

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de equipo industrial para homogeneizar pintura química agregada en porciones.

INGE 2559

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros en Mecánica

Presentado por:

Bryan Alexander Toledo Yadaicela

Jonathan Oswaldo Morante Puca

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

A mis padres, Antonio Morante y Janeth Puca.
Así como, a mis hermanos por el apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida, tanto académica como personal. Por ser mi motivación constante para alcanzar cada una de las metas y objetivos plantados. Este es un merecido logro tanto de ustedes como mío. Por lo cual, cada meta obtenida me complace celebrar junto a ustedes.

Jonathan Morante

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la sabiduría y fortaleza para lograr alcanzar esta meta. A mis padres y hermanos, por su constante apoyo a lo largo de mi vida. A cada una de las amistades que formaron parte de esta trayectoria por brindarme tanto su apoyo como consejos para seguir hacia delante y grandes profesores que forman parte de la FIMCP. Su apoyo e interés en mí ha sido parte fundamental de mi crecimiento y siempre será recordado con gran aprecio.

Jonathan Morante.

Dedicatoria

Este logro es para mi madre Mónica Isabel Yadaicela y a mi padre Javier Toledo. Así como, a mis hermanos y sobre todo a mi abuela Rosa Elena Guarquila Saldaña, por enseñarme a confiar en mí. Por ser mi motivación constante para alcanzar cada una de las metas y objetivos plantados.

Bryan Toledo

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante a pesar de todas las adversidades, y a mi abuelita Rosa, que desde el cielo siempre confío en mí. Y un mérito especial a mí mismo, por mostrarme la fortaleza y la persistencia que hay en mí.

Bryan Toledo.

Declaración Expresa

Nosotros Bryan Alexander Toledo Yadaicela y Jonathan Oswaldo Morante Puca acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 27 de mayo del 2024


Bryan Alexander Toledo
Yadaicela


Jonathan Oswaldo Morante
Puca

Evaluadores

Ángel Diego Ramírez Mosquera, Ph.D.

Profesor de Materia

Ernesto Martínez Lozano, MSc.

Tutor de proyecto

Resumen

En Ecuador la aplicación de pintura se da en distintas áreas, que van desde proteger estructuras hasta remodelar el hogar. Por lo cual, se busca diseñar un equipo de homogenización de pintura que permita mezclar dos o más tintes, evitando así el retrabajo. Dicho equipo, debe componerse de un motor que permitan el libre movimiento tanto longitudinal como transversal, y un sistema manual para el ajuste de altura del recipiente. Para su análisis se aplicó simulación con elementos finitos por medio de ANSYS tanto estructural como dinámico, previo a su modelado en SolidWorks. Con lo cual, se obtuvo que el material principal para su desarrollo fue el acero inoxidable. Como requerimiento se planteó el uso de un motor de 2Hp Siemens, con una velocidad de 3000rpm. De igual forma, se realizó un método de adaptación de recipiente que permitió usar recipientes con una capacidad máximo de 5 galones, sin afectar en la excentricidad del equipo. De esta forma, el proyecto se considera un avance en la industria de pintura reduciendo el tiempo de mezclado, como el retrabajo al obtener una mezcla uniforme. A pesar de su precio, dicha inversión resulta rentable a largo plazo, dado a su fácil aplicación y costos bajos de mantenimiento.

Palabras Clave: Homogenizar, motor, excentricidad.

Abstract

In Ecuador, paint is applied in different areas, ranging from the protection of structures to the remodeling of homes. Therefore, the aim is to design a paint homogenization equipment that allows mixing two or more dyes, thus avoiding rework. This equipment must consist of a motor that allows free longitudinal and transverse movement, and a manual system for adjusting the height of the container. For its analysis, a simulation with finite elements through ANSYS was applied, both structural and dynamic, prior to its modeling in SolidWorks. With which, it was obtained that the main material for its development was stainless steel. As a requirement, the use of a 2Hp Siemens motor was proposed, with a speed of 3000 rpm. Likewise, a method of adaptation of containers was carried out that allowed the use of containers with a maximum capacity of 5 gallons, without affecting the eccentricity of the equipment. In this way, the project is considered an advance in the paint industry by reducing the mixing time, as well as rework by obtaining a uniform mixture. Despite its price, this investment is profitable in the long term, given its easy application and low maintenance costs.

