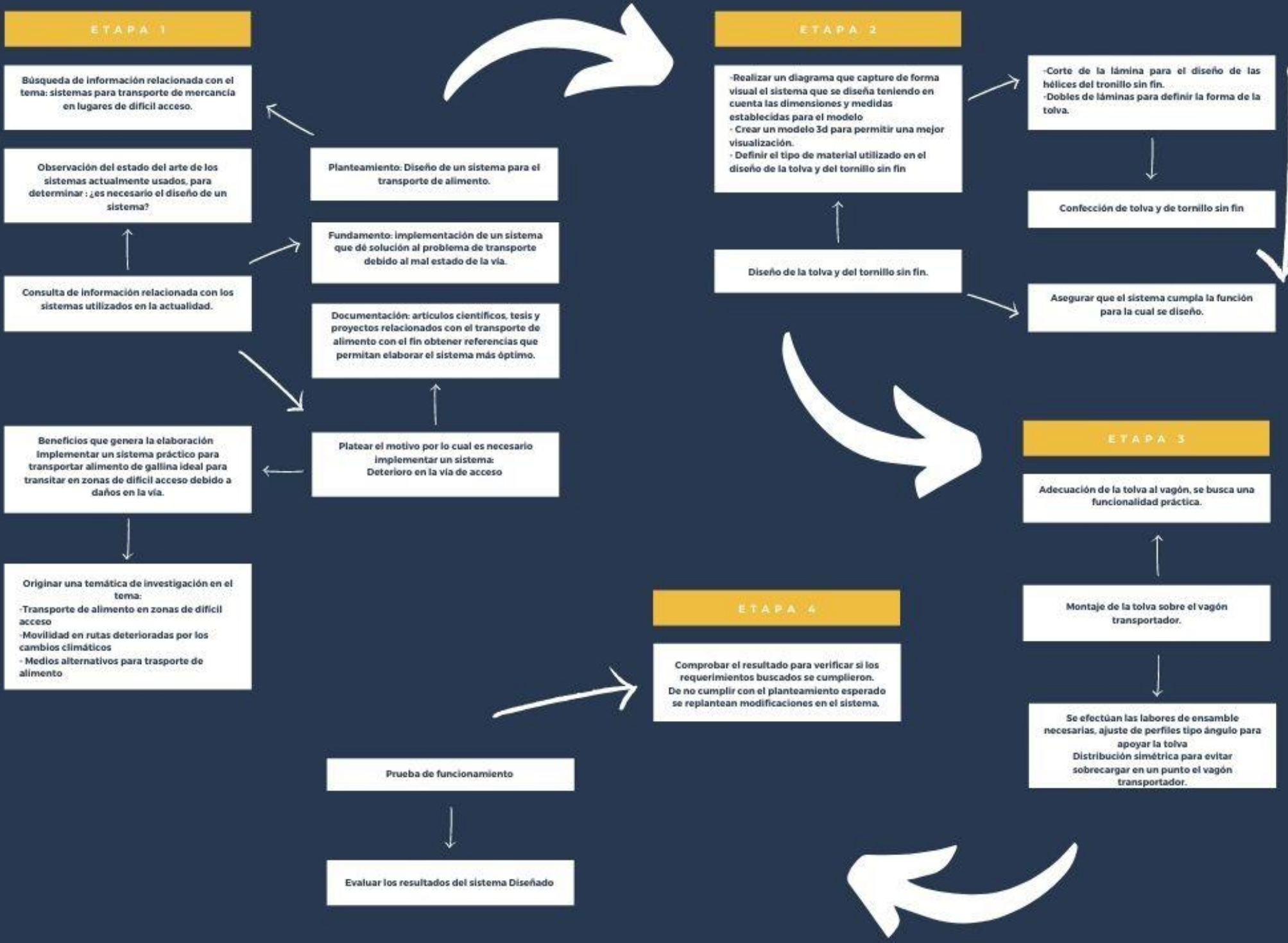
### 5.1.1 Diseño de la investigación.

La metodología usada permite establecer por etapas el desarrollo del proyecto, esto para lograr realizar las actividades dentro de un cronograma de tiempo establecido, la primera etapa siguiendo el orden de la metodología fue la búsqueda de información referente a los sistemas utilizados en la actualidad para el transporte de alimento en zona de difícil acceso, de esta manera se obtienen referencias y características tales como las condiciones del el terreno donde se va implementar el sistema, esta etapa es importante ya que tiene el fin de ayudar a la selección del sistema correcto.

Con la información investigada se procede a la etapa del diseño (etapa 2), en esta etapa se realizaron los cálculos de diseño para la tolva de acuerdo a la geometría del soporte(vagón) sobre el cual se transporta la estructura. Para mostrar recreativamente el sistema se hace uso de la herramienta de diseño Solidworks, de esta manera se obtiene un modelo descriptivo de lo que se quiere diseñar. Concluida esta etapa de diseño se procede a realizar el ensamble (etapa 3) del sistema tolva y vagón para finalizar con la última etapa de prueba y funcionamiento.

**Figura 1.** Metodología de diseño general.

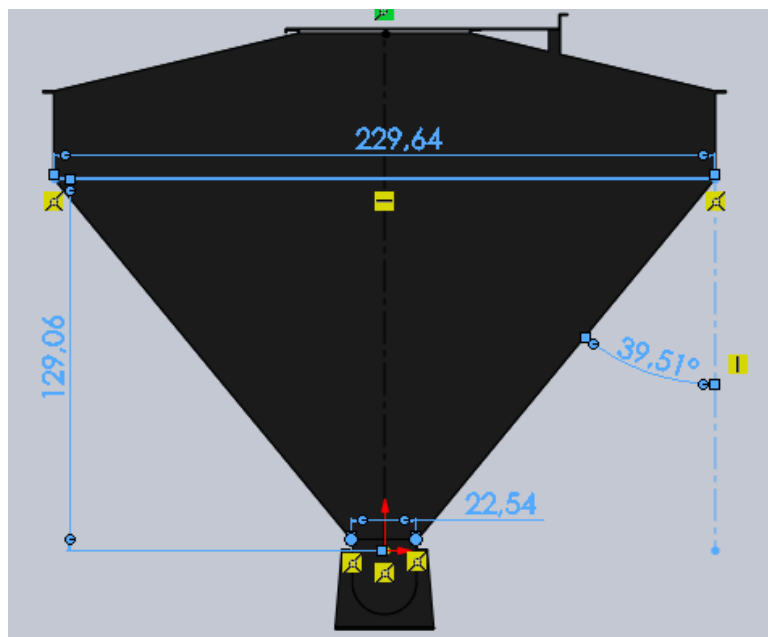




### 5.1.1.1 Metodología del Diseño.

Para el diseño del sistema se comienza por la elaboración del contenedor de almacenamiento el cual se asemeja a modelo de una tolva de tipo pirámide truncada con una inclinación de  $39.51^\circ$ , las dimensiones se muestran en centímetros (Figura 3), con las dimensiones obtenidas de acuerdo al vagón donde se apoya la estructura, se logra satisfacer los requerimientos del sistema encargado de dosificar el alimento.

**Figura 2.** Dimensiones de la tolva en cm.



La lámina usada en el diseño de la carcasa de la tolva es de hierro dulce con espesor de 1/8 de pulgada. Los cortes de estas laminas se realizaron usando el método de oxicorte una técnica usada para realizar incisiones en barras de materiales como acero y hierro entre otros.

El método de soldadura es de tipo electrodo revestido. En la imagen 13 y 14 se muestra parte del proceso de elaboración de la tolva.



**Imagen 11.** Laminas implementas para el diseño de la tolva.



**Imagen 12.** Unión de las láminas.

- Diseño del canal encargado de resguardar el tornillo sin fin.



**Imagen 13.** Confección del canal.



**Imagen 14.** Adecuación de las compuertas para control de flujo.

- Diseño para el techo y compuertas



**Imagen 15.** Estructura para el techo de la tolva.



**Imagen 16.** Compuertas para el llenado.



### **5.1.2 Implementación del sistema para optimizar el modo de distribución y descargue actual**

Un sistema de transporte terrestre ideal es aquel que realiza sus funciones de forma eficiente, en el caso de aquellos sistemas que tienen la tarea de suministrar los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso de fabricación de productos, es de vital importancia que se logre realizar la entrega en el tiempo establecido.

En caso que el sistema de transporte presente fallas e inconvenientes en la entrega de las mercancías, se debe identificar la causa para darle solución, ya que esto genera retraso en el proceso de producción general, por lo cual la empresa tiene la obligación de implementar de acuerdo a su capacidad mejoras en el sistema que le permitan resolver estos inconvenientes, en el mejor de los casos se puede implementar su propio sistema para prevenir estas fallas y dar continuidad a los demás procesos.

