



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE
TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN
AUTOMÁTICA (ENSILADO) DE PASTO DE
ENGORDE DE ANIMALES VACUNOS PARA
LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.**

Autor(es):

Ervin J. Anzoátegui L

Marilohen Márquez F

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 87123



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA
(ENSILADO) DE PASTO DE ENGORDE DE ANIMALES VACUNOS PARA LA
EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO

Autores:

Ervin J. Anzoátegui L

Marilohen Márquez F

Tutor:

Ing. Giovanni Pizzella Pierro

San Diego, Febrero 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE Y OCUPACIÓN AUTOMÁTICA (ENSILADO) DE PASTO DE EVOLUCIÓN DE ANIMALES VACUNOS PARA LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A

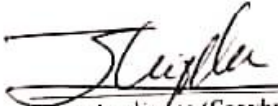
Realizado por el (la) Br. MARQUEZ F HACILOREN
C.I. N° 21739 221 cursante de la carrera de INGENIERÍA WELDWELD


hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

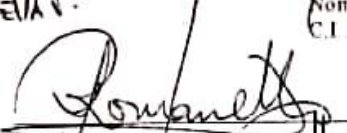
APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre GI OVANNI FIZZELLA P.
C.I. 4455859


Jurado
Nombre FREDDY BARUA G S
C.I. 11.151.678


Jurado
Nombre DONATO ROUANELLA
C.I. 4131877

Fecha 27/02/2023





UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA MECÁNICA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA (ENCILADO) DE PASTO DE ENERGÍA DE ANIMALES VACUNOS PARA LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A

Realizado por el (la) Br. ANZOATEGUI L. ERVIN J

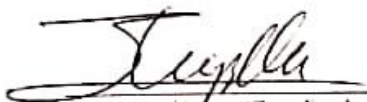
C.I. N° 26129832 cursante de la carrera de INGENIERÍA MECÁNICA


hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

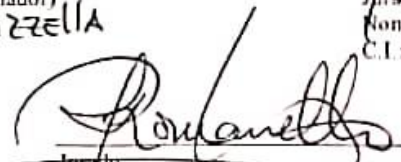
APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre GIOVANNI PIZZELLA
C.I. 4455859


Jurado
Nombre FREDY BARBA
C.I. 11151678


Jurado
Nombre DOMINGO ROMANELLO
C.I. 4131877

Fecha 27/02/2023





**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Giovanni Pizzella Pierro, portador de la cédula de identidad N° 4.455.859, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Ervin Anzoatégui, portador de la cédula de identidad N° 26.129.832 y la ciudadana Marilohen Márquez, portador de la cedula de identidad N° 21.239.221 titulados **DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA (ENSILADO) DE PASTO DE ENGORDE DE ANIMALES VACUNOS PARA LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 01 días del mes de Febrero del año dos mil veintitres.

Ing. Giovanni Pizzella Pierro

C.I: 4.455.859



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO RÓMULO
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI N 001 2022-2CR TG

Valencia, 18 de enero de 2023

Ciudadanos:
ANZOATEGUI LEDEZMA, ERVIN JOSE
26.129.832
MARQUEZ FARFAN, MARILOHEN
21.23.9221
Presente -

Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 11-2022 de fecha 16/09/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa ROLLERS CONVEYORS S.A.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Giovanni Pizzella Pierro, titular de la cédula de identidad V-4.455.859

Atentamente


Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado, está dedicado principalmente a Dios, debido a que gracias a él, he logrado este gran sueño y propósito de culminar mi carrera, seguido de él, a mis padres, por nunca desistir de ese sueño, brindándome todo ese apoyo incondicional en todo momento y buenos consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos, demás familiares, amigos y compañeros que han contribuido de alguna u otra manera para lograr este objetivo, a mi novia por sus palabras, amor y confianza y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, gracias a Dios y a todos ellos, hoy soy lo que soy.

A todos ustedes les dedico este logro y los que están por venir.

¡Mucha Gracias!

Ervin Anzoátegui

DEDICATORIA

Este trabajo especial de grado está dedicado a mi querida hija, por ser el motor que me impulsa todos los días, su nacimiento marcó mi determinación, es el motivo principal de todos mis logros. A mis padres, por haber creído en mí siempre y por darme su valioso apoyo incondicional, no me alcanzará la vida para agradecerles por todas sus enseñanzas y el amor que me han brindado. A mi hermana Azucena, ya que fue y será mi mayor ejemplo de fuerza, voluntad, valentía y deseos de superación, me enseñó a vencer todos mis miedos, a levantarme en cada tropiezo y a nunca perder la fe, mi vida sin ti querida hermana es un páramo, donde quiera que estés ¡te amo!. Gracias a ustedes logré el objetivo e hice realidad mi más grande sueño.

A ustedes les dedico este logro y los que están por venir.

¡Mucha Gracias!

Marilohen Márquez

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios por permitirme ser quien soy ahora. A mi Familia por su apoyo incondicional en todo momento. Gracias a Tomas González, por confiar en mí para realizar este proyecto, gracias por su paciencia y dedicación. De la misma forma quiero agradecer a mis apreciados profesores, en especial a mi tutor académico Giovanni Pizzella, por todas sus enseñanzas durante mi carrera, gracias por darme su valioso ejemplo de ética, carácter y profesionalismo. A la universidad José Antonio Páez por brindarme las herramientas necesarias para formarme como Ingeniero. Por último, pero no menos importante quiero agradecer a mi querido amigo y ahora colega André De Azevedo, por siempre estar en los momentos que más lo necesitaba, nunca olvidare cada palabra, cada mensaje de aliento. A todos, muchas gracias por tanto...

Marilohen Márquez

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por caminar conmigo paso a paso en este largo camino que se llama vida, por darme la fuerza, inteligencia, sabiduría, fe y esperanza para lograr todos y cada uno de mis propósitos, gracias por hacer de mí una persona de bien.

Agradecido con mis padres por haber confiado en mí y haberme brindado todo su apoyo incondicional, gracias por los buenos consejos y valores inculcados que hoy en día me definen como persona.

Agradezco a demás familiares, amigos y mi novia. Carmen Olivares, Sara Arévalo, Ender Anzoátegui, Enis Anzoátegui, Kenny Ledezma, Yuliana Castro, Cesar Morales, Leonardo Morales, Eudes Morales, David Pernia, Darimar Cortes, Lourdes Cortes, Miranyela Martínez, Aníbal Barrios. Gracias porque de alguna u otra forma han participado y aportado valores a mi vida.

Gracias a mi tutor académico Giovanni Pizzella y tutora metodológica Alicia de Pizzella por compartir sus conocimientos docentes y profesionales, gracias por toda la paciencia y apoyo brindado.

A la universidad José Antonio Páez por darme las herramientas para formarme profesionalmente.

Ervin Anzoátegui

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO.....	PP
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN INFORMATIVO.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	5
1.5 Alcance	6
II MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Alimentación en ganado bovino.....	9
2.2.2 Nutrición en el ganado bovino	9
2.2.3 Requerimientos nutritivos de ganado bovino.....	10
2.2.4 Alimentos concentrados para bovinos.....	10
2.2.5 Alimentos Voluminosos para ganado bovino.	11
2.2.6 Ensilaje	11
2.2.7 Primera etapa: Fase Aeróbica.....	12
2.2.8 Segundo etapa: Fase de fermentación	12
2.2.9 Tercera etapa: Fase estable.....	13
2.2.10 Cuarta etapa: Fase de Deterioro Aerobio	13
2.2.11 Silos.....	14
2.2.12 Tipos de silos.....	14

2.2.13Tolva.....	15
2.2.14Tolva de grueso	15
2.2.15 Tolva de finos.....	16
2.2.16 Tipos de flujos de tolvas.....	16
2.2.17 Flujo másico	16
2.2.18 Flujo embudo.....	16
2.2.19 Dosificadores.....	17
2.2.20 Dosificadores por pistón	17
2.2.21 Dosificadores volumétricos.....	17
2.2.22 Máquinas transportadoras	18
2.2.23 Transportadores Helicoidales	18
2.2.24 Tipo de hojas	19
2.2.25 Materiales de los componentes	20
2.2.26 Productos a transportar y nivel de llenado	20
2.2.27 Transporte por banda.....	20
2.2.28 Transporte por cadena	22
2.2.29 Sistema CAD/CAM	23
2.2.30 SolidWorks.....	24
2.2.31 AutoDesk Inventor	25
2.2.32 Embalaje de Alimentos	25
2.2.33 Empaquetamiento al vacío	26
2.2.34 Método de Nelson Vílchez.....	26
2.2.35 Método de ponderación de criterios y soluciones.....	27
2.3 Definición de términos.....	27
III MARCO METODOLOGICO	
3.1 Tipo de investigación	28
3.2 Nivel de la investigación.....	29
3.3 Diseño de la investigación	29
3.4 Población y muestra.....	30
3.4.1 Población.....	30
3.4.2 Muestra.....	30

3.5 Técnicas de Recolección De Datos	30
3.5.1 Instrumentos	31
3.6 Fases de la investigación.....	31
IV RESULTADOS	
4.1 Diagnosticar el sistema usado actualmente para el transporte y la dosificación de pasto.	33
4.2 Determinar el tipo de sistema a utilizar para el transporte y dosificación del pasto Sistema de dosificación de alimento	46
4.2.1 Selección del Dosificador y Sistema de Transporte.....	46
4.3 Diseñar el sistema de transporte y dosificación según los requerimientos de producción y continuidad del proceso de ensilado de pasto de engorde para animales vacuno.....	58
4.3.1 Diseño de banda transportadora	58
4.4 Realizar la simulación del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.....	103
4.5 Desarrollar el estudio de la viabilidad económica del proyecto.	104
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	
A Plano de banda transportadora.....	115
B Plano de rodillo de banda transportadora.....	116
C Plano de base de selladora	117
D Plano de base de selladora 2.....	118
E Plano de transportadora helicoidal	119
F Plano de sistema de transporte helicoidal.....	120
G Plano de sistema de transporte helicoidal 2	121
H Plano de tornillo sin fin variable.....	122
J Tolva principal.....	123
I Tolva Auxiliar.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PP.
1	Tabla de Requerimientos nutritivos.....	10
2	Flujo másico en silo.....	16
3	Flujo de embudo silo.....	17
4	Dosificadores volumétrico.....	18
5	Sistema de transporte helicoidal.....	18
6	Sistema de transporte por banda.....	22
7	Sistema de transporte por cadena.....	22
8	Proceso de diseño con sistema CAD/CAM.....	24
9	Empaquetamiento al vacío.....	26
10	Ensilaje del maíz	32
11	Pacas de heno	33
12	Procesos de henilaje	33
13	Compactacion de forraje	34
14	Compactación del forraje con el uso de tractor.....	36
15	Compactación del forraje utilizando un tubo de concreto...	36
16	Tapado de un silo bunker.....	36
17	Tipos de ensilajes.....	37
18	Silo de tipo parva.....	38
19	Silo de tipo parva (foto real).....	39
20	Silo de tipo trinchera.....	39
21	Silo de tipo trinchera (foto real).....	39
22	Silos de tipo Canadiese.....	40
23	Silos de tipo canadiese (Foto real).....	41
24	Silo de tipo torre.....	41

25	Silo de tipo torre (foto real).....	42
26	Llenado de silo y compactación.....	42
27	Pruebas de campo para determinar distintos niveles de humedad del forraje.....	45
28	Pacas de heno.....	45
29	Embudo de transportador helicoidal.....	99
30	Selladora y empaque.....	101
31	Diagrama Ladder.....	102
32	Diagrama de procesos del sistema propuesto	102
33	Simulación del diseño propuesto Part.1.....	103
34	Simulación del diseño propuesto Part.2	103
35	Simulación del diseño propuesto Part.3.....	103
36	Simulación del diseño propuesto Part.4	104
37	Simulación del diseño propuesto Part.5	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PP.
1	Comparación de Restricciones vs Alternativas.(selección de dosificador).....	49
2	Ponderación de Criterios (selección de dosificador)....	49
3	Parámetros de puntuación (selección de dosificador)...	49
4	Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección (selección de dosificador).....	49
5	Evaluación de Soluciones (selección de dosificador)....	50
6	Comparación de Restricciones vs Alternativas. (selección de transportador)	51
7	Ponderación de Criterios (selección de transportador)...	52
8	Parámetros de Puntuación(selección de transportador)...	52
9	Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección (selección de transportador).....	52
10	Evaluación de Soluciones (selección de transportador)..	53
11	Comparación de Restricciones vs Alternativas.(selección de los sistemas propuestos)	57
12	Ponderación de Criterios (selección de los sistemas propuestos).....	57
13	Parámetros de Puntuación (selección de los sistemas propuestos).....	57
14	Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección(selección de los sistemas propuestos)	58
15	Evaluación de Soluciones (selección de los sistemas propuestos).....	58
16	Velocidades máximas aconsejables.....	59
17	Paso máximo aconsejables de las estaciones.....	60

18	Diámetro de los rodillos aconsejado.....	61
19	Peso del núcleo de la banda.....	62
20	Factores de las cargas.....	64
21	Factor de participación.....	64
22	Factor de velocidad.....	65
23	Selección de rodillo.....	67
24	Coefficiente de rozamiento interno.....	68
25	Coefficiente de las resistencias fijas.....	68
26	Coefficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura.....	69
27	Peso de las partes giratorias de los rodillos de las estaciones (sup/inf).....	69
28	Características del motor W21.....	72
29	Dimensiones de motor W21.....	72
30	Factor de abrazamiento (Cw).....	74
31	Diámetros mínimos recomendados de los tambores.....	76
32	Valores admisible.....	78
33	Catalogo LENTAX.....	79
34	Factor de servicio (Fs).....	79
35	Características de motoreductor.....	80
36	Catalogo SKF de acoplamientos.....	81
37	Dimensiones de acoplamientos SKF.....	82
38	Características de material agrónomo	83
39	Factores de capacidad para transportador con paso especial CF_1	84
40	Capacidad de carga de las artesa.....	84
41	Coefficiente de material.....	85
42	Factor del buje para colgante.....	86
43	Factor del diámetro del transportado F_d	86

44	Características de artesa.....	88
45	Características de compuertas de Carga.....	89
46	Características de colgante tipo 220.....	90
47	Características de tapa de artesa.....	90
48	Características de rodamiento.....	91
49	Características de bridas para artesa.....	92
50	Características de pie de brinda y silueta.....	92
51	Bujes para colgantes de transportadores helicoidales.....	93

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PP
1	Efecto de distintos tipos de sellado sobre las pérdidas de materia seca (%).	44
2	Tipos de sellados.	45
3	Alternativas para la selección (selección de dosificador).	48
4	Criterios y restricciones.	48
5	Alternativas para la selección (selección de transportador).	51
6	Criterios y Restricciones (selección de transportador).	51
7	Alternativas para la selección (selección de sistemas).	56
8	Criterios y Restricciones (selección de sistemas).	56
9	Comparación de producción actual en Venezuela y producción del sistema propuesto.	107



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA
(ENSILADO) DE PASTO DE ENGORDE DE ANIMALES VACUNOS PARA LA
EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A**

Autor(es): Ervin J. Anzoátegui L

. Marilohen Márquez F

Tutor (a): Ing, Giovanni Pizzella Pierro

Fecha: Febrero 2023

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo especial de grado tiene como título “**Diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa rollers conveyors s.a**”. Adicionalmente, su propósito es estudiar el proceso y máquina de ensilaje utilizado en las granjas para luego formar el empaquetamiento para el almacenaje del pasto para los alimentos. En este proceso solo dosifica el pasto y transporta el pasto para su almacenamiento, en consecuencia se mejorara lo antes mencionado con el empaquetamiento al vacío del pasto para su durabilidad y mantenimiento de nutrientes, de tal manera que se hará un diseño donde el pasto será empaquetado luego de dosificación y transporte. Por otro lado metodológicamente es proyecto factible, documental y de campo con una línea de investigación cognitiva y aplicado, donde se desarrollará una simulación con el programa SolidWorks.

Descriptor: Diseño de transporte, dosificación, empaquetamiento.

INTRODUCCIÓN

La práctica del ensilaje contrarresta el efecto negativo que provocan los períodos secos en la producción bovina, como es la pobre disponibilidad de forrajes tanto en cantidad como en calidad, creando una disminución en la producción de leche y carne. El uso del ensilaje en el trópico interesa por varias razones. A medida que los países progresan, los agricultores presentan nuevas aspiraciones y el productor ya no acepta que la cosecha diaria de forraje sea la única opción para alimentar a sus animales.

Los productores buscan alternativas mediante la práctica del ensilaje que les permitan disponer de alimentos baratos y que puedan ser almacenados y utilizados con facilidad (Wong 2001). El énfasis que se hace sobre la conservación de forrajes en países tropicales está relacionado con la falta de uniformidad en la producción de forrajes durante el año. Esto se debe a las variaciones climáticas que imperan en las zonas tropicales. Por la falta de adecuación y sistemas de conservación eficientes para la seguridad alimentaria del ganado durante esos períodos, se han realizado estudios tendentes a comparar diferentes alternativas de conservación de forrajes, tomando en cuenta la cantidad y calidad de la misma para mantener niveles estables de producción sin importar las épocas del año. El principal objetivo de la conservación de forrajes es la de disponer de un aporte nutritivo que asegure la producción del ganado durante períodos de escasez.

El Capítulo I, especifica el problema y objetivos de la investigación, así como la formulación, justificación y delimitaciones de la misma. Su objetivo es describir el objeto de estudio.

El Capítulo II, abordara el marco teórico que encierra los antecedentes de la investigación, los cuales son estudios realizados que guardan estrecha relación con el perfil metodológico al trabajo de investigación. También se establecen las bases teóricas sobre la cual se soporta este trabajo y se definen los términos básicos que se manejaran para el desarrollo de la misma.

El Capítulo III, explica lo referente al marco metodológico, estableciendo el tipo y diseño de la investigación, definiendo la población y muestra, detallando cada una de las fases, las estrategias a utilizar, así como los recursos con los que se contara en cada periodo durante el desarrollo de las actividades

Por último, **El Capítulo IV** Se presentan los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial uno de los sectores más propensos de verse afectado por los cambios del clima es el sector agropecuario, con mucha más incidencia en tiempos de sequía debido a la disminución de las lluvias, por ello, minimiza la cantidad de pasto disponible para la alimentación de los animales, esto trae consecuencias graves en los diversos tipos de ganado, sin embargo estudios señalan que el ganado vacuno es el más afectado, pierden peso y, por tanto, disminuye la producción de carne y leche para abastecer a la población. Se debe destacar lo siguiente, las pérdidas en los animales durante la sequía son de gran magnitud, 20 a 40 kg por cabeza en tres a cuatro meses. Entonces, si la población estimada en la Región Caribe es de 7.5 millones de reses, las pérdidas en esta zona pudiesen llegar a ser de 150.000 a 300.000 toneladas de carne al año.

Es importante acotar, que los sistemas bovinos de Doble Propósito contribuyen con el 40% de la leche que se consume en América tropical. En estos sistemas la producción de leche es baja (dos a cuatro litros por vaca por día), pero podría aumentarse hasta seis a ocho litros por vaca por día mediante acciones paralelas de mejoramiento genético de los animales, sistemas mejorados de alimentación y/o manejo del hato lechero. Ahora bien, el establecimiento de cultivos forrajeros con fines de conservación, sea como ensilaje o heno, se ha convertido en una forma muy eficiente para enfrentar el problema de la falta de alimento en las épocas críticas, ya que contribuye una medida eficaz para disminuir las pérdidas en la producción de leche y carne, además mejoran el comportamiento reproductivo, y en muchos casos previene la muerte de animales.

Sin embargo, se conoce que América Latina posee extensas áreas de pasturas, gracias a un clima variado y privilegiado, el cual es favorable para la crianza de los diferentes tipos de ganado, contando así con todos los recursos necesarios para convertirse en una región productora muy significativa, capaz de garantizar la seguridad alimentaria regional y mundial. Es por ello que, en la actualidad, se demandan algún tipo de soluciones para problemas que se presentan en el campo, por ejemplo, una de ellas es el ensilado de pasto de engorde, a fin de afrontar los requerimientos alimenticios necesarios durante esa época climática de poca disponibilidad o ausencia de pasto,

que sería ese recurso la fuente fundamental para la alimentación, principalmente, de ganados bovinos en Venezuela, no obstante, los costos elevados de forraje en esas épocas de escasez, conllevan a buscar alternativas para los productores agropecuarios.

Por otra parte, se debe saber que el ensilaje es una técnica de conservación de forrajes picados, que consiste en almacenarlos frescos bajo condiciones anaeróbicas (sin aire), para así provocar un proceso de fermentación parcial por la acción de ciertas bacterias sobre los carbohidratos; estas bacterias se alimentan de los carbohidratos presentes, y rápidamente producen ácido acético y ácido láctico, los cuales al alcanzar cierto nivel de pH detienen la acción bacteriana, creando las condiciones propicias para que el forraje pueda conservar los nutrientes. La conservación de alimentos en forma de ensilaje es una herramienta de manejo, que permite a los productores equiparar recursos alimenticios (forrajes, residuos de cosecha, productos IBLIOGRFIA agro-industriales) con alta demanda alimenticia para el ganado. Su función básica es almacenar y reservar alimento para su uso posterior con pérdidas mínimas de calidad nutricional.

El ensilado se ha convertido en muchos países como el sistema de conservación dominante. En Europa, países como Alemania, Dinamarca y los Países Bajos almacenan más del 90% de sus forrajes como ensilado. Incluso, en países con buenas condiciones climáticas para henificación, como Francia e Italia, cerca de la mitad su forraje es ensilado. De hecho, en países con territorios afectados de forma recurrente por periodos ya sea de sequía, lluvias o inviernos rigurosos, se dificulta la disponibilidad de forrajes verdes para alimentar a los animales de forma continua a lo largo del año, por tal motivo, una gran parte de sus forrajes están conservados en silos para poder utilizarlos durante estos periodos. Las especies más adaptadas a esta forma de conservación deben presentar: un alto contenido de azúcar, bajo nivel de proteína y el contenido de MS debe ser adecuado al momento de ensilar.

Por otro lado, adquirir maquinaria para realizar el proceso de ensilado hoy día es casi imposible, precisamente por los costos que implica para los pequeños y medianos productores, tanto alquilarla como adquirir la maquinaria necesaria, realizándose entonces este proceso de forma artesanal, pero, esta iniciativa resulta ineficiente en cuanto a términos de desgaste físico y pocos beneficios monetarios. De manera que, la investigación se fundamentará en estudiar una estrategia que permitirá a los agricultores hacer frente a situaciones críticas, como las temporadas de sequía y altas temperaturas que afectan directamente la producción agrícola y ganadera. Por tal

motivo, se pretende estudiar la forma de asegurar el alimento del ganado sin necesidad de recurrir a la compra de heno u otras fuentes de alimento disponibles a nivel comercial, tomando como caso de estudio la empresa la empresa Rollers Conveyors S.A.

La empresa Rollers Conveyors se dedica a la fabricación de rodillos transportadores y equipo de manejo de materiales. Dicha estrategia se basa en el diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde, el cual consiste en transportar el alimento de engorde a través de un mecanismo sin fin variable, que al final del recorrido, sea capaz de comprimir porciones de 20 kg para su posterior empaquetamiento al vacío. Esta máquina les permitirá a los agricultores almacenar el alimento que requieren sus animales durante las temporadas de baja zafra, disminuyendo los costos al proveer una fuente de fibra efectiva en un tiempo determinado en las raciones necesarias. Se busca disminuir los costos de la máquina ensiladora para que los medianos y pequeños agricultores puedan adquirirla sobre la base de una baja inversión.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera se puede automatizar el procesamiento del alimento (pasto de engorde) de animales vacunos para que éste perdure en el tiempo y conserve sus nutrientes, con el fin de que la empresa Rollers Conveyors S.A ofrezca dicho sistema para la utilización a los medianos y grandes productores agrícolas del Estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el sistema usado actualmente para el transporte y la dosificación de pasto.
2. Determinar el tipo de sistema a utilizar para el transporte y dosificación del pasto.
3. Diseñar el sistema de transporte y dosificación según los requerimientos de producción y continuidad del proceso de ensilado de pasto de engorde para animales vacuno.
4. Realizar la simulación del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.
5. Desarrollar el estudio de la viabilidad económica del proyecto.

1.4 Justificación de la investigación

Una de las metas de los productores de ganado bovino es mantener una producción constante de pasto para proveer de alimento diario a dicho ganado, por ello, la crianza se realiza a la par con la producción de pasto, por ello, la implementación de máquinas industriales que funcionen de acuerdo a los requerimientos de estos productores de ganado, es vital dentro de la actividad económica de Venezuela, de tal forma que se propone el desarrollo de una máquina industrial que pueda ser sustentable dentro del área ganadera.

Desde el punto de vista práctico, la posibilidad de ofrecer alternativas de solución a través de la propuesta del diseño del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors S.A, dando a conocer técnicas que ayuden a que la alimentación de ganado vacuno no se vea afectada y tenga un abastecimiento constante durante todos los días del año, es de suma importancia. Así pues, el sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors S.A, puede convertirse en la respuesta a la necesidad de ensilar el pasto para tiempos de sequía, así pues, poder proponer este diseño a las empresas fabricantes y proveedoras de estas maquinarias para que elaboren este tipo de equipos asequibles a los productores agropecuarios.

Desde la perspectiva social y económica, se busca ofrecer beneficios a los productores de ganado vacuno, brindando una herramienta accesible que permita maximizar sus recursos, aumentando gradualmente la implementación de opciones que desarrollen ganaderías sostenibles y productivas en esta época de crisis en Venezuela, todo ello permitirá un involucramiento importante en el sector cárnico y lácteo, proveyendo de estos productos al mercado venezolano a un menor costo. Desde el punto de vista ambiental, a través de una máquina para ensilar pasto y que se fabrique con una baja inversión, permitiría reducir los costos en el impacto al ambiente, ya que la producción constante de pasto en tiempos no idóneos, debilita la capa vegetal lo cual afecta notablemente el medio ambiente.

En cuanto al aspecto académico, este estudio permitirá a los investigadores aplicar los conocimientos brindados por la Universidad José Antonio Páez y adquiridos en las diferentes áreas que se ofrecen en el desarrollo de la carrera Ingeniería Mecánica, y poner en práctica las habilidades en el uso de técnicas para el diseño y fabricación de cualquier maquinaria que ofrezca la solución de problemas en el ámbito económico.

Desde el punto de vista metodológico e investigativo, todo estudiante debe desarrollar aptitudes investigativas, pues a través del desarrollo de un estudio puede transformar la realidad y con ello contribuir al desarrollo humano y mejorar la calidad de vida de la población, por lo que la investigación que se realiza se traduce un medio valioso y significativo para lograr cualquier transformación en el ámbito profesional.

De manera que, al realizar el proceso de investigación, la búsqueda del contenido bibliográfico, los métodos utilizados para encontrar la información y los procesos que se plantean los investigadores para alcanzar el objetivo general del estudio, ponen en práctica el método científico, elemento de suma importancia para cualquier profesional que debe cumplir con esta práctica dentro de su desempeño, todo ello para ir profundizando más en el que hacer académico y en su crecimiento personal, ya que, de esta forma, se pueden generar teorías o herramientas que sirven de aporte para la clarificación de la problemática planteada.

Para la realización de este proyecto de diseño y construcción se requerirán criterios y parámetros de diseño importantes y necesarios para el óptimo funcionamiento, con el cual el cliente busca mejorar la producción y aumentar la competitividad de su empresa, al reemplazar procesos artesanales de producción por procesos más sofisticados.

1.5 Alcance

El alcance de la investigación se circunscribe al diseño del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors S.A, cuya finalidad es convertirse en un prospecto para ser ofrecida al sector ganadero, sobre todo a los pequeños y medianos productores de ganado vacuno, para enfrentar tiempo de disminución en la cosecha de pasto de engorde.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para comenzar el marco teórico, se define como el soporte teórico, contextual o legal de los conceptos que se utilizaron para el planteamiento del problema en la investigación, esta recopilación de contenido tiene como objetivo poder demostrar cuál es el aporte novedoso que el proyecto de investigación va a hacer en su área de conocimiento respectiva, Fideas G. Arias (2006) dice “El marco teórico o marco referencial, es el producto de la revisión documental-bibliográfica, y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar.

2.1 Antecedentes

Dentro de este marco, los antecedentes de la investigación también son llamados “estado de la cuestión”, son el conjunto de estudios previos que se han realizado sobre el tema a investigar, éstos pueden ser antecedentes teóricos o antecedentes de campo realizados a nivel nacional, regional o internacional.

En cuanto a los mismos, Tamayo (2012) afirma que “Todo hecho anterior a la formulación del problema que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado constituye los antecedentes del problema” (p.149). En este sentido, se refiere así a todos los estudios previos relacionados con el dilema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el objetivo de estudio. Por lo tanto, para el desarrollo del presente trabajo se revisaron una serie de investigaciones, relacionadas con el tema en estudio, bien sea, unos por tener aspectos en común y otros por representar la necesidad de realizar la investigación expuesta, en donde se pueden mencionar a:

Castro, J (2012) presentó en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, la investigación titulada “**Diseño de la estructura de un dosificador automatizado para la alimentación de las cabras de la granja de la universidad Francisco de paula Santander Ocaña**” para optar por el título de Ingeniero Mecánico. Su objetivo es el diseño de una estructura dosificadora automatizada para la alimentación de las cabras de la granja en la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; por lo que se plantea como solución el posible uso de dicha estructura, ante las problemáticas presentes mientras se lleva a cabo el ordeño de las cabras,

Asimismo, mejorar las condiciones de trabajo en las que se desenvuelven estas labores. Ahora bien, el prototipo se encargará de entregar porciones iguales a siete cabras automáticamente mediante un mecanismo de tolva móvil motorizada, controlada por un variador de velocidad que en el movimiento se encontrará con secciones de entrada y salida, además la maquina será de fácil mantenimiento y montaje según las condiciones locales de la granja caprina. El aporte de la presente investigación es los mecanismos existentes en cuanto a dosificación de alimentos en el ámbito agropecuario.

Por otra parte, Ortega, Y (2021) presentó en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la investigación titulada **“Evaluación de la calidad de ensilaje a base de forraje de aliso (*Alnus acuminata. spp*) y Microorganismo Eficientes Autóctonos, EMAS”**, para optar por el título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario, donde su objetivo fue el de evaluar la calidad de ensilaje a base de aliso (*Alnus acuminata. spp*) y microorganismos eficientes autóctonos (EMAS), con la finalidad de dar un mejor aprovechamiento de las hojas del árbol de aliso, como alternativa de producción de alimento para ganado bovino. De este modo, se inició con la captura de los microorganismos eficientes autóctonos en un bosque primario de la parroquia El Carmelo y su reproducción en un tanque de 200 litros. Posteriormente, se realizó la cosecha de la materia prima (pasto, caña de maíz y hojas de aliso), estableciendo diferentes mezclas de ensilaje, las cuales se almacenaron en tanques sellados de 220 litros. El aporte de la investigación, es el dar a conocer la importancia de la calidad del ensilaje para los ganados bovinos, siendo esto un factor clave para aprovechar de una mejor manera lo antes mencionado.

A su vez, Pinto,A.(2017) presento en la Universidad Nacional de San Agustín, la investigación titulada **“estudio del diseño de un sistema de transporte helicoidal para uva tipo móvil con una capacidad de 1ton/ar** para optar por el título de Ingeniero Mecánico ,donde su objetivo principal es estudio del diseño de un transporte helicoidal tipo móvil para el producto de uva, siendo un medio de transporte de bajo costo o económicos con respecto a otros tipos de transportadores, el cual deba ser de gran facilidad y versatilidad de instalación a la vez que se puede instalar en cualquier tipo de lugar, ambiente y espacio . El aporte a la presente investigación es teórico para así conocer las rutas de desarrollo del diseño del sistema de transportación.