Keywords: Homogenize, motor, eccentricity.

Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	V
Simbología.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de planos.....	XI
Capítulo 1.....	1
1.2 Introducción.....	2
1.3 Descripción del Problema.....	2
1.4 Justificación del Problema.....	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.6 Marco teórico.....	4
1.6.1 Medidores de viscosidad.....	4
Capítulo 2.....	6
2.1 Metodología.....	7
2.1.1 Métodos.....	7
2.1.1.1 Método bibliográfico.....	7
2.1.1.2 Método cuantitativo.....	7
2.1.1.3 Método experimental.....	7
2.2 Proceso de diseño.....	7
2.3 Requerimientos del usuario.....	8

2.4	Alternativas de solución.	9
2.4.1	Eje de hélices.....	9
2.4.2	Mesa giratoria con gripper.	10
2.4.3	Eje de hélices y mesa giratoria.	11
2.4.4	Mezclador Giroscópico.	11
2.5	Matriz de decisión.....	11
2.5.1	Factores de influencia.....	11
2.5.2	Tabla de calificación.	12
2.5.3	Matriz de decisión de factores de influencia.	12
2.5.4	Matriz de decisión para la mejor alternativa.	13
2.6	Diseño de forma.....	15
2.7	Ecuaciones del diseño mecánico.	15
Capítulo 3	36
3.	Resultados y Análisis	37
Capítulo 4	40
4.	Conclusiones y recomendaciones	41
4.1	<i>Conclusiones</i>	41
4.2	<i>Recomendaciones</i>	42
Referencias bibliográficas	43
ANEXOS	44

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
RPM	Revoluciones por minuto
FCR	Fuerza centrífuga relativa

Simbología

mPa.s	miliPascal-segundo
mm	milimetro
V	Voltios
V _c	Velocidad de corte
D	Diámetro
Q	Flujo volumétrico
C	Flujo masico
V _e	Velocidad especifica
r	Radio
F	Fuerza
τ	Torque
J	Momento polar de inercia
G	Módulo de rigidez
Θ	Ángulo desplazado
k	Constante de proporcionalidad
W _n	Frecuencia natural

Índice de figuras

Figura 1. Medidor de viscosidad capilar.	4
Figura 2. Medidor de viscosidad de rotación.	5
Figura 3. Medidor de viscosidad Stabinger.....	5
Figura 4. Diagrama de flujo del diseño.	8
Figura 5. Sistema de mezclado por eje y hélices.....	9
Figura 6. Eje de mezcla central por pasador.	10
Figura 7. Eje de mezcla central con rosca izquierda.	10
Figura 8. Mesa giratoria y gripper.....	10
Figura 9. Eje de hélices y mesa giratoria.	11
Figura 10. Mezclador giroscópico.....	11
Figura 11. Sistemas de mordazas para calibrar altura.	15
Figura 12. Sistema de giroscopio	15
Figura 13. Motor SIEMENS.	15
Figura 14. Sistema de transmisión de potencia y movimiento principal.	16
Figura 15. Relación de engranes para reducción de velocidad a 90.	16
Figura 16. Transmisión potencia con poleas y banda.	17
Figura 17. Diagrama para cálculo de longitud de banda.	19
Figura 18. Banda en V tipo A	20
Figura 19. Base estructural principal del equipo.	21
Figura 20. Juntas en la estructura principal.	22
Figura 21. Análisis de la tensión axial y flexión de estructura.	22
Figura 22. Análisis de desplazamiento de la estructura.	22
Figura 23. Cálculo del factor de seguridad de estructura.	23
Figura 24. Transmisión de la potencia por engranes cónicos	24
Figura 25. Modelado del CLAM.....	25
Figura 26. Representación de la carga de $F=300N$	26
Figura 27. Análisis VON.....	26
Figura 28. Análisis por desplazamiento	27
Figura 29. Análisis para el factor de seguridad.	27
Figura 30. Bucket del equipo.	28
Figura 31. Juntas en el Bucket del equipo.....	29
Figura 32. Análisis de la tensión axial y flexión del bucket.	29