El presente proyecto describe el diseño de una tolva con capacidad de 4 Toneladas para el transporte de alimento, la cual descansa sobre un canal que alberga un sistema encargado de dosificar el producto transportado, este se compone por un tornillo sin fin encargado de hacer la función de descargue, el conjunto descrito anteriormente será adaptado a un vehículo (vagón) una estructura de hierro que sirve de soporte para sostener la tolva y el canal. (Imagen 19) una característica importante del vehículo es su geometría de tipo vagón normalmente utilizado para transportar caña de azúcar en terrenos y vías deterioradas o con textura pantanosa lo cual permite garantizar al conjunto diseñado un desempeño óptimo en la exigencia que actualmente se necesita, a fin de mejorar el tiempo en la entrega del alimento sin importar las condiciones externas de la vía.

El diseño de la tolva se confeccionó para cumplir la función de almacenar el alimento y transportarlo en las mejores condiciones, es un modelo basado en un prototipo a menor escala en comparación con los graneleros de capacidad para 15 toneladas, se fabricó en estas dimensiones con el fin de obtener el conjunto (Imagen 20) práctico para remolcar utilizando un tractor.

Llevar en el tiempo programado el alimento a la granja y evitar los inconvenientes externos gracias a la implementación de este sistema le permite a la empresa seguir con sus actividades programadas para cumplir con la demanda en la producción sin tener que preocuparse por el mal estado de la vía en las temporadas invernales fuertes.

Es correcto afirmar que el actual proyecto representa una inversión para la empresa importante, pero también muy indispensable para realizar el cumplimiento de todas sus actividades, este sistema será implementada a partir de la fecha y se le dará mayor uso en la temporada invernal.

De esta manera se previenen los retrasos más comunes que actualmente afectan la empresa, así mismo se logra evitar las inversiones adicionales que se generan en la mano de obra para el desvare de los vehículos que representa el sistema actual, lo que permite mantener un bajo costo de producción del huevo y normalizar las ventas en cualquier temporada en el año.



**Imagen 17.** Vehículo encargado de soportar la tolva.



**Imagen 18.** Conjunto vagón y tolva

### **5.1.3 Marco teórico del sistema elaborado para la de solución del problema de accesibilidad**

Para dar inicio a esta descripción es importante dar conocer las causas del deterioro en las vía de acceso, ya que estas se ocasionan por una serie factores que se suman creando una problemática general, el primer factor que da origen a este problema de movilidad son los cambios de estado climático ya que en épocas de invierno las fuertes lloviznas que caen en la zona erosionan la superficie de la vía, haciendo que se torne lizas y pantanosas, lo segundo que también ocasiona inconvenientes se genera ya que como en toda empresa la producción y comercialización debe continuar y no detenerse por problemas en el mal estado de la vía, por lo cual los sistemas continúan con sus rutas en completa normalidad, esto ocasiona que se acelere mucho más el deterioro de la vía debido al flujo constante de estos vehículos (sistema de graneleros), hasta el punto de hacer intransitable esta vía y generando retraso.

Este retraso se produce debido a que vehículo se queda atascado y sufren fallas, lo cual obliga a la empresa a dar solución y amparar a estos vehículos (Imagen 21) para hacer llegar el alimento a la granja. Por estos motivos se elaboró el sistema actual con una geometría practica poder acceder con facilidad este tipo de terreno (Imagen22).



**Imagen 19.** Vagón encargado de amparar la carga los vehículos.



**Imagen 20.** Sistema tolva y estructura para remolcar la carga.

## **Tolva para de almacenamiento de alimento.**

**Limo, Huamán, 2017** en su tesis de pregrado llamada “Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola”<sup>5</sup> define; las tolvas de almacenamiento son parte de un sistema y tiene la función de contener el producto ya terminado; se define a las tolvas como un contenedor de materiales sólidos a granel con una o más bocas de descarga; esta descarga puede realizarse tanto por gravedad como asistida por equipos especiales. En la actualidad las tolvas han mejorado su diseño con la implementación de nuevos sistemas.

Para dar inicio a el diseño con el fin de constituir un transporte óptimo para llevar el alimento y cumplir con el abastecimiento se toma como referencia el sistema propuesto anteriormente de un tractocamión adaptado a un tanque granelero (ver imagen 7) este tanque hace la función de tráiler, a partir de este sistema se realiza a una menor escala el diseño de una tolva con capacidad para 4.5 toneladas de alimento, la cual como se mencionó previamente es soportada sobre un vehículo tipo vagón cañero, formando un remolque que se adapta a un tractor el cual es un vehículo especial autopropulsado usado en el arrastre y empuje de embarcaciones u otra maquinaria de cargas pesadas.

La tolva proporciona al diseño el contenedor utilizado para transportar y proteger la carga, en la parte superior de esta se elaboró una plataforma, para que el operario pueda transitar sobre la tolva y dar apertura a las compuertas, de esta manera permitir que se realice el llenado al situar la estructura debajo de los contenedores de alimento (Imagen 23).

Al momento de descargar el alimento la tolva tiene es su parte inferior un conjunto de raseras que tienen la función de controlar el flujo de producto que cae sobre el canal. El cual contiene un sistema encargado de dosificar el alimento a través de un tornillo sin fin (Imagen 24) este control es necesario para evitar atascar el tornillo o prevenir daños en el motor eléctrico encargado de mover el sistema.

---

<sup>5</sup> LIMO HUAMÁN, (2017), p.139. Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola. Chiclayo. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.



**Imagen 21.** Compuertas para el ingreso de alimento.



**Imagen 22.** Conjunto de raseras.

- Componentes del diseño: **Dosificador de tornillo.**

**MOYA, BEJARANO, 2016** en su trabajo de grado titulado “Diseño de un dosificador semiautomático por tornillo sin fin para uchu jacu”<sup>6</sup> define a los dosificadores parte importante del proceso para logra proveer producto en una cantidad determinada,

---

<sup>6</sup> MOYA BEJARANO, (2016), p 118. Diseño de un dosificador semiautomático por tornillo sin fin para uchu jacu en la organización unopac de la parroquia ayora del cantón cayambe. Ibarra. Universidad técnica del norte.

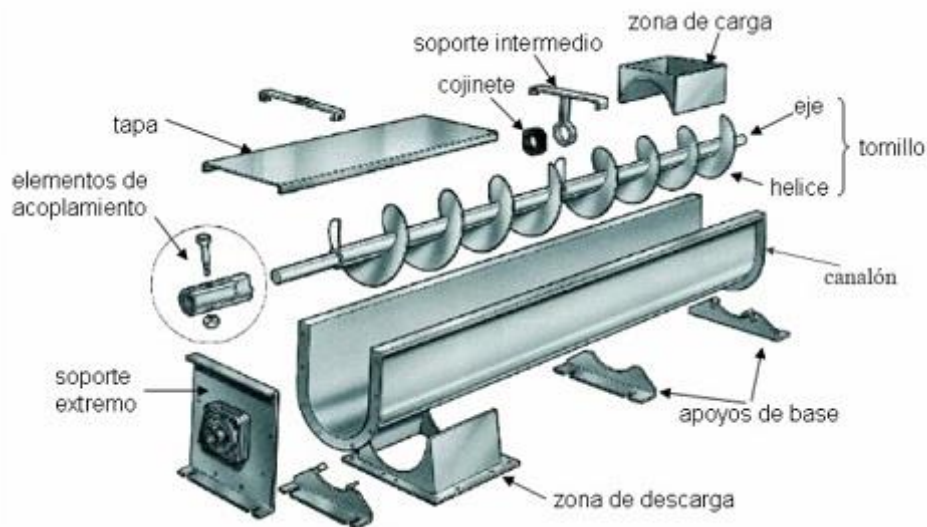
en función de la unidad de tiempo, de tal manera que no arroje ni desperdicie material ya que esto incurre en aumento del coste en el producto final.

Estos dosificadores se dividen en varios tipos según las características del producto que se desea abastecer, los más utilizados en la actualidad se componen de:

- Tolva (encargada del almacenar el producto)
- Sistema dosificado
- Tobogán (canal)

El dosificador (Figura1) se diseña dentro de una canal, donde cae por gravedad el producto proveniente de la tolva, este flujo (de alimento) es gradual evitando el apelmazamiento(compactación) para esto el sistema de tornillo sin fin está diseñando para lograr evacuar una cantidad de materia proporcional al tamaño del mismo.

**Figura 2.** Tornillo sin fin dosificador.



Fuente: (Dwight, 2018).