Por último ,Carrillo, A (2015) presentó en la Escuela Politécnica Nacional, la investigación titulada **“Diseño y simulación de una planta Dosificadora automática de suplemento nutricional para ganado lechero”** para optar por el título de Ingeniero Mecánico, donde su

objetivo principal es mantener la mezcla balanceada de pasto o alimento a un ambiente fresco, para garantizar la salud de las vacas y maximizar la producción de leche mediante una dosificadora de mezcla balanceada, con un aumento progresivo de mezcla hasta 4Kg a cada vaca mientras es ordeñada dos veces al día, ya que, notó un déficit de producción lechera por la alimentación mal suministrada al ganado. El aporte a la presente investigación es teórico para conocer lo balanceado que deben estar los alimentos para el ganado, y cuál es la conformación de los elementos a usar para realizar dicho proceso de dosificación.

2.2 Bases teóricas

Acercas de este apartado, Arias (2006) las define como “el conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas. Por ello, los siguientes conceptos planteados serán de vital importancia para el sustento de la investigación, que orientará a la correcta sistematización del contenido y facilitará la comprensión del desarrollo de la investigación.

2.2.1 Alimentación en ganado bovino.

Brevemente, Mosquera & Sierra (2007) sostienen que la alimentación en el ganado bovino depende del propósito que tenga la finca, por lo tanto, existen diferentes alimentos como: alimentos voluminosos, por ejemplo; forraje fresco de las praderas, cultivos suplementarios, ensilajes y henos, alimentos concentrados, como energéticos, proteicos y suplementos (sales minerales, vitaminas, grasas, nitrógeno proteico).

2.2.2 Nutrición en el ganado bovino

Ante todo, para realizar una correcta alimentación en estos rumiantes, es necesario conocer los requerimientos nutricionales de los animales de acuerdo a su edad, sexo, etapa productiva y fin zootécnico. Cabe mencionar, que una dieta bien balanceada y un manejo adecuado, optimizan la producción de leche, la reproducción y la salud de la vaca, así como la calidad y cantidad de carne producida.

Resumiendo, la nutrición en los bovinos se basa en la energía (carbohidratos), proteína, minerales, vitaminas y agua, todo esto en cantidades adecuadas y equilibradas. Con respecto a la energía, es la encargada de las funciones de crecimiento, mantenimiento del animal y de generar calor corporal; la proteína tiene como función hacer crecer el tejido, entre otras funciones vitales.

En particular, lo que comen generalmente los animales, no cubre las necesidades diarias para producir leche eficientemente, ya sea por la poca disponibilidad de alimentos en los potreros o por los pastos de baja calidad.

2.2.3 Requerimientos nutritivos de ganado bovino.

Se trata del conjunto de sustancias químicas (nutrientes; agua, energía, proteína, minerales y vitaminas), que el animal requiere para cumplir con sus necesidades básicas y que le permiten mantener su equilibrio con el medio ambiente; son considerados como demanda diaria, y están influenciados por una serie de factores como el peso, raza, edad, nivel de producción, relación entre nutrientes de la ración y consumo voluntario, clima, entre otros. En la **figura 1** se puede observar la tabla de requerimientos nutritivos necesarios para el bovino.

Parámetros	Terneros de 3 a 6 meses	Terneros de 6 a 12 meses	vaquillonas de 13 a 24	méses antes del parto
Peso corporal kg	200	300	450	550-570
Consumo	5	7.2	11.4	10.9
Materia seca Kg				
Energía	67	65	65	70
NDT(%de M.S)				
Proteína cruda %	16	14	12	15
FDA%	20	22	23	25
FDN%	30	32	33	35
Grasa %	2	2	2	3
Calcio %	0.41	0.41	0.37	0.48
Fósforo %	0.28	0.23	0.18	0.26
Magnesio%	0.11	0.11	0.08	0.4
Potasio%	0.47	0.48	0.46	0.52
Sodio %	0.08	0.08	0.07	0.14
Cloro %	0.11	0.12	0.10	0.20
Cobalto (ppm)	0.11	0.11	0.11	0.11
Cobre (ppm)	10	10	9	16
Mangan(ppm)	22	20	14	22
Zinc(ppm)	32	27	18	30
Selenio(ppm)	30	0.30	0.30	0.30
Vitamina A	24.000	24.000	36.000	75.000
Vitamina E	240	240	360	2.000

Figura 1. Tabla de Requerimientos nutritivos
Fuente: Almeyda ,2013

2.2.4 Alimentos concentrados para bovinos

Por su parte, son alimentos bajos en fibra, altos en energía y muy digeribles, tienen gran contenido de nutrientes por tener una composición orgánica en comparación con los forrajes. El

alimento concentrado en su volumen es muy bajo por unidad de peso, se fermentan más rápido, con esto aumenta la acidez y reduce el pH. Por lo tanto, se da alimento concentrado a los animales, con el propósito dar proteína y energía, logrando así cubrir todas las necesidades nutricionales a los animales para obtener mayor productividad.

2.2.5 Alimentos Voluminosos para ganado bovino.

Ahora bien, los alimentos voluminosos son hechos con residuos de plantas que se quedan después del pastoreo o cosecha de algunos cultivos, por ejemplo; cebada, trigo, maíz, etc. Se les puede suministrar en fresco o se les puede procesar, adicionalmente, son altos en fibra, proteína, y al momento de adquirirlos son económicos y voluminosos. Entre estos se mencionan los silos, henos como alimentos voluminosos

2.2.6 Ensilaje

El método de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempo de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, también permite aumentar el número de animales por hectárea, la sustitución o complementación de los concentrados, además favorece el manejo del ganado en forma intensiva, semi-intensiva, o estabulada. Se ha verificado que es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país, por la gran variedad de forrajes y que sin duda se pueden producir varias cosechas en el año. También, el forraje fresco de cultivos de gramíneas, leguminosas como maíz, trigo y alfalfa, puede ser conservado por medio del ensilaje, cabe señalar que en muchos países los forrajes ensilados son apreciados como alimento animal.

En el mismo orden de ideas, para producir un ensilaje de buena calidad es esencial asegurar que se produzca una buena fermentación microbiana en el ensilado. El proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del forraje, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para el ensilaje.

Finalmente, el ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias productoras de ácido láctico en condiciones anaeróbicas, el producto final es la conservación del alimento, debido a que la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos, de allí, que la presencia de oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO_2 y H_2O , de este modo, las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje, produciendo entonces ácido láctico, y en menor proporción ácido acético, por

consiguiente, al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

El ensilaje se conforma por cuatro (4) etapas, los cuales son:

2.2.7 Primera etapa: Fase Aeróbica

Esta fase dura pocas horas. El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos, como las levaduras y enterobacterias. Además, hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco, pH 6,0 a 6,5. De hecho, las levaduras son microorganismos anaerobios facultativos y heterótrofos, cuya presencia en el ensilaje es indeseable, debido a que bajo condiciones anaerobias fermentan los azúcares produciendo así, etanol y CO₂. Dicho en otras palabras, si ocurre la producción de etanol, disminuye el azúcar disponible para producir ácido láctico y le da un mal gusto en la leche, lo que sucede cuando dicho ensilaje se emplea para alimentar vacas lecheras. Asimismo, en condiciones aerobias muchas especies de levaduras degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O, lo que eleva el valor del pH del ensilaje, permitiendo el desarrollo de otros organismos indeseables.

Acerca de las enterobacterias, son organismos anaerobios facultativos, la mayoría de las que se encuentran en el ensilaje no son patógenas, cabe destacar que su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con las BAC por los azúcares disponibles; también degradan las proteínas, este proceso causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje y genera compuestos tóxicos como aminos biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple.

2.2.8 Segundo etapa: Fase de fermentación

Se inicia al producirse un ambiente anaerobio, puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje, si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0. Las bacterias que producen ácido láctico (BAC) pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales, los componentes BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactococcus y Streptococcus, la mayoría de estos son mesófilos, es decir, que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50 °C, con un óptimo entre 25° y 40 °C, sobreviven en un valor de pH entre 4 y 5, en el cual debe permanecer el ensilaje,

todos los miembros del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaerobia. En resumidas cuentas, las características del cultivo son contenido de: azúcares, materia seca y composición de los azúcares, combinados además con las propiedades del grupo BAC, así como su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica y el uso del substrato, todo lo antes mencionado influirá sobre la capacidad de competencia de la flora BAC con las enterobacterias durante el proceso de fermentación del ensilaje.

2.2.9 Tercera etapa: Fase estable

Se cree que es evidente, que, durante el desarrollo de esta etapa del proceso, la mayoría de los microorganismos de la fase de fermentación, reducen su presencia lentamente; sin embargo, algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas; de igual manera, sólo algunas proteasas, carbohidrasas y microorganismos especializados como *Lactobacillus buchneri*, los cuales toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo. En efecto, si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios, pero a causa de algunas bacterias indeseables en esta fase estable, (como los son: bacterias acidófilas, ácido tolerantes y aerobias, por ejemplo, la *Acetobacter spp.*), son perniciosas para el ensilaje porque, pueden iniciar una deterioración aeróbica, debido a la capacidad de oxidar el lactato y el acetato, dando lugar a CO₂ y H₂O, mientras que, el género *Clostridium* es anaerobio, éste se encuentra en forma de endosporas y puede fermentar carbohidratos y proteínas, por lo que se disminuye de esta manera el valor nutritivo del ensilaje, creando problemas al producir aminos biogénicos.

2.2.10 Cuarta etapa: Fase de Deterioro Aerobio

Visto que todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo están propensos a este deterioro, cabe destacar que puede ocurrir antes, uno de los motivos más comunes es el daño de la cobertura del silo provocado por roedores o pájaros. Ahora bien, el período de deterioro puede dividirse en dos etapas; la primera, se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras, y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético lo cual aumenta el valor del pH permitiendo el inicio de la segunda etapa, ésta última etapa, se caracteriza por un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios facultativos, como mohos y enterobacterias.

Con respecto a los mohos, son organismos aerobios cuya presencia en el ensilaje se detecta por la aparición de filamentos de diversos colores, se desarrollan en cualquier sitio del ensilaje donde encuentren oxígeno, inclusive trazas, en un buen ensilaje eso ocurre sólo al inicio del almacenamiento y se restringe a la capa exterior de la masa ensilada, pero durante la fase del deterioro aerobio todo el ensilaje puede ser invadido por mohos disminuyendo el valor nutritivo, la palatabilidad del ensilaje y son un riesgo para la salud de los animales y las personas.

2.2.11 Silos

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje.

El ensilaje, es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año. (Filippi 2011).

2.2.12 Tipos de silos

Se explica que existen varios tipos de silos, los cuales se diseñan conforme a las necesidades de alimentación, los tipos de silos más abundantes son simplemente montones, además hay silos de torre, tipo bunker, fundas horizontales de plástico y grandes rollos.

Por su parte, los aéreos o de torre, son poco comunes por los elevados costos de construcción que conllevan.; se fabrican con diferentes materiales como ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, láminas metálicas, entre otros, cuentan con techo que proporciona una buena protección contra la lluvia. Sucede pues, que, en comparación con otros silos, presenta una mejor compactación del forraje, menores pérdidas superficiales del ensilaje, pero producen mayores pérdidas por jugos exprimidos, además, requieren maquinaria complicada para llenarlos y vaciarlos.

Dentro de este orden de ideas, en los subterráneos o de trinchera, destaca que su construcción resulta más barata que la de los anteriores, al igual que se cargan y descargan fácilmente usando un tipo de maquinaria, aunque se debe saber que se necesita de buena experiencia para llenarlo, y lograr una buena expulsión del aire, lo que dependerá de la distribución del forraje, de la compactación y del tapado o sellado. Otro punto que resalta, es una menor pérdida

por jugos exprimidos, pero por la mayor superficie expuesta a condiciones ambientales, pueden aumentar las pérdidas.

Por otro lado, están los Horizontal (tipo Bunker), los cuales son los más utilizados por su facilidad de construcción; también, existen los silos bunker tradicionales con paredes y piso de concreto, que minimizan las pérdidas durante la fermentación, pero incrementan los costos.

Con respecto al horizontal de montón, es un tipo de silo construido directamente sobre la tierra, no poseen paredes, de esta manera, el forraje se acumula en forma circular o trapezoidal; el piso puede ser la misma tierra, estar cementado o cubierto por un plástico. De esta forma, en la medida que el forraje se va acumulando se compacta mediante pisoteo o se utiliza un pisón, un rodillo u otro equipo; una vez finalizado el proceso se cubre con plástico y se colocan materiales pesados encima para ayudar a la compactación.

Finalmente, se encuentra el modelo de vacío (de bolsa), el cual consiste en colocar el material que se va a ensilar dentro de bolsas de plástico, calibre 4 - 6 y capacidad de 30 - 40 kilogramos, después de extraer mediante una adecuada compactación la mayor cantidad de aire posible, se debe cerrar herméticamente.

2.2.13 Tolva

Una tolva es un contenedor similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales, sustancias, granulares o pulverizados. Regularmente va montado en una base. Es de forma cónica, la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior.

Por otra parte, se conocen diferentes tipos de tolvas, los cuales son:

2.2.14 Tolva de grueso

Son depósitos usados para almacenar el mineral bruto que viene de la mina, y así alimentar las chancadoras en forma regular, generalmente son de concreto armado. Según Ramiro Suice Bonifacio, (2019): “Es un paralelepípedo truncado por un plano inclinado en el fondo, la parte superior generalmente tiene una parrilla para no dejar pasar los materiales más grandes que la recepción de la chancadora, en la parte inferior central tiene una compuerta de descarga. El acceso al interior será por una escalerilla, la misma contará con una soga y cinturón de seguridad”.

2.2.15 Tolva de finos.

Son tolvas con forma de cono, usualmente fabricadas con planchas de acero. Así como su nombre lo indica se utiliza para almacenar minerales finos, y abastecer a los molinos de forma regular.

2.2.16 Tipos de flujos de tolvas

Se define como la cantidad de concentrado que puede salir de una tolva a determinada velocidad, alta o baja o si no logra salir, depende de factores como la geometría y el material constructivo de la tolva (principalmente en las paredes de la tolva de descarga) y las características del material almacenado.

Pueden desarrollarse dos tipos de flujos para sólidos a granel, como son:

2.2.17 Flujo másico

Se presenta cuando las paredes de la tolva están lo suficientemente inclinadas y suaves que permite la salida del material, siempre está en movimiento y no se pega en las paredes. En la **figura 2** se puede notar el comportamiento del flujo másico en la tolva.



Figura 2. Flujo másico en silo.

Fuente: iqingenieria (2016)

2.2.18 Flujo embudo

Ocurre cuando las paredes no son lo suficientemente inclinadas y el material no desliza bien sobre ellas, o cuando la abertura de descarga no es efectiva; en este tipo de flujo, la salida de material solamente en céntrica, el resto se mantiene atrapada en las regiones circundantes

ocasionando pérdidas económicas. En la **figura 3** se puede observar la el comportamiento del flujo embudo.

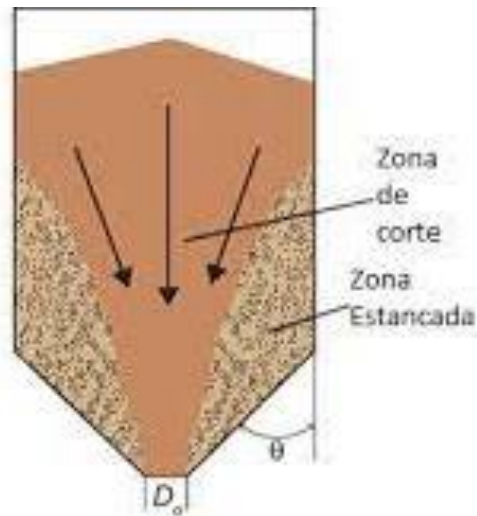


Figura 3. Flujo de embudo silo.
Fuente: iqingenieria (2016)

2.2.19 Dosificadores

Son dispositivos o estructuras destinadas a proporcionar alimento al ganado de forma periódico o constante, pero siempre racionada, existen en el mercado muchos sistemas de dosificación, siendo uno de ellos los cónicos, los cuales funcionan por gravedad y por ende son muy comunes, uno ejemplo son los utilizados en los gallineros.

2.2.20 Dosificadores por pistón

Su funcionamiento es simple, el movimiento de la biela que genera el retroceso en el pistón permite la entrada de fluido en la cabina donde éste se aloja, luego el pistón vuelve a subir inyectando el fluido a los envases y así se mantiene constantemente todo el proceso.

2.2.21 Dosificadores volumétricos

Según Fajardo & Sánchez, (2006): “Son utilizados principalmente para dosificar productos homogéneos en sus características físicas, forma, tamaño, peso como polvos, líquidos viscosos, algunos cereales y granos”. (Pag.27). En la **figura 4** se ilustra un dosificador volumétrico.

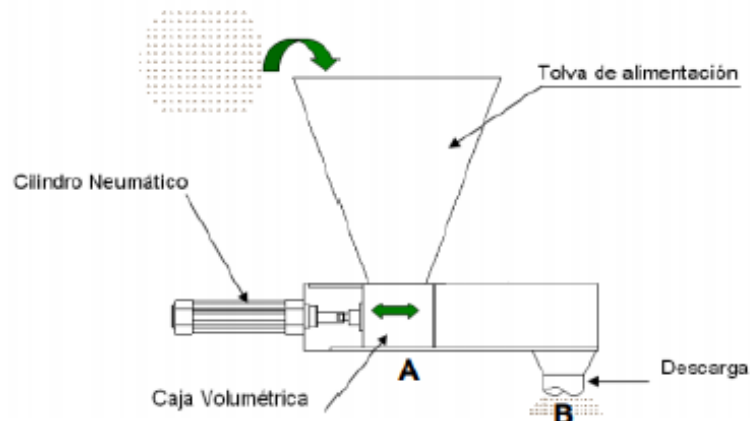


Figura 4. Dosificadores volumétricos
Fuente: acrison

2.2.22 Máquinas transportadoras

Son máquinas de diseño en horizontal, en vertical o en pendiente que se usan para el transporte continuado de materiales en una trayectoria determinada, hasta el punto final o de descarga. Se componen de una cinta de superficie que circula en unos rodillos y poleas, por un motor de propulsión, y todo ello dispuesto en una estructura o soporte.

Hay transportadoras que son accionadas por gravedad, y otras por fuerza motriz como las cintas transportadoras, transportadores de placas, paletas, cadenas, neumáticos, tornillos, etcétera.

2.2.23 Transportadores Helicoidales

Llamados también “tornillos sin fin” o “de gusano”, consiste en una lámina u hoja helicoidal unida a un eje giratorio y colocada en un canal cuya parte inferior es casi siempre semicircular, en el cual se desplaza material impulsado por el movimiento de la hoja. En la **figura 5** se ilustra un arreglo usual para este sistema de transporte.

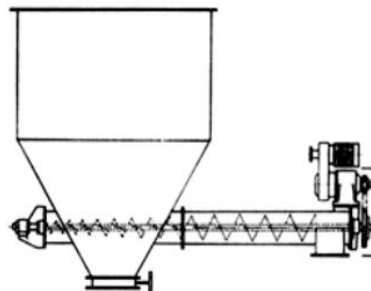


Figura 5. Sistema de transporte helicoidal.
Fuente: Ingeniería de procesos (2016)

Ventajas:

- a) Permiten hermeticidad, evitando así contaminar o ser contaminados.
- b) El transporte puede ser acompañado de un proceso simultáneo tal como mezclado, calentamiento o enfriamiento.
- c) Su flujo se controla mejor, prestándose para dosificación en cantidades precisas para el suministro continuo.

2.2.24 Tipo de hojas

1. **Según el sentido del movimiento del material:** supóngase que un observador se encuentra en un extremo del eje mirando hacia el centro del mismo, y que lo ve girando en sentido horario; entonces según la inclinación de la hélice, el material se moverá hacia el observador y el transportador será derecho, o alejándose del observador, y será inverso. Esto es importante al decidir en el proyecto las direcciones de flujo y la posición de los cojinetes axiales de los extremos, además de otros aspectos de diseño.
2. **Según su forma de operar en el material:** Existen las siguientes variedades de hélices:
 - a) **De hoja completa:** son aquellas en la cual el paso es igual al diámetro de la hoja, llamada también hoja normal o estándar; además existen de paso corto igual a $2/3$ del diámetro. A medida que el paso es menor más lento y controlado es el flujo, este tipo de tornillos son más aplicable a transportadores inclinados y a productos muy fluidos.
 - b) **De hoja doble:** consta de dos hojas simples intercaladas de paso normal resultando un flujo uniforme y no tan lento.
 - c) **De hoja aconada:** varía su diámetro desde $2/3$ del valor completo, con paso constante. Con efectos equivalentes al de paso variable se presta para entrada uniforme, controlada, de materiales en trozos, aplicándose frecuentemente en alimentadores.
 - d) **Otros:** el de hoja troquelada permite agitación y mezclado de materiales, evitando conglomeraciones no deseadas, y el de hoja cortada-doblada, retarda el flujo permitiendo una mejor acción de mezclado, más conveniente si al mismo tiempo se necesita calentar o airear el material. El de banda, impide la acumulación de

materiales adherentes en la base de la hélice, como ocurre en los de la hoja completa.

- e) **El de hoja normal**, con paletas inclinadas a contra-flujo, que retardan la marcha del material aumentando el efecto del mezclado, y el de Paletas ajustables, que permiten mezclado y avance controlado.

2.2.25 Materiales de los componentes

Generalmente son de acero galvanizado o de aleantes para conferirles resistencia al desgaste. Para procesamientos de alimentos se usan aceros inoxidables, aluminio, metal monel y otras aleaciones “nobles”. Para transportar productos abrasivos a veces se cubre el borde de la hoja con una banda protectora adherente, reemplazable, que es resistente al desgaste.

2.2.26 Productos a transportar y nivel de llenado

Se clasifican los productos según las propiedades que más afectan al transportador, o sea: abrasividad, peso específico, tamaño y borde de los trozos y granulometría. Este conjunto determina una mayor o menor “agresividad” del producto, de ello dependerá el nivel de llenado y la velocidad de rotación ya que ésta determina la mayor o menor rapidez de desgaste por el deslizamiento entre material y hoja. En cuanto a nivel de llenado los materiales se clasifican en cinco grupos numerados de menor a mayor agresividad y por consiguiente de mayor a menor porcentaje de llenado. La tabla 1 muestra esta clasificación para algunos productos. Para otros, si no se consigue información, queda a juicio del proyectista o del usuario asignarle por comparación de propiedades el número de grupo más apropiado.

2.2.27 Transporte por banda

Las cintas transportadoras, también denominadas transportadores de banda, se utilizan para trasladar mercancía y productos que requieren una mayor estabilidad o que debido a su tamaño o características no se pueden transportar con transportadores de rodillo. Las bandas también pueden actuar como puntos de procesamiento desde las que se opera sobre los artículos o productos que se trasladan.

El funcionamiento una cinta transportadora consiste en el movimiento de un soporte físico continuo, la banda o cinta, montado sobre unas plataformas de dimensiones variables y que pueden contar con distintos tipos de accesorios (guardas laterales, topes, desviadores, barandillas, ruedas y otro tipo de accesorios neumáticos o mecánicos). La velocidad y capacidad de carga dependerán

tanto de las características del material a desplazar (polvo, grano fino, paquetes, etc.) como del tipo de cinta transportadora.

Consta por 3 componentes básicos los cuales son:

a) **Cinta o banda:** Uno de los principales materiales utilizados es la tela engomada pero pueden tener composición muy variable, principalmente derivados del caucho. También podemos encontrar bandas modulares plásticas, realizadas en poliéster, PVC, poliamida, acetal, etc. Esto permite disponer de cintas transportadoras para muy diversos usos.

b) **Transmisión se dividen en dos , los cuales son :**

- **Tambores:** Los tambores son los rodillos que, con su giro, provocan el avance de la cinta debido a la fricción de esta sobre ellos (transmisión de banda) o por la acción de piñones y bandas dentadas (transmisión de cadena). En un esquema general de la transmisión de una cinta transportadora de banda tenemos que el movimiento se genera en el tambor motriz al que irá conectado el motor.
- **Motor:** Según la localización del tambor motriz podemos encontrar motorización en cabezal o frontal y motorización central. La potencia y características del motor dependerán del tipo de cinta transportadora y su uso. Igualmente, la capacidad de automatización de su funcionamiento será un aspecto muy importante en algunos sistemas de producción.

c) **Estructura:** Los bastidores sobre los que se monta y se desplaza la banda transportadora están formados por una estructura normalmente metálica (acero pintado, cincado, acero inoxidable, etc.). Esta puede variar en longitud, altura y forma (cintas en curva); así como permitir el acceso para la manipulación de operarios sobre el material transportado. Este chasis puede incorporar las guías de deslizamiento, además de carriles laterales o guías de plástico a los lados para acompañar a la cinta en su recorrido. Sobre la estructura se acoplarán y montarán todos los elementos principales de la cinta así como los sistemas accesorios que aportan fiabilidad al sistema completo. La estructura debe ser resistente y proporcionar fiabilidad y durabilidad al sistema, permitiendo el óptimo funcionamiento de la cinta transportadora en las distintas condiciones ambientales

de uso: resistencia a humedad, temperatura, oxidación, resistencia a golpes accidentales, etc. En la **figura 6** se ilustra un arreglo usual para este sistema de transporte.



Figura 6.Sistema de transporte por banda

Fuente: eurotransis(2015)

2.2.28 Transporte por cadena

Los sistemas de transportadores de cadena son transportadores resistentes y duraderos que se utilizan para transportar productos a lo largo de una línea de producción. Son adecuados para muchos artículos que normalmente no se transportarían en un transportador de rodillos. Por lo tanto, los usos típicos son para mover paletas, racks, contenedores industriales y cualquier producto con una superficie inferior resistente. Se utilizan en numerosos entornos industriales y comerciales, incluidos almacenes, plantas automotrices y centros de distribución En la **figura 7** se ilustra un arreglo usual para este sistema de transporte.



Figura 7.Sistema de transporte por cadena.

Fuente: ultimationinc (2015)

2.2.29 Sistema CAD/CAM

El término CAD proviene del acrónimo inglés Computer Aided Design, que se traduce como Diseño Asistido por Computador (DAC), o Diseño Asistido por Ordenador (DAO), el acrónimo en inglés es el más utilizado. En un sentido amplio, podemos entender el CAD como la aplicación de tecnologías de la información y de la comunicación al proceso de diseño.

En efecto, una herramienta CAD es un sistema software que aborda la automatización global del proceso de diseño de un determinado tipo de objeto o ente, esto descarta como sistemas CAD a las aplicaciones que inciden sólo en algún aspecto muy concreto del proceso de diseño.

Por su parte, los medios informáticos se pueden emplear en la mayor parte de las fases del proceso de diseño, siendo el dibujo el punto en el que más se han empleado. El éxito o fracaso de un sistema CAD radica en permitir la reducción del tiempo invertido en el ciclo de diseño y/o aumentar la calidad del resultado final, esto se consigue fundamentalmente por el uso de sistemas gráficos interactivos, que permiten realizar las modificaciones en el modelo y observar inmediatamente los cambios producidos en el diseño.

Ahora bien, en los sistemas CAD es esencial obtener una buena representación del modelo, lo que posibilita simplificar la generación de documentación y dibujos de detalle, pero permite, sobre todo, la utilización de métodos numéricos para realizar simulaciones, o incluso pruebas que sustituyan a la construcción de prototipos, lo que es de una importancia vital en la ingeniería, porque el ciclo de diseño clásico se ve modificado (y mejorado) cuando se emplea un sistema CAD, ya que se incluye una etapa de simulación entre la fase de creación del modelo y la fase de generación de bocetos; esta pequeña modificación supone una reducción importante en la duración del proceso de diseño, ya que permite adelantar el momento en que se detectan algunos errores de diseño, con el consiguiente ahorro económico, en la figura 8 se puede evidenciar el proceso de diseño empleando herramientas CAD.

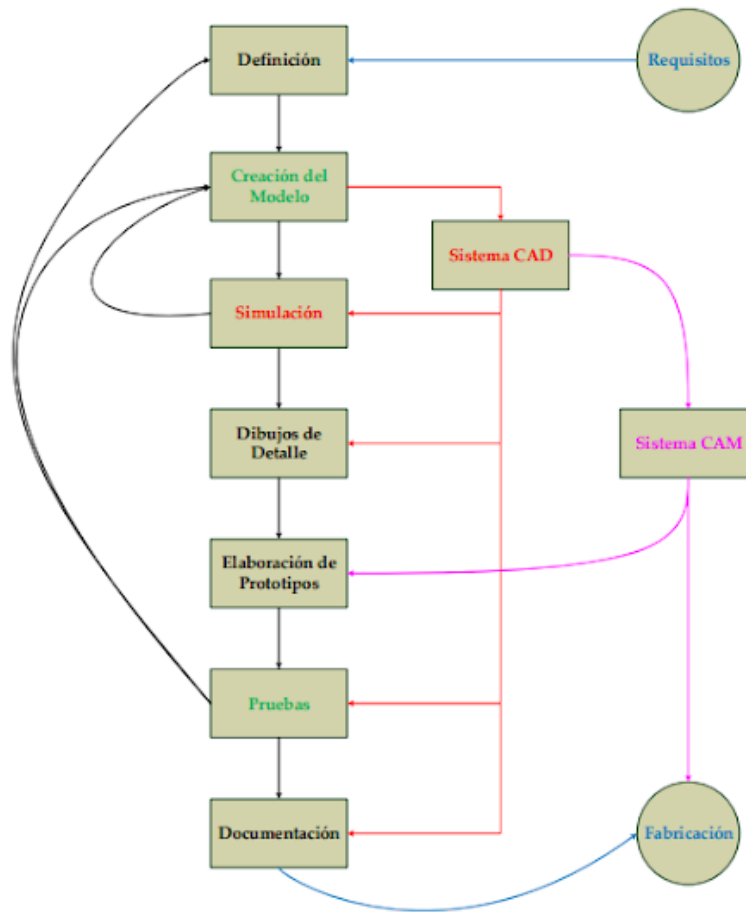


Figura 8. Proceso de diseño con sistema CAD/CAM.
Fuente: Vera, F. (2013).

2.2.30 SolidWorks

Solidworks es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. Es el software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto, por lo que compete a sus productos, ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

Cabe resaltar que, SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño; además, cuenta con un completo conjunto de herramientas que le ayudan a ser más eficaz y productivo en el desarrollo de sus productos en todos los pasos del proceso de diseño, en efecto, la sencillez, que es parte de su propuesta de valor, es decisiva para lograr el éxito de muchas personas .

2.2.31 AutoDesk Inventor

Autodesk Inventor es el programa para diseño mecánico avanzado en 3D, con modelado paramétrico, directo y libre, tiene una capacidad base para realizar diseño de piezas, sus dibujos y ensambles de partes. Sin embargo, en una versión profesional, Inventor ofrece simulación por elementos finitos, sistemas de movimientos, chapa metálica, ruteo de cables, plástico, moldes y administración de datos.

Por otra parte, los diseños pueden mostrar en el programa dos modalidades: Autodesk Inventor Series (AIS) y Autodesk Inventor Profesional (AIP). El AIS incluye todas las herramientas que modelan paramétricas básicas, éstas incluyen las herramientas de la creación de la pieza, del ensamble, del dibujo y de presentaciones; herramientas de la lámina metálica; conjuntos soldados; creación, manipulación, y herramientas de reparación de superficies; e inventor Studio. También provee del usuario la capacidad de utilizar AutoCAD, AutoCAD software de escritorio mecánico, y de Autodesk y software de PDM. Evidentemente, como parte de su estrategia empresarial, Autodesk lanza las llamadas SUITES, que incluyen variedad de productos, entre los que se encuentran: 3DStudio, Showcase, Navisworks, Publisher y tantos otros dependiendo de la suite. El Autodesk Inventor en sus más recientes versiones incorpora módulos de análisis de elementos finitos (FEA), módulos para renderizar sólidos de manera realista (Inventor Studio), que complementan el diseño para hacer creaciones más completas tanto en resistencia estructural como en presentación visual.