Este sistema descarga el alimento a una bazuca (Imagen 25) interconectada a los silos de almacenamiento que se encuentra en el lugar de abastecimiento (en la granja), el movimiento del tornillo se realiza a través de un motor marca SEW de 4Hp a 220V con una velocidad de giro de 1720 rpm, el material implementado para el diseño de las hélices es hierro dulce teniendo en cuenta los bajos costos que representa, el eje principal del tornillo es de acero al carbono.



**Imagen 23.** Bazucas para abastecer alimento a los silos.



#### 5.1.4 Cronograma de actividades.

El cronograma de actividades se usó para determinar el tiempo en el que se realizó cada tarea, la fecha de inicio y finalización con el objetivo de mejorar las labores para fijar metas en cada actividad que compone el desarrollo general del sistema.

**Tabla 3.** Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Búsqueda de información y documentación.	■	■	■	■												
2. Diseño y construcción de la tolva					■	■	■									
3. Ensamble de la tolva sobre el vagón cañero								■	■							
4. Montaje y ensamble.										■	■					
5. Prueba de funcionamiento												■	■			
6. Creación del manual de funcionamiento y mantenimiento, Redacción del documento final													■	■	■	■

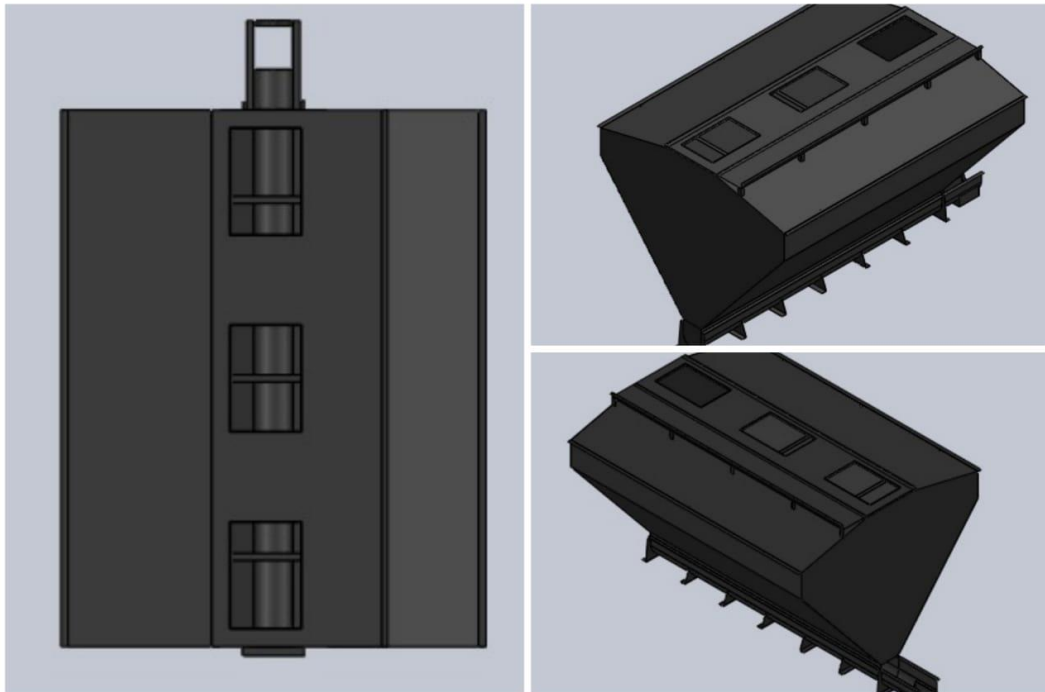
## 6. RESULTADOS PARA LOS ACCESORIOS QUE COMPONEN EL SISTEMA

Los resultados para la elaboración del sistema se diseñaron con la herramienta CAD SolidWorks la cual es implementa para el modelamiento de piezas y conjuntos. Se realizó la elaboración de la tolva con el objetivo de recrear gráficamente la tolva, el sistema dosificador y el tornillo sin fin.

Se realiza la simulación de una sección del tornillo sin fin para determinar si soporta la carga distribuida alrededor de la aleta, esta simulación se elabora haciendo uso de la herramienta ANSYS el software de simulación ingenieril que permite crear un entorno más amigable para la interpretación de los resultados. Los resultados se presentan a continuación.

### 6.1 Tolva

**Figura 3.** Diseño final de la tolva.



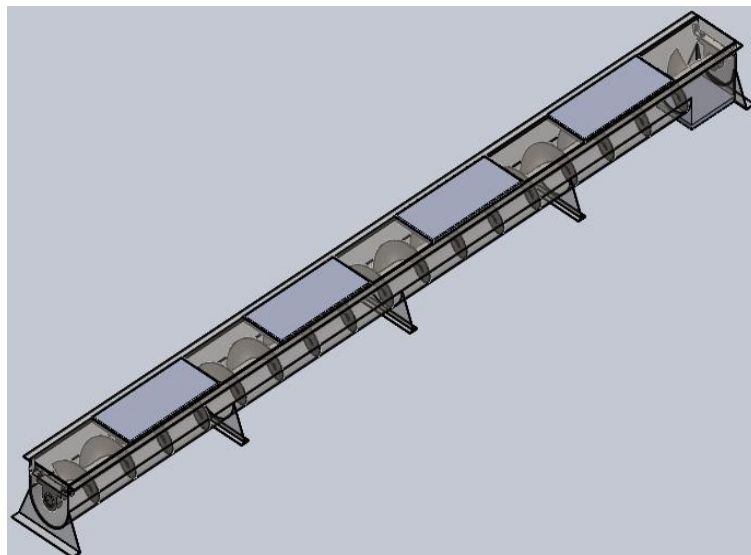
### 6.1.1 Tornillo sin fin.

**Figura 4.** Diseño final para el tornillo sin fin.



#### 6.1.1.1 Sistema dosificador.

**Figura 5.** Canal encargado de albergar el tornillo sin fin.



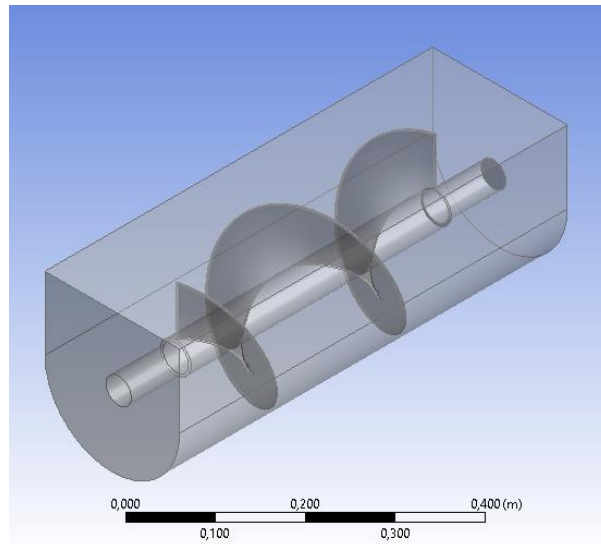
### 6.1.2 Resultados de la simulación para el sistema dosificador.

Para elaborar la simulación se utilizó la herramienta de modelamiento **Ansys** ya que cuenta con un entorno ideal para el análisis y simulación de los componentes, analizar los diferentes entornos físicos usando esta herramienta ayuda a obtener resultados más exactos para interpretarlos posteriormente.

Para dar inicio a la simulación se importan las piezas previamente diseñadas en SolidWorks, luego se hace uso de la herramienta de proyectos con la que cuenta el programa para analizar los fenómenos físicos a los cuales se expone el tornillo sin fin, ya que como se sabe es la pieza del sistema que efectúa mayor trabajo y movimiento, partiendo de esta teoría se realizan dos tipos de proyecto el primero es de “Fluid Flow” con el objetivo de analizar el comportamiento del fluido, en este caso es el alimento ( maíz con sus componentes) el objetivo es determinar si el flujo másico de este fluido es el ideal para cumplir con las características geométricas del tornillo, de esta manera poder evaluar si soporta los esfuerzos y la presión.

Con la idea de importar las presiones del análisis de tipo Fluid Flow y utilizarlas en la otra parte de la simulación de tipo “Static Structural” y de este modo determinar la deformación de las zonas que está en contacto, los esfuerzos y el factor de seguridad. Los resultados se muestran a continuación. En el capítulo 7 se discuten los resultados obtenidos.