Ahora bien, con un programa como Autodesk Inventor, los diseñadores, ingenieros y emprendedores pueden conceptualizar ideas, crear modelos 3D y documentarlos para la vida real, también es posible someter el diseño a una validación virtual variando sus parámetros, analizando su resistencia, desde la optimización de su forma hasta la preparación de moldes.

2.2.32 Embalaje de Alimentos

El packaging alimentario sirve para proteger los alimentos de agentes ambientales, daños externos y contaminación; evitan el extravío de los productos y ofrecen un espacio donde incluir información. Los embalajes para alimentos garantizan el transporte seguro y un almacenamiento óptimo de los alimentos.

2.2.33 Empaquetamiento al vacío

El envasado al vacío es uno de los sistemas más comunes en el embalaje de alimentos. Al retirar el aire del interior de un envase y reducir el oxígeno -primer factor de la oxidación y putrefacción de alimentos-, se amplía el periodo de caducidad del alimento que contiene y, por lo tanto, aumenta su vida útil.



Figura 9. Empaquetamiento al vacío.

Fuente: interempresas.(2012)

2.2.34 Método de Nelson Vílchez

Este método tiene como finalidad describir de modo general la solución del problema. Por lo cual es necesario, dedicarse a idear opciones que satisfagan esa descripción. Para ello principalmente se aplica una serie de restricciones.

Un procedimiento para descubrir e identifica restricciones ficticias es el siguiente:

- a) Generar varias alternativas de soluciones (sistemas de referencia)
- b) Buscar característica común a todas las alternativas
- c) Generar otras alternativas que no posea esa característica común
- d) Repetir los dos pasos anteriores, usando cada vez una característica común distinta.

Como se puede observar, en este caso se utilizan varios sistemas de referencia, cuando se emplea el recurso de la inversión se toma, en cambio, un solo sistema de referencia. Para poder emprender la toma de decisión es necesario:

- Haber elaborado previamente las especificaciones de diseño.
- Tener varias probables soluciones para el problema.

Por haber cumplido con estos requisitos en la etapa anterior, se está en condiciones para decidir cuál es la solución que mejor concuerda con las exigencias establecidas para el sistema a diseñar. Se procede a estudiar algunos métodos que nos ayuden en esta tarea.

2.2.35 Método de ponderación de criterios y soluciones.

Este método consta de las tres etapas que se describen en los párrafos siguientes.

Se estudian todas las probables soluciones generadas durante la etapa de búsqueda. El diseñador debe efectuar un análisis de las probables soluciones con el propósito de comprenderlas si lo considera necesario, el analista adquiere así una visión de conjunto del resultado de la etapa de búsqueda de soluciones y queda en mejores condiciones para seleccionar el curso de acción más apropiado.

- Se aplican las restricciones a todas las probables soluciones. Teniendo en cuenta las siguientes premisas: 1) las restricciones permiten eliminar probables soluciones, sin necesidad de compararlas entre sí, 2) para que una probable solución se convierta en solución es necesario que cumpla con todas las restricciones del problema.
- Se aplican los criterios a las soluciones. Esta etapa consta de tres pasos: 1) ponderación de criterios, 2) ponderación de soluciones de acuerdo a cada uno de los criterios y 3) ponderación final de soluciones.

Por lo tanto, la mejor solución será aquella que se obtiene de la ponderación final de las soluciones.

2.3 Definición de términos

- **Aeróbico:** Perteneciente o relativo a la aerobiosis o a los organismos aerobios.
- **Bovino:** Los bovinos son una subfamilia de mamíferos placentarios que pertenece a la familia Bovidae. También cabe destacar que es perteneciente o relativo al toro o a la vaca.
- **CAD:** CAD o diseño y dibujo asistido por computadora (CADD) es una tecnología para el diseño y la documentación técnica, que sustituye el dibujo manual por un proceso automatizado.
- **Dosificar:** La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos.
- **Másico:** En química, el número másico o número de masa es la suma del número de protones y el número de neutrones del núcleo de un átomo.
- **Nutrición:** La nutrición se refiere a los nutrientes que componen los alimentos, implica los procesos que suceden en algún cuerpo después de comer, es decir la obtención, asimilación y digestión de los nutrimentos por el organismo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El fin esencial del marco metodológico es precisar, a través de un lenguaje claro y sencillo, los métodos, técnicas, estrategias, procedimientos e instrumentos utilizados por el investigador para lograr sus propósitos, a través de la utilización de métodos que están sustentados por el criterio de autores de libros de metodología, por lo que es importante que estos apoyos estén acompañados de citas parafraseadas o textuales con sus correspondientes soportes de autor.

Según Balestrini (2006), el marco metodológico:

Es el conjunto de procedimientos lógicos, tecno operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (p.125).

En otras palabras, se puede señalar que el marco metodológico es el resultado a obtener o que puede cumplirse a lo largo del periodo de procesamiento de información, a través de los datos que se implementen, exhibiéndose como la ruta empleada por el investigador para la consecución de los objetivos propuestos, asumiendo que son fiables la búsqueda, comparación y abordaje en la propuesta “Diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors S.A.”

3.1 Tipo de investigación

“Se define la investigación como una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos “. (Cerva y Berian, 1989, p.41)

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es diseñar un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde para animales vacunos, esto permitiéndoles a los granjeros a mantener el pasto con los nutrientes necesarios por lo que este trabajo se encontrará dentro de **proyectos factibles**, con respecto a ello, UPEL (2016) define este tipo de investigaciones como:

“la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”. (p. 13)

3.2 Nivel de la investigación

Arias, F. (2016) afirma que:

“El nivel de la investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objetivo estudio”. (p.23)

Además según Hernández Sampieri et al. (2010), “La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo de población”. Por su parte, Simonovis, J. (2001) dijo que la investigación descriptiva tiene como principal función “describir las características del problema que se está investigando; también puede describir el problema y sus características, relacionándolo con algún factor o diferenciándolo”.

Por lo que se define esta investigación como descriptiva, ya que describe la problemática actual sobre el proceso de henificación, dosificación y/o ensilaje del pasto en invierno dificultado la durabilidad del alimento del bovino. Adicional se investigara la situación actual del proceso de ensilaje, lo cual se llevará a cabo mediante la recolección de información que permita conocer sus características.

3.3 Diseño de la investigación

Según Aria, F (2016): El diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. (p.27), lo que da base al objetivo de la investigación.

De este modo, se concibe que el nivel de la actual investigación será de tipo documental y de campo, motivo a que, está basada en el análisis e interpretación de fuentes documentales de diversos autores. Se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales, uno de los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia. (Palella y Martins, 2010, p.90).

Según Fidiás, A. (2016) :

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p.31)

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Según Arias (2016): la población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio. (p.81)

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se puntualiza que los elementos seleccionados son con características comunes, para llevar a cabo la presente investigación, la población en estudio son todas las granjas del Edo. Carabobo que utilizan el proceso de ensilaje para los alimentos de engorde para ganado vacuno.

3.4.2 Muestra

La muestra es “parte de un colectivo, un subconjunto de unidades de análisis representativo de la población, que el investigador selecciona con la finalidad de obtener información precisa para que caracteriza el colectivo”. (Silva, 2006, p.27), por tal manera se seleccionó específicamente todas las ensiladoras de pasto.

3.5 Técnicas de Recolección De Datos

“Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información.” (Arias, 1999, p. 25)

En la presente investigación se usa, el análisis documental de fuentes electrónicas y entrevista estructurada. Así Castillo (2004), define:

El análisis documental es una operación intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario que actúa como intermediario o instrumento de búsqueda obligado entre el documento original y el usuario que solicita información. El calificativo de intelectual, se debe a que el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizarlos.

Según Fidiás, A. (2016) define la entrevista estructurada:

“La entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basado en un diálogo o conversación "caro o caro", entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida” (p.73).

3.5.1 Instrumentos

La investigación documental actualmente, no se limita a fuentes impresas, mediante el uso generalizado del internet, cada vez existen más sitios que ofrecen información de diversas materias y temas. En este sentido se hizo uso de la computadora y sus dispositivos de almacenajes. A su vez se realizará una guía de preguntas.

3.6 Fases de la investigación

Fase I: Diagnosticar el sistema usado actualmente para el transporte y la dosificación de pasto.

Para comenzar ,se realizara una revisión bibliográfica sobre el estado actual de los diseños de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos con el fin de documentar dicha información; esto se logrará mediante el método del análisis documental de las mismas. Lo cual permitirá el desarrollo de las demás fases para poder desempeñar la investigación en estudio.

Fase II: Determinar el tipo de sistema a utilizar para el transporte y dosificación del pasto.

Seguidamente, se hará un estudio de todos los sistemas que se han usado para realizar el proceso de ensilaje y las partes que la conforman. De tal manera, se dará a conocer paso a paso como se realiza dicho sistema, la importancia de la misma y que beneficios da.

Fase III: Diseñar el sistema de transporte y dosificación según los requerimientos de producción y continuidad del proceso de ensilado de pasto de engorde para animales vacuno.

Una vez, después de haber cumplido con las fases 1 y 2, se obtiene información para proceder a realizar el diseño del presente proyecto, esto mediante el uso del programa CAD, en este caso se hará uso del programa SolidWorks.

Fase IV: Realizar la simulación del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.

Una vez culminada la fase número tres (3), es decir, luego de culminar el diseño del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado), conocer cada una de sus partes y diseñar en el programa SolidWorks el proyecto presente; se procede a realizar un estudio de movimiento del dicho sistema.

Fase V: Desarrollar el estudio de viabilidad económica del proyecto.

Por último, se determinará la viabilidad económica, mediante el cálculo de la relación costo-beneficio del sistema de transporte y dosificación automática (Ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Coyeyors, S.A, lo cual permitirá conocer de una manera más precisa las bondades del diseño propuesto. Debe mostrarse que el proyecto es factible económicamente, lo que significa que la inversión que se está realizando es justificada por la ganancia que se puede genera o beneficios a la empresa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Diagnosticar el sistema usado actualmente para el transporte y la dosificación de pasto.

Para el diagnóstico del sistema usado actualmente para el transporte y la dosificación de pasto es importante conocer los procesos usados para el alimento de los bovinos.

Los métodos actualmente reconocidos para la conservación de forrajes, se basan fundamentalmente en el principio de acidificación y/o deshidratación y son los siguientes:

Ensilaje

Método más comúnmente utilizado para la conservación de forraje de gramíneas. Se basa en transformación de carbohidratos solubles en ácidos orgánicos principalmente ácido láctico, estableciendo condiciones de acidez que inhiben el desarrollo bacteriano



Figura 10. Ensilaje de Maíz.

Fuente: Jiménez,M.(2012)

Henificación.

Es el método más utilizado para la conservación de forraje de leguminosas. Se define como el proceso de deshidratación natural del forraje en el campo para llevarlo a niveles de 15 – 20% de humedad

Las técnicas aplicadas para las pasturas naturales, para las praderas artificiales y para los cultivos específicos destinados a ser conservados son consideradas a tres niveles de tecnología: producción manual de heno, mecanización simple con animales de tiro o pequeños tractores y sistemas totalmente mecanizados. Es posible, sin duda, hacer alguna o todas las operaciones de producción de heno en forma mecánica y por contrato, siempre que los campos sean lo

suficientemente grandes como permitir esas operaciones; esto es posible, sobre todo, donde el clima en el momento de la cosecha es favorable



Figura 11. Pacas de Heno.

Fuente: fao.org

Henilaje.

Es un método mixto que involucra deshidratación parcial y almacenamiento en silo, sin que ocurran grandes niveles de fermentación, conservándose al máximo los nutrientes

El henilaje suele ser más difícil para ensilar que otros forrajes, como el ensilado de maíz. Por ejemplo, la alfalfa tiene una capacidad de amortiguación más alta, o resistencia a la caída del pH, y el cultivo normalmente tiene niveles más bajos de bacterias productoras de ácido láctico



Figura 12. Proceso de henilaje.

Fuente: planagropecuario



Figura 13. Compactación del forraje
Fuente: Jiménez,M.(2012)

Métodos aplicados en el proceso

La henificación y el ensilaje son métodos de conservación que están al alcance de cualquier explotación y, la decisión de utilizar uno u otro está en función del clima, tradiciones culturales, cultivos forrajeros en explotación, conocimiento técnico – práctico, infraestructura disponible, maquinaria y tipo de ganado.

A nivel mundial, se observa un aumento en la conservación de forrajes mediante ensilaje, especialmente en los países de clima templado húmedo. La principal razón de esto, es el riesgo y mayor trabajo que requiere la henificación a causa del clima, lluvias que deterioran la calidad del forraje y a las mayores pérdidas que se producen con la henificación en comparación al ensilaje (Muslera y Ratera, 1984).

Estos autores señalan que en ensayos de comparación de henos y ensilados realizados con el mismo forraje los resultados son variables, pero en general, se aprecia que en ganado ovino y bovino de carne, la ingestión de materia seca es mayor en el caso de heno que en ensilado, obteniéndose por esa razón buenos resultados en producción de carne. Sin embargo, en vacas productoras de leche, especialmente con ensilados desecados previamente o que han sido elaborados usando aditivos, la producción de leche y ganancia de peso es mayor.

Manejo de forraje

Para el desarrollo adecuado del proceso de ensilaje es indispensable disponer de las condiciones fundamentales, mismas que son propiciadas por el hombre dentro del conjunto de prácticas de manejo del forraje para su conservación. Mc Cullough (1975) definió que los factores

que influyen en la fermentación del ensilaje son: del forraje (contenido de materia seca, capacidad amortiguadora, suministro de carbohidratos, estructura de la planta, condiciones atmosféricas): de la tecnología (construcción del silo, método de cosecha, control del aire, aditivos y cierre hermético) mismos que ejercen notable influencias en las pérdidas de materia seca y el valor nutritivo del ensilado resultante.

Compactación máxima del forraje.

La finalidad de la compactación del forraje es eliminar al máximo el aire presente, a fin de crear condiciones anaerobias para la adecuada fermentación. Esta práctica es a juicio del autor de la más delicada y la causa más frecuente del fracaso en la elaboración del ensilado.

Este método aun cuando de más tiempo y es más caro, se reconoce como la técnica más eficaz para reducir las pérdidas en la superficie del silo. La compactación y exclusión incompleta del aire puede elevar la temperatura hasta niveles de combustión, donde un silo de 1500 ton. Tipo trinchera, presentó incendio en las paredes por esta causa. Prácticas más sencillas y viables, incluyen el picado o troceado del material a ensilar para facilitar su compactación y, consecuentemente, la exclusión máxima del aire. Se ha encontrado según The New Zeland Farmer (1978), que es más fácil eliminar el aire y compactar el forraje a medida que aumenta la finesa del picado. Las cosechadoras de forraje o ensiladoras de uso general en México realizan el troceado del material a un tamaño de 1-2.5 cm, lo cual es favorable para su manejo en el silo

Para la compactación de la masa de forraje puede utilizarse el paso del tractor sobre esta (Fig. 15), siendo más eficiente cuando se realiza por capas de 50-80 cm. Cuando el silo es pequeño y no es posible el uso del tractor puede utilizarse un tambo de 200- 300lt de capacidad, o un tubo de concreto para hacerlo rodar sobre el forraje (Fig. 15).



Figura 14. Compactación del forraje con el uso de tractor.
Fuente: dekalb (2016)



Figura 15. Compactación del forraje utilizando un tubo de concreto.
Fuente : dekalb(2016)

Iniciación de una rápida fermentación

Las labores e llenado y tapado del silo deben hacerse lo más pronto posible para evitar problemas con respiración o riesgos de elementos meteorológicos, tales como la lluvia. Es recomendable que un silo se llene y tape en el mismo día.

Aislamiento completo del forraje

Una vez que el silo está lleno debe cubrirse con algún objeto pesado (capa de tierra) y debe protegerse de la infiltración de aguas, ratas, etc.



Figura 16. Tapado de un silo bunker.
...Fuente: silajes

El silo es el depósito donde se lleva cabo el proceso de ensilaje y tiene tres funciones según Mc Cullough (1975) que son: ofrecer una superficie sólida que permita la compactación de la masa para eliminar el aire, proteger los materiales ensilados contra el aire y el agua durante el almacenamiento y, facilitar el manejo del forraje.

Una buena localización de los silos requiere un contacto directo entre estos y cualquiera que sea el tipo de comedero del voluminoso (forraje). El resultado será la facilidad y rapidez en la distribución del alimento con economía en tiempo y dinero. La elección del tipo de silo a emplear en las explotaciones pecuarias depende de diversos criterios, cuya importancia relativa varía según cada explotación. Duthil (1980) considera como criterios de elección del silo a los siguientes:



Figura 17. Tipos de ensilajes
Fuentes: micorrizayabonos (2017)

En el caso del silo tambo, hay que prestar atención al sellado frontal el cual suele ser de plástico, generalmente polietileno resistente a los rayos ultravioleta (Pérez 2008).

Duthil (1980) menciona que los silos más simples son los montones de forraje al aire libre (silo abierto o almiar) que si bien no requiere gran inversión, su porcentaje de pérdidas de materia

seca es elevado, sobre todo si se trata de volúmenes pequeños. El silo de mayor popularidad en México y que es adaptable a todas las dimensiones de las explotaciones es el tipo trinchera, el cual es catalogado como la mejor opción en el uso de silos.

El ensilaje es guardado en una estructura llamada Silo. Existen diversas clases de silos, la elección entre uno y otro depende de factores como tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles, topografía del terreno y otros.

Para la obtención del ensilaje se deben seguir los siguientes pasos:

- Corte de forraje
- Transporte del material
- Llenado y compactado del silo
- Tapado del silo

Tipos de silos

- ✓ Parva

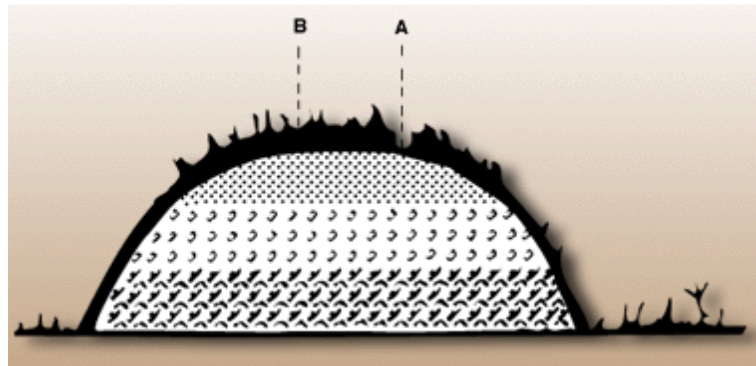


Figura 18. Silo de tipo parva

Fuente: Filippi, R. (2006)

Corte de un silo parvo sellado con plástico (A) y luego con tierra u otros materiales (B).



Figura 19. Silo de tipo parva (foto real)

Fuente: Filippi, R. (2006)

✓ **Trinchera**



Figura 20. Silo de tipo trinchera.

Fuente: Filippi,R.(2006)

Corte de un silo trinchera o zanja. (A) Cubierto de plástico,(B) Capa de tierra, (C) Canaleta de escurrimiento del agua de lluvia.



Figura 21.Silo de tipo trinchera (foto real)

Fuente: Filippi,R.(2006)

✓ Canadiense

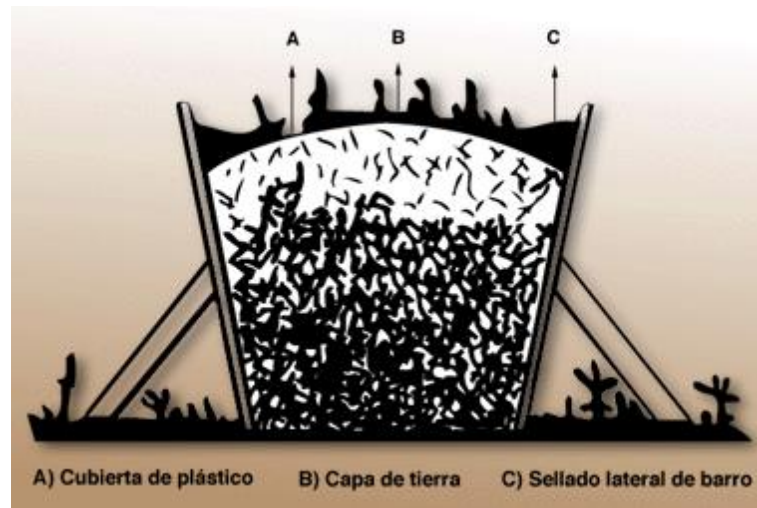


Figura 22. Silos de tipo Canadiense
Fuente: Filippi,R.(2006)

Corte de un silo canadiense. (A) Cubierta de plástico, (B) Capa de tierra, (C) Sellado lateral de barro.



Figura 23. Silos de tipo canadiense (Foto real)
Fuente: Filippi,R.(2006)

✓ Torre

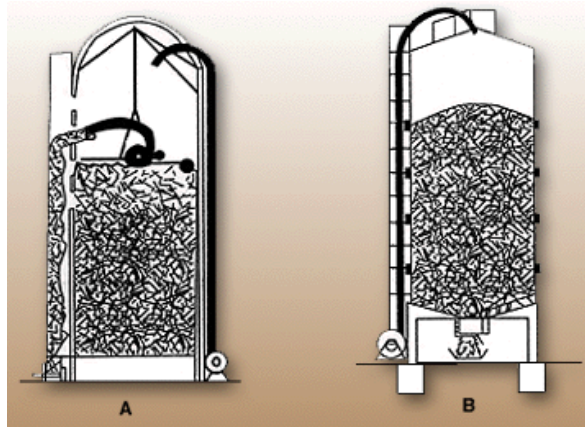


Figura 24.Silo de tipo torre

Fuente: Filippi,R.(2006)

Corte de dos silos torres. (A) Con carga y descarga lateral, (B) Con carga superior y descarga inferior

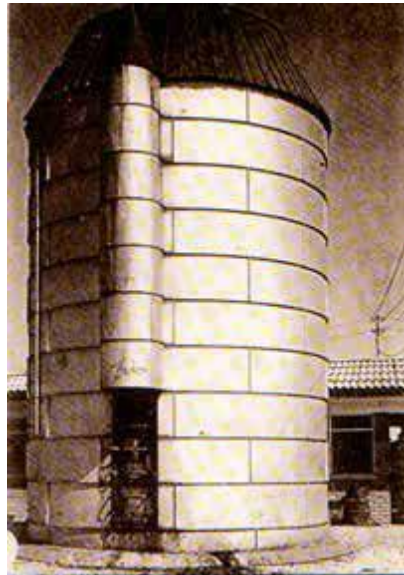


Figura 25.Silo de tipo torre (foto real)

Fuente: Filippi,R.(2006).

Compactación del alimento

- ✓ Se realiza con caballos o tractor.
- ✓ Se utiliza para eliminar el aire.
- ✓ Es más fácil compactar forrajes de bajo
- ✓ Porcentaje de MS y picado fino.
- ✓ Se evita alza de temperatura y pérdida por fermentación no deseada.



Figura N°26. Llenado de silo y compactación

Fuente: <https://www.contextoganadero.com/>

Sellado de silo

Según, Filippi,R.(2006) indica unos pasos o proceso para la etapa de sellado:

- ✓ Sellado hermético previene ingreso de aire y agua.
- ✓ Silos bien sellados poseen una mejor calidad.
- ✓ Con silos sellados existe una mayor producción de leche y carne.

Cuadro N°1

Efecto de distintos tipos de sellado sobre las pérdidas de materia seca (%).						
Tipo de pérdida	Cal	Tierra	Plástico	Sin sellado	Aserrin	Techo
Total pérdidas	23,6	25,1	11,9	32,2	30	32,6

Fuente: Filippi,R.(2006)

Cuadro N°2. Tipos de sellados.

Tipos de sellados	
	
Sellado de Silo Tipo Parva	Sellado Techo
	
Sellado plástico	Sellado con Tierra

Fuente: contextoganadero (2012)

Empaquetado y transporte

Debe ser empaquetado para reducir su volumen y facilitar su almacenamiento y transporte (Siewerdt, 1980). Generalmente el heno se almacena y transporta en pequeñas pacas o paquetes paralelepípicos, si bien, recientemente han aparecido las grandes pacas, tanto cilíndricas como prismáticas (Muslera y Ratera, 1984). Es muy importante en este punto el contenido de humedad del forraje, el cual debe ser menor a 20% para que el forraje se conserve sin ningún problema. La Figura N°21 muestra una forma práctica para determinar, en el campo, el nivel de humedad del

forraje, la cual ha sido publicada por la Universidad de California (The New Zealand Farmer, Pizarro, 1980b).

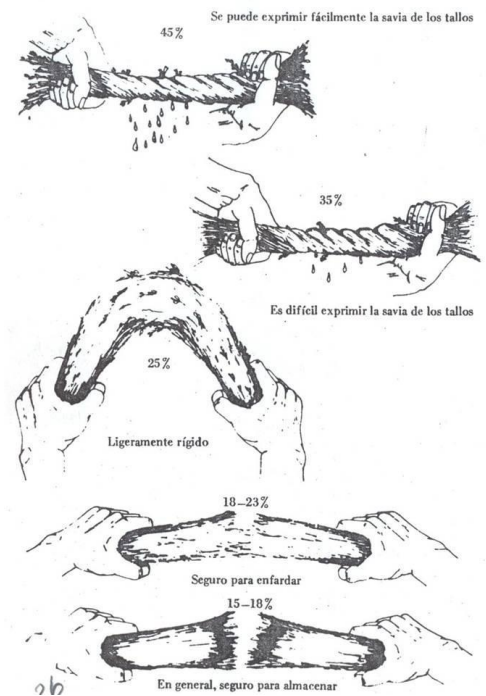


Figura 27. Pruebas de campo para determinar distintos niveles de humedad del forraje
...Fuente: intagri(2013)

Alcanzado el estado de sequedad suficiente de 3 a 5 días después de cortado, el forraje se recoge para ser almacenado.



Figura 28. Pacas de heno en almacén.
Fuente: .fao.org

Las prensas que trabajan a baja presión, hacen pacas con una densidad de 50 a 75 kg/m³, dando un tamaño de paca de 8 a 15 kg y se utiliza cuando el heno contiene aún niveles de 40% de humedad. Las prensas de media presión forman pacas de 15 a 25 kg con una densidad de 75 a 175 kg/m³ y se utiliza en heno con niveles de hasta 25% de humedad y finalmente las prensas de alta presión, forman pacas de 35 a 50 kg, requieren heno de secado perfectamente con niveles de humedad por debajo de 18% y la densidad de empacado es de 175 a 200 kg/m³ (Duthil, 1980).

4.2 Determinar el tipo de sistema a utilizar para el transporte y dosificación del pasto Sistema de dosificación de alimento

4.2.1 Selección del Dosificador y Sistema de Transporte.

Una vez terminado la descripción de los diferentes tipos de dosificadores, se procedió a seleccionar el tipo de dosificador más conveniente o el cual mejor se adapte para el proceso de dosificado. Para ello se aplicó el método Vilchez.

Propuesta de alternativa para la selección del tipo de dosificador

Cuadro N° 3. Alternativas para la selección

ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III	ALTERNATIVA IV
DOSIFICADOR POR GRAVEDAD	DOSIFICADOR POR CINTA TRANSPORTADORA	DOSIFICADOR POR CANAL VIBRANTE	DOSIFICADOR POR TORNILLO SIN FIN
<p>VENTAJA Económico. Requerimiento energético prácticamente nulo. Sencillez Técnica.</p>	<p>VENTAJA Alta Capacidad de Carga volumétrica. Alto rendimiento. Adapta la velocidad de la cinta de acuerdo a peso que se transporte.</p>	<p>VENTAJA Produce un flujo de material uniforme para una manipulación suave. Requiere poco mantenimiento. Bajo consumo de energía.</p>	<p>VENTAJA El tornillo proporciona una extracción positiva. Transporta líquidos, semisólidos y sólidos. Facilidad en la Calibración. Trabajan con precisión.</p>

CUADRO N° 3. Continuación Alternativas para la selección

DESVENTAJA Menor eficiencia. Problemas en el transporte de sólidos.	DESVENTAJA Poca Precisión. Necesidad de Calibración constante	DESVENTAJA No proporciona una extracción positiva. La vibración puede separar potencialmente los materiales que se transportan.	DESVENTAJA Consume mucha energía. Mayor necesidad de mantenimiento
---	---	---	--

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta

A continuación, se elaboró una lista de criterios (C) y de restricciones (R) para la selección del dosificador más conveniente.

Cuadro 4. Criterios y Restricciones

CRITERIOS (C)	RESTRICCIONES (R)
C1. Facilidad en el desplazamiento de sólidos	R1. Alta eficiencia.
C2. Costo accesible del dosificador.	R2. Los material de construcción deben ser lisos, resistentes a la corrosión y alteraciones física, lavables, atoxico y aptos para la industria alimenticia.
C3. El consumo de energía debe ser moderado	R3. El dosificador debe presentar una Capacidad mínima de $200\text{pie}^3/\text{Hr}$
C4. Alta precisión en el suministro del producto.	

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución:

Una vez elaborado el cuadro con los criterios y restricciones se procede a comparar las alternativas de solución con las restricciones planteadas, aquellas que no cumplan con las restricciones serán descartadas (ver tabla 1).

Tabla 1. Comparación de Restricciones vs Alternativas.

		POSIBLES SOLUCIONES			
		A I	A II	A III	A IV
RESTRICCIONES	R1	NO	SI	SI	SI
	R2	SI	SI	SI	SI
	R3	SI	SI	SI	SI

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Con base a lo que se observa en la Tabla xx. Se puede observar que la posible solución que no cumple con al menos una de las restricciones establecidas, es la A I. En conclusión, las alternativas A II, A III y A IV, serán evaluadas mediante el método de ponderación de criterios (ver tabla 2).

Tabla N°2. Ponderación de Criterios

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C4	Alta precisión en el suministro del producto.	5
C2	Costo accesible del dosificador.	4
C3	El consumo de energía debe ser moderado	3
C1	Facilidad en el desplazamiento de solidos	2

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N°3 Parámetros de Puntuación.

PUNTUACIÓN	PARÁMETROS
1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N° 4. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4
A II	2	2	2	1
A III	2	2	3	1
A IV	3	2	1	3

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Como se observa, la Tabla N°4 muestra los parámetros de puntuación. La tabla N°3 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. la evaluación final de la alternativa seleccionada es la que se muestra a continuación (ver tabla N°5).

Tabla N°5. Evaluación de Soluciones

EVALUAR SOLUCIONES		TOTAL DE PUNTOS
A II	$2x2 + 2x4 + 2x3 + 1x5$	23
A III	$2x2 + 2x4 + 3x3 + 1x5$	26
A IV	$3x2 + 2x4 + 1x3 + 3x5$	32

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Por lo tanto, Se concluye que la mejor solución es el dosificador de tornillo sin fin, ya que es la que satisface los criterios debido a que posee el puntaje más alto. Por lo que los demás tipos de dosificadores quedan descartados.

Posteriormente se procede a seleccionar el tipo de transportador mediante el mismo método de Vélchez.

Cuadro N°5. Alternativas para la selección

ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
TRANSPORTE POR CADENA	TRANSPORTE POR CINTA (BANDA)	TRANSPORTE DE TOBOGÁN
<p>VENTAJA</p> <p>Perfecto para trasladar cargas pesadas.</p> <p>Mantenimiento mínimo.</p> <p>Fácil instalación.</p>	<p>VENTAJA</p> <p>Bajos consumos de energía.</p> <p>Degradación mínima del material transportado.</p> <p>Fácil de ejecutar un mantenimiento.</p>	<p>VENTAJA</p> <p>Aprovechamiento del espacio.</p> <p>Reducción de costos de operación.</p> <p>Seguridad del personal y reducción de lesiones.</p>

Cuadro N°5. Continuación alternativas para la selección

DESVENTAJA Desgaste elevado. Costoso.	DESVENTAJA Desgaste de capa superior. Daños por impacto	DESVENTAJA Sin control alguna de la velocidad con la que se traslada el producto. Que el producto se atasque y no llegue a la línea final.
---	---	--

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta

A continuación, se elaboró una lista de criterios (C) y de restricciones (R) para la selección del transportador más conveniente.

Cuadro N° 6. Criterios y Restricciones

CRITERIOS (C)	RESTRICCIONES (R)
C1. Facilidad en el desplazamiento de sólidos a granel.	R1. Facilidad en la instalación.
C2. Costo accesible del transportador.	R2. Los materiales de construcción deben ser lisos, resistentes a la corrosión y alteraciones físicas, lavables, atóxicos y aptos para la industria alimentaria.
C3. Mantenimiento mínimo	R3. Control del rango de velocidad en la cual se desplaza el producto.
C4. Alta eficiencia.	

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución:

Una vez elaborado el cuadro con los criterios y restricciones se procede a comparar las alternativas de solución con las restricciones planteadas, aquellas que no cumplan con las restricciones serán descartadas (ver tabla N°6).

Tabla N°6. Comparación de Restricciones vs Alternativas.

		POSIBLES SOLUCIONES		
		A I	A II	A III
RESTRICCIONES	R1	SI	SI	SI
	R2	SI	SI	SI
	R3	SI	SI	NO

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Como se observa en la Tabla N°6. La posible solución que no cumple con al menos una de las restricciones establecidas, es la A III. En conclusión, las alternativas A I y A II serán evaluadas mediante el método de ponderación de criterios (ver tabla N°7).

Tabla N°7. Ponderación de Criterios

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C4	Alta eficiencia.	5
C2	Costo accesible del transportador.	4
C3	Mantenimiento mínimo	3
C1	Facilidad en el desplazamiento de solidos a granel	2

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N°8. Parámetros de Puntuación.

PUNTUACIÓN	PARÁMETROS
1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N°9. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4
A I	2	1	3	2
A II	2	2	2	3

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Como se observa, la Tabla N°8 muestra los parámetros de puntuación. La tabla N°9 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. La evaluación final de la alternativa seleccionada es la que se muestra a continuación (ver tabla N°10).

Tabla N°10. Evaluación de Soluciones

EVALUAR SOLUCIONES		TOTAL DE PUNTOS
A II	$2 \times 2 + 1 \times 4 + 3 \times 3 + 2 \times 5$	27
A III	$2 \times 2 + 2 \times 4 + 2 \times 3 + 3 \times 5$	33

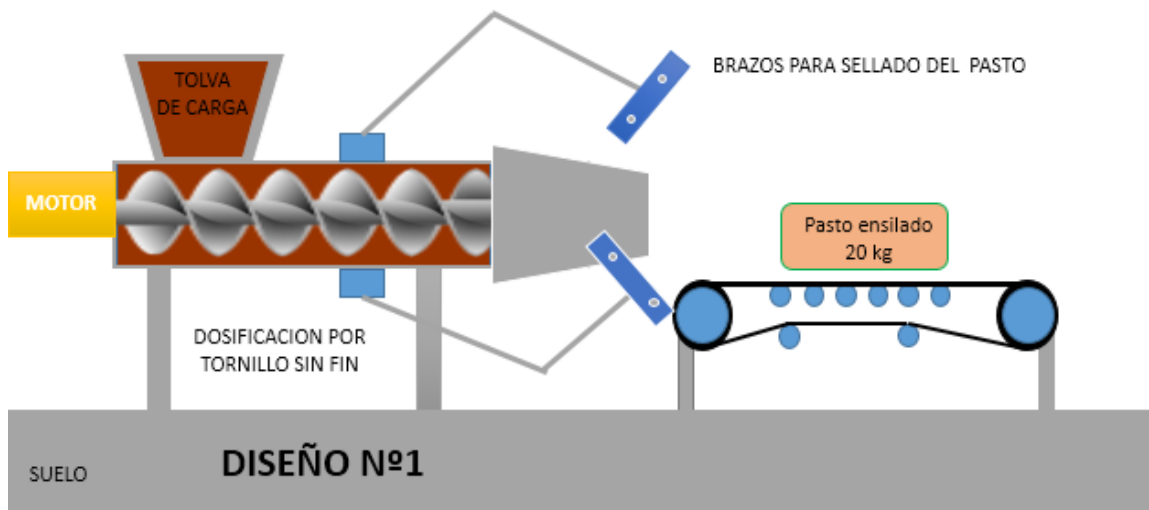
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Por lo tanto, se concluye que la mejor solución es el transportador de cinta (banda), ya que es la que satisface los criterios debido a que posee el puntaje más alto. Por lo que los demás quedan descartados.

Una vez terminado la descripción de los diferentes tipos de dosificadores y bandas transportadoras, se procedió a seleccionar el tipo de sistema más conveniente o el cual mejor se adapte para el proceso de ensilado. Para ello se aplicó el método Vilchez.

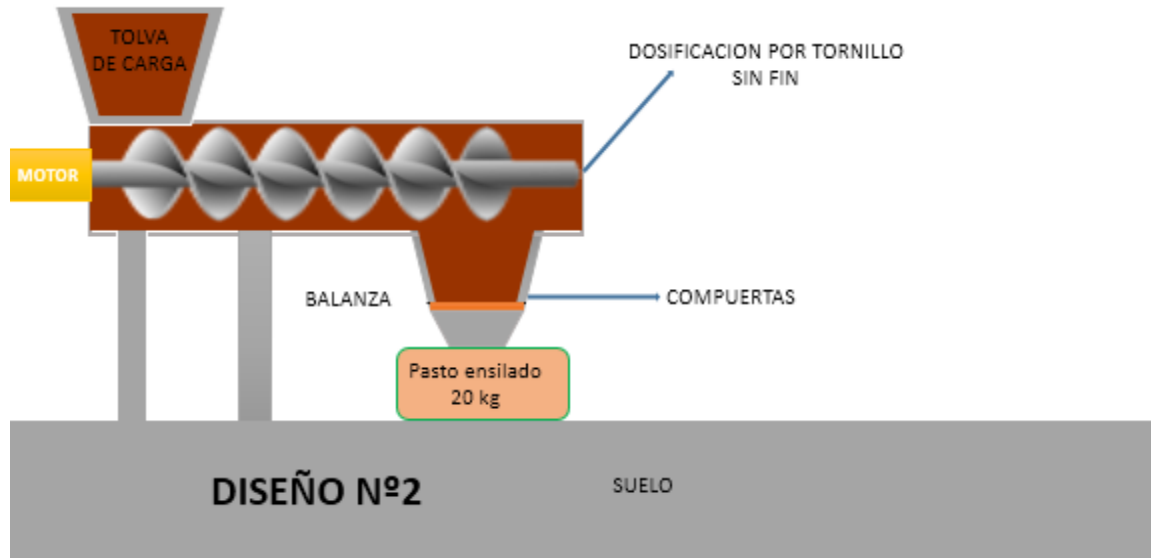
Para ello se tienen los diferentes tipos de sistemas:

➤ **Sistema 1.**



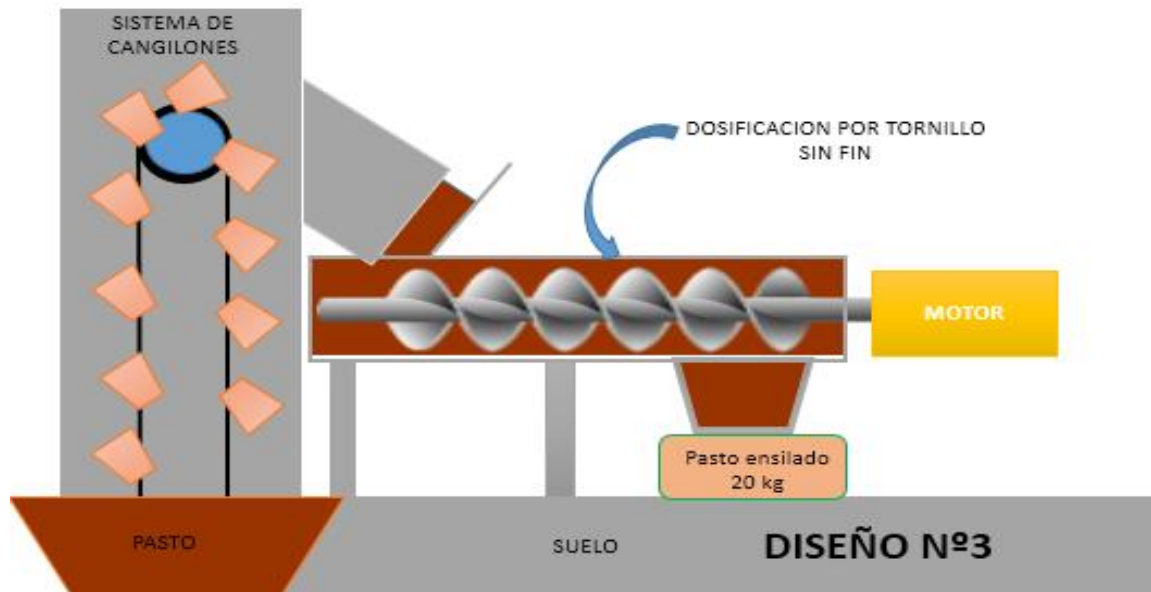
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

➤ Sistema 2



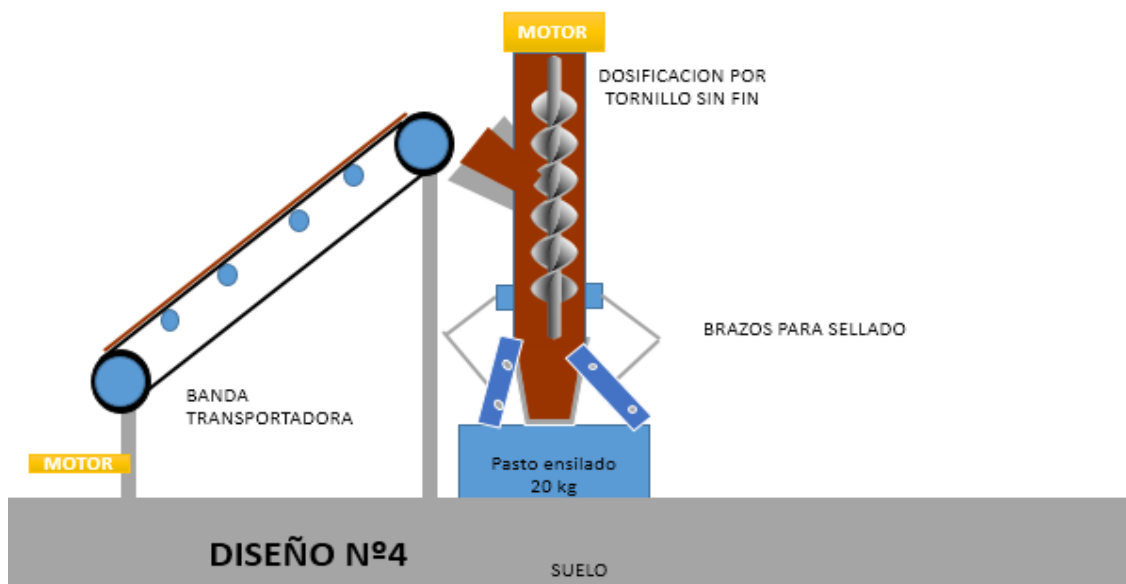
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

➤ Sistema 3



Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

➤ Sistema 4



Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Propuesta de alternativa para la selección del tipo de sistema.

Cuadro N°7. Alternativas para la selección

ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III	ALTERNATIVA IV
SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4
<p>VENTAJA</p> <p>Económico.</p> <p>Bajo consumo de energía.</p> <p>Sencillez Técnica.</p> <p>Capacidad de empaquetamiento.</p> <p>Alta eficiencia en el proceso.</p>	<p>VENTAJA</p> <p>Controla la cantidad de material que procesa el equipo.</p> <p>Trabaja con precisión.</p> <p>Poco consumo de energía.</p>	<p>VENTAJA</p> <p>Trabaja con precisión.</p> <p>Alta Capacidad de Carga volumétrica.</p> <p>Gran facilidad para la carga y descarga del material.</p>	<p>VENTAJA</p> <p>El tornillo proporciona una extracción positiva.</p> <p>Capacidad de empaquetamiento.</p> <p>Seguridad del personal y reducción de lesiones.</p>

Cuadro N°7 .Continuación alternativas para la selección.

DESVENTAJA	DESVENTAJA	DESVENTAJA	DESVENTAJA
Daños por impacto. Desgaste de capa superior de la banda	Necesidad de Calibración constante. No presenta equipo de empaquetamiento. Poca eficiencia de proceso.	Mayor necesidad de mantenimiento. La banda del cangilón se va aflojando con el uso, por lo que es necesario ajustarla periódicamente. No presenta un controlador de peso.	Consume mucha energía. Mayor necesidad de mantenimiento. Desgaste de capa superior de la banda.

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta

A continuación, se elaboró una lista de criterios (C) y de restricciones (R) para la selección del sistema más conveniente.

Cuadro N°8. Criterios y Restricciones

CRITERIOS (C)	RESTRICCIONES (R)
C1. Mantenimiento mínimo.	R1. Alta eficiencia.
C2. Costo accesible del Sistema.	R2. Los material de construcción deben ser lisos, resistentes a la corrosión y alteraciones física, lavables, atoxico y aptos para la industria alimenticia.
C3. El consumo de energía debe ser moderado	R3. El dosificador debe presentar una Capacidad mínima de $200\text{pie}^3/\text{Hr}$
C4. Alta precisión en el suministro del producto.	

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución:

Una vez elaborado el cuadro con los criterios y restricciones se procede a comparar las alternativas de solución con las restricciones planteadas, aquellas que no cumplan con las restricciones serán descartadas (ver tabla N°11).

Tabla N°11. Comparación de Restricciones vs Alternativas.

		POSIBLES SOLUCIONES			
		A I	A II	A III	A IV
RESTRICCIONES	R1	SI	NO	SI	SI
	R2	SI	SI	SI	SI
	R3	SI	SI	SI	SI

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Con base a lo que se observa en la Tabla N°11. Se puede observar que la posible solución que no cumple con al menos una de las restricciones establecidas, es la A II. En conclusión, las alternativas A I, A III y A IV, serán evaluadas mediante el método de ponderación de criterios (ver tablaN°12).

Tabla N°12. Ponderación de Criterios

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C4	Alta precisión en el suministro del producto.	5
C3	El consumo de energía debe ser moderado.	4
C1	Mantenimiento mínimo.	3
C2	Costo accesible del sistema.	2

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N°13. Parámetros de Puntuación.

PUNTUACIÓN	PARÁMETROS
1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Tabla N°14. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4
A I	2	2	3	3
A III	1	2	2	2
A IV	1	2	1	3

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Como se observa, la Tabla N°13 muestra los parámetros de puntuación. La tabla N°14 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. la evaluación final de la alternativa seleccionada es la que se muestra a continuación (ver tabla N°15).

Tabla N°15. Evaluación de Soluciones

EVALUAR SOLUCIONES		TOTAL DE PUNTOS
A I	$2x3 + 2x2 + 3x4 + 3x5$	37
A III	$1x3 + 2x2 + 2x4 + 2x5$	25
A IV	$1x3 + 2x2 + 1x4 + 3x5$	26

Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

Por lo tanto, Se concluye que la mejor solución es el sistema 1, ya que es la que satisface los criterios debido a que posee el puntaje más alto. Por lo que los demás tipos de sistemas quedan descartados.

Para la parte de la entrevista

En una entrevista no estructurada se pudo constatar mediante agentes especializados en el área de la ganadería donde realizan los procesos de ensilaje y dosificación se obtuvo información sobre dicho proceso mencionado anteriormente. Con eso, más allá el Ing. Tomas González da a entender que anexar el empaquetamiento al vacío al proceso de ensilado y dosificado genera mayor gasto, debido a la complejidad del proceso de empaquetamiento, siendo así no viable para el proyecto el cual se puede observar más adelante en la determinación de la viabilidad ,adicional a ello recalca que en el proceso actual realizado en Venezuela genera 50 empaques de pasto por día (1000 Kg/día) , suponiendo que realizan el proceso con un peso fijo , en el sistema que actualmente se usa varía demasiado el peso de la pacas .

4.3 Diseñar el sistema de transporte y dosificación según los requerimientos de producción y continuidad del proceso de ensilado de pasto de engorde para animales vacuno.

4.3.1 Diseño de banda transportadora

Se inicia el diseño de la banda transportadora conociendo los datos necesarios para cada uno de los cálculos:

Ancho de banda seleccionado: 800 mm

Peso específico aparente (q_s): $1200 \frac{T}{h}$

Peso específico del pasto : $1,24 \frac{g}{cm^3} = 1,24 \frac{T}{m^3}$

Medidas del empaque : (272,84 x 273,64)mm

- Selección del paso máximo aconsejable para las estaciones

Tabla N°16.Velocidades máximas aconsejables.

Tamaño dimensiones máximas		Banda ancho mín	velocidad max			
uniforme hasta mm	mixto hasta mm	mm	A m/s	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
75	150	500				
125	200	650	3	2.75	2.38	2
170	300	800	3.5	3.2	2.75	2.35
250	400	1000	4	3.65	3.15	2.65
350	500	1200				
400	600	1400	4.5	4	3.5	3
450	650	1600				
500	700	1800	5	4.5	3.5	3
550	750	2000				
600	800	2200	6	5	4.5	4

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Se selección la velocidad de 3,2 m/s ya que el pasto pertenece a la categoría B y por el por ancho de la banda que es 800 mm.

- Selección del paso máximo aconsejable para las estaciones

Peso específico del pasto : $1,24 \text{ g/cm}^3 = 1,24 \frac{T}{m^3}$

Ancho : 800 mm

a_i : Paso de las estaciones de impacto

a_o : Paso de las estaciones de ida

a_u : Paso de estaciones de retorno

Tabla N°17. Paso máximo aconsejables de las estaciones

Ancho banda m	Paso de las estaciones ida			retorno m
	peso específico del material a transportar t/m ³			
	< 1.2 m	1.2 ÷ 2.0 m	> 2.0 m	
300	1.65	1.50	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

a_o : 1,35 m

a_u : 3 m

- **Selección de rodillo**

Ancho de banda (A_b): 800 mm

V : 3,2 m/s

Al conocer el ancho de la banda y velocidad de la misma, se procede a selección el diámetro del rodillo mediante de la tabla N°18.

Tabla N°18. Diámetro de los rodillos aconsejado.

Ancho banda mm	Para velocidad								
	≤ 2 m/s			$2 \div 4$ m/s			≥ 4 m/s		
	Ø rodillos mm			Ø rodillos mm			Ø rodillos mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	133	159		133	159		133	159	
1600	133	159		133	159	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 y superior	194			194			194		

En caso de que se indicaran más diámetros, se elegirá en función del tamaño del material y de la dificultad de las condiciones de empleo.

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Luego de haberse obtenido los datos correspondientes por la tabla N°18 se selección un diámetro: 108 mm

- **Determinación de carga que gravita sobre los rodillos**

Suponiendo una carga a la rotura de la banda de 1000 N/mm y 4 más 2 de revestimiento de espesor. La banda posee un peso en su núcleo de 7.6 kg/m², el peso del revestimiento inferior y superior es de 1.15 kg/m² aproximadamente.

Tabla N°19. Peso del núcleo de la banda.

Carga de rotura de la banda N/mm	Banda reforzada con productos textiles (EP) Kg/m ²	Con elementos metálicos Steel Cord (ST) Kg/m ²
200	2.0	-
250	2.4	-
315	3.0	-
400	3.4	-
500	4.6	5.5
630	5.4	6.0
800	6.6	8.5
1000	7.6	9.5
1250	9.3	10.4
1600	-	13.5
2000	-	14.8
2500	-	18.6
3150	-	23.4

Los pesos del núcleo de la banda reforzadas con productos textiles o metálicos se dan a título indicativo en relación con la clase de resistencia.

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Se calcula peso total de la banda por metro lineal (q_b)

$$q_b = 7,6 \frac{Kg}{m^2} + 6,9 \frac{kg}{m^2} = 14,5 \frac{kg}{m^2}$$

- **Para los rodillos de ida la carga estática será:**

Luego de haber seleccionado los datos de paso de estaciones de ida y de retorno, los cuales son:

a_o : paso de las estaciones de ida : 1,35 m

a_u : paso de las estaciones de retorno : 3 m

a_u : 3 m

a_o : 1,35 m

l_v : Capacidad de transporte de la banda : 1200 T/h

l_v : 1200 T/h

$$Ca = a_o * \left(q_b + \frac{l_v}{3,6 v} \right) * 0,981 = 1,35 * \left(14,5 \text{ Kg}/m^2 + \frac{1200 \text{ T}/h}{3,6 * 3,2 \text{ m}/s} \right) * 0,981$$

$$Ca = 157,15 \text{ daN} = 1571,5 \text{ N}$$

La carga dinámica será:

$$Ca^1 = Ca * Fd * Fs * Fm \text{ (daN)}$$

Donde:

Ca¹: Carga dinamica

Fd: Factor de choque

Fs: Factor de servicio

Fm: Factor ambiental

Tabla N°20. Factores de las cargas.

Duración	F _s	Tamaño del material	Velocidad de la banda m/s						
			2	2.5	3	3.5	4	5	6
Menos de 6 horas al día	0.8	0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
De 6 a 9 horas al día	1.0	100 ÷ 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
De 10 a 16 horas al día	1.1	150 ÷ 300 mm en estrato de material fino	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
Más de 16 horas al día	1.2	150 ÷ 300 mm sine estrato de material	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.35	1.50
		300 ÷ 450 mm	1.20	1.32	1.50	1.70	1.90	2.30	2.80

Condiciones	F _m
Limpio y con mantenimiento regular	0.9
Con presencia de material abrasivo o muy corrosivo	1.0
Con presencia de material muy abrasivo o corrosivo	1.1

Fuente: Rulli Rulmeca(2010)

Se seleccionó las siguientes:

F_d: 1,70

F_s: 1,1

F_m: 0,9

$$Ca^1 = 157,15 * 1,70 * 0,9 * 1,1 = 264,48 (daN) = 2644,8 N$$

Carga sobre el rodillo central de ida (ca)

$$Ca = Ca^1 * Fp$$

F_p: Factor de participación

Ca¹: Carga dinamica

Tabla N°21.Factor de participación

Tab. 17 - Factor de participación F_p del rodillo sometido a mayor tensión

0°	20°	20°	30°	35°	40°	45°	30° - 45°	60°
1.00	0.50	0.60	0.65	0.67	0.70	0.72	~ 0.55 - 0.60 Rodillo central más pequeño	0.40

Fuente: Rulli Rulmeca(2010)

Al seleccionar el factor de participación de la tabla N°21 se procede a calcular la carga sobre el rodillo.

$$Ca = 264,48(daN) * 1 = 264,48 (daN) = 2644,8 N$$

Carga estática para la estación de retorno.

Cr: Carga estatica

a_u: Paso de las estaciones de retorno

q_b: Peso total de la banda por metrol lineal

$$Cr = a_u * q_b * 0,981 = 3 m * 14,5 \frac{Kg}{m^3} * 0,981 = 42,67 (daN) = 426,7 N$$

Carga dinámica para la estación de retorno.

$$Cr_1 = Cr * Fs * Fm * Fv (daN)$$

Donde:

F_v: Factor de velocidad

F_d: Factor de choque

F_s: Factor de servicio

F_m: Factor ambiental

Cr: Carga estatica

Cr₁: Carga dinamica para la estacion de retorno

Tabla N°22.Factor de velocidad.

Tab. 21 - Factor de velocidad Fv

Velocidad banda m/s	Diámetro de los rodillos mm						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0.5	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.0	0.92	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.80
1.5	0.99	0.99	0.92	0.89	0.88	0.85	0.82
2.0	1.05	1.00	0.96	0.95	0.94	0.90	0.86
2.5			1.01	0.98	0.97	0.93	0.91
3.0			1.05	1.03	1.01	0.96	0.92
3.5					1.04	1.00	0.96
4.0					1.07	1.03	0.99
4.5					1.14	1.05	1.02

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Al seleccionar el factor de velocidad de la **tabla N°22** se procede a calcular la carga dinámica para la estación de retorno:

$$Cr_1 = Cr * Fs * Fm * Fv \text{ (daN)}$$

Donde:

C_r : Carga estatica

F_s : Factor de servicio

F_m : Factor ambiental

F_v : Factor ambiental

$$Cr_1 = 42,67 \text{ (daN)} * 1,1 * 0,9 * 1,04 = 43,93 \text{ (daN)} = 439,3 \text{ N}$$

Eligiendo una estación de retorno plana tendremos que la carga sobre el rodillo de retorno será:

$$Cr = Cr_1 * Fp = 43,93 \text{ (daN)} * 1 = 43,93 \text{ (daN)} = 439,3 \text{ N}$$

Ahora podemos buscar en los catálogos, los rodillos y rodamientos, de acuerdo, al ancho de banda de 800 mm, diámetro del rodillo 108 mm y la velocidad de banda de 3,2 m/s.

La velocidad de la banda transportadora será 3,2 m/s pero se tomara en este caso la velocidad de 3 m/s.

Tabla N°24. Coeficiente de rozamiento interno.

Tab. 9 - Coeficiente de rozamiento interior **f** del material y de los elementos giratorios

Cintas transportadoras horizontales, ascendentes o ligeramente descendentes	velocidad m/s					
	1	2	3	4	5	6
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores estándares	0,0160	0,0165	0,0170	0,0180	0,0200	0,0220
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores altos en condiciones de trabajo difíciles	desde 0,023 hasta 0,027					
Elementos giratorios de cintas transportadoras descendentes con motor freno y/o generador	desde 0,012 hasta 0,016					

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Se selecciono f : 0,0170

Tabla N°25. Coeficiente de las resistencias fijas

Tab. 7 - Coeficiente de las resistencias fijas

Distancia entre ejes m	Cq
10	4.5
20	3.2
30	2.6
40	2.2
50	2.1
60	2.0
80	1.8
100	1.7
150	1.5
200	1.4
250	1.3
300	1.2
400	1.1

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Ya que la longitud que se desea para el diseño de la banda transportadora es de L: 5 m se tomara el valor más cercano y es $C_q = 4,5$.

Tabla N°26. Coeficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura.

Temperatura °C	+ 20°	+ 10°	0	- 10°	- 20°	- 30°
Factor Ct	1	1,01	1,04	1,10	1,16	1,27

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

c_t : Coeficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura

q_{ro} : Peso de las partes superior , q_{ru} : Peso de las partes inferior

$$q_{ro} = \frac{\text{peso de las partes giratorias de estaciones superiores}(P_{prs})}{\text{paso de las estaciones superiores}(a_o)}$$

$$q_{ru} = \frac{\text{Peso de las partes giratorias estaciones inferiores}(P_{pri})}{\text{paso de las estaciones inferiores}(a_u)}$$

Ya que el ancho de la banda transportadora es de 800 mm y el diámetro de los rodillos son de 108 mm

Tabla N°27. Peso de las partes giratorias de los rodillos de las estaciones (sup/inf)

Ancho banda mm	Diámetro rodillos mm									
	89		108		133		159		194	
	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri
Kg										
400	—	—	—							
500	5.1	3.7	—							
650	9.1	6.5	—							
800	10.4	7.8	16.0	11.4	—					
1000	11.7	9.1	17.8	13.3	23.5	17.5				
1200			20.3	15.7	26.7	20.7	—			
1400					29.2	23.2	—			
1600					31.8	25.8	—			
1800							47.2	38.7	70.5	55.5
2000							50.8	42.2	75.3	60.1
2200							—	—	—	—

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

$$q_{ro} = \frac{16}{1,2} = 13,33 \text{ Kg/m}$$

$$q_{ru} = \frac{11,4}{3} = 3,8 \text{ kg/m}$$

Se procede a calcular peso del material por metro lineal (q_G), lo cual es:

$$q_G = \frac{Iv}{3,6 * v}$$

Donde:

q_G : Peso del material por metro lineal ($\frac{Kg}{m}$)

I_v : Capacidad de transporte de la banda ($\frac{T}{m^3}$)

v : Velocidad ($\frac{m}{s}$)

$$q_G = \frac{Iv}{3,6 * v} = \frac{1200 \text{ T/h}}{3,6 * 3,2 \text{ m/s}} = 104,167 \text{ kg/m}$$

Una vez conocido el peso del material por metro lineal se calcula la fuerza tangencial total (f_u)

$$f_u = (f_a + f_r)(daN)$$

Donde:

f_a : Esfuerzo tangencial para mover la banda en cada uno de los tramos de ida

f_r : Esfuerzo tangencial para mover la banda en cada uno de los tramos de retorno

L : Longitud de la banda (m)

C_q : Coeficiente de las resistencias fijas

C_t : Coeficiente de las resistencia pasivas

f : Coeficiente de rozamiento interior entre las partes giratorias

q_G : Peso material transportado por metro lineal ($\frac{Kg}{m}$)

q_{RU} : Peso partes giratorias inferiores ($\frac{Kg}{m}$)

q_{RO} : Peso partes giratorias superior $\left(\frac{Kg}{m}\right)$

H : Desnivel de la cinta transportadora

$$Fa = [L * Cq * f * Ct * (q_b + q_g + q_{ro}) + H * (q_g + q_b)] * 0.981 [daN]$$

Ya que la banda transportadora no presenta ningún desnivel y/o altura de la misma h es igual a 0.

$$Fa = [5 * 1 * 0,0180 * 1 * (14,5 \text{ kg}/m^2 + 104,167 \text{ kg}/m + 13,33 \text{ kg}/m) + 0 * (q_g + q_b)] * 0.981 [daN]$$

$$Fa = 11,654 (daN) = 116,54 N$$

$$Fr = [L * Cq * f * Ct * (q_b + q_{ru}) - (H * q_b)] * 0.91 daN$$

$$Fr = [5m * 1 * 0,0180 * 1 * (14,5 \text{ kg}/m^2 + 3,8 \text{ kg}/m^2) - 0] * 0,91 = 1,498 daN = 14,98 N$$

$$Fu = 11,654 + 1,498 = 13,152 daN = 131,52 N$$

Asumiendo una eficiencia del reductor de 0,86

$$P = \frac{Fu * v}{100 * n}$$

Donde:

P: Potencia (kW)

Fu: Esfuerzo tangencial (daN)

v: Velocidad

n: Rendimiento

$$P = \frac{13,152 daN * 3,2 m/s}{100 * 0,86} = 0,49 (kW)$$

$$P = 0,656 hp$$

Se selección un motor de **0,75 hp**

Tabla N° 28. Características del motor seleccionado W21.