**Figura 6.** Segmento del tornillo sin fin.

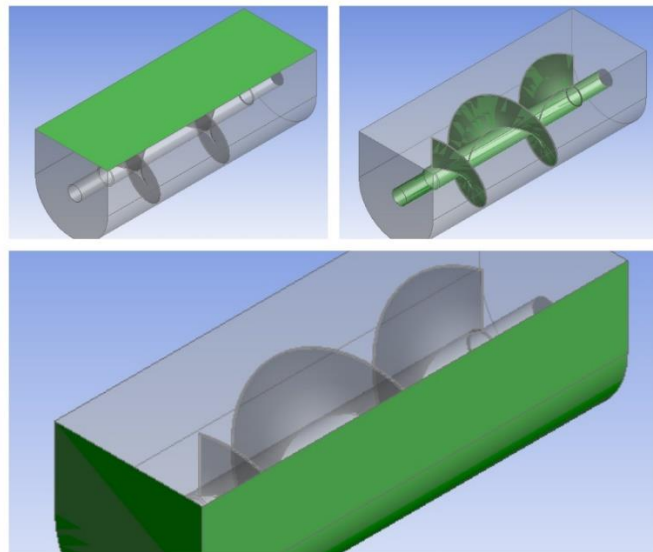


Cuando se ejecuta una simulación se deben tener en cuenta algunos factores como las condiciones de frontera, el número de iteraciones, la calidad del mallado, el tipo de reacciones, los apoyos fijos, capacidad de procesamiento en el equipo usado para llevar a cabo esta tarea.

Para evitar inconvenientes y errores en la simulación se ejecutó un proyecto para 3000 iteraciones, también se realizó una malla fina, por esta razón se elaboró el corte de una sección del modelo (Figura 7) para obtener un modelo más sencillo de caracterizar.

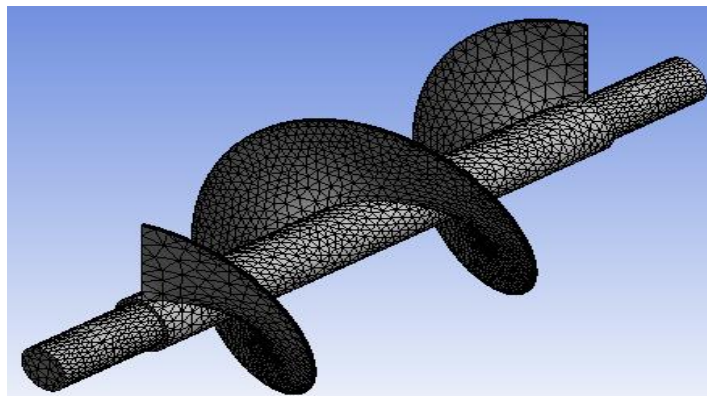
- Selección de contornos.

**Figura 7.** Selección de la entrada, salida, y fronteras para aplicación de propiedades.



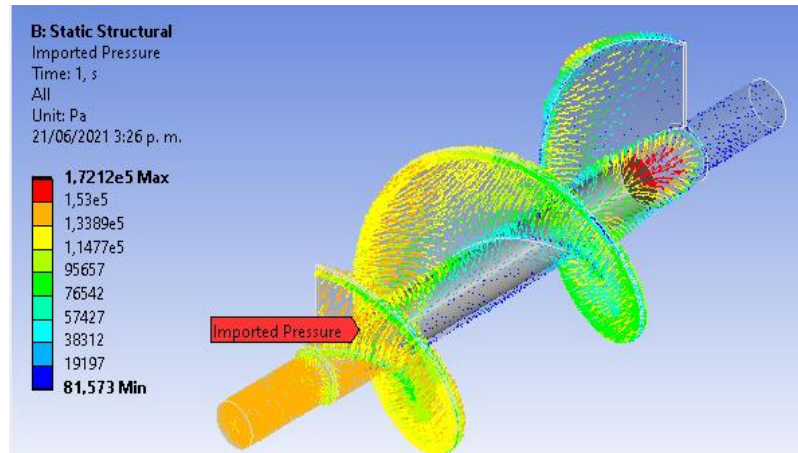
- Aplicación de la malla.

**Figura 8.** Malla fina.



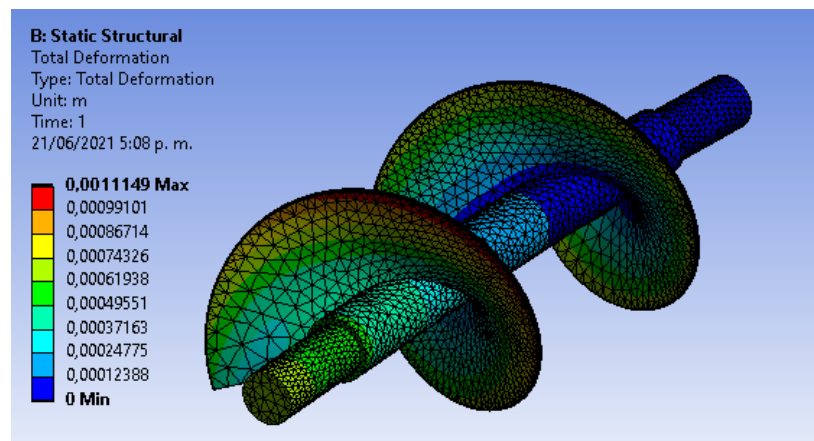
- Comportamiento de la presión en la hélice y a lo largo del eje.

**Figura 9.** Presión producida por el alimento sobre una sección del tornillo.



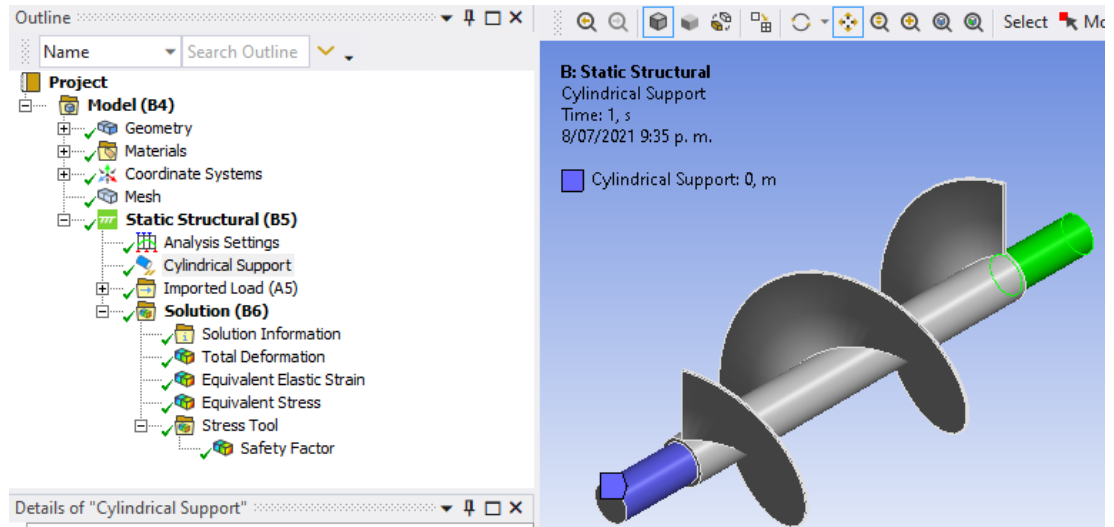
- Deformación en la hélice.

**Figura 10.** Deformación en el tornillo, con mayor concentración en los extremos de la hélice.



- Soportes del sistema.

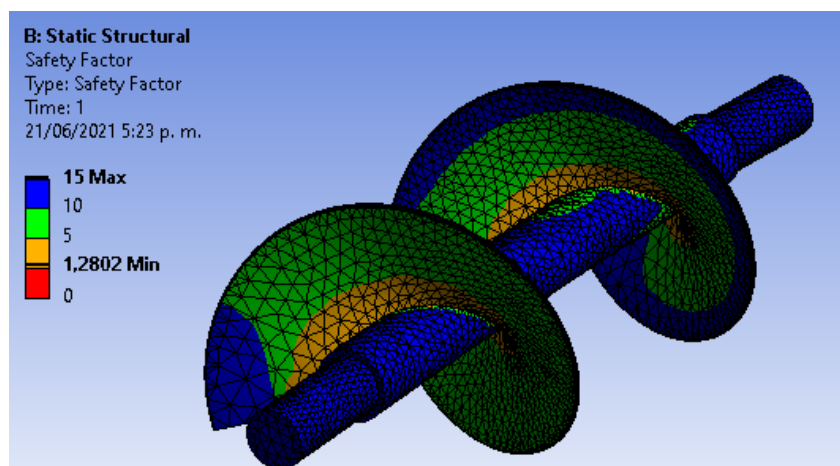
**Figura 11.** Soportes del sistema



Para llevar a cabo la simulación se asignaron las fronteras o soportes encargados de soportar el sistema, como se puede ver en la figura 12, estos soportes son de tipo “Cylindrical” haciendo la función de los rodamientos, que para este caso soportan la carga de tipo axial.