Motores Trifásicos Cerrados - W21

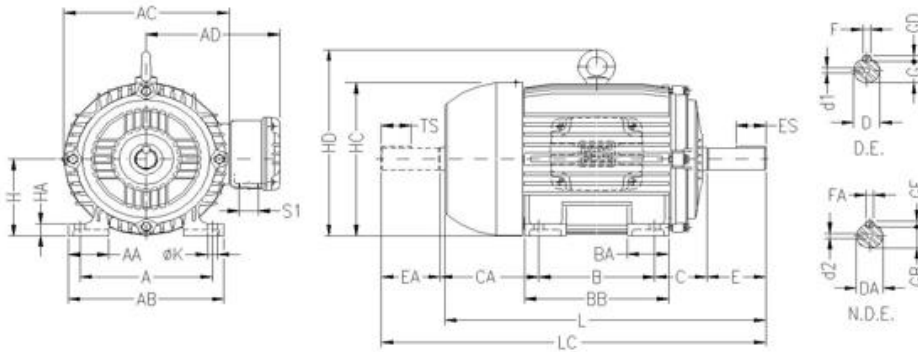
Eficiencia Estándar

Potencia	Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado Ip / In	Momento Nominal Cn (NM)	Momento con rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax. Cn	380 V						Factor de servicio F.S.	Momento de Inercia J kgm ²	Tiempo max. con rotor bloqueado en caliente / frío (s)	Peso aprox. (kg)	
								Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ							
								% de la potencia nominal										
								50	75	100	50	75	100					
IV Polos - 1500 rpm																		
0,12	0,16	63	1375	0,44	3,5	0,82	2	2,2	45	54	57	0,49	0,61	0,72	1,00	0,00034	30/66	6,6
0,18	0,25	63	1360	0,64	3,4	1,29	2	2,2	46	54	58	0,49	0,63	0,74	1,00	0,00039	23/51	6,9
0,25	0,33	63	1415	0,94	5	1,64	3,1	3,1	52	60	62	0,44	0,54	0,65	1,00	0,00067	17/37	8,5
0,25	0,33	71	1310	0,85	3,5	1,77	1,9	2,1	50	55	59	0,5	0,65	0,76	1,00	0,00039	21/46	8,8
0,37	0,5	71	1320	1,19	3,7	2,66	2	2	55	60	62	0,5	0,63	0,76	1,00	0,00056	17/37	9,7
0,55	0,75	71	1385	1,71	5	3,8	2,8	2,9	66	70,5	72	0,45	0,58	0,68	1,00	0,00096	19/42	12,3
0,55	0,75	80	1410	1,50	4,7	3,74	2,1	2,2	58,5	66,3	68	0,54	0,7	0,82	1,00	0,0019	17/37	12,6
0,75	1	80	1395	1,95	5	5,04	2,3	2,2	64,5	71	72	0,55	0,7	0,81	1,00	0,00225	14/31	13,5
1,1	1,5	90S	1420	2,75	5,6	7,42	2,3	2,4	70	76	77	0,55	0,69	0,79	1,00	0,00392	8/18	18,1
1,5	2	90S	1410	3,52	5,5	9,96	2,3	2,4	76,5	78,5	79	0,58	0,73	0,82	1,00	0,00476	8/18	17,0
1,5	2	90L	1410	3,52	5,5	9,96	2,3	2,4	76,5	78,5	79	0,58	0,73	0,82	1,00	0,00476	8/18	20,0
2,2	3	90L	1410	5,46	5,8	14,94	2,7	2,5	75	76,5	76,5	0,57	0,71	0,8	1,00	0,00672	8/18	23,8
2,2	3	100L	1410	5,00	5,6	14,94	2,4	2,6	80,5	81,5	81,5	0,6	0,74	0,82	1,00	0,00651	9/20	25,9
3	4	100L	1400	6,81	6	20,07	2,8	3	80	81	82,6	0,57	0,72	0,81	1,00	0,00842	8/18	29,4
4	5,5	100L*	1390	8,93	6,7	27,79	2,6	2,6	81,5	82,2	82	0,64	0,76	0,83	1,00	0,01072	7/15	34,7
4	5,5	112M	1440	8,61	6,2	26,83	2,1	2,5	83,5	84,6	85	0,65	0,77	0,83	1,00	0,01473	13/29	42,0
5,5	7,5	112M*	1450	13,05	6,5	36,33	2,5	2,6	84	85,7	85,7	0,54	0,66	0,75	1,00	0,01875	8/18	47,3
5,5	7,5	132S	1450	11,58	6,5	36,33	2,1	2,5	84,5	85,6	86	0,63	0,77	0,84	1,00	0,03489	11/24	54,4
7,5	10	132S	1455	15,58	6,7	48,27	2,1	2,9	85	86,5	87	0,63	0,77	0,84	1,00	0,04652	8/18	61,8
7,5	10	132M	1455	15,58	6,7	48,27	2,1	2,9	85	86,5	87	0,63	0,77	0,84	1,00	0,04652	8/18	59,8
9,2	12,5	132M	1455	18,74	7,5	60,34	2,2	2,8	86,5	87,7	87,7	0,64	0,78	0,85	1,00	0,05815	6/13	74,4
9,2	12,5	160M	1455	18,74	6	60,34	2,2	2,4	86	87,7	88,8	0,69	0,79	0,84	1,00	0,06524	15/33	97,4
11	15	160M	1455	23,26	6	72,41	2,3	2,6	86,5	88,5	88,5	0,62	0,74	0,81	1,00	0,07528	12/26	102,7
15	20	160M	1460	30,63	5,8	96,22	2,3	2,4	88,5	90	89,7	0,68	0,79	0,83	1,00	0,10539	12/26	127,5
15	20	160L	1460	30,63	5,8	96,22	2,3	2,4	88,5	90	89,7	0,68	0,79	0,83	1,00	0,10539	12/26	123,1
18,5	25	160L*	1455	38,11	6	120,69	2,4	2,4	88,5	90	90	0,64	0,76	0,82	1,00	0,11542	12/26	130,0
18,5	25	180M	1470	36,95	7	119,46	2,5	3	89,5	90,5	90,5	0,67	0,77	0,84	1,00	0,16146	11/24	157,7
22	30	180M	1465	43,16	7	143,84	2,7	2,9	90	91,5	91,2	0,69	0,8	0,85	1,00	0,18837	11/24	187,4
22	30	180L	1465	43,16	7	143,84	2,7	2,9	90	91,5	91,2	0,69	0,8	0,85	1,00	0,18837	11/24	172,8
30	40	200L	1475	58,95	6,7	190,48	2,5	2,8	90,3	91,5	92	0,68	0,78	0,84	1,00	0,30338	14/31	237,6
30	40	200M	1475	58,95	6,7	190,48	2,5	2,8	90,3	91,5	92	0,68	0,78	0,84	1,00	0,30338	14/31	233,0
37	50	200L	1470	70,84	7	238,91	2,3	2,5	91,5	92,5	92,3	0,73	0,82	0,86	1,00	0,38611	14/31	266,1
37	50	225S/M	1475	70,95	6,7	238,1	2,3	2,8	90,6	91,7	92,2	0,71	0,81	0,86	1,00	0,5599	17/37	337,9
45	60	225S/M	1475	85,89	7	285,72	2,4	3	91,5	92,4	92,6	0,71	0,8	0,86	1,00	0,66488	12/26	360,0
55	75	225S/M	1475	100,32	6,8	357,15	2,3	2,7	93	93,3	93,6	0,77	0,85	0,89	1,00	0,87484	14/31	410,4
55	75	250S/M	1475	100,32	6,8	357,15	2,3	2,7	93	93,3	93,6	0,77	0,85	0,89	1,00	0,87484	14/31	431,4
75	100	250S/M	1480	140,00	7,2	474,59	2,4	2,6	92,5	93,6	93,7	0,77	0,85	0,87	1,00	1,15478	12/26	495,3
75	100	280S/M	1485	138,95	6,7	472,99	2	2,7	92,7	93,8	94,1	0,77	0,84	0,87	1,00	1,84681	22/48	641,7
90	125	280S/M	1485	167,37	7,3	591,24	2,4	2,8	93,2	94	94,2	0,77	0,85	0,87	1,00	2,16799	19/42	697,4
110	150	280S/M	1485	206,32	7,3	709,49	2,4	2,8	93,8	94,4	94,4	0,75	0,83	0,86	1,00	2,56947	17/37	793,5
110	150	315S/M	1485	206,32	7,3	709,49	2,4	2,8	93,8	94,4	94,4	0,75	0,83	0,86	1,00	2,56947	17/37	805,5
132	180	315S/M	1485	246,32	7,7	851,39	2,4	2,8	93,9	94,7	94,8	0,74	0,83	0,86	1,00	3,21184	17/37	905,1
150	200	315S/M	1485	278,95	7,7	945,99	2,8	2,8	94	95	95	0,75	0,83	0,86	1,00	3,45273	17/37	944,5
160	220	315S/M	1485	297,89	7,5	1040,59	2,5	2,8	94	94,8	95	0,76	0,83	0,86	1,00	3,77391	17/37	995,3
185	250	315S/M*	1485	342,11	7,3	1182,49	2,3	2,5	93,5	93,3	95,5	0,75	0,82	0,86	1,00	3,77391	15/33	1008,5
185	250	355M/L	1490	335,79	6,8	1178,52	2,1	2,5	93,6	94,7	95	0,8	0,86	0,88	1,00	6,33813	44/97	1428,2
200	270	355M/L	1490	363,16	6,6	1272,8	2,3	2,2	94	95	95,2	0,82	0,86	0,88	1,00	7,45663	44/97	1558,6
220	300	355M/L	1490	393,68	7	1414,22	2,2	2,3	94,2	95,2	95,4	0,82	0,88	0,89	1,00	7,45663	39/86	1549,4
260	350	355M/L	1490	468,42	6,5	1649,92	2,2	2,3	94,3	95,2	95,8	0,8	0,86	0,88	1,00	8,38871	41/90	1653,7
250	340	355M/L	1490	450,53	6,9	1602,78	2,2	2,5	94,3	95,2	95,8	0,8	0,86	0,88	1,00	8,38871	36/79	1655,6
280	380	355M/L	1490	498,95	7,1	1791,35	2,2	2,4	95	95,7	95,8	0,83	0,88	0,89	1,00	10,25287	39/86	1770,0
300	400	355M/L	1490	534,74	6,7	1885,63	2,2	2,4	94,5	95,6	95,8	0,81	0,87	0,89	1,00	10,25287	47/103	1846,6
315	430	355M/L	1490	558,95	6,7	2027,05	2,2	2,4	94,8	95,9	96,2	0,79	0,86	0,89	1,00	10,25287	42/92	1770,0
330	450	355M/L	1490	578,95	6,5	2121,33	2,3	2,3	95	96	96,2	0,83	0,88	0,9	1,00	11,18495	32/70	1939,6
220	300	315B	1485	429,47	6,5	1418,98	2	2,8	94	95	95	0,66	0,77	0,82	1,00	4,59611	37/81	1330,0
250	340	315B	1480	481,05	6,2	1613,61	1,8	2,6	94,5	95,2	95,2	0,72	0,8	0,83	1,00	5,1713	29/64	1330,0
260	350	315B*	1480	495,02	6	1661,07	1,6	2,4	94,3	95	95	0,73	0,81	0,84	1,00	5,1713	23/51	1330,0
300	400	315B*	1485	585,26	7,3	1891,98	2	2,8	94	94,8	95	0,66	0,76	0,82	1,00	5,74514	23/51	1560,0
315	430	315B*	1480	612,63	7,4	2040,75	2	2,7	94,1	95,1	95,2	0,67	0,77	0,82	1,00	5,74514	18/40	1560,0

Tabla N°29. Dimensiones de motor seleccionado.

Eficiencia Estándar - Datos Mecánicos

Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	DIMENSIONES DEL EJE														Rodamientos							
											D	DA	E	EA	ES	F	FA	G	GB	GD	GF	H	HA	HC	HD	K	L	LC	d1	d2	delantero	trasero
63	100	21	116	125	119	80	22	95	40	78	1116	96	23	20	14	4	3	8.5	7.2	4	3	63	8	124			216	241	EM4	EM3	6201 ZZ	6202 ZZ
71	112	30	132	141	127	90	38	113.5	45	88	1416	116	30	23	18	5	4	11	8.5	5	4	71	12	139			248	276	DM5	EM4	6203 ZZ	6202 ZZ
80	125	35	149	159	136	100	40	125.5	50	93	1516	146	40	30	28	6		15.5	11	6		80	13	157			276	313	DM6	DM4	6204 ZZ	6203 ZZ
90S	140	38	164	179	155	125	42	131	56	104	2416	196	50	40	36	8		20	13	7		90	15	177			304	350	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
90L	140	38	164	179	155	125	42	131	56	104	2416	196	50	40	36	8		20	13	7		90	15	177			304	350	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
100L	160	49	188	199	165	140	50	173	63	118	2816	226	60	50	45	10		24	18.5	7		100	16	198			329	375	DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ
112M	190	60	220	222	184	140	50	177	70	128	2816	246	60	50	45	10		24	18.5	7		112	18.5	235	280		393	448	DM10	DM8	6307 ZZ	6206 ZZ
132S	216	51	248	270	212	178	55	187	89	150	3816	2816	80	60	63	10		33	24	7		132	20	274	319		452	519	DM12	DM10	6308 ZZ	6207 ZZ
132M	216	51	248	270	212	178	55	187	89	150	3816	2816	80	60	63	10		33	24	7		132	20	274	319		452	519	DM12	DM10	6308 ZZ	6207 ZZ
150M	254	64	308	312	255	210	65	254	108	174	4216	4216	110	110				42.5	37	8		160	22	317	370		598	712	DM16		6309 C3	6209 Z-C3
160L	279	80	350	358	275	241	75	294	121	200	4816							42.5	37	9		180	28	360	413		664	782	DM16		6311 C3	6211 Z-C3
180L	279	80	350	358	275	241	75	294	121	200	4816							42.5	37	9		180	28	360	413		664	782	DM16		6311 C3	6211 Z-C3
200L	318	82	385	396	300	267	85	370	133	222	5516							49	49	10		200	30	402	464		767	880	DM16		6312 C3	6212 Z-C3
200M	318	82	385	396	300	267	85	370	133	222	5516							49	49	10		200	30	402	464		767	880	DM16		6312 C3	6212 Z-C3
225S/M	356	80	436	476		311	105	391	149	280	5516							49	49	10		225	34	466	537		817	935	DM20			
250S/M	406		506	476		373	131	449	168	312	6016							53	53	11		250	42	562			923	1071	DM20		6314 C3	
280S/M	457	100	557	600	468	419	142	510	190	350	6516							58	58	11		280	42	578	668		1036	1188	DM20		6314 C3	
315S/M	508	120	628	600	497	406	152	558	216	376	6516							58	58	11		315	52	613	703		1126	1278	DM20		6314 C3	
355ML	610	140	750	816	685	500	200	760	254	467	7516							67.5	67.5	12		355	50	725	834		1396	1561	DM20		6314 C3	



Fuente: Motores Weq (2020).

Se procede a calcular las tensiones de $T_1 - T_2 - T_3 - T_0 - T_g$

La tensión después del tambor motriz vendrá dada por:

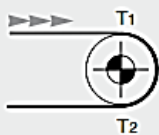
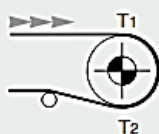
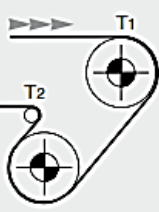
$$T_2 = Fu * Cw(daN)$$

Donde:

Fu: Esfuerzo tangencial total (daN)

C_w: Factor de abrazamiento

Tabla N°30.Factor de abrazamiento (Cw)

Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento α	tensor de contrapeso tambor		tensor de tornillo tambor	
		sin revestimiento	con revestimiento	sin revestimiento	con revestimiento
	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
	200°	0.72	0.42	1.00	0.75
	210°	0.66	0.38	0.95	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.65
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
	380°	0.23	0.11	-	-
	420°	0.18	0.08	-	-

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Para un ángulo de abrazamiento 180°, con una moto-tambor revestido de goma y situado en la cabeza.

$$C_w = 0,50$$

$$T_2 = 13,152 (daN) * 0,50 = 6,576 (daN) = 65,76 N$$

$$T_1 = f_u + T_2 = 13,152(daN) + 1,498(daN) = 19,728 (daN) = 197,28 N$$

Tensión después del tambor de retorno vendrá dada por:

$$T_3 = T_2 + F_r$$

$$T_3 = 6,576 (daN) + 1,498 (daN) = 8,074(daN) = 80,74 N$$

Luego de haber obtenido la T₃ , se busca obtener la flecha de flexión máxima entre dos estaciones, lo cual sería:

$$t_0 = 6,25 * (q_b + q_G) * a_o * 0,981 (daN)$$

Donde:

a_o : paso de las estaciones de ida : 1,35 m

q_G : Peso material transportado por metro lineal $\left(\frac{Kg}{m}\right)$

q_b = Peso total de la banda por metro lineal $\left(\frac{kg}{m^2}\right)$

$$q_b = 14,5 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_G = 104,167 \frac{kg}{m}$$

$$t_o = 6,25 * \left(14,5 \frac{Kg}{m^2} + 104,167 \frac{kg}{m}\right) * 1,35 * 0,981 = 982,23 (daN) = 9822,3 N$$

Tensión T_g de la banda en el punto del dispositivo de tensión

$$T_g = 2 * T_3 = 2 * 8,074(daN) = 16,148(daN) = 161,48N$$

Una vez conocido la tensión de banda se procede a la selección de la misma donde dada la máxima tensión de trabajo $T_1 = 19,728 (daN)$.La tensión unitaria de trabajo de la banda por mm de ancho viene dada por:

$$Tu_{max} = \frac{T_{max} * 10}{N} [N/mm]$$

Donde:

t_{max} = Tension en el punto sometido a mayor esfuerzo en la banda en (daN)

N : Ancho de la banda (mm)

$$Tu_{max} = \frac{19,728 (daN) * 10}{800} = 0,246(daN) = 2,46 N$$

La carga de rotura de la banda corresponderá a la carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad de 8 para bandas reforzadas con elementos metálicos y 10 para bandas reforzadas con productos textiles.

$$0,246 \left(\frac{N}{mm}\right) * 8 = 1,968 \left(\frac{N}{mm}\right)$$

Diámetro del eje del tambor motriz

Como la carga de ruptura designada es de 1000 N/mm, se selección la bandas reforzadas con productos textiles DIN 22102.

Tabla N°31. Diámetros mínimos recomendados de los tambores.

Carga de rotura de la banda N/mm	Bandas reforzadas con productos textiles DIN 22102			Bandas reforzadas con elementos metálicos ST DIN 22131		
	Ø tambor motriz mm	contra-tambor	desviador	Ø tambor motriz mm	contra-tambor	desviador
200	200	160	125	-	-	-
250	250	200	160	-	-	-
315	315	250	200	-	-	-
400	400	315	250	-	-	-
500	500	400	315	-	-	-
630	630	500	400	-	-	-
800	800	630	500	630	500	315
1000	1000	800	630	630	500	315
1250	1250	1000	800	800	630	400
1600	1400	1250	1000	1000	800	500
2000	-	-	-	1000	800	500
2500	-	-	-	1250	1000	630
3150	-	-	-	1250	1000	630

Diámetros mínimos recomendados para los tambores en mm, hasta el 100% de carga de trabajo máxima recomendada RMBT ISO bis/3654

No hay que aplicar esta tabla en caso de cintas transportadoras que transportan materiales con una temperatura superior a +110°C o en caso de cintas transportadoras instaladas en ambientes con una temperatura inferior a -40°C.

Fuente: Rulli Rulmeca(2010)

Según tabla N°31 será un tambor motriz de 800 mm y contra tambor 630 mm.

$$n = \frac{v * 60}{\pi * D}$$

Donde:

v : Velocidad ($\frac{m}{s}$)

D : Diametro de tambor motriz (mm)

$$n = \frac{3,2 \frac{m}{s} * 60}{\pi * 0,8} = 76,59 \text{ rpm}$$

$$n = \text{peso tambor} = 220 \text{ daN} = 2200 \text{ N}$$

a_g Distancia entre soporte y tambor

$$a_g = 0,180 \text{ m}$$

Resultante de C_p de las tensiones

$$C_p = \sqrt{(T_1 + T_2) + q_t^2}$$

Donde:

T = Tensiones

q_t = Distancia entre soporte y tambor

$$C_p = \sqrt{(19,728(\text{daN}) + 6,576(\text{daN}) + 220(\text{daN})^2} = 220,0621 (\text{daN}) = 2200,621 \text{ N}$$

Momento de flexión

$$Mf = \frac{C_p}{2} * a_g = \frac{220,06 * 0,180}{2} = 19,80 (\text{daN}) = 198 \text{ N}$$

Momento de torsión

$$Mt = \frac{P}{n} * 954,9 = \frac{0,49(\text{kW}) * 954,9}{76,39\text{rpm}} = 6,125 (\text{DaNm}) = 61,25 \text{ Nm}$$

Momento ideal de flexión

$$Mif = \sqrt{mf^2 + 0,75 * Mt^2} = \sqrt{19,80^2 + 0,75 * 6,125^2} = 20,50 \text{ daN} = 205 \text{ N}$$

Calculo de módulo de resistencia

$$W = \frac{Mif * 1000}{\sigma_{amm}} \text{ mm}^3$$

Tabla N°32. Valores admisible

Tipo di acero	daN/mm ²
38 NCD	12,2
C 40 Bonificado	7,82
C 40 Normalizado	5,8
Fe 37 Normalizado	4,4

Fuente: Rulli Rulmecca(2010)

Tomando un tipo de acero C40 Bonificado, siendo 7,82 daN/mm²

$$w = \frac{20,50 * 1000}{7,82} mm^3 = 2621,48 mm^3$$

Diámetro del eje motriz

$$d = \sqrt[3]{\frac{W * 32}{\pi}} mm = \sqrt[3]{\frac{2621,48 * 32}{\pi}} = 30 mm$$

$$d = 30 mm$$

Selección de motor reductor

$$P = Na = 0,49 Kw = 490 w$$

$$P = \frac{490w}{746 w/hp} = 0,65 hp$$

$$Ne(Potencia de entrada) = \frac{Na}{r} = \frac{0,65hp}{0,985} = 0,66 hp$$

Velocidad de salida (Ns)

$$\omega = \frac{3,2 m/s}{0,054 m} = 59,26 \frac{1}{s} = 59,26 \frac{rad}{s} \times \frac{60 s/min}{2\pi} = 565,88 r.p.m$$

$$N_s = 565,88 rpm = 3,19952 \frac{m}{s}$$

Preselección del motor reductor

A través del catálogo de motor reductor LENTAX, con una potencia de 0,66HP se seleccionó ver tabla N° 33.

Tabla N°33. Catalogo LENTAX

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
		193,0	7,36	FOOT2 0,75	9,40	27	1420	280	140	26	pag 48-49	pag 66
		223,0	6,37	FOOT2 0,75	10,45	23	1420	280	140	26	pag 48-49	pag 66
		256,0	5,54	FOOT2 0,75	11,65	20	1420	280	140	26	pag 48-49	pag 66

kW
0,55

HP
0,75

Fuente: Catálogo LENTAX

Dado que la potencia es de 0,66HP se aproximó a los motores de 0,75HP con una velocidad de entrada de 1420rpm. Luego de conocer dichos valores se determina la relación de transmisión mediante la siguiente formula.

$$Rt = \frac{ne}{ns} = \frac{1420 \text{ rpm}}{565,88 \text{ rpm}} \therefore Rt = 2,5$$

Una vez que se conoce el valor de la relación de transmisión, se preselecciono el modelo del motor reductor, el cual es. (Ver tabla. 33).

Modelo: **FOOT2-0,75**

Tabla N°34. Factor de servicio (Fs).

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR fs hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

$$F_s = 1,4$$

Potencia de Mando

$$N_m = N_e * F_s$$

Sustituyendo:

$$N_m = 0,66\text{HP} * 1,4 = 0,924 \text{ HP}$$

Tabla N°35.Características de motoreductor.

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
		119,0	11,96	FOOT2 1,00	4,75	59	1420	320	160	27	pag 48-49	pag 66
		131,0	10,84	FOOT2 1,00	4,85	53	1420	320	160	27	pag 48-49	pag 66
		141,0	10,06	FOOT2 1,00	5,55	49	1420	320	160	27	pag 48-49	pag 66
		152,0	9,32	FOOT2 1,00	5,65	46	1420	280	140	27	pag 48-49	pag 66
		166,0	8,57	FOOT2 1,00	6,25	42	1420	280	140	27	pag 48-49	pag 66
		193,0	7,36	FOOT2 1,00	7,05	36	1420	280	140	27	pag 48-49	pag 66
		223,0	6,37	FOOT2 1,00	7,85	31	1420	280	140	27	pag 48-49	pag 66
		256,0	5,54	FOOT2 1,00	8,75	27	1420	280	140	27	pag 48-49	pag 66

kW HP
0,75 1,00

Fuente: Catalogo Lentax

Se verifica que la potencia de mando sea mayor que la potencia de entrada.

$$N_m = 1\text{HP} > N_e = 0,66\text{HP}.$$

En conclusión, el motor reductor seleccionado es; **FOOT2 1,00- 256.**

Selección del acoplamiento del motor y motor reductor de la banda transportadora

$$P = 0,75 \text{ HP} \approx 0,55 \text{ Kw}$$

$$\text{RPM} = 1385 \text{ rpm}$$

$$F_s = 1,00$$

$$\text{Potencia de diseño} = P * F_s = 0,55 * 1 = 0,55 \text{ Kw}$$

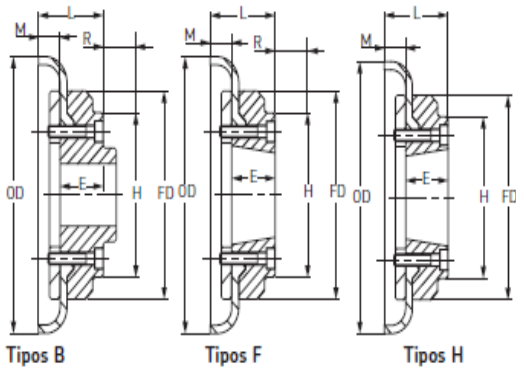
Tabla N°36: Catalogo SKF de acoplamientos

Velocidad	Tamaño del acoplamiento														
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250
RPM															
50	0,13	0,35	0,66	1,31	1,96	2,62	3,53	4,58	6,96	12,17	19,74	32,83	48,82	60,73	76,83
100	0,25	0,69	1,33	2,62	3,93	5,24	7,07	9,16	13,93	24,35	39,48	65,65	97,64	121,47	153,66
200	0,50	1,38	2,66	5,24	7,85	10,47	14,14	18,32	27,85	48,69	78,95	131,31	195,29	242,93	307,33
300	0,75	2,07	3,99	7,85	11,78	15,71	21,20	27,49	41,78	73,04	118,43	196,96	292,93	364,40	460,99
400	1,01	2,76	5,32	10,47	15,71	20,94	28,27	36,65	55,71	97,38	157,91	262,62	390,58	485,86	614,66
500	1,26	3,46	6,65	13,09	19,63	26,18	35,34	45,81	69,63	121,73	197,38	328,27	488,22	607,33	768,32
600	1,51	4,15	7,98	15,71	23,56	31,41	42,41	54,97	83,56	146,07	236,86	393,93	585,86	728,80	921,99
700	1,76	4,84	9,31	18,32	27,49	36,65	49,48	64,14	97,49	170,42	276,34	459,58	683,51	850,26	1075,65
720	1,81	4,98	9,57	18,85	28,27	37,70	50,89	65,97	100,27	175,29	284,23	472,71	703,04	874,55	1106,39
800	2,01	5,53	10,64	20,94	31,41	41,88	56,54	73,30	111,41	194,76	315,81	525,24	781,15	971,73	1229,32
900	2,26	6,22	11,97	23,56	35,34	47,12	63,61	82,46	125,34	219,11	355,29	590,89	878,80	1093,19	1382,98
960	2,41	6,63	12,77	25,13	37,70	50,26	67,85	87,96	133,70	233,72	378,97	630,28	937,38	1166,07	1475,18
1000	2,51	6,91	13,30	26,18	39,27	52,36	70,68	91,62	139,27	243,46	394,76	656,54	976,44	1214,66	1536,65
1200	3,02	8,29	15,96	31,41	47,12	62,83	84,82	109,95	167,12	292,15	473,72	787,85	1171,73	-	-
1400	3,52	9,68	18,62	36,65	54,97	73,30	98,95	128,27	194,97	340,84	552,67	919,16	-	-	-
1440	3,62	9,95	19,15	37,70	56,54	75,39	101,78	131,94	200,54	350,58	568,46	945,42	-	-	-
1600	4,02	11,06	21,28	41,88	62,83	83,77	113,09	146,60	222,83	389,53	631,62	-	-	-	-
1800	4,52	12,44	23,94	47,12	70,68	94,24	127,23	164,92	250,68	438,22	-	-	-	-	-
2000	5,03	13,82	26,60	52,36	78,53	104,71	141,36	183,25	278,53	-	-	-	-	-	-
2200	5,53	15,20	29,26	57,59	86,39	115,18	155,50	201,57	-	-	-	-	-	-	-
2400	6,03	16,59	31,92	62,83	94,24	125,65	169,63	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	6,53	17,97	34,58	68,06	102,09	136,13	183,77	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	7,04	19,35	37,24	73,30	109,95	146,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2880	7,24	19,90	38,30	75,39	113,09	150,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	7,54	20,73	39,90	78,53	117,80	157,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	9,05	24,88	47,87	94,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torque nominal Nm	24	66	127	250	375	500	675	875	1330	2325	3770	6270	9325	11600	14675
Torque máximo Nm	64	160	318	487	759	1096	1517	2137	3547	5642	9339	16455	23508	33125	42740

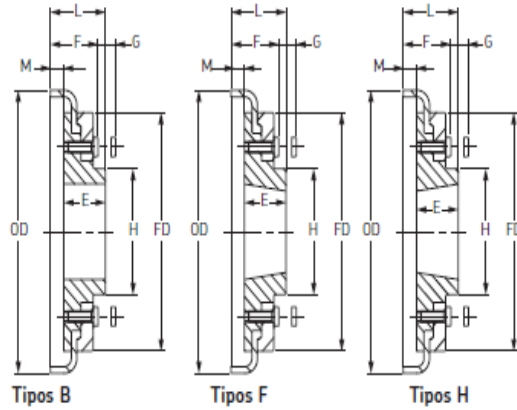
Fuente: SKF.

Modelo de acoplé Nro. 40 tipo B, se pueden observar las características. (Ver tabla N°36).

Tamaños 40-60



Tamaños 70-250



Dimensiones de las mazas SKF Flex, tipos B, F y H

Tamaño	Tipo	Buje No.	Orificio		Tipos F y H		Tipo B		Tornillo de fijación	O.D.	FD	H	F	R*	G+	M	Masa→	Inercia→	Designación
			Mín	Max	L	E	L	E											
40	B	-	30	-	33,0	22	-	-	M5	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40RSBFLG
40	F	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40FTBFLG
40	H	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40HTBFLG
50	B	-	38	-	45,0	32	-	-	M5	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50RSBFLG
50	F	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50FTBFLG
50	H	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50HTBFLG
60	B	-	45	-	55,0	38	-	-	M6	165	125	70	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60RSBFLG
60	F	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60FTBFLG
60	H	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60HTBFLG
70	B	-	60	-	47,0	35	-	-	M10	187	142	80	50	-	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70RSBFLG
70	F	2012	14	50	43,5	32	-	-	-	187	142	80	50	42	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70FTBFLG
70	H	1610	14	42	36,5	25	-	-	-	187	142	80	50	38	13	11,5	3,00	0,009	PHE F70HTBFLG
80	B	-	63	-	55,0	42	-	-	M10	211	165	98	54	-	16	12,5	4,90	0,018	PHE F80RSBFLG

Se puede observar que el diámetro del orificio es de 30mm. Lo cual cumple perfectamente para el diámetro del eje del motor.

Diseño de transportador helicoidal

El transportador sinfín o de tornillo helicoidal se encarga del transporte y dosificación del pasto desde la parte inferior de las tolvas de almacenamiento hasta el embudo donde procederá al empaque de 20 kg. Los pasos necesarios para realizar el cálculo son los mencionados a continuación:

Longitud del transportador: 2 m; 6,56 ft

Angulo de elevación: 0°

Caudal del transportador (Capacidad requerida Cr): $1,2 \text{ m}^3/h$

✓ Se procede a seleccionar el tipo de material a trabajar

Tabla N°38. Características del material.