- Factor de seguridad.

**Figura 13.** Rangos para el factor de seguridad.



### 6.1.3 Resultado final del sistema de transporte.



**Imagen 24.** Ensamble final.

## 7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación, se interpretan los resultados obtenidos en todo el desarrollo y la elaboración del sistema, también se hace mención del beneficio que generó realizar el proyecto actual.

### 7.1 Análisis para el diseño del sistema

#### 7.1.1 Diseño de la tolva.

Como se puede observar en la **figura 4** el diseño de la tolva se elaboró previamente antes de dar inicio a la confección de la estructura, esto permitió dar conocer de una manera objetiva el modelo a los técnicos encargados de hacer la tarea de doblar las láminas y posteriormente aplicar la soldadura con el objetivo de obtener un mejor resultado.

Este diseño se elaboró teniendo en cuenta las dimensiones del vagón, que se encargará de hacer la tarea de soporte para albergar la tolva. Es por esto que las medidas se tomaron directamente de la estructura.



La tolva cumple con las exigencias requeridas, su estructura puede almacenar 4.5 toneladas de alimento, lo cual es satisfactorio teniendo en cuenta que se pueden ejecutar 3 a 4 viajes por día, suficiente para abastecer la granja y de este modo alimentar las aves.

#### 7.1.1.1 Diseño del canal y sistema dosificador.

Para el diseño del tronillo sin (**figura 5**) encargado de evacuar el alimento de forma gradual, se implementa un método de elaboración que consiste en realizar los cortes de forma cuadrada a las láminas y dentro de esta realizar el croquis del perfil de la hélice, este debe ser dibujado con unos milímetros menos a su diámetro final, debido a que se procede a hacer el corte mediante el método de oxicorte, para después estirar la lámina aumentando su tamaño y así se da forma a la espiral de la hélice, de esta manera se obtiene el conjunto de hélices que son soldadas al eje central.

El tamaño diametral se diseña teniendo en cuenta las sugerencias del técnico experto, el cual por su experiencia propone un diseño del tornillo con dimensiones proporcionales a la cantidad de alimento que se debe evacuar.

El canal (**figura 6**) que tiene la función de albergar el tornillo se diseñó con una técnica para controlar el flujo de alimento proveniente de la tolva, se realiza a través de cavidades que se cierran cuando se introducen las raseras esto permite controlar el flujo másico que cae sobre el tornillo, este flujo másico es de 10 kg/s, como se puede ver en la figura 6, el ingreso de materia prima se realiza en la parte superior del canal.

## 7.2 Análisis de la simulación.

### 7.2.1 Canal y tornillo sin fin.

Con el objetivo de reducir la complejidad de la simulación para así lograr disminuir el número de iteraciones y elemento de la malla se ejecuta la simulación seccionado el tornillo, de este modo se puede hacer el análisis a una sección más pequeña como muestra en la **figura 7** y **figura 8**, optimizando el tiempo y los recursos para la simulación.

Como se mencionó previamente en el punto 6.1.2 se realizó una simulación de tipo "Fluid Flow" donde se tomó el maíz del cual se conoce la densidad de  $505 \frac{kg}{m^3}$  este será el fluido encargado de producir los fenómenos físicos sobre el tornillo, teniendo

en cuenta que se conoce el flujo másico (10 kg/s) este se toma como una condición de entrada y para la condición de salida se toman condiciones ambientales ( Figura 8).

Estas condiciones nos permiten hacer la simulación y obtener las presiones en el sistema (Figura 10) que son utilizadas para realizar el segundo estudio de tipo "Static Structural", donde se asigna el tipo de apoyo en los extremos que tiene el tornillo (apoyo de tipo cilíndrico). Los resultados son los siguientes:

La figura 10 muestra el comportamiento de la presión que ejerce el maíz sobre dos revoluciones de la hélice, esta presión como se puede observar es distribuida en toda el área de las aletas, es muy importante realizar previamente este tipo de análisis ya que se pueden validar los resultados gracias a la simulación estructural importando las presiones obtenidas y de este modo determinar si el tornillo soporta el trabajo para el cual se diseñó.

Como se observa en la **figura 11 y 13** los resultados para la deformación del tornillo nos permiten observar como la concentración de estos esfuerzos se generan en la parte del acople de la hélice con el eje y como esta deformación se evidencia en la cara de la aleta, a su vez también ocurre este comportamiento debido a las condiciones abrasivas que genera el maíz en los extremos de la aleta, llegando a desgastarla con el paso del tiempo.

La deformación máxima es aproximadamente de 1.1 milímetros, esta deformación en la práctica es la que se evidencia con el paso del tiempo a medida que se le da uso al sistema, también es importante señalar que estas deformaciones nos permiten validar las reseñas previamente obtenidas y decir que la simulación proporciona datos valido y precisos.

La figura 13 nos permite observar el rango de valores obtenidos para el factor de seguridad, como se puede analizar es mayor a 1, este valor muestra la condición de sobre diseño del tornillo dando seguridad de que el diseño tiene los requerimientos necesarios para el funcionamiento, pero también en términos de falla podemos ver que esta ocurrirá en la zona de contacto de las hélices y el eje, lo que en la práctica ocurre a medida que se le da uso al sistema, es en este caso donde el técnico encargado debe hacer un mantenimiento correctivo al tornillo aplicando un refuerzo de soldadura en estos lugares.

## 8. CONCLUSIONES

La correcta selección del sistema de transporte implementado para comercializar los productos de una empresa, permiten prevenir fallas y retrasos, de este modo se garantiza una producción estable para las empresas.

Para hacer una selección eficiente del transporte terrestre es importante conocer los estados de las vías, sus variantes y los cambios en las condiciones de terreno, dependiendo de cada época del año, de este modo se previene retrasos y daños en los sistemas.

Para cumplir con el objetivo de seleccionar el sistema de transporte terrestre ideal para una empresa, es aconsejable realizar un estudio del arte de los sistemas más usados en la actualidad, ya que de esta manera se puede conocer su funcionamiento, particularidades de movilidad, capacidad, y demás características específicas que la empresa busca según sus requerimientos.

Si no se realiza una correcta selección de este sistema se presentan limitaciones en el proceso de producción, ya que, al presentarse un bache en este eslabón del proceso, esto retrasa la estructura general, en el caso del presente proyecto el retraso en la llegada del alimento de las aves afecta la producción de huevos disminuyendo su cantidad.

Se debe hacer buen uso de los recursos con los que cuenta la empresa, esto representa optimizar el sistema de transporte que presenta fallas sin dejarlo a un lado y adquirir otro sistema, de esta manera si es el caso se aconseja realizar mejoras en el sistema para obtener un modelo con mejoras propias adaptadas a los requerimientos que se buscan para cumplir su función.

- Conclusiones de los resultados obtenidos en la simulación.

Como se puede observar en la figura 11 la deformación del tornillo ocurre en la zona de contacto entre la hélice y el eje central, es por esto que las figuras nos

muestran los desplazamientos que se dan, que como se observan es más notorio en los extremos de la hélice, pero se debe aclarar que la deformación real ocurre en la base (zona de contacto).

Esto se confirma observando el modo de falla visto en la figura 13, por lo cual es importante señalar que esto es lo que ocurre en la práctica, la falla se presenta en la base de contacto de la hélice y el eje, por esto el personal encargado de ejecutar el mantenimiento correctivo debe prevenir esta falla aplicando refuerzos implementando soldadura.

Como ya se mencionó en la figura 13 podemos ver que el factor de seguridad es mayor que 1, lo que permite observar el módulo de falla en la base y los desplazamientos en la cara de la hélice con mayor visibilidad en la parte del diámetro exterior.

- Conclusiones de acuerdo al tipo de materia prima transportada

Debido a las características físicas de la materia prima, su densidad y composición, podemos decir que es de tipo abrasivo este elemento efectúa mayor trabajo de corte y desbaste en la aleta de la hélice, este tipo de grano hace parte de la familia de los manufacturados los cuales generalmente contienen en su composición porcentajes de piedras de calcio e impurezas las cuales pueden acelerar el corte y desbaste.