DENSIDAD APARENTE (D_{Ap}) EN LOS AGROSISTEMAS DE CAÑA DE AZÚCAR, PASTO Y SELVA

Agrosistemas	D _{Ap} (g·cm ⁻³)
Plantilla	1,22
Soca	1,38
Resoca	1,27
Pasto	1,24
Selva	1,02
Plantilla vs. Selva	0,01**
Plantilla vs. Pasto	0,88ns
Soca vs. Selva	0,01**
Soca vs. Pasto	0,01**
Resoca vs. Selva	0,01**
Resoca vs. Pasto	0,01**
Selva vs. Pasto	0,04*

*Contraste significativo, **Contraste altamente significativo, ns= No significativo

Fuente: <https://ve.scielo.org>

La selección en el presente caso será “Pasto” y sus características son: A partir de la tabla N°38.

Capacidad del diseño

$$s = \frac{\pi * D^2}{4} * \lambda = 0,3141D^2$$

Dado la capacidad requerida $C_r = 1,2 \text{ m}^3/h$ haciendo uso de la tabla N°4 de Factor de capacidad $Capacidad \text{ de } diseño = F_p * C_r = 1 * 1,2 \text{ m}^3/h : 1,2 \text{ m}^3/h : 42,378 \text{ ft}^3/h$ considerando el paso del transportador estándar.

Tabla N°39.Factores de capacidad para transportador con paso especial CF_1

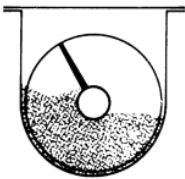
Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = $\frac{2}{3}$ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = $1\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	0.67

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Tabla N°40.Capacidad de carga de las artesas.



Tabla 1-6

Carga de Artesa	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
		A 1 RPM	A Máx. RPM	
45% 	4	0.62	114	184
	6	2.23	368	165
	9	8.20	1270	155
	10	11.40	1710	150
	12	19.40	2820	145
	14	31.20	4370	140
	16	46.70	6060	130
	18	67.60	8120	120
	20	93.70	10300	110
	24	164.00	16400	100
30	323.00	29070	90	

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Área de relleno del canalón del transportador, haciendo uso de la tabla N° 40

Donde:

N : numero de revoluciones : 145 r.p.m

D : Diámetro del tornillo sin fin : 12 in

$$s = \frac{\pi * D^2}{4} * \lambda = 0,3141D^2 = 0,3141(12 \text{ in})^2 = 45,2304 \text{ in}^2$$

Potencia de accionamiento

$$P = Ph + Pn + Pst$$

Donde:

Ph : potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material

Pn : potencia para el accionamiento del tornillo en vacio

Pst : potencia requerida para un tornillo sin fin inclinado

Desplazamiento del material

$$Ph(W) = C_o \frac{QL}{367}$$

Donde:

Q : Densidad del material

L : Longitud del tornillo sin fin

Selección de C_o en la tabla N°41.

Tabla N°41. Coeficiente

Material	C_o
Harina, serin de madera, productos granulosos.	1.2
Turba, sosa, polvo de carbón, Creta en polvo.	1.6
Antracita, carbón lignitoso secado al aire, carbón en galletas, sal de roca.	2.5
Yeso (aljez), arcilla seca en pedazos, tierra fina de moldear, cemento, cal, arena, ceniza.	4

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

$$C_o = 1,2$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$Ph(W) = 1,2 \frac{(77,41)(6,56 \text{ ft})}{367} = 1,383W = 1,85 \times 10^{-3} \text{ hp}$$

Accionamiento del tornillo sin fin

$$Pn(\text{hp}) = \frac{F_b * F_d * n(\text{rpm}) * L}{1000000}$$

Donde:

F_b = Buje colgante

F_d = Factor del diametro

Tabla N°42.Factor del buje para colgante.

Tipo de Bujes		Factor del Bujes para Colgante F_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce <i>Martin</i>	2.0
S	* Bronce Grafitado * Bronce, Impregnado en Aceite * Madera, Impregnado en Aceite * Nylatron * * Nylon * Teflón * UHMH * Uretano	2.0
	* Hierro Endurecido <i>Martin</i>	3.4
H	* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica	4.4

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

El valor seleccionado de la tabla N°42 es $F_b = 2$, se procede a seleccionar el factor del diámetro del transportador.

Tabla N°43.Factor del diámetro del transportado F_d

Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300.0

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Una vez obtenido las variables de la tabla N°36 y N°36.

$$Pn(hp) = \frac{2 * 37 * 55 * 6,56 \text{ ft}}{100000} = 0,26699 \text{ hp}$$

Ya que el tornillo sin fin no tendrá ningún desnivel y/o ángulo el $Pst = 0$, por lo tanto la potencia total requerida será de:

$$P(hp) = 0,26699hp + 1,85 \times 10^{-3}hp = 0,268 \text{ hp}$$

Selección del motor para transportador helicoidal

Tabla N°28. Características de motor

Motores Trifásicos Cerrados - W21

Eficiencia Estándar

Potencia	Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado Ip / In	Momento Nominal Cn (NM)	Momento con rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax Cn	380 V						Factor de servicio F.S.	Momento de inercia J kgm²	Tiempo max. con rotor bloqueado en caliente / frío (s)	Peso aprox. (kg)	
								Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ							
								50	75	100	50	75	100					
IV Polos - 1500 rpm																		
0.12	0.16	63	1375	0.44	3.5	0.82	2	2.2	45	54	57	0.49	0.61	0.72	1.00	0.00034	30/66	6.6
0.18	0.25	63	1360	0.64	3.4	1.29	2	2.2	46	54	58	0.49	0.63	0.74	1.00	0.00039	23/51	6.9
0.25	0.33	63	1415	0.94	5	1.64	3.1	3.1	52	60	62	0.44	0.54	0.65	1.00	0.00067	17/37	8.5
0.25	0.33	71	1310	0.85	3.5	1.77	1.9	2.1	50	55	59	0.5	0.65	0.76	1.00	0.00039	21/46	8.8
0.37	0.5	71	1320	1.19	3.7	2.66	2	2	55	60	62	0.5	0.63	0.76	1.00	0.00056	17/37	9.7
0.55	0.75	71	1385	1.71	5	3.8	2.8	2.9	66	70.5	72	0.45	0.58	0.68	1.00	0.00096	19/42	12.3
0.55	0.75	80	1410	1.50	4.7	3.74	2.1	2.2	58.5	66.3	68	0.54	0.7	0.82	1.00	0.0019	17/37	12.6
0.75	1	80	1395	1.95	5	5.04	2.3	2.2	64.5	71	72	0.55	0.7	0.81	1.00	0.00225	14/31	13.5
1.1	1.5	90S	1420	2.75	5.6	7.42	2.3	2.4	70	76	77	0.55	0.69	0.79	1.00	0.00392	8/18	18.1
1.5	2	90S	1410	3.52	5.5	9.96	2.3	2.4	76.5	78.5	79	0.58	0.73	0.82	1.00	0.00476	8/18	17.0
1.5	2	90L	1410	3.52	5.5	9.96	2.3	2.4	76.5	78.5	79	0.58	0.73	0.82	1.00	0.00476	8/18	20.0
2.2	3	90L	1410	5.46	5.8	14.94	2.7	2.5	75	76.5	76.5	0.57	0.71	0.8	1.00	0.00672	8/18	23.8
2.2	3	100L	1410	5.00	5.6	14.94	2.4	2.6	80.5	81.5	81.5	0.6	0.74	0.82	1.00	0.00651	9/20	25.9
3	4	100L	1400	6.81	6	20.07	2.8	3	80	81	82.6	0.57	0.72	0.81	1.00	0.00842	8/18	29.4
4	5.5	100L*	1390	8.93	6.7	27.79	2.6	2.6	81.5	82.2	82	0.64	0.76	0.83	1.00	0.01072	7/15	34.7
4	5.5	112M	1440	8.61	6.2	26.83	2.1	2.5	83.5	84.6	85	0.65	0.77	0.83	1.00	0.01473	13/29	42.0
5.5	7.5	112M*	1450	13.05	6.5	36.33	2.5	2.6	84	85.7	85.7	0.54	0.66	0.75	1.00	0.01875	8/18	47.3
5.5	7.5	132S	1450	11.58	6.5	36.33	2.1	2.5	84.5	85.6	86	0.63	0.77	0.84	1.00	0.03489	11/24	54.4
7.5	10	132S	1455	15.58	6.7	48.27	2.1	2.9	85	86.5	87	0.63	0.77	0.84	1.00	0.04652	8/18	61.8
7.5	10	132M	1455	15.58	6.7	48.27	2.1	2.9	85	86.5	87	0.63	0.77	0.84	1.00	0.04652	8/18	59.8
9.2	12.5	132M	1455	18.74	7.5	60.34	2.2	2.8	86.5	87.7	87.7	0.64	0.78	0.85	1.00	0.05815	6/13	74.4
9.2	12.5	160M	1455	18.74	6	60.34	2.2	2.4	86	87.7	88.8	0.69	0.79	0.84	1.00	0.06524	15/33	97.4
11	15	160M	1455	23.26	6	72.41	2.3	2.6	86.5	88.5	88.5	0.62	0.74	0.81	1.00	0.07528	12/26	102.7
15	20	160M	1460	30.63	5.8	96.22	2.3	2.4	88.5	90	89.7	0.68	0.79	0.83	1.00	0.10539	12/26	127.5
15	20	160L	1460	30.63	5.8	96.22	2.3	2.4	88.5	90	89.7	0.68	0.79	0.83	1.00	0.10539	12/26	123.1
18.5	25	160L*	1455	38.11	6	120.69	2.4	2.4	88.5	90	90	0.64	0.76	0.82	1.00	0.11542	12/26	130.0
18.5	25	180M	1470	36.95	7	119.46	2.5	3	89.5	90.5	90.5	0.67	0.77	0.84	1.00	0.16146	11/24	157.7
22	30	180M	1465	43.16	7	143.84	2.7	2.9	90	91.5	91.2	0.69	0.8	0.85	1.00	0.18837	11/24	187.4
22	30	180L	1465	43.16	7	143.84	2.7	2.9	90	91.5	91.2	0.69	0.8	0.85	1.00	0.18837	11/24	172.8
30	40	200L	1475	58.95	6.7	190.48	2.5	2.8	90.3	91.5	92	0.68	0.78	0.84	1.00	0.30338	14/31	237.6
30	40	200M	1475	58.95	6.7	190.48	2.5	2.8	90.3	91.5	92	0.68	0.78	0.84	1.00	0.30338	14/31	233.0
37	50	200L	1470	70.84	7	238.91	2.3	2.5	91.5	92.5	92.3	0.73	0.82	0.86	1.00	0.38611	14/31	266.1
37	50	225S/M	1475	70.95	6.7	238.1	2.3	2.8	90.6	91.7	92.2	0.71	0.81	0.86	1.00	0.5599	17/37	337.9
45	60	225S/M	1475	85.89	7	285.72	2.4	3	91.5	92.4	92.6	0.71	0.8	0.86	1.00	0.66488	12/26	360.0
55	75	225S/M	1475	100.32	6.8	357.15	2.3	2.7	93	93.3	93.6	0.77	0.85	0.89	1.00	0.87484	14/31	410.4
55	75	250S/M	1475	100.32	6.8	357.15	2.3	2.7	93	93.3	93.6	0.77	0.85	0.89	1.00	0.87484	14/31	431.4
75	100	250S/M	1480	140.00	7.2	474.59	2.4	2.6	92.5	93.6	93.7	0.77	0.85	0.87	1.00	1.15478	12/26	495.3
75	100	280S/M	1485	138.95	6.7	472.99	2	2.7	92.7	93.8	94.1	0.77	0.84	0.87	1.00	1.84681	22/48	641.7
90	125	280S/M	1485	167.37	7.3	591.24	2.4	2.8	93.2	94	94.2	0.77	0.85	0.87	1.00	2.16799	19/42	697.4
110	150	280S/M	1485	206.32	7.3	709.49	2.4	2.8	93.8	94.4	94.4	0.75	0.83	0.86	1.00	2.56947	17/37	793.5
110	150	315S/M	1485	206.32	7.3	709.49	2.4	2.8	93.8	94.4	94.4	0.75	0.83	0.86	1.00	2.56947	17/37	805.5
132	180	315S/M	1485	246.32	7.7	851.39	2.4	2.8	93.9	94.7	94.8	0.74	0.83	0.86	1.00	3.21184	17/37	905.1
150	200	315S/M	1485	278.95	7.7	945.99	2.8	2.8	94	95	95	0.75	0.83	0.86	1.00	3.45273	17/37	944.5
160	220	315S/M	1485	297.89	7.5	1040.59	2.5	2.8	94	94.8	95	0.76	0.83	0.86	1.00	3.77391	17/37	995.3
185	250	315S/M*	1485	342.11	7.3	1182.49	2.3	2.5	93.5	95.3	95.5	0.75	0.82	0.86	1.00	3.77391	15/33	1008.5
185	250	355M/L	1490	335.79	6.8	1178.52	2.1	2.5	93.6	94.7	95	0.8	0.86	0.88	1.00	6.33813	44/97	1428.2
200	270	355M/L	1490	363.16	6.6	1272.8	2.3	2.2	94	95	95.2	0.82	0.86	0.88	1.00	7.45663	44/97	1558.6
220	300	355M/L	1490	393.68	7	1414.22	2.2	2.3	94.2	95.2	95.4	0.82	0.88	0.89	1.00	7.45663	39/86	1549.4
260	350	355M/L	1490	468.42	6.5	1649.92	2.2	2.3	94.3	95.2	95.8	0.8	0.86	0.88	1.00	8.38871	41/90	1653.7
250	340	355M/L	1490	450.53	6.9	1602.78	2.2	2.5	94.3	95.2	95.8	0.8	0.86	0.88	1.00	8.38871	36/79	1655.6
280	380	355M/L	1490	498.95	7.1	1791.35	2.2	2.4	95	95.7	95.8	0.83	0.88	0.89	1.00	10.25287	39/86	1770.0
300	400	355M/L	1490	534.74	6.7	1885.63	2.2	2.4	94.5	95.6	95.8	0.81	0.87	0.89	1.00	10.25287	47/103	1846.6
315	430	355M/L	1490	558.95	6.7	2027.05	2.2	2.4	94.8	95.9	96.2	0.79	0.86	0.89	1.00	10.25287	42/92	1770.0
330	450	355M/L	1490	578.95	6.5	2121.33	2.3	2.3	95	96	96.2	0.83	0.88	0.9	1.00	11.18495	32/70	1939.6
220	300	315B	1485	429.47	6.5	1418.98	2	2.8	94	95	95	0.66	0.77	0.82	1.00	4.59611	37/81	1330.0
250	340	315B	1480	481.05	6.2	1613.61	1.8	2.6	94.5	95.2	95.2	0.72	0.8	0.83	1.00	5.1713	29/64	1330.0
290	350	315B*	1480	495.02	6	1661.07	1.6	2.4	94.3	95	95	0.73	0.81	0.84	1.00	5.1713	23/51	1330.0
300	400	315B*	1485	585.26	7.3	1891.98	2	2.8	94	94.8	95	0.66	0.76	0.82	1.00	5.74514	23/51	1560.0
315	430	315B*	1480	612.63	7.4	2040.75	2	2.7	94.1	95.1	95.2	0.67	0.77	0.82	1.00	5.74514	18/40	1560.0

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Selección de descarga y compuerta

Tomando medidas de la selección de descarga y compuerta se diseñó la tolva de descarga, donde así el material comienza a dosificar y transportar (ver tabla N°45)

Tabla N°45. Características de compuertas de Carga

Diámetro del Transportador	A	B	C	D	G	H	F
4	5	4½	3¾	¾	5%	11	2½
6	7	6	5	¾	6%	14	3½
9	10	8	7¾	¾	8	19	5
10	11	9	7¾	¾	8¾	20	5¾
12	13	10½	8¾	¾	10%	24	6¾
14	15	11½	10¾	¾	11%	27	7¾
16	17	13½	11¾	¾	12%	30	8¾
18	19	14½	12¾	¾	13%	33	9¾
20	21	15½	13¾	¾	14%	36	10¾
24	25	17½	15¾	¾	16%	42	12¾

Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa, Calibre	Espesor de la Descarga y de la Compuerta, Calibre	Número de Parte			Peso lb		
			Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final	Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final
			Sencilla	Con Compuerta		Sencilla	Con Compuerta	
4	16-14	14	4TSD14	4TSDS14	4TSDF14	2	6	1.5
4	12	12	4TSD12	4TSDS12	4TSDF12	3	7	2.25
6	14-12	14	6TSD14	6TSDS14	6TSDF14	4	11	3.0
6	¾	12	6TSD12	6TSDS12	6TSDF12	6	13	4.50
9	16-14-12-10	14	9TSD14	9TSDS14	9TSDF14	8	18	6.0
9	¾-¾	10	9TSD10	9TSDS10	9TSDF10	13	22	9.75
10	14-12-10	14	10TSD14	10TSDS14	10TSDF14	10	21	7.5
10	¾-¾	10	10TSD10	10TSDS10	10TSDF10	16	27	12.0
12	12-10	12	12TSD12	12TSDS12	12TSDF12	17	36	12.75
12	¾-¾	¾	12TSD7	12TSDS7	12TSDF7	29	48	21.75

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Selección de bolsa para colgante

Una vez conocido el accesorio de carga y compuertas se procede a seleccionar el colgante, donde la selección fue el colgante estilo 220 lo cual han sido diseñados para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad, en la tabla N°41 se puede observar la selección.

Tabla N°46. Características de colgante tipo 220.

Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	Número de Parte*	B	C	D	E	F	H	K	L	M Ojal	Peso c/u lb
4	1	4CH2202	3 ³ / ₁₆	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆	1/4	6 ¹ / ₂	2	1 ¹ / ₂	7 ¹ / ₄	3 ¹ / ₁₆ x 3/4	5
6	1 ¹ / ₂	6CH2203	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆	3/8	8 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	2	9 ³ / ₄	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	7
9	1 ¹ / ₂	9CH2203	6 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	1/4	3/8	12 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	13 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	9
		9CH2204	6 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	1/4	3/8	12 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	13 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	11
10	1 ¹ / ₂	10CH2203	6 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	1/4	3/8	13 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	14 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	10
		10CH2204	6 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	1/4	3/8	13 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2	14 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	12
12	2 ¹ / ₁₆	12CH2204	7 ¹ / ₄	5	3/8	1/2	15 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2	17 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	16
		12CH2205	7 ¹ / ₄	5	3/8	1/2	15 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2	17 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	24
	3	12CH2206	7 ³ / ₄	5	3/8	1/2	15 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	3	17 ³ / ₄		28
14	2 ³ / ₁₆	14CH2205	9 ¹ / ₄	5	1/2	1/2	17 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	3	19 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	26
		14CH2206	9 ¹ / ₄	5	1/2	1/2	17 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	3	19 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	33
16	3	16CH2206	10 ³ / ₄	5	1/2	1/2	19 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	3	21 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	39
18	3 ³ / ₁₆	18CH2206	12 ¹ / ₄	6	1/2	3/8	22 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3	24 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	41
		18CH2207	12 ¹ / ₄	6	1/2	3/8	22 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	24 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	49
20	3 ³ / ₁₆	20CH2206	13 ¹ / ₂	6	1/2	3/8	24 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3	26 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	43
		20CH2207	13 ¹ / ₂	6	1/2	3/8	24 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	26 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	51
24	3 ³ / ₁₆	24CH2207	16 ¹ / ₂	6	1/2	3/8	28 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	4	30 ¹ / ₂	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆	57

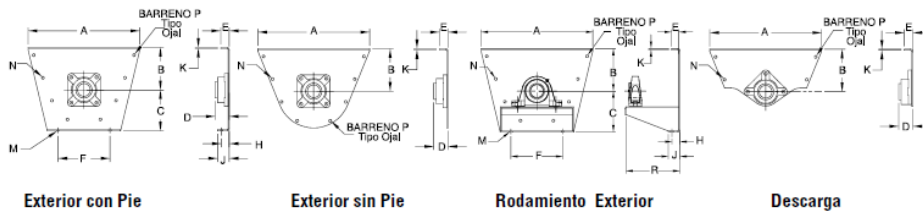
*Para los bujes vea la página H-99.

*Para colgantes con tubo para lubricación añadida – O al número de parte.

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Tapas de artesa (Exterior sin pie)

Tabla N°47. Características de tapa de artesa.



Diámetro del Transportador	Diám. de Eje	• Número de Parte	B	D			E	K	L	N	Peso lb	P Ojal
				Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos						
4	1	4TE2-*	3 ³ / ₁₆	2 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₁₆		1 ¹ / ₁₆	1/4	8 ¹ / ₄	3/8	3	7 ¹ / ₁₆ x 3/16
6	1 ¹ / ₂	6TE3-*	4 ¹ / ₂	3 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	1/4	10 ¹ / ₄	3/8	4	3 ¹ / ₁₆ x 3/16
9	1 ¹ / ₂	9TE3-*	6 ¹ / ₄	3 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	1/4	13 ¹ / ₄	3/8	9	3 ¹ / ₁₆ x 3/16
		9TE4-*	6 ¹ / ₄	4 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	1/4	13 ¹ / ₄	3/8	9	3 ¹ / ₁₆ x 3/16
10	1 ¹ / ₂	10TE3-*	6 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	1/4	14 ¹ / ₄	3/8	11	3 ¹ / ₁₆ x 3/16
		10TE4-*	6 ³ / ₄	4 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	1 ¹ / ₂	1/4	14 ¹ / ₄	3/8	11	3 ¹ / ₁₆ x 3/16
12	2 ¹ / ₁₆	12TE4-*	7 ¹ / ₄	4 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	2	1/4	17 ¹ / ₄	1/2	20	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
		12TE5-*	7 ¹ / ₄	5 ¹ / ₄	2 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	2	1/4	17 ¹ / ₄	1/2	20	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
14	2 ³ / ₁₆	12TE6-*	7 ³ / ₄	6 ¹ / ₄	3 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	2	1/4	17 ¹ / ₄	1/2	20	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
		14TE5-*	9 ¹ / ₄	5 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	2	1/4	19 ¹ / ₄	1/2	35	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
14	3	14TE6-*	9 ¹ / ₄	5 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	2	1/4	19 ¹ / ₄	1/2	35	3 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
		16TE6-*	10 ³ / ₄	6 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	5	2 ¹ / ₂	3/8	21 ¹ / ₄	3/8	42	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
18	3 ³ / ₁₆	18TE6-*	12 ¹ / ₄	6 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	5	2 ¹ / ₂	3/8	24 ¹ / ₄	3/8	60	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
		18TE7-*	12 ¹ / ₄	7 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₂	3/8	24 ¹ / ₄	3/8	60	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
20	3 ³ / ₁₆	20TE6-*	13 ¹ / ₂	6 ¹ / ₁₆	3 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₂	3/8	26 ¹ / ₄	3/8	90	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
		20TE7-*	13 ¹ / ₂	7 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₂	3/8	26 ¹ / ₄	3/8	90	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆
24	3 ³ / ₁₆	24TE7-*	16 ¹ / ₂	7 ¹ / ₁₆	4 ¹ / ₁₆	5 ¹ / ₁₆	2 ¹ / ₂	3/8	30 ¹ / ₄	3/8	120	1 ¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₁₆

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Selección de rodamiento simple

Al conocer el tipo de colgante y tapas de artesanías a utilizar se procede con la selección de rodamiento de la misma (ver tabla N°48), donde, se seleccionó modelo o número de la parte 12TEO6.

Tabla N°48. Características de rodamiento.

Diámetro de Transportador	Diámetro del Eje	Número de Parte
6	1½	6TEO3
9	1½ 2	9TEO3 9TEO4
10	1½ 2	10TEO3 10TEO4
12	2 2½	12TEO4 12TEO5
	3	12TEO6
14	2½ 3	14TEO5 14TEO6
16	3	16TEO6
18	3 3½	18TEO6 18TEO7
20	3 3½	20TEO6 20TEO7
24	3½	24TEO7

Diámetro del Transportador	Diámetro del Eje	A	B	C	D			E	F	H	J	K	M	N	R	P Ojal
					Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos									
6	1½	16%	7	5%	3%	2%	3%	1½	8%	1	1¼	¼	¾	¾		7/16 x 3/16
9	1½ 2	21¼ 21¼	9 9	7% 7%	3¼ 4¼	2% 2%	3% 3%	1% 1%	9% 9%	1½ 1½	2% 2%	¼ ¼	½ ½	¾ ¾		7/16 x 3/16 7/16 x 3/16
12	2 2½	26% 26%	10 10	9% 9%	4¼ 5¼	2% 2%	3% 4%	2 2	12¼ 12¼	1% 1%	2% 2%	¼ ¼	¾ ¾	½ ½		9/16 x 11/16 9/16 x 11/16
	3	26%	10	9%	6¼	3%	5	2	12¼	1%	2%	¼	¾	½		9/16 x 11/16
14	2½ 3	28% 28%	11 11	10% 10%	5% 6%	2% 3%	4% 5	2 2	13% 13½	1% 1%	2% 2%	¼ ¾	¾ ¾	½ ½		9/16 x 11/16 9/16 x 11/16
16	3	32½	11½	12	6%	3% 3%	5	2½	14%	2	3¼	¾	¾	¾		11/16 x 13/16
18	3 3½	36% 36%	12% 12%	13% 13%	6% 7%	3% 4%	5 5%	2% 2%	16 16	2 2	3¼ 3¼	¾ ¾	¾ ¾	¾ ¾		11/16 x 13/16 11/16 x 13/16
20	3 3½	39% 39%	13% 13%	15 15	6% 7%	3% 4%	5 5%	2% 2%	19¼ 19¼	2% 2%	3% 3%	¾ ¾	¾ ¾	¾ ¾		11/16 x 13/16 11/16 x 13/16
24	3½	45%	16% 16%	18% 18%	7% 7%	4% 4%	5% 5%	2% 2%	20 20	2% 2%	4% 4%	¾ ¾	¾ ¾	¾ ¾		11/16 x 13/16

Consulte a 7/16

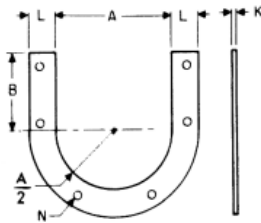
Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Brindas para artesa

Al seleccionar el tipo de rodamiento a usar en el sistema de transporte helicoidal, se procede a seleccionar el tipo de brinda para la artesa (ver tabla. N°47).

Tabla N°49. Características de bridas para artesa.

Bridas para Artesa



Tamaño	Número de Parte	A		B	K	L	N	Peso lb	Empaque de Hule Rojo
		Espesor de Artesa							Número de Parte
		A Calibre 10	3/8 y 1/2						
4	4TF*	5 1/4	5 1/2	3 3/4	1/4	1 1/4	3/8	.09	4TFG
6	6TF*	7 1/4	7 1/2	4 1/4	1/4	1 1/2	3/8	1.5	6TFG
9	9TF*	10 1/4	10 1/2	5 1/4	1/4	1 3/4	3/8	2.4	9TFG
10	10TF*	11 1/4	11 1/2	6 1/4	1/4	1 3/4	3/8	2.6	10TFG
12	12TF*	13 1/4	13 1/2	7 1/2	1/4	2	1/2	5.6	12TFG
14	14TF*	15 1/4	15 1/2	9	1/4	2 1/4	1/2	6.5	14TFG
16	16TF*	17 1/4	17 1/2	10 1/4	1/4	2 1/2	3/4	7.4	16TFG
18	18TF*	19 1/4	19 1/2	11 1/4	1/4	2 3/4	3/4	10.2	18TFG
20	20TF*	21 1/4	21 1/2	13 1/4	1/4	2 3/4	3/4	11.3	20TFG
24	24TF*	25 1/4	25 1/2	16 1/4	1/4	2 3/4	3/4	15.5	24TFG

*-10 se indica para artesas hasta calibre 10.

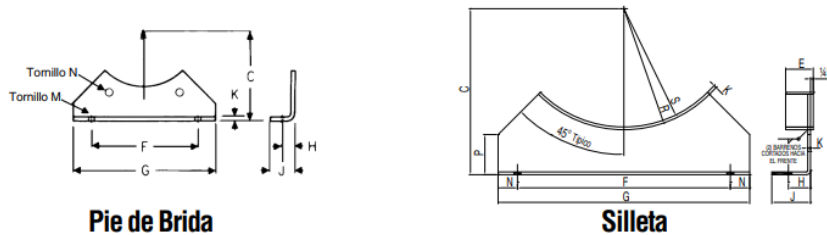
*-3 se indica para artesas de 3/8 y 1/2 de espesor.

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Pie de brinda y silleta

Estos soportes se usan para apoyar el transportador en las uniones de las artesas y las silletas se utilizan para apoyar los transportadores en aplicaciones en las que no se pueden utilizar los pies de brida en las uniones de las artesas. En la tabla N°48 se podrá observar la selección de la misma.

Tabla N°50. Características de pie de brinda y silleta.



Diámetro del Transportador	Número de Parte		Peso lb						
	Silleta	Pie de Brinda	Silleta		Pie de Brinda				
4	4TS	4TFF	1.5	1.5					
6	6TS	6TFF	2.0	2.0					
9	9TS	9TFF	4.5	4.5					
10	10TS	10TFF	5.0	5.0					
12	12TS	12TFF	6.0	6.0					
14	14TS	14TFF	7.0	7.0					
16	16TS	16TFF	8.0	7.5					
18	18TS	18TFF	10	9.5					
20	20TS	20TFF	13	12.5					
24	24TS	24TFF	15	14.5					
Diámetro del Transportador	C	E	F	G	H	J	K	M*	N
4	4 1/4	1 1/8	5 1/4	7 1/4	1	1 1/4	3/8	3/8	3/8
6	5 1/4	1 1/8	8 1/4	10	1 1/4	2	3/8	3/8	3/8
9	7 1/4	1 1/2	9 1/4	12	1 1/2	2 1/4	3/8	1/2	3/8
10	8 1/4	1 1/2	9 1/4	12 1/4	1 3/4	2 1/4	3/8	1/2	3/8
12	9 1/4	1 1/2	12 1/4	15	1 3/4	2 3/4	1/2	3/4	1/2
14	10 1/4	1 3/4	13 1/4	16 1/4	1 3/4	2 3/4	1/2	3/4	1/2
16	12	1 3/4	14 1/4	18	2	3 1/4	1/2	3/4	3/4
18	13 1/4	1 3/4	16	19 1/4	2	3 1/4	1/2	3/4	3/4
20	15	2 1/4	19 1/4	22 1/4	2 1/4	3 3/4	1/2	3/4	3/4
24	18 1/4	2 1/4	20	24	2 1/4	4	1/2	3/4	3/4

*Los barrenos "M" son Tipo Ojal

Ⓞ Agregue - F si está instalada

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Selección de bujes

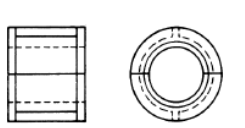
El buje a seleccionar en la tabla N°49 fue de bronce ya que cumple con el proceso que se desea realizar para el presente proyecto.

Tabla N°51. Bujes para colgantes de transportadores helicoidales.



Selección de Bujes para Colgantes de Transportadores Helicoidales Según Aplicación

BRONCE <i>Martin</i>	850°	220		Sí	Procesamiento de granos y forrajes	Bujes de alta calidad. Alta capacidad de carga
NYLON	250°	220	Sí	Sí	Alimentos y granos	Para aplicaciones secas
NYLATRON	250°	220, 19B		Sí	Manejo de productos químicos, granos y forraje	Capacidad de carga muy baja
UHMW	225°	220, 216	Sí	Sí	Alimentos	Material aprobado por la USDA . No se expande con el agua
STELLITE	1000°	220, 216			Productos químicos, cemento, arcillas	Requiere un inserto de stellite en el eje

Tipo de Colgante	Diám. de Eje	Número de Parte	Buje
	1	CHB2202*	
220	1½	CHB2203*	
226	2	CHB2204*	
326	2¼	CHB2205*	
30	3	CHB2206*	
	3¾	CHB2207*	

Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Velocidad del tornillo Sin fin

De la tabla. N°40 se tiene que la capacidad es de 1,00, además de tener una velocidad máxima que se puede observar en la tabla N°40. De 145 rpm.

$$P = 0,10 \text{ m}$$

$$V = 145 \text{ rpm}$$

Numero de paso va a ser igual:

$$N_o = \frac{L}{P}$$

$$N_o = \frac{2 \text{ m}}{0,10 \text{ m}} = 20$$

$$N_o = 20$$

La carga se distribuye uniformemente por todo el tornillo sin fin.