Lo que permite concluir que el diseño elaborado inicialmente cumple con las condiciones, pero con el tiempo se pueden presentar este tipo de desgastes.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> MOZCOSO DIAZ, p.34 (2008). Vehículo para transporte de alimentos tipo snack por la cicloruta. Bogotá. Universidad de los Andes.
- <sup>2</sup> BOLAÑOS ZUÑIGA, JAIMES VOLLMUTH, ROA LÓPEZ, p.207(2020). Propuesta de transporte costo efectiva de maíz amarillo a la planta de Avidesa MacPollo S.A, tramo Barranquilla-Girón. Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- <sup>3</sup> Cabrera Cánovas, p.397 (2011). Transporte internacional de mercancías. Icx, Madrid.
- <sup>4</sup> Sarache Castro y Cardona Alzate, p.204, (2007). La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustria. Manizales, Caldas, Colombia.
- <sup>5</sup> LIMO HUAMÁN, (2017), p.139. Implementación de un sistema de control semiautomático en silos y tolvas de almacenamiento para mejora de la productividad en el procesamiento de alimento balanceado en una planta del sector avícola. Chiclayo. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- <sup>6</sup> MOYA BEJARANO, (2016), p 118. Diseño de un dosificador semiautomático por tornillo sin fin para uchu jacu en la organización unopac de la parroquia ayora del cantón cayambe. Ibarra. Universidad técnica del norte.
- OXGASA, p 88, (2018). Manual del soldador. El salvador
- WEST ARCO, p.207(2015). Manual de soldadura. Bogotá D.C
- LEONIDIVNA NAIDIUK, BOLÍVAR TORRES, p.152, (2018). Introducción al análisis térmico y fluidos mediante Ansys. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca-Ecuador.
- SOLIDWOKS EDUCATION, p.168.(2010). Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks. Concord, Massachusetts.
- SOTO, SOLUCIONES AGRO INDUSTRIALES, p.21 (2010). Manual del usuario.

## 10. ANEXOS


### MANUAL DEL USUARIO.

#### SISTEMA DE TRANSPORTE DE ALIMENTO PARA AVES.



- Función Técnica

El presente MANUAL DE OPERACIÓN contiene la información útil para la correcta operación del sistema de transporte avícola. En él se encuentra claramente detallado el sistema de ensamble, y sus componentes.

 Antes de poner en operación la maquinaria es necesario leer cuidadosamente este manual.

Este sistema de transporte es ideal, en la recolección y el transporte de alimento para gallina, pero también de cualquier grano que se requiera transportar para el consumo de las aves.

- Aplicación

Este sistema fue mejorado y adecuado para terrenos con condiciones adversas. Su capacidad para 4.5 toneladas de alimento lo hace una herramienta eficiente y segura.

Su diseño funcional lo hace ideal para el transporte sin exigir alta potencia de tracción en suelos pesados por la gran dimensión de sus llantas y su forma versátil.



- Características

Este sistema posee un sistema dosificador, compuesto por un tornillo sin fin ubicado de forma horizontal, que permiten movilizar el alimento dentro de la tolva y depositarlo en los silos de acopio.

Es ideal para minimizar los tiempos de transporte y de mano de obra, posee compuertas inferiores o raseras para controlar el flujo másico de alimento que cae sobre el tornillo sin fin.

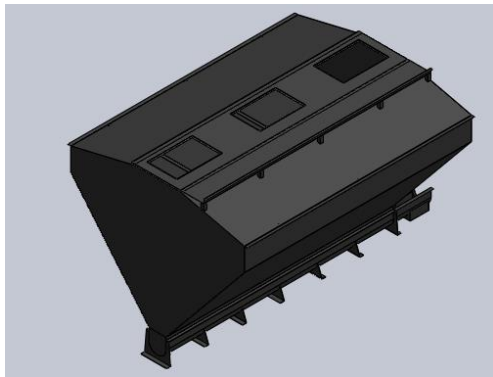
Posee un motor de 4.5 hp marca Siemens para realizar el movimiento del sistema.



- Ventajas

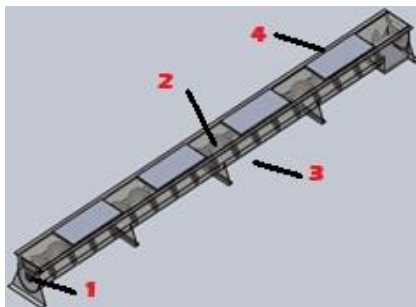
- El modo de transmisión y tornillo sin fin, permiten mayor rapidez en la operación de descarga del sistema, minimizando el desperdicio.
- Menores costos de transporte

### Tolva.



Góndola con capacidad para 4.5 toneladas.

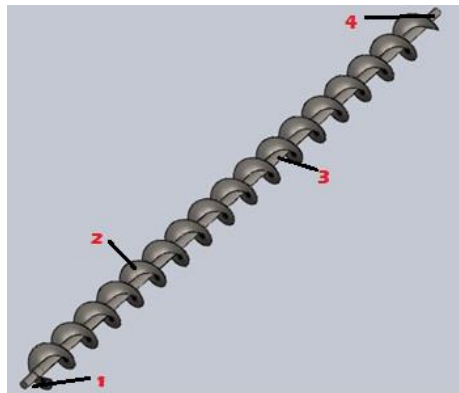
### Sistema dosificador.



### Componentes principales

1. Rodamientos X 2
2. Tornillo sin fin
3. Canal
4. Compuertas o raseras.

### Sinfín transversal.



### Componentes principales

1. Acople delantero
2. Hélice
3. Eje central

4. Acople trasero

- Análisis de operación

Se deben tener en cuenta estas recomendaciones para prolongar la vida útil del sistema.

- Antes de iniciar cualquier actividad, verifique que toda la tornillería esté bien apretada, en caso contrario asegúrese de apretarla, así mismo verifique que todas las partes, los pasadores y sus pines estén debidamente colocados y en su sitio.

- Verificar que las compuertas de ascenso de alimento se encuentre abiertas a la hora de posicionarse en los silos de abastecimiento

- Verificar el estado y funcionamiento de las raseras en cargadas

controlar el flujo de alimento.




- Asegúrese que el silo encargado de recibir el alimento se encuentre listo para recibir la carga y no lo suficientemente lleno, ya que esto puede ocasionar que se riegue el alimento al llenar el contenedor.
- Para evitar que el sistema trabaje de forma forzada, se recomienda trabajar con una sola rasera totalmente abierta, y las otras cerradas.
- A medida que la tolva se valla desocupando, valla abriendo las raseras siguientes y cerrando aquella debajo de la zona que ya se ha desocupado, esto hará que el alimento no se amontone en un solo lugar de la tolva y se evacue en el menor tiempo posible.

potencia disponible del tractor y las condiciones propias del terreno.

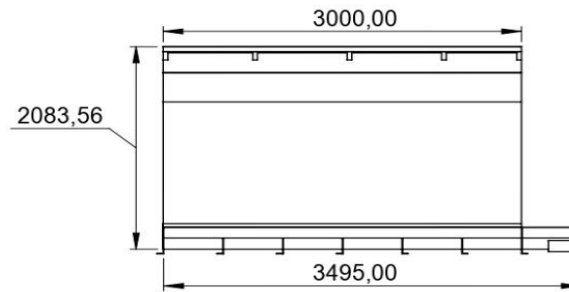
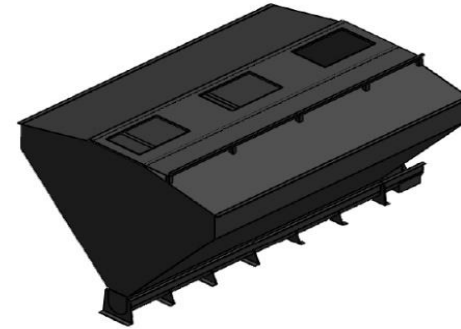
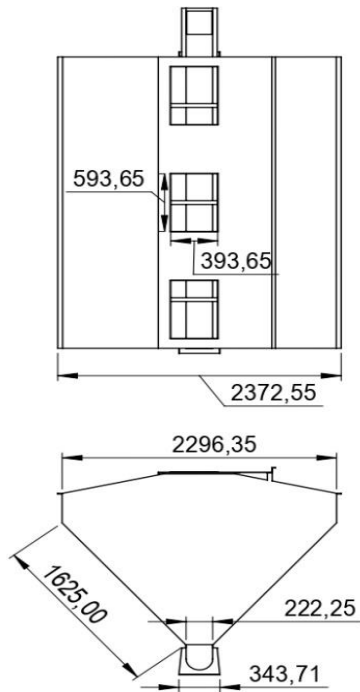
- Inspección Diaria: El operador del sistema de transporte debe diariamente realizar una inspección antes de iniciar las labores respectivas para lo cual ha sido programado el implemento, de dicha revisión debe dejar un comprobante en el formato definido para tal fin de esta manera se puede llevar un control para realizar los mantenimientos, donde Revisado: es buen estado y NC: Necesita cambio.
- Inspección Mensual: Se debe revisar sistema de transmisión del motor y el porta-cadenas, la cadena para determinar si requiere ser tensionada y aplicar grasa para lubricarla.
- Siempre utilice abundante grasa grado 2, esto

asegurará larga vida a su máquina.