Por lo tanto, cada paso tendrá un volumen de

$$V_T = \frac{m}{\delta}$$

Donde:

$V_T =$ Volumen total

$\delta =$ Densidad del material a transportar

$m =$ peso del material

$$V_T = \frac{20 \text{ Kg}}{1240 \text{ Kg}/\text{m}^3} = 0,016 \text{ m}^3$$

Para determinar el volumen contenido en cada paso.

$$V_P = \frac{V_T}{P}$$

Donde:

$V_P =$ Volumen por paso

$$V_P = \frac{0,016 \text{ m}^3}{20} = 0,0008 \text{ m}^3$$

Peso total de alimentos por cada paso es:

$$m = V_P * \delta = 0,0008 \text{ m}^3 * 1240 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 0,992 \text{ Kg}$$

La velocidad transversal del tornillo sin fin:

$$V_s = N r_s$$

Donde:

$V_s =$ Velocidad del tornillo sin fin

$N =$ Velocidad maxima del tornillo sin fin

$r_s =$ Brazo

$$V_s = 145 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi}{\text{rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} * r_s$$

$$V_s = 15,18 * r_s$$

El área transversal ocupada será:

$$A_p = \frac{V_p}{P}$$

Donde:

$A_p = \text{Area transversal por paso}$

$V_p = \text{Volumen por paso}$

P = Paso

$$A_p = \frac{0,0008 \text{ m}^3}{0,10 \text{ m}}$$

$$A_p = 0,008 \text{ m}^2$$

Para determinar el área ocupada por el material en el sin fin, dada las características de la artesa en la tabla.Nº 40, y la capacidad del helicoidal en la tabla. 35 se obtiene la altura que ocupa el pasto entre el helicoidal y la artesa:

$$y = \frac{A}{2} + C$$

Donde:

$\frac{A}{2} = \text{El radio de lab artesa}$

C = Altura de la zona vertical de la artesa.

$$y = \frac{13''}{2} = 6,5'' \approx 0.165 \text{ m}$$

El porcentaje de capacidad es de 45%

Por lo tanto.

$$y = \frac{0,165 * 0,45}{1} = 0,074 \text{ m}$$

Para determinar el r_s se tiene la siguiente ecuación.

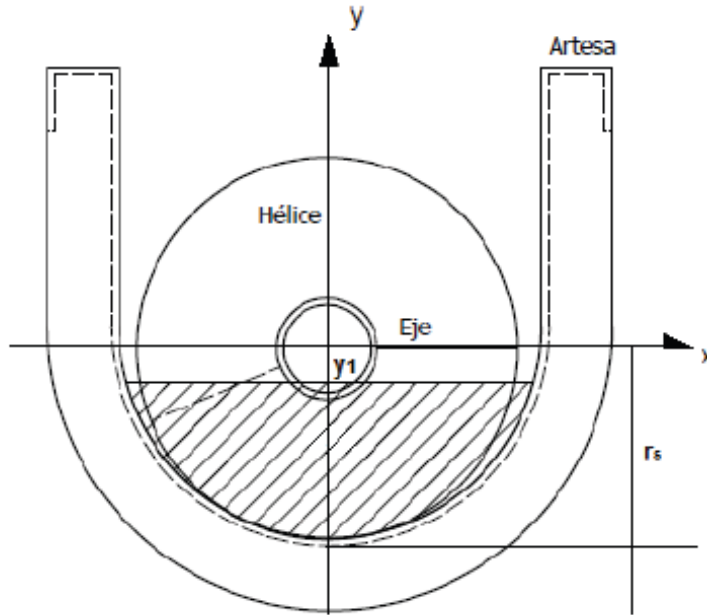
$$r_s = \frac{\left| \frac{D}{2} \right| + 0,002 + |y_1|}{2}$$

$$r_s = \frac{0,1524 + 0,002 + 0,074}{2}$$

$$r_s = 0,114$$

En la figura. N°29 se muestra la altura 0,074 m en el eje de las (y) que es hasta donde el material es ocupada.

Figura N°29: Representación del área ocupada por el balanceado y de r_s



Fuente: <http://sopetra.com.br/view/catalogo/transportadores-helicoidais>

Reemplazando en la ecuación, se obtiene el valor de la velocidad tangencial de la hélice.

$$V_s = 15,18 * 0,114 = 1,73 \frac{m}{s}$$

Selección de motor reductor

$$P = Na = 0,268HP$$

$$Ne(Potencia de entrada) = \frac{Na}{r} = \frac{0,268hp}{0,985} = 0,27 hp$$

Velocidad de salida (Ns)

$$\omega = \frac{1,73 \frac{m}{s}}{0,3048 m} = 5,67 \frac{1}{s} = 5,67 \frac{rad}{s} \times \frac{60 \frac{s}{min}}{2\pi} = 54,144 r. p. m$$

$$N_s = 54,144 rpm = 1,728 \frac{m}{s}$$

Preselección del motor

A través del catálogo de motor reductor LENTAX, con una potencia de 0,27HP. Se realizó la preselección ver tabla N°50.

Tabla N°33: Catalogo LENTAX

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos	
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página	
0,24	0,33	0,90	1474,38	F4TR	0,33	1,80	2374	1380	4200	2100	176	pag 50-51	pag 66
		1,20	1157,56	F4TR	0,33	2,25	1864	1380	4200	2100	176	pag 50-51	pag 66
		1,50	940,78	F4TR	0,33	2,80	1515	1380	4200	2100	176	pag 50-51	pag 66
		1,80	783,13	F4TR	0,33	3,35	1261	1380	4200	2100	176	pag 50-51	pag 66
		2,10	663,31	F4TR	0,33	3,95	1068	1380	4200	2100	176	pag 50-51	pag 66
		1,10	1273,70	F3TR	0,33	1,40	2051	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		1,30	1094,04	F3TR	0,33	1,60	1761	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		1,50	918,65	F3TR	0,33	1,90	1479	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		1,60	858,94	F3TR	0,33	2,05	1383	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		2,00	698,09	F3TR	0,33	2,50	1124	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		2,40	581,10	F3TR	0,33	3,00	936	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		2,90	475,91	F3TR	0,33	3,70	766	1380	3100	1550	116	pag 50-51	pag 66
		1,60	849,64	F2FR	0,33	1,15	1368	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		1,80	774,60	F2FR	0,33	1,25	1247	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		2,10	662,35	F2FR	0,33	1,45	1066	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		2,30	603,85	F2FR	0,33	1,60	972	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		2,60	534,20	F2FR	0,33	1,80	860	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		3,10	441,00	F2FR	0,33	2,20	710	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		3,40	406,23	F2FR	0,33	2,35	654	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
		3,70	370,17	F2FR	0,33	2,60	596	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66
4,40	316,68	F2FR	0,33	3,05	510	1380	2100	1050	68	pag 50-51	pag 66		
5,4	255,41	F2FR	0,33	3,75	411	1380	1950	975	68	pag 50-51	pag 66		

Fuente: LENTAX

Dado que la potencia es de 0,27HP se aproximó a los motores de 0,33HP con una velocidad de entrada de 1380rpm. Luego de conocer dichos valores se determina la relación de transmisión mediante la siguiente formula.

$$Rt = \frac{ne}{ns} = \frac{1380 \text{ rpm}}{54,144 \text{ rpm}} \therefore Rt = 25,48$$

Una vez que se conoce el valor de la relación de transmisión, se preselección el modelo del motor reductor, el cual es. (Ver tabla. 47).

Modelo: **F3TR 0,33**

El Factor de servicio (Fs). (Ver tabla. 31)

Fs = 1,4

Potencia de Mando

$Nm = Ne * Fs$

Sustituyendo:

Nm = 0,27HP * 1,4 = 0.378 HP

Tabla N°34. Catalogo LENTAX

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
		48,0	29,27	FOOT3	0,50	3,75	71	1405	550	275	24	pag 48-49	pag 66
		52,0	27,26	FOOT3	0,50	4,00	66	1405	550	275	24	pag 48-49	pag 66
		61,0	23,14	FOOT3	0,50	4,75	56	1405	420	210	24	pag 48-49	pag 66
		47,0	29,91	FOOT2	0,50	3,40	74	1405	550	275	24	pag 48-49	pag 66
		58,0	24,16	FOOT2	0,50	4,15	60	1405	420	210	24	pag 48-49	pag 66
		62,0	22,64	FOOT2	0,50	4,85	56	1405	420	210	24	pag 48-49	pag 66
		70,0	19,99	FOOT2	0,50	5,05	49	1405	420	210	24	pag 48-49	pag 66
		77,0	18,29	FOOT2	0,50	5,80	45	1405	420	210	24	pag 48-49	pag 66
		84,0	16,81	FOOT2	0,50	6,00	42	1405	350	175	24	pag 48-49	pag 66
		93,0	15,13	FOOT2	0,50	6,90	37	1405	350	175	24	pag 48-49	pag 66
		97,0	14,46	FOOT2	0,50	7,85	36	1405	350	175	24	pag 48-49	pag 66
		110,0	12,73	FOOT2	0,50	8,20	31	1405	350	175	24	pag 48-49	pag 66
		117,0	11,96	FOOT2	0,50	9,50	30	1405	320	160	24	pag 48-49	pag 66
		130,0	10,84	FOOT2	0,50	9,65	27	1405	320	160	24	pag 48-49	pag 66
		140,0	10,06	FOOT2	0,50	11,05	25	1405	320	160	24	pag 48-49	pag 66
		151,0	9,32	FOOT2	0,50	11,25	23	1405	280	140	24	pag 48-49	pag 66
		164,0	8,57	FOOT2	0,50	12,50	21	1405	280	140	24	pag 48-49	pag 66
		191,0	7,36	FOOT2	0,50	14,10	18	1405	280	140	24	pag 48-49	pag 66
		220,0	6,37	FOOT2	0,50	15,70	16	1405	280	140	24	pag 48-49	pag 66
		253,0	5,54	FOOT2	0,50	17,45	14	1405	280	140	24	pag 48-49	pag 66

0,37 kW
0,50 HP

Fuente: Lentax

Se verifica que la potencia de mando sea mayor que la potencia de entrada.

$$Nm = 0,378HP > Ne = 0,27HP.$$

En conclusión, el motor reductor seleccionado es; **FOOT2 0,50- 47.**

Selección del acoplamiento del motor

$$P = 0,33 \text{ HP} \approx 0,25 \text{ Kw}$$

$$RPM = 1415 \text{ rpm}$$

$$Fs = 1,00$$

$$\text{Potencia de diseño} = P * Fs = 0,25 * 1 = 0,25 \text{ Kw}$$

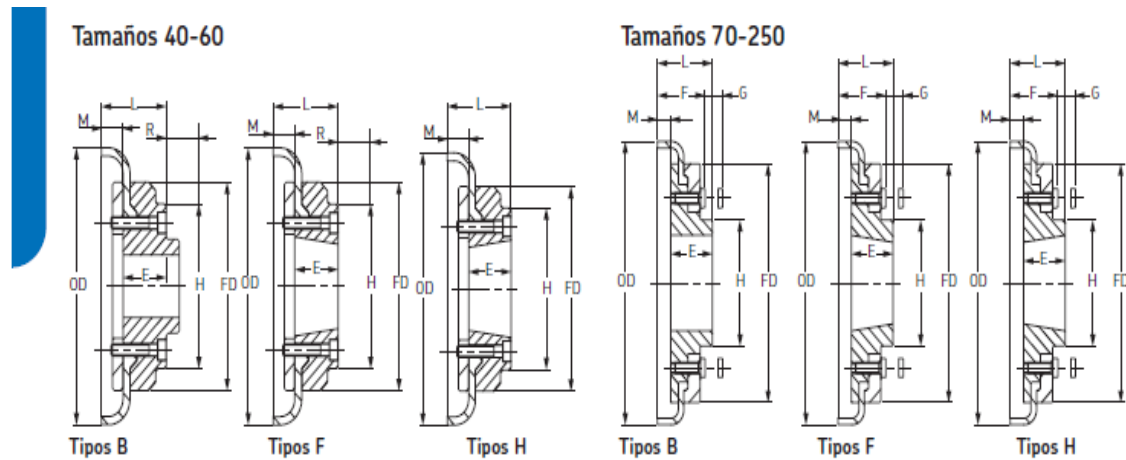
Tabla N°36. Catalogo SKF de acoplamientos.

Velocidad	Tamaño del acoplamiento														
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	220	250
50	0,13	0,35	0,66	1,31	1,96	2,62	3,53	4,58	6,96	12,17	19,74	32,83	48,82	60,73	76,83
100	0,25	0,69	1,33	2,62	3,93	5,24	7,07	9,16	13,93	24,35	39,48	65,65	97,64	121,47	153,66
200	0,50	1,38	2,66	5,24	7,85	10,47	14,14	18,32	27,85	48,69	78,95	131,31	195,29	242,93	307,33
300	0,75	2,07	3,99	7,85	11,78	15,71	21,20	27,49	41,78	73,04	118,43	196,96	292,93	364,40	460,99
400	1,01	2,76	5,32	10,47	15,71	20,94	28,27	36,65	55,71	97,38	157,91	262,62	390,58	485,86	614,66
500	1,26	3,46	6,65	13,09	19,63	26,18	35,34	45,81	69,63	121,73	197,38	328,27	488,22	607,33	768,32
600	1,51	4,15	7,98	15,71	23,56	31,41	42,41	54,97	83,56	146,07	236,86	393,93	585,86	728,80	921,99
700	1,76	4,84	9,31	18,32	27,49	36,65	49,48	64,14	97,49	170,42	276,34	459,58	683,51	850,26	1075,65
720	1,81	4,98	9,57	18,85	28,27	37,70	50,89	65,97	100,27	175,29	284,23	472,71	703,04	874,55	1106,39
800	2,01	5,53	10,64	20,94	31,41	41,88	56,54	73,30	111,41	194,76	315,81	525,24	781,15	971,73	1229,32
900	2,26	6,22	11,97	23,56	35,34	47,12	63,61	82,46	125,34	219,11	355,29	590,89	878,80	1093,19	1382,98
960	2,41	6,63	12,77	25,13	37,70	50,26	67,85	87,96	133,70	233,72	378,97	630,28	937,38	1166,07	1475,18
1000	2,51	6,91	13,30	26,18	39,27	52,36	70,68	91,62	139,27	243,46	394,76	656,54	976,44	1214,66	1536,65
1200	3,02	8,29	15,96	31,41	47,12	62,83	84,82	109,95	167,12	292,15	473,72	787,85	1171,73	-	-
1400	3,52	9,68	18,62	36,65	54,97	73,30	98,95	128,27	194,97	340,84	552,67	919,16	-	-	-
1440	3,62	9,95	19,15	37,70	56,54	75,39	101,78	131,94	200,54	350,58	568,46	945,42	-	-	-
1600	4,02	11,06	21,28	41,88	62,83	83,77	113,09	146,60	222,83	389,53	631,62	-	-	-	-
1800	4,52	12,44	23,94	47,12	70,68	94,24	127,23	164,92	250,68	438,22	-	-	-	-	-
2000	5,03	13,82	26,60	52,36	78,53	104,71	141,36	183,25	278,53	-	-	-	-	-	-
2200	5,53	15,20	29,26	57,59	86,39	115,18	155,50	201,57	-	-	-	-	-	-	-
2400	6,03	16,59	31,92	62,83	94,24	125,65	169,63	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	6,53	17,97	34,58	68,06	102,09	136,13	183,77	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	7,04	19,35	37,24	73,30	109,95	146,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2880	7,24	19,90	38,30	75,39	113,09	150,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	7,54	20,73	39,90	78,53	117,80	157,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	9,05	24,88	47,87	94,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torque nominal Nm	24	66	127	250	375	500	675	875	1330	2325	3770	6270	9325	11600	14675
Torque máximo Nm	64	160	318	487	759	1096	1517	2137	3547	5642	9339	16455	23508	33125	42740

Fuente: SKF

Modelo de acoplé nro. 40 tipo B, se pueden observar las características. (Ver tabla N°36).

Tabla N°37.Características de acople.



Dimensiones de las mazas SKF Flex, tipos B, F y H

Tamaño	Tipo	Buje No.	Orificio		Tipos F y H		Tipo B		Tornillo de fijación	O.D.	FD	H	F	R*	G+	M	Masa→	Inercia→	Designación
			Min	Max	L	E	L	E											
40	B	-	-	30	-	-	33,0	22	M5	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40RSBFLG
40	F	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40FTBFLG
40	H	1008	9	25	33,0	22	-	-	-	104	82	-	-	29	-	11,0	0,80	0,00074	PHE F40HTBFLG
50	B	-	-	38	-	-	45,0	32	M5	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50RSBFLG
50	F	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50FTBFLG
50	H	1210	11	32	37,5	25	-	-	-	133	100	79	-	38	-	12,5	1,20	0,00115	PHE F50HTBFLG
60	B	-	-	45	-	-	55,0	38	M6	165	125	70	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60RSBFLG
60	F	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60FTBFLG
60	H	1610	14	42	41,5	25	-	-	-	165	125	103	-	38	-	16,5	2,00	0,0052	PHE F60HTBFLG
70	B	-	-	60	-	-	47,0	35	M10	187	142	80	50	-	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70RSBFLG
70	F	2012	14	50	43,5	32	-	-	-	187	142	80	50	42	13	11,5	3,10	0,009	PHE F70FTBFLG
70	H	1610	14	42	36,5	25	-	-	-	187	142	80	50	38	13	11,5	3,00	0,009	PHE F70HTBFLG
80	B	-	-	63	-	-	55,0	42	M10	211	165	98	54	-	16	12,5	4,90	0,018	PHE F80RSBFLG

Fuente: SKF

Diseño digitalizado de embudo

Se diseñó el embudo o salida del transportador helicoidal en forma de un embudo para que así el material que sea va dosificar pueda ser empaquetado de manera inmediata (ver figura N°30 y anexo).

Selección de material para el diseño: Lámina de Acero ¼

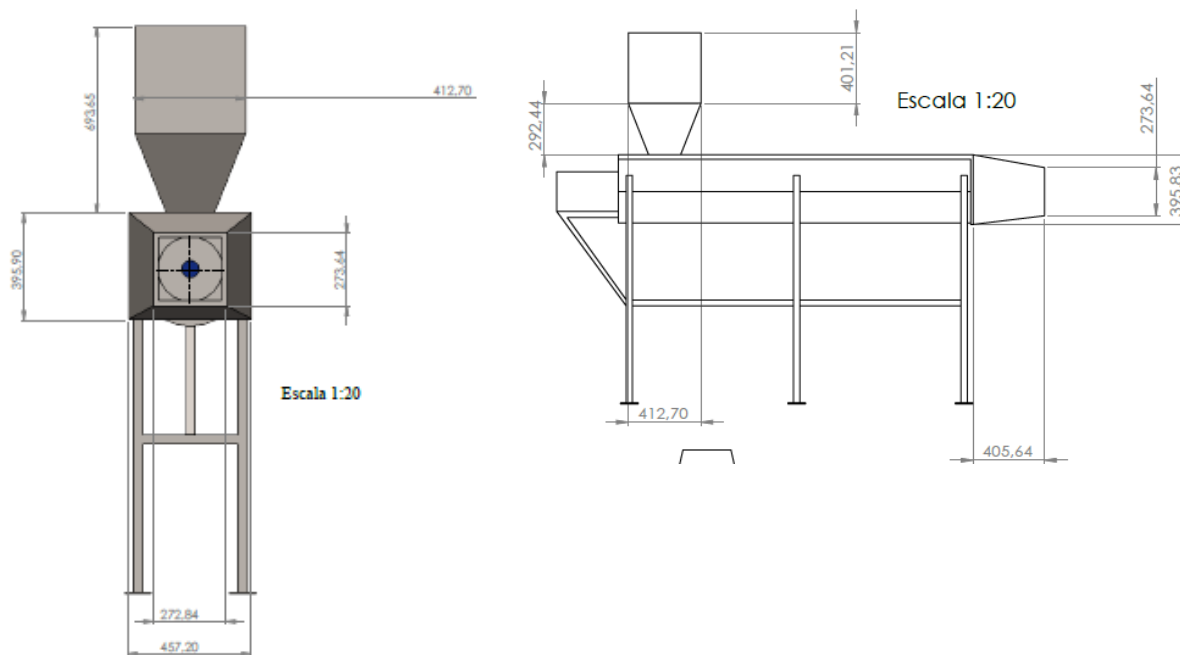


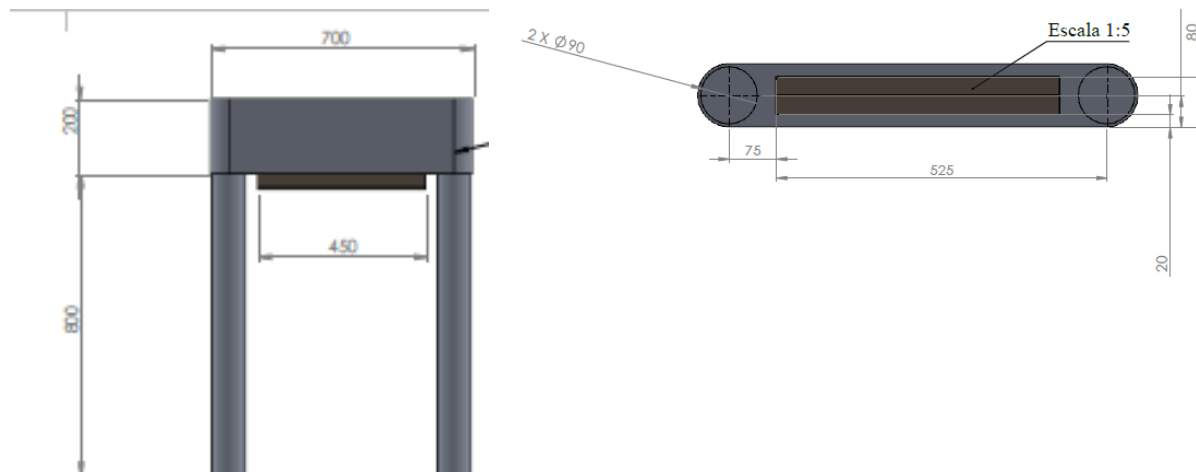
Figura N°29. Embudo del transportador helicoidal.

Fuentes: Anzoátegui y Márquez (2023)

Diseño de empaquetadoras (selladoras)

Al salir el material estudio de la salida del embudo se debe proceder al sello de la misma, donde se procedió a diseñar una selladora o empaquetadora (ver figura N°30 y anexo N°)

Selección de material: Acero



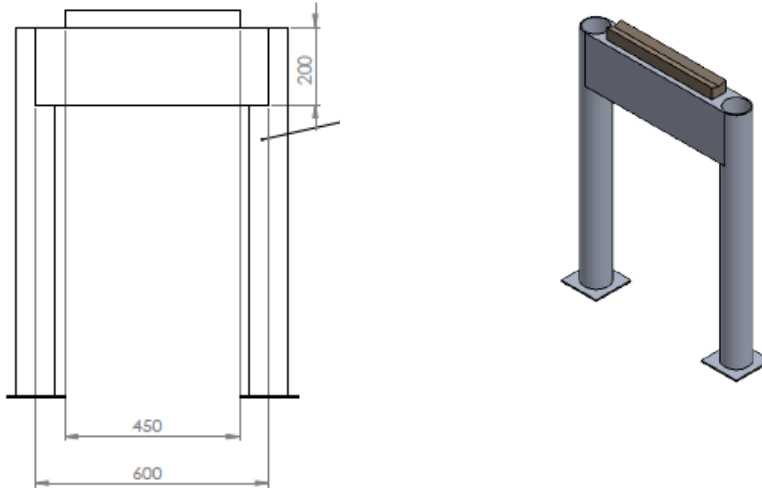


Figura N°30. Selladora o empaquetadora.

Fuente: Anzoátegui y Márquez. (2023)

Tiempo de llenado

$$Q_v = \frac{V \times P}{t}$$

Donde:

Q_v : Capacidad (m^3/h)

V : Peso volumetrico (m^3/kg)

t : tiempo (sg)

$$t = \frac{V \times P}{Q_v}$$

$$P = 20 \text{ kg}$$

$$Q_v = 967,741 \text{ m}^3/h$$

$$V = 0,02042 \text{ m}^3/kg$$

$$t = \frac{20 \text{ kg} \times 0,02042 \text{ m}^3/kg}{967,741 \text{ m}^3/h} = 4,216 \times 10^{-04} h \times \frac{3600 \text{ sg}}{1 h} = 1,5 \text{ sg}$$

Tiempo posible de llenado 1,5 sg, en este tiempo se llenará la bolsa para ser llevado al siguiente paso que será el empaquetamiento.

Diseño Ladder de sistema seleccionado.

Diagrama Ladder

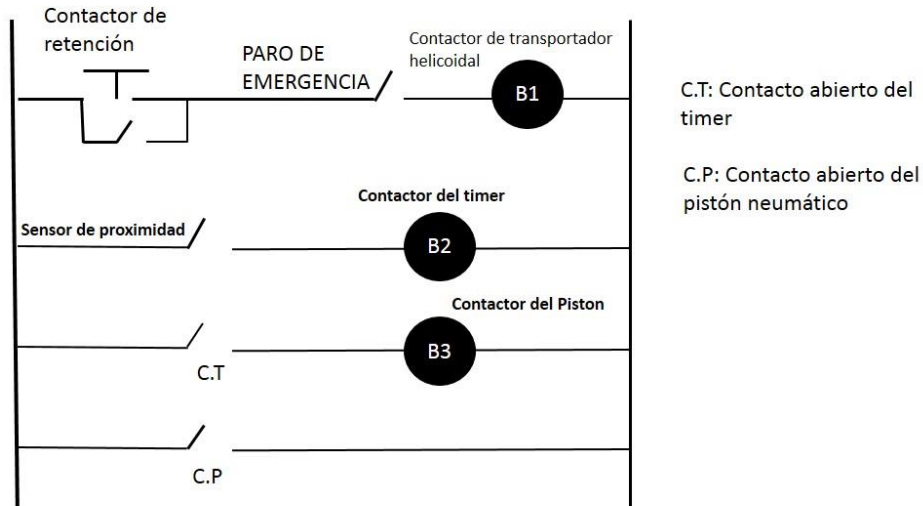


Figura N°31.Diagrama de ladder.

Fuente: Anzoátegui y Márquez. (2023)

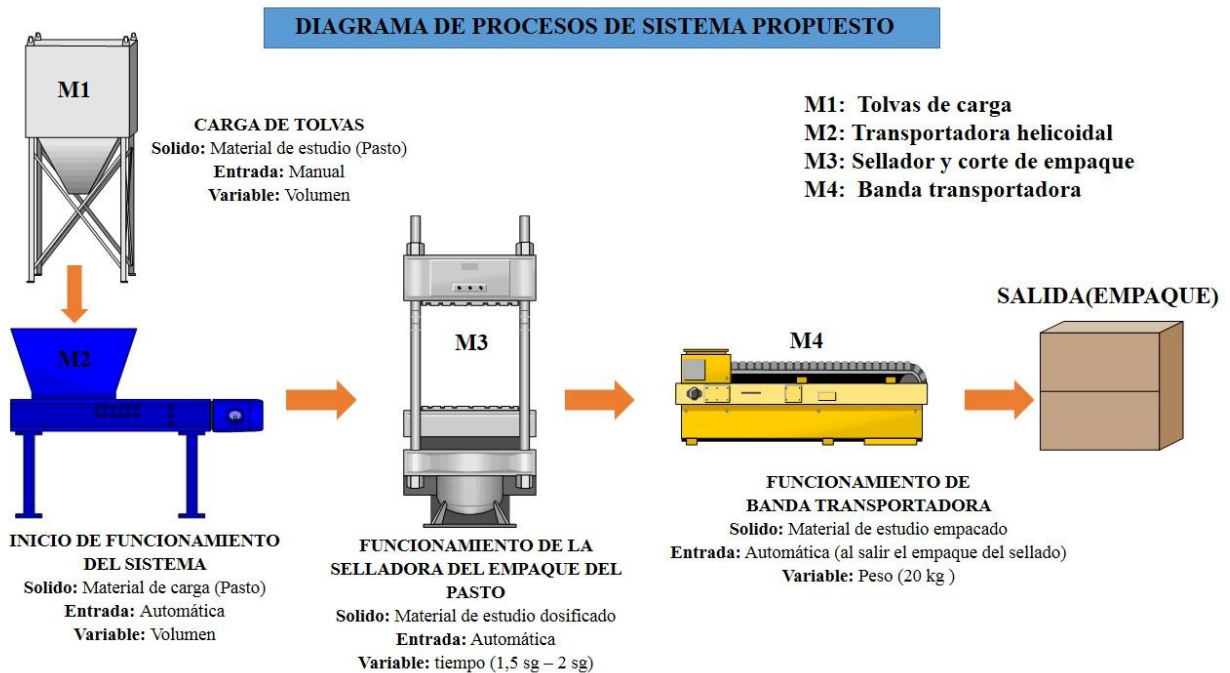


Figura N°32. Diagrama de proceso de sistema propuesto.

Fuente: Anzoátegui y Márquez. (2023)

4.4 Realizar la simulación del sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.

Pasos del sistema:

1. Se llena el sistema en la tolva de carga (llenado del material o alimento)
2. El transportador helicoidal se acciona para comenzar con la dosificación y transporte
3. En un tiempo determinado se acciona la resistencia eléctrica (selladora)
4. Cae el empaque en el la banda transportadora.
5. Finaliza el proceso.