#### **Luego de la operación:**

-  Limpie la máquina, incluyendo los componentes expuestos a tierra y barro para dar mayor durabilidad su equipo.
-  Revise y apriete la tornillería si es necesario.
-  Revise y calibre las llantas del sistema de acuerdo a las especificaciones definidas en la misma según su fabricante.

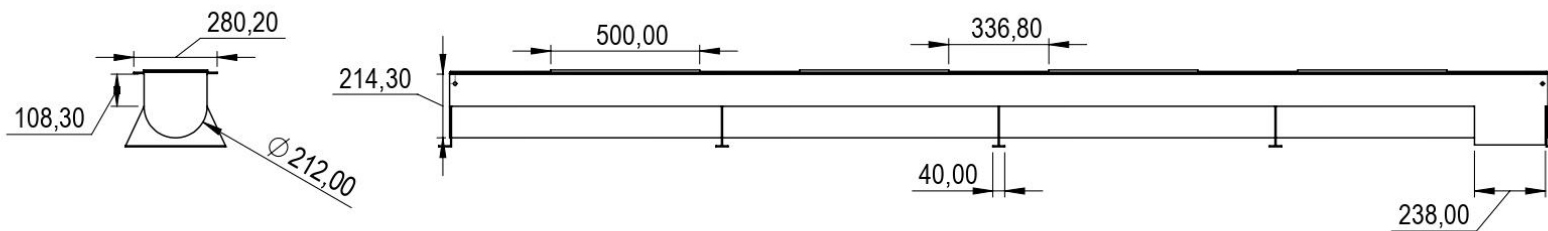
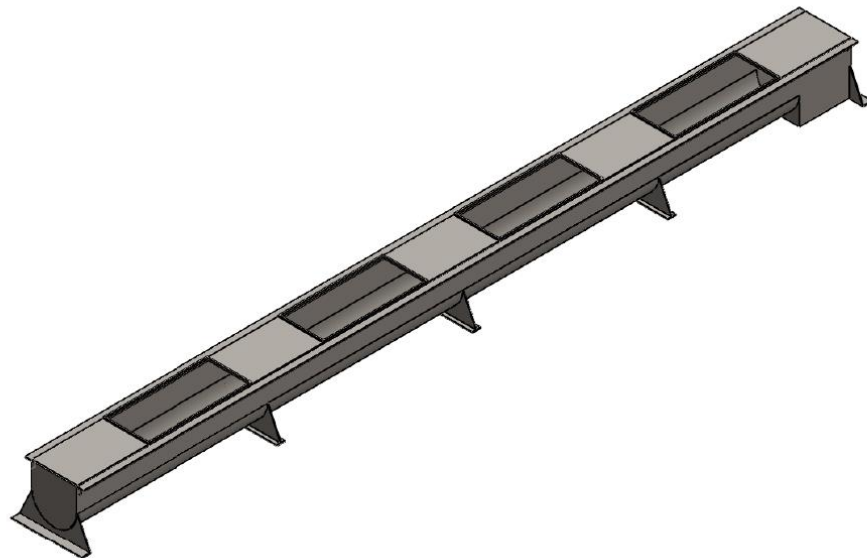




TOLVA TIPO PIRAMIDE TRUNCADA: 8" - Ø Ext. 203mm -  
 Long. 3.5 mts  
 Mat. Aleta: Lam. 3.0 mm. Inoxidable.



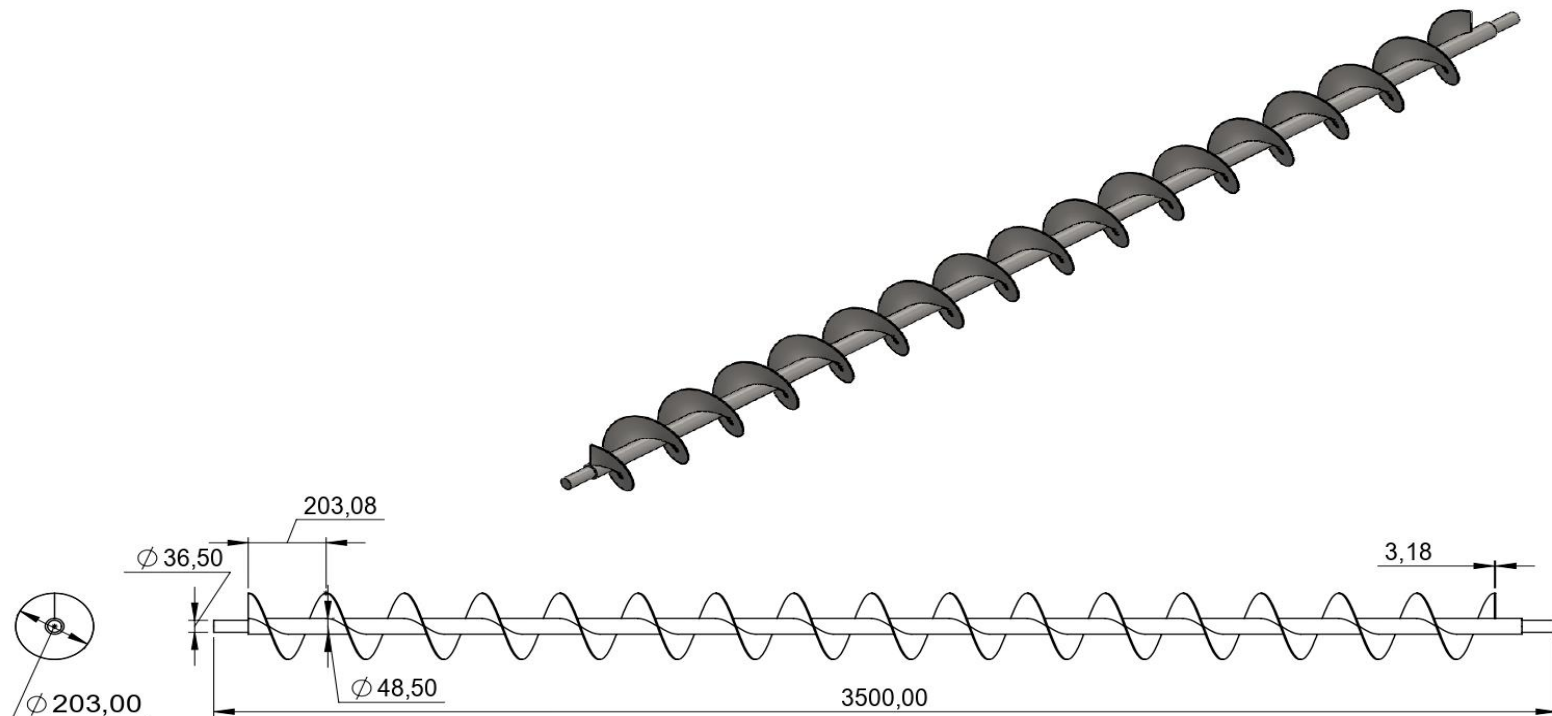
REVISIONES				DIBUJO: RODRIGUEZ CRISTANCHO J.	FECHA: AÑO / MES / DIA	FIRMA DE APROBACION	LÍNEA: SISTEMA DE TRANSPORTE	MAQUINA:
REV.	SOLICITUD N.º	AÑO/MES/DIA	FIRMA	REVISÓ:	31/05/2021	ACABADOS	TÍTULO 1: TOLVA	
xxx	xxxx	xxx	xxx	APROBÓ:	31/05/2021	CONFORME A MATERIAL	TÍTULO 2:	
				TOLENCIA NO INDICADA		MEC. DESBASTE	MATERIAL: HIERRO DULCE	
				DMENSIONALES	±0.1 MM	MEC. CON RAYAS	TRATAMIENTO TERMICO: NINGUNO	
				TROQUELADOS	±0.2 MM	MEC. SIN RAYAS	CODIGO DE II/PORTACION: XXXXXX	COD. ALMACEN: XXXXXXXX
				PERFORACIONES	±0.5 MM	MEC. RECTIFICADO	PARTE No. XXXXX	
				ANGULARES	±0.1°			
				DESPUENTES	±0.5 MM			



CANAL DEL TORNILLO SINFIN - Ø Ext. 203mm - Long. 3.5 mts  
 Mat. Aleta: Lam. 3.0 mm. Inoxidable.



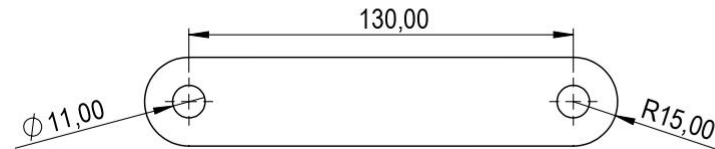
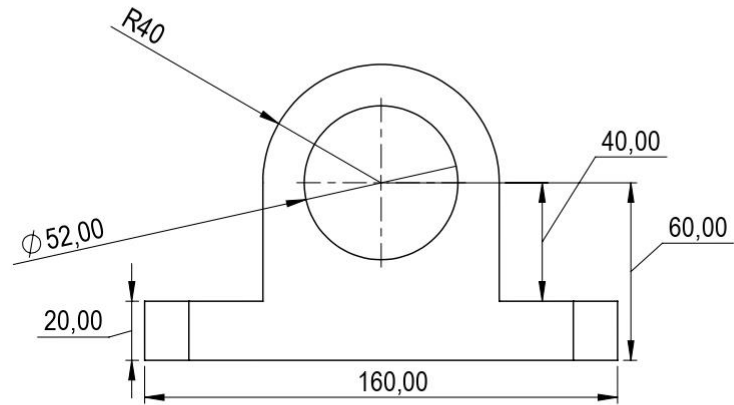
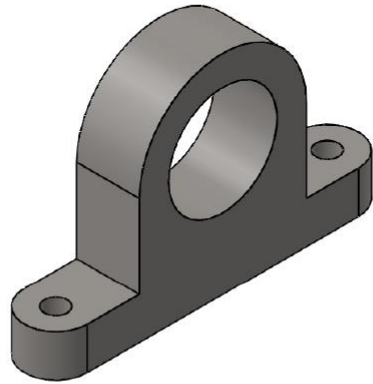
REVISIONES				DIBUJÓ:	FECHA:	FIRMA DE APROBACION:	LÍNEA:	MAQUINA:
REV.	SOLICITUD N°	AÑO/MES/DIA	FIRMA	RODRIGUEZ CRISTANCHO J.	AÑO / MES / DIA		SISTEMA DOSIFICADOR	SIN FIN
xxx	xxxx	xxx	xxx	REVISÓ:	31/05/2021	ACABADOS	TÍTULO 1: CANAL DEL TORNILLO SINFIN	
				APROBÓ:	31/05/2021	CONFORME A MATERIAL	TÍTULO 2:	
				TOLERANCIA NO INDICADA		MEC. DESBASTE	MATERIAL.: HIERRO DULCE	
				DIMENSIONALES		MEC. CON RAYAS	TRATAMIENTO TERMICO: NINGUNO	
				TROQUELADOS		MEC. SIN RAYAS	CODIGO DE IMPORTACION: XXXXXX	
				PERFORACIONES		MEC. RECTIFICADO	COD. ALMACEN: XXXXXXXX	
				ANGULARES			PARTE No. XXXXX	
				DESPUENTES				



TORNILLO SINFIN Paso: 8" - Ø Ext. 203mm - Long. 3.5 mts  
 Mat. Aleta: Lam. 3.0 mm. Inoxidable.  
 Tubo Ø48.50 mm Sch. 80 Inoxidable



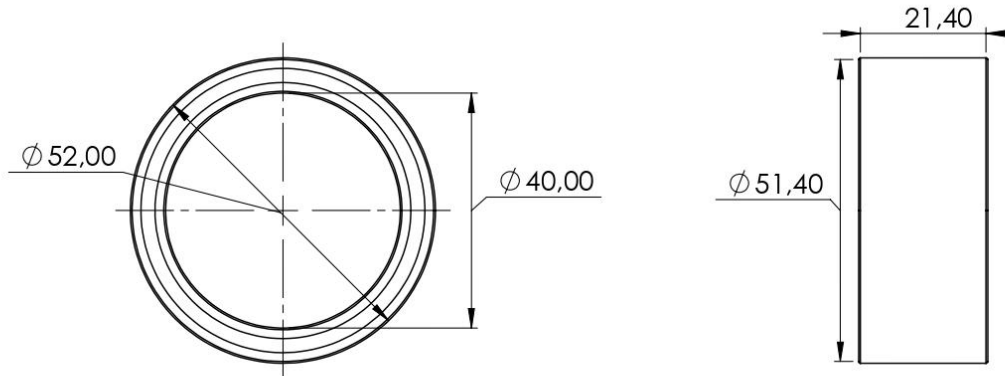
REVISIONES				DIBUJANTE: RODRIGUEZ CRISTANCHO J.	FECHA: AÑO / MES / DIA	FIRMA DE APROBACION	LÍNEA: SISTEMA DOSIFICADOR	MAQUINA: SIN FIN
REV.	SOLICITUD No.	AÑO/MES/DIA	FIRMA	REVISÓ:	31/05/2021	ACABADOS	TÍTULO 1: TORNILLO SIN FIN	
XXX	XXXX	XXX	XXX	APROBÓ:	31/05/2021	CONFORME A MATERIAL	TÍTULO 2:	
				TOLERANCIA NO INDICADA		MEC. DESBASTE	MATERIAL.: ACERO AL CARBO (EJE) - HIERRO ( HÉLICE)	
				DIMENSIONALES		MEC. CON RAYAS	TRATAMIENTO TERMICO: NINGUNO	
				TROQUELADOS		MEC. SIN RAYAS	CODIGO DE IMPORTACION: XXXXXX	
				PERFORACIONES		MEC. RECTIFICADO	COD. ALMACEN: XXXXXXXX	
				ANGULARES		NO MEDIR SOBRE PLANO	PARTE No. XXXXX	
				DESPUNTES	ARCHIVO No. XXXXXX			



CHUMACERA - Ø Ext. 80mm - Ø Inter 52.  
PERFORACIONES EN TALADRO M14



REVISIONES				DIBUJÓ: RODRIGUEZ CRISTANCHO J.	FECHA: AÑO / MES / DIA 31/05/2021	FIRMA DE APROBACION	LÍNEA: SISTEMA DOSIFICADOR	MAQUINA: SIN FIN
REV.	SOLICITUD No.	AÑO/MES/DIA	FIRMA	REVISÓ:	FECHA: AÑO 7 MES / DIA 31/05/2021	ACABADOS	TÍTULO 1: CHUMACERA	
XXX	XXXX	XXX	XXX	APROBÓ:		CONFORME A MATERIAL	TÍTULO 2:	
				TOLERANCIA NO INDICADA		MEC. DESBASTE	MATERIAL.: HIERRO DULCE	
				DIMENSIONALES	±/- 0,1 MM	MEC. CON RAYAS	TRATAMIENTO TERMICO: NINGUNO	
				TROQUELADOS	±/- 0,2 MM	MEC. SIN RAYAS	CODIGO DE IMPORTACION: XXXXXX	
				PERFORACIONES	±/- 0,5 MM	MEC. RECTIFICADO	COD. ALMACEN: XXXXXXXX	
				ANGULARES	±/- 1°	NO MEDIR SOBRE PLANO	PARTE No. XXXXX	
				DESPUENTES	±/- 0,5 MM	ARCHIVO No. XXXXXX		



RODAMIENTO TIPO BEARING 68 : 8" - Ø Ext. 52mm  
 Inoxidable.  
 Tubo Ø40.00 mm Sch. 80 Inoxidable



REVISIONES				DIBUJÓ: RODRIGUEZ CRISTANCHO J.	FECHA: AÑO / MES / DIA 31/05/2021	FIRMA DE APROBACION	LINEA: SISTEMA DOSIFICADOR	MAQUINA: SIN FIN
REV:	SOLICITUD N°	AÑO/MES/DIA	FIRMA	REVISÓ:	FECHA: AÑO 7 MES / DIA 31/05/2021	ACABADOS	TITULO 1: RODAMIENTO	
xxx	xxxx	xxx	xxx	APROBÓ:		CONFORME A MATERIAL ~	TITULO 2:	
				TOLERANCIA NO INDICADA		MEC. DESBASTE ∇	MATERIAL.: ACERO	
				DIMENSIONALES +/- 0.1 MM		MEC. CON RAYAS ∇∇	TRATAMIENTO TERMICO: NINGUNO	
				TROQUELADOS +/- 0.2 MM		MEC. SIN RAYAS ∇∇∇	CODIGO DE IMPORTACION: XXXXXX	
				PERFORACIONES +/- 0.5 MM		MEC. RECTIFICADO ∇∇∇∇	COD. ALMACEN: XXXXXXXX	
				ANGULARES +/- 1°	ESC:1:20		PARTE No. XXXXX	
				DESPUNTES +/- 0.5 MM	NO MEDIR SOBRE PLANO	ARCHIVO No. XXXXX		