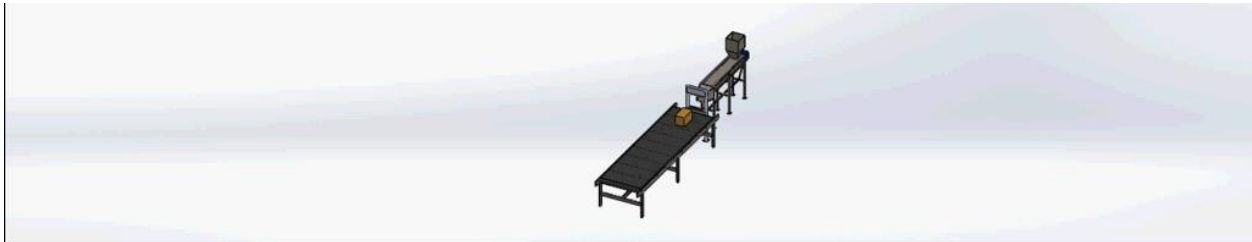


Figura N°33. Simulación del sistema Part.1
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

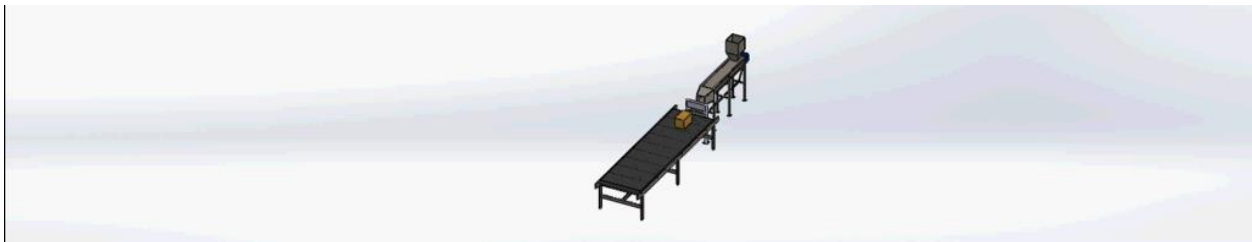


Figura N°34. Simulación del sistema Part.2
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

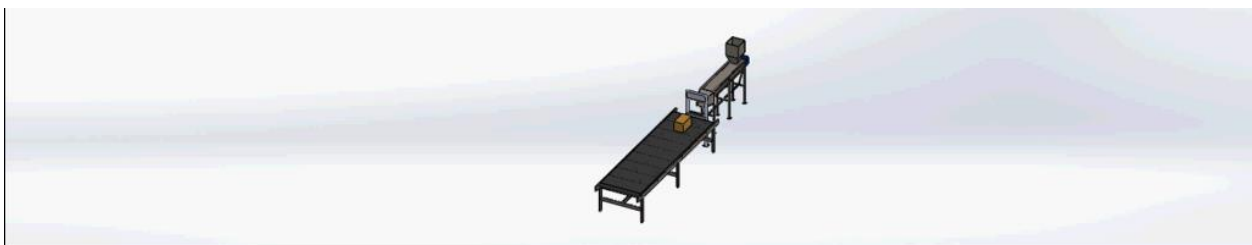


Figura N°35. Simulación del sistema Part.3
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

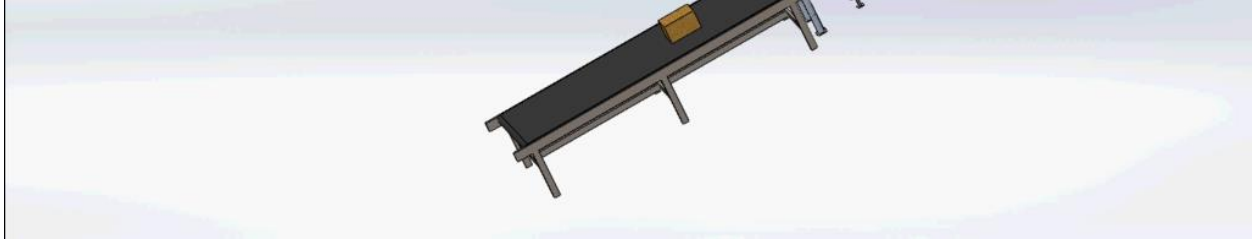


Figura N°36 Simulación del sistema Part.4
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

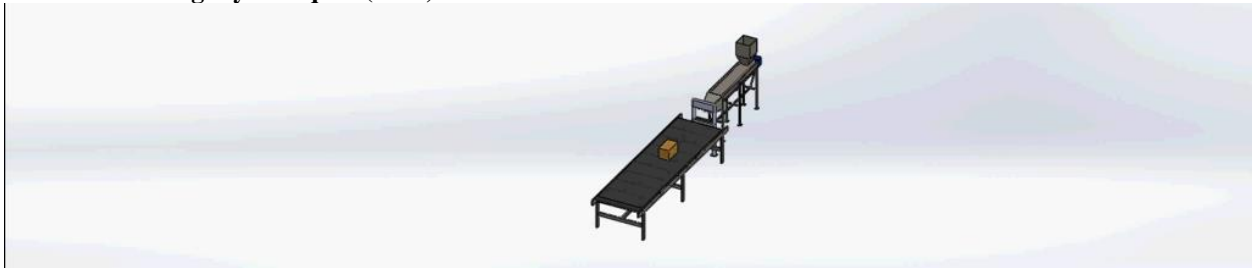


Figura N°37. Simulación del sistema Part.5
Fuente: Anzoátegui y Márquez (2023)

4.5 Desarrollar el estudio de la viabilidad económica del proyecto.

La viabilidad económica de un proyecto se debe realizar un estudio para determinar el eventual éxito o fracaso del proyecto. Cualquier proyecto que se desee poner en marcha tiene que tener como herramienta principal un plan de viabilidad que deje las posibilidades de éxito que aquellas iniciativas pueden tener. Es una herramienta necesaria para la toma de decisiones estratégicas; es imprescindible llevar a cabo una investigación completa que conduzca al conocimiento de si realmente el proyecto aportará los beneficios que se esperan de él y podrá sobrevivir durante un tiempo razonable. En consecuencia, Rodríguez, L. (2017) dice que:

Para lograr esto determinar la viabilidad económica, se parte de un análisis de la situación con datos empíricos (que pueden ser contrastados) a los que accede a través de diversos tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc.), que sirva para identificar las fortalezas y debilidades del enfoque actual. Es decir, comienza con un análisis de la realidad concreta en la que se quiere desarrollar para minimizar el margen de error.

Asimismo, la viabilidad de un proyecto está condicionada por el cumplimiento de los siguientes tres aspectos:

- ✓ Viabilidad técnica
- ✓ Viabilidad social
- ✓ Viabilidad Económica
- ✓ **Viabilidad técnica**

Según **Rodríguez, L. (2017) la viabilidad técnica:**

Hace referencia a aquello que atiende a las características tecnológicas y naturales involucradas en un proyecto. El estudio de la viabilidad técnica suele estar vinculado a la seguridad y al control de lo que vamos a hacer; esto es, a sus características, funcionalidades y propiedades físicas y a cómo lo vamos a hacer. Tendremos que conocer cuál es el proceso de fabricación/realización, los medios técnicos necesarios, los medios humanos que van a intervenir y su cualificación, los materiales necesarios, control de calidad, gestión de residuos, etc. El estudio de viabilidad técnica conlleva resolver la pregunta de si es posible, desde el punto de vista tecnológico, desarrollar eficientemente nuestros productos/servicios.

Por lo tanto, se debe evaluar si los recursos técnicos actuales son suficientes o si hay que complementarlos para su correcta ejecución, ya que de no contar con las herramientas necesarias será difícil llevar a cabo de forma correcta la propuesta.

✓ **Viabilidad social**

En el proyecto se debe evaluar si es socialmente viable tomando en cuenta el impacto que se tendrá dentro de la sociedad. Kendall, K. y Kendall, J. (1997), concluyen que tiene como objetivo “buscar la satisfacción de las necesidades humanas materiales. Aquí se analizarán la población afectada, sus impactos (beneficios o perjuicios) y su relación con las variables económicas”.

Este proyecto busca satisfacer las necesidades de las personas ganaderas que los cuales requieren de la producción de pacas de pasta y adicional que el mismo se duradero para la alimentación de los bovinos. Las pacas han de ser duradera para las temporadas de lluvia y así no pierda peso el bovino en ese periodo.

✓ Viabilidad Económica

Por su parte, **Rodríguez, L. (2017)** indica que un proyecto es económicamente viable si “con los recursos que somos capaces de conseguir, es capaz de generar beneficios y tener una rentabilidad suficiente que compense los riesgos en los que se va a incurrir”.

En función a lo anterior, se debe considerar que el diseño debe ser factible económicamente para que se pueda ejecutar. Adicionalmente, los costos estimados en USD se realizaron tomando en consideración el tipo de cambio publicado por el Banco Central de Venezuela a la fecha del 20 de Enero de 2023, es cual era de Bs. 21,31 por dólar (ver tablas de la).

Tabla N°47. Presupuesto de sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors, S.A.



VALENCIA 06/02/2023

COTIZACIÓN

CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	ENSILADOR CAPACIDAD 1200 TON/HORA, 2 METROS DE LARGO, 12" DE DIÁMETRO CANOA SIN FIN Y EJE SIN FIN (76,20mm) DIÁMETRO. MATERIAL DEL SIN FIN, EJE Y ENSILADOR EN ACERO AL CARBONO. INCLUYE SUS PATAS REGULABLES Y TORNILLERIA EN ACERO AL CARBONO.	4.700 \$
1	MOTOR 1 HP PARA ENSILADOR CAPACIDAD 1200 TON/HORA	1.200\$
1	BASE MOTOR 1 HP PARA ENSILADOR, INCLUYE TENSOR, CORREDERAS Y TORNILLERIA EN ACERO AL CARBONO.	130\$
1	TOLVA DE CARGA PARA ENSILADOR CAPACIDAD DE 1.200 TON/HORA, MATERIAL ACERO AL CARBONO.	960\$

1	TOLVA DE LLENADO DEL ENSILADOR DE PASTO EN ACERO AL CARBONO CON SISTEMA DE BRAZO NEUMATICO PARA EL SELLADO DE BOLSA POR TEMPERATURA. (INCLUYE SU RESISTENCIA Y LIMISWICH) (NO INCLUYE COMPRESOR)	2.340\$
1	TABLERO CONTROL MOTOR , ENCENDIDO Y APAGADO PARA EL CONTROL DE LLENADO Y CONTROL DE SISTEMA NEUMATICO DE SELLADO	2.100\$
1	TRANSPORTADOR CAMALISA INCLUYE TAMOR MOTRIZ, TAMBOR TENSOR, 2 RODILLOS DE RETORNO CON SU SISTEMA DE TENSION Y MOTOR DE 1/2HP EN ACERO AL CARBONO	2.600\$
3	5 METROS DE BANDA TRANSPORTADORA EMPALMADA CON GRAPAS	190\$
TOTAL		14.180\$
Precio BCV		302.175,8 Bs

✓ **Comparación de producción actual en Venezuela y producción del sistema propuesto.**

Producción actual	Producción del sistema propuesto	Diferencia	Diferencia porcentual
1000 Kg/día	1200 T/h	8.600 kg/día	89,58%

Por último, cuando se comparó la producción actual con la producción del diseño propuesto ya que el diseño del sistema no ha sido creado hasta los momentos se hace la diferencia porcentual en base a la producción dándonos una ventaja de un 89,58%concluyendo que el proyecto es totalmente viable para los ganaderos y/o zonas agrícolas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Con la investigación titulada “Diseño de un sistema de transporte y dosificación automática (ensilado) de pasto de engorde de animales vacunos para la empresa Rollers Conveyors S.A.”, se concluye que el análisis y estudio del proyecto, es completamente factible, tanto, de manera social, ambiental, técnica, académica y económica. Partiendo del análisis de la situación actual de cómo es el proceso de ensilaje y, en consecuencia, se procedió a la determinación del sistema a utilizar para el proceso.

Se diagnosticó el sistema actual utilizado en los procesos de ensilajes, en el campo o zonas ganaderas, que producen el alimento para el bovino. Se pudo observar que todo es manual y no automatizado. Adicional a ello el sistema actual usado presenta un gran inconveniente ya que en el momento de lluvia o temporadas de lluvias le es muy difícil producir el alimento para el bovino en consecuencia cuando se almacena el alimento tiende a contaminarse habiendo así una pérdida del mismo o contaminando el alimento del bovino.

Se alcanzó a determinar el tipo de sistema a usar para el transporte y dosificación del pasto, contemplando las partes para realizar dicho proceso, usando el método de las restricciones y los criterios de diseño, con las ventajas y desventajas, de donde el sistema ideal, entre los estudiados comparativamente, fue la banda transportadora y el método de dosificación mediante un transportador helicoidal de tornillo sin fin variable para su dosificación y transporte. Por otra parte, también se evaluó un sistema completo de los posibles diseños y se concluye que la mejor selección es el diseño N°1 (ver página N°54), para lo cual se usó una entrevista no estructurada.

Posteriormente, en el desarrollo del cuarto objetivo específico se logra la simulación y/o estudio de movimiento de la mejor alternativa para el proyecto, la cual fue el diseño N°1 donde se observa cómo se comportaría el sellado del sistema diseñado.

Se concluye, en la fase V con la viabilidad económica del proyecto, se puede observar que hay un 89,58% de mayor producción y/o eficiencia dando así una gran ventaja en la producción de dosificación y ensilaje del material, resultando que el proyecto es totalmente viable en Venezuela.

RECOMENDACIONES

Luego de trazar la problemática y darle una propuesta para solucionarla; trazar y desarrollar unos objetivos específicos, se obtienen las siguientes recomendaciones:

- ✚ Se recomienda a los fabricantes realizar un manual de uso y manejo del sistema de dosificado y ensilaje, para los futuros operadores.
- ✚ Se recomienda a los operadores realizar una limpieza continua del transportador sin fin, verificando que no haya restos de producto que evite el buen funcionamiento.
- ✚ Se recomienda a los futuros investigadores anexar un sensor en la tolva que indique o prevenga que no se vacíe.
- ✚ Se recomienda al sector agropecuario implementar una tolva auxiliar para aumentar su carga en el proceso de dosificación y transporte.
- ✚ Se recomienda a los futuros investigadores realizar un estudio de la corrosividad de los materiales para el diseño del transportador sin fin.

Como ingenieros tenemos la responsabilidad de ser partícipes en la mejora de las condiciones de los agricultores de nuestro país, de manera que contribuyamos en el mejoramiento del proceso productivo de nuestros campos. Por lo anterior, se espera que este proyecto sirva como base para un proyecto más grande en el cual se construya un sistema automático de dosificación de alimento que sea viable en el entorno agroindustrial de Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeyda, J. (2013). *Manual de manejo y alimentación de vacunos - Parte I: Recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos*. La Molina. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/manual-manejo-alimentacionvacunos-t29965.htm>
- Aguisanca, O. (2008). **Diseno y construcción de una máquina dosificadora automática de encimas para balanceado de camarón para la empresa EMPAGRAN S.A.** TESIS. Latacunga : Facultad de Mecánica, 2008.
- AMERICAN WELDING SOCIETY**, Símbolos normalizados para soldeo, soldeo fuerte y examen no destructivo, USA 1991.
- Arias.(2016).El proyecto de Investigación. . 7° edición. Caracas. Episteme C. A.
- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). **Investigación educativa. Metodologías de investigación educativa**. Barcelona: Labor.
- Avalos, F. (1987). **El ensilaje de maíz, forrajero y su utilización en la alimentación de**
- Balestrini, M. (2006). Como se elabora el proyecto de Investigación. 7° edición. Caracas. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial.
- Bonofacio.R.(2019).**Diseño de tolvas y almacenamiento de mineral**. Caracas,Venezuela.
- bovinos**. FIRA Boletín Informativo
- Carrillo,A.(2015). **Diseño y simulación de una planta Dosificadora automática de suplemento nutricional para ganado lechero**. [Tesis de pregrado Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9259>
- Castillo,A. (2004).**Técnicas de recolección de datos** .México
- Castro, J (2012) “**Diseño de la estructura de un dosificador automatizado para la alimentación de las cabras de la granja de la universidad Francisco de paula Santander Ocaña**”. [Tesis de pregrado Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2468/1/32320.pdf>
- CEMA, Conveyor Equipment Manufacturers Association, Belt Conveyor for Materials. Third edition, 1998 USA.
- Cervo, A. y Bervian, P. (1989). **Metodología científica**. Bogotá: McGraw-Hill.
- Duthil, J(1980). **Producción de forrajes**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 303-
- Ekern, A. y Vik-mo, L. (1983). **Forrajes conservados como alimento para vacas lecheras**.

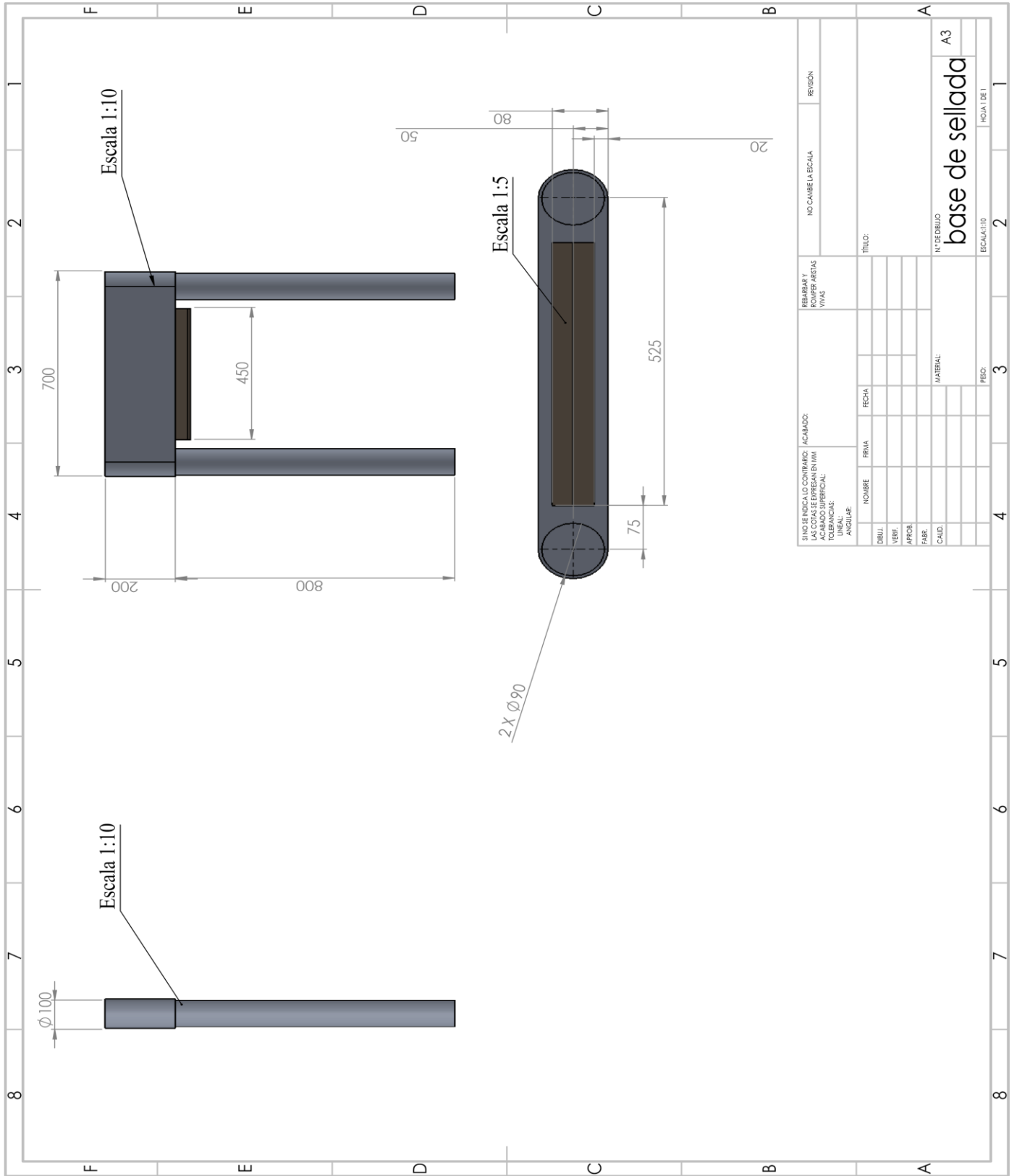
- Fajardo,P y Sanchez,H.(2006). **Diseño, modelamiento y simulación de máquina dosificadora de alimento granulado para animales**. Bogotá D.C
- Farias, F. y Quiroga, M. (1983). **Producción de maíz forrajero en la comarca lagunera**. SARH-INIA-CIAN-CAELALA Desplegable No. 16. .Matamoros, Coahuila.
- Filipi, R. (2011). **Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes**. Universidad de la Frontera. Chile.P.1-9.5
- Gaztambide, C. 1986. **Alimentación de animales en los trópicos**. Editorial Diana.México 275 pág.
- Hall,A. (1971) , Alfred R. Holowenko ,(1971) y Herman G. Laughlin,(1971) **.Diseño de Maquinas .** McGraw-Hill de México.
- Hardy, C.; Dominguez, G. y Gutierrez, A. (1986). **Conservación de pastos y forrajes**. En:I.C.A. 1986. Los pastos en Cuba. Tomo I. Producción. Editorial del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 607-647 pág.
- Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 100 pág.
- Hermeto, F. (1986). **Estructura para conservacao de forragens. Informe Agropecuario,Belo Horizonte**. 12(135/136); 66-81.
- Hernández, R. (2010). **Metodología de la Investigación**. 5º edición. México.
- Hurtado,B.(2010). **Metodología de la Investigación Holística. Tercera Edición** .Caracas.Venezuela
- Mc Cullough, M. (1975). **Nuevas tendencias en el ensilaje de forrajes**. Revista Mundial de Zootecnia
- Mosquera & Sierra (2007).**Alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales**. México
- Murdoch, C. (1980). **The conservation of grass. In: HOLMES, W. 1980**. Grass, its production and Utilization. British Grassland Society by Blackwell Scientific Publications. Great Britain. 174-215 pág.
- Muslera,E. y Ratera, C. (1984). **Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento**.Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ortega, Y (2021). **“Evaluación de la calidad de ensilaje a base de forraje de aliso (Alnus acuminata. spp) y Microorganismo Eficientes Autóctonos, EMAS”**. [Tesis de pregrado Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1030>
- Palella y Martins.(2010). **Metodología de la investigación cuantitativa**. Caracas,Venezuela.
- Pérez, A.(2008). **Tríptico de ensilaje en tambo**. Secretaria de Desarrollo Rural,Delegación

- Pinto,A.(2017).“**Estudio del diseño de un sistema de transporte helicoidal para uva tipo movil con una capacidad de 1ton/ar**”. [Tesis de pregrado Universidad Nacional de San Agustín]. <https://pdfcoffee.com/estudio-del-diseo-de-un-sistema-de-transporte-helicoidal-para-uva-tipo-movil-con-una-capacidad-de-pdf-free.html>
- Pizarro, E.A. (1978) **Principales aditivos utilizados na silagem de milho**. Informe Agropecuario, Belo Horizonte 4(47); 32 -33.
- Rulli Rulmeca s.p.a (2010) Tercera Edición.Via A.Toscanini 1,Italy.
- Siewert, L. (1980). **Mecanizacao eficiente na producao de feno**. Informe Agropecuario, Belo Horizonte 6(64); 23 – 28.
- Silva, A.(2006). **Manual para la elaboración y presentación de trabajos académicos escritos**. Bogotá, D. C
- Steele, E. y Pratt, H. (1978). **Métodos de enfardo.En; The New Zealand Farmer 1978. Manual para la conservación del forraje**. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo,Uruguay. 33 – 41 pág.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012), **El Proceso de Investigación Científica**. México. Limusa.
- Técnicas de investigación fichas de registro**. (11 de abril de 2022). Instrumentos para la investigación. Recuperado de:<https://es.slideshare.net/herreramarina4/tcnicas-de-investigacin-fichas-de-registro>.
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos**. (11 de abril de 2022). Técnicas e instrumentos para recolección de datos según autor. Recuperado de: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/22.pdf>.
- Tesis de investigadores**. (15 de marzo de 2022). Antecedentes de la investigación. Recuperado de: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2013/06/antecedentes-de-la-investigacion-ejemplo.html>.
- The new zealand farmer.(1978). **Manual para la conservación del forraje**. Editorial
- Toapanta , E.(2010). Diseño y construcción de un dosificador y empacador de producto alimenticio molido y seco de 50 gr. TESIS. [Online] Latacunga, Julio 2010. [Cited: Diciembre Facultad de Mecánica, 2012.] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4397/1/T-ESPEL-0735.pdf>.
- Universidad José Antonio Páez. (2007). **Normas para Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**. San Diego, Carabobo, Venezuela.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2016) Manual de trabajos de grado, de especialización, maestría y tesis doctorales. 5º edición. Caracas. Fedeupel.

Wong, C. 2001. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. en
Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT.

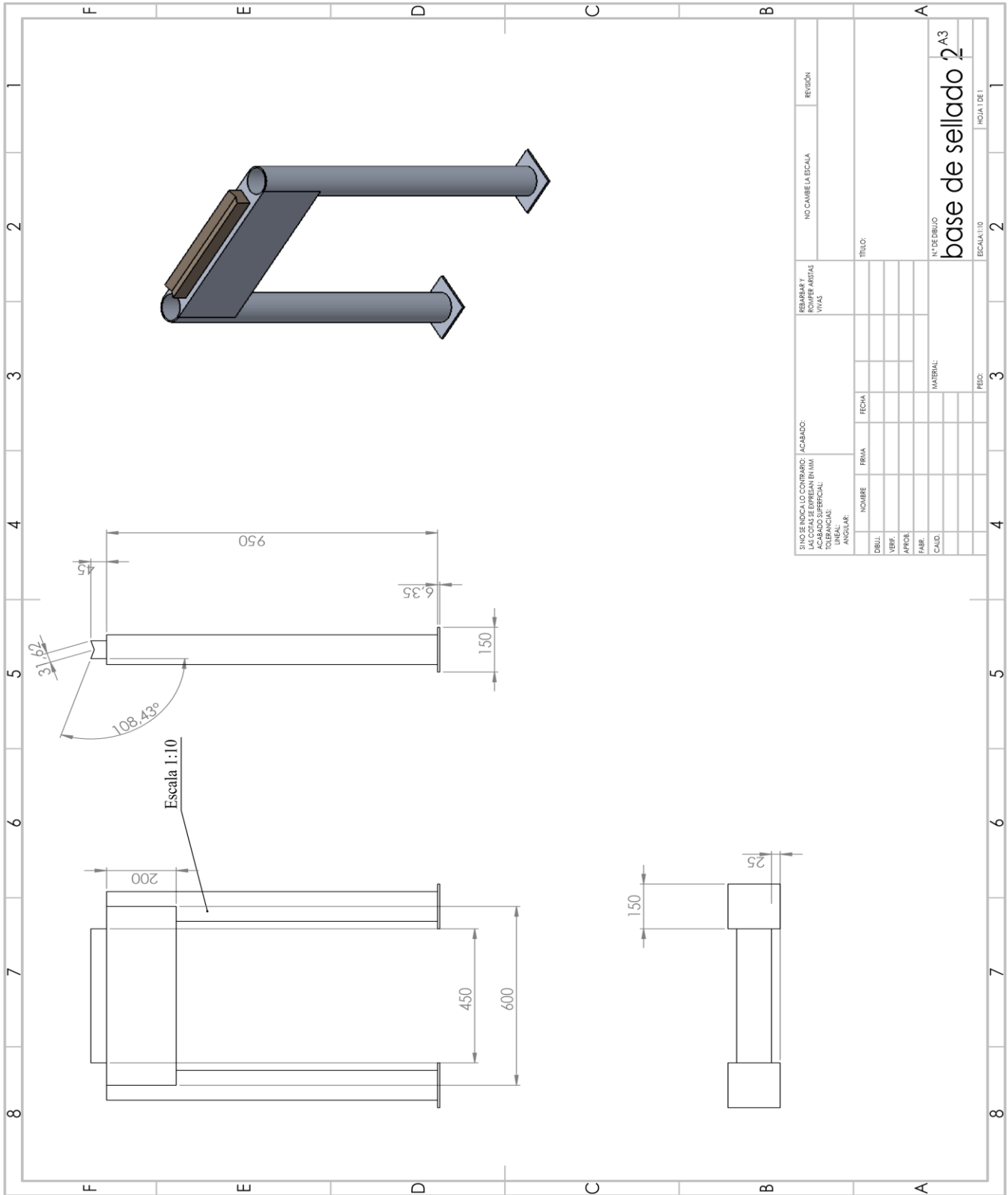
ANEXOS

ANEXO C



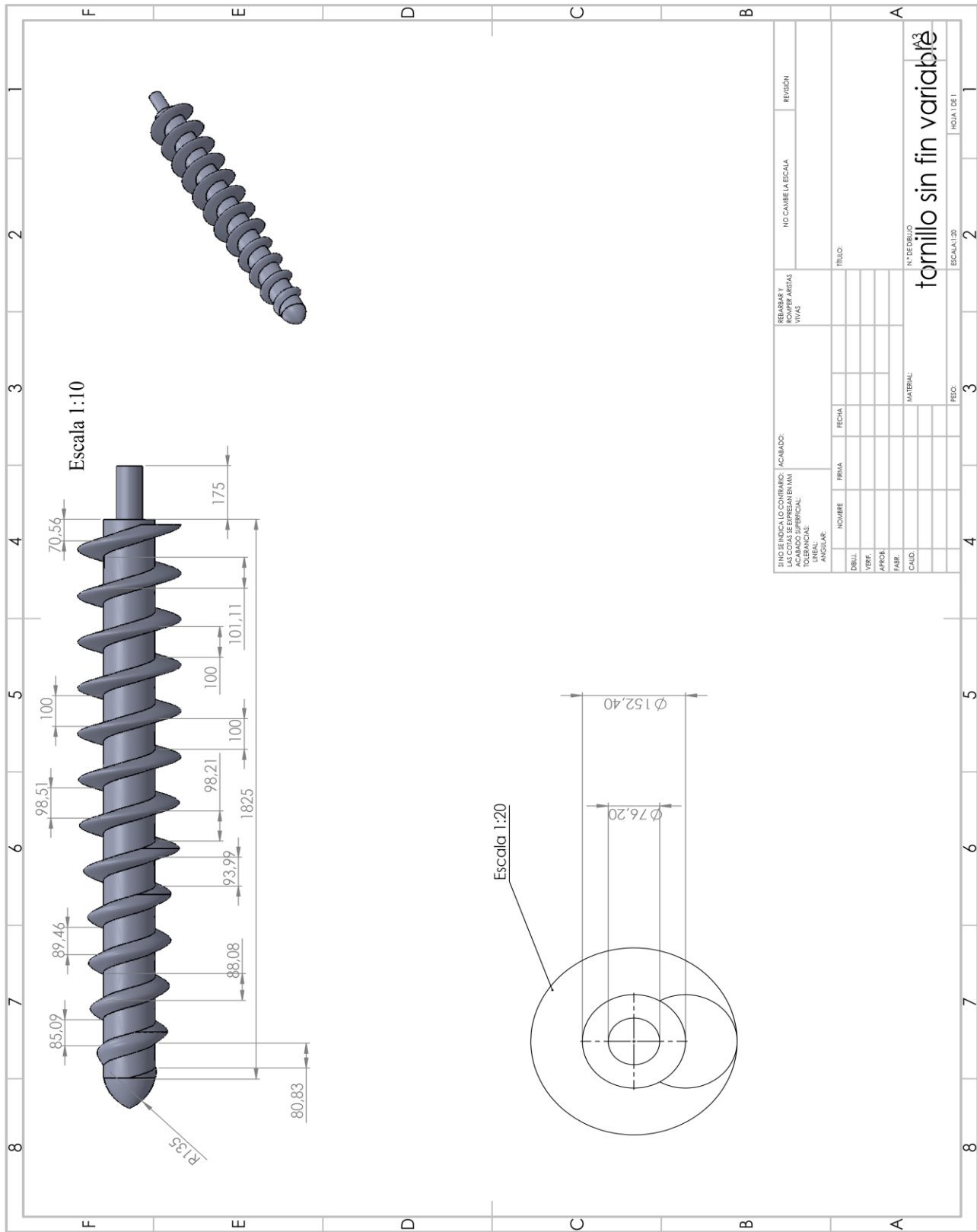
PLANO TECNICO LO CONTRA: ACABADO: LAS COBAS SE DESEAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: ANGULO:		PREPARAR Y PONER ABASTAS VIVAS		NO CAMBIA LA ESCALA		RENGIN	
TITULO: base de sellada		N° DE DIBUJO A3		ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	
DBLJ: VBRF: APPCR: FABR: CAUD:	NOMBRE: FIRMA: FECHA:	MATERIAL:		PECO:		2 3 4 5 6 7 8	

ANEXO D



REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REGION	
SINO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM		ACABADO:		TITULO:	
TOLERANCIAS LINEAL: ANGULAR:		NOMBRE		FECHA	
DIBUJ		VERB		MATERIAL:	
APROB		FABR		CALD	
FEED:		ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	
N.º DE DIBUJO		base de sellado		2	
2		3		4	
5		6		7	
8		8		8	

ANEXO H



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y NOMBRE ARISTAS Y VUJAS	NO CAMBIA LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE	PRIMA	FECHA	TRILUCO:		
DRJL	VERE				
AFROS					
FAIR					
CAUD					
MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			
		tornillo sin fin variable			
FECD:		ESCALA: 1:20		HOJA 1 DE 1	