Figura 33. Análisis de desplazamiento del bucket.	29
Figura 34. Cálculo del factor de seguridad del bucket.	30
Figura 35. Cálculo del factor de seguridad del bucket.	32
Figura 36. Sistema de espárragos roscables de ½ in	32
Figura 37. Transmisión potencia de catalina para rodillo de carga.	33
Figura 38. Diagrama para cálculo de longitud de cadena de rodillo.	34
Figura 39. Cadena de rodillos en pasos	35
Figura 40. Modelado computacional del equipo para mezclar y homogeneizar pintura.	57

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de influencia	12
Tabla 2. Ponderaciones.	12
Tabla 3. Matriz de decisión de factores de influencia.....	12
Tabla 4. Matriz de alternativas respecto a funcionabilidad.....	13
Tabla 5. Matriz de alternativas respecto a las dimensiones del recipiente.....	13
Tabla 6. Matriz de alternativas respecto al sistema de transformación energética.	13
Tabla 7. Matriz de alternativas respecto a la ergonomía.....	13
Tabla 8. Matriz de alternativas respecto al sistema de transmisión.	14
Tabla 9. Matriz de alternativas respecto al costo.	14
Tabla 10. Tabla de prioridades.....	14
Tabla 11. Matriz de decisión.....	14
Tabla 12. Factores de servicios para bandas.	18
Tabla 13. Curva para tipo de bandas.	18
Tabla 14. Selección de catálogo GATES Hi Power Bandas en V Tipo A.....	20
Tabla 15. Propiedades del material ASTM A36.	21
Tabla 16. Selección de la transmisión por engrane cónico a 90°	23
Tabla 17. Selección de banda Gates Hi Power.....	25
Tabla 18. Propiedades del material AISI 316 para el clam.....	26
Tabla 19. Propiedades del material AISI 316 para bucket.....	28
Tabla 20. Serie de transportador-Rodillo de carga 2042/C2042.....	33
Tabla 21. Selección de catálogo de Rodalsa DIN 8187 - ISO 606	35
Tabla 22. Análisis de costos.....	38
Tabla 23. Análisis de PVP y rentabilidad	39
Tabla 24. Selección de viga.....	47
Tabla 25. Fuerza de reacción de vigas.	47
Tabla 26. Momentos de reacción de vigas.	48
Tabla 27. Fuerzas de cuerpo libre de vigas.	48
Tabla 28. Momentos de cuerpo libre de vigas.	48
Tabla 29. Fuerza de vigas.....	50
Tabla 30. Tensiones de viga.....	53
Tabla 31. Selección de estructura.....	56
Tabla 32. Fuerza de reacción de bucket.	56

Tabla 33. Momentos de reacción de bucket.	56
Tabla 34. Fuerzas de cuerpo libre de bucket.	56
Tabla 35. Momentos de cuerpo libre de bucket.	57

Índice de planos

Plano 1. Listado de partes del equipo.....	58
--	----

Capítulo 1.

1.2 Introducción.

El presente trabajo tiene como finalidad el rediseño de un equipo industrial que permita homogenizar las mezclas de pintura. Dicho equipo brinda soluciones de tinte automatizadas de alta calidad en aplicaciones industriales permitiendo agitar la pintura de forma eficiente para su aplicación. Por lo cual, se incrementa la funcionabilidad del equipo no solo en agitar la pintura, sino también en permitir el mezclado homogéneo de dos o más pinturas.

En la industria de pinturas, el equipo mencionado es aplicado en diferentes áreas tales como en mantenimiento, instalación, reparación, tintorería y entre otros las cuales requieren que la pintura tenga una masa homogénea y que los pigmentos de color se distribuyan de forma uniforme para garantizar que se adhieran a la superficie de forma eficiente. Con lo cual, en el contexto planteado se busca aumentar la rentabilidad del equipo mencionando, facilitando el proceso de mezclado de pintura y permitiendo que se adquieran mejores resultados al momento de aplicar la pintura.

1.3 Descripción del Problema.

Los equipos de mezclado han sido clave en las distintas áreas que se aplique pintura, ya sea a nivel industrial o doméstico. Ya que su mecanismo permite agitar la pintura de forma eficiente. Por otro lado, existe una baja eficiencia en el uso de dos o más pinturas para obtener un color uniforme. Dado que, este proceso se lo realiza generalmente de forma manual, siendo poco efectivo al momento de su aplicación. De esta manera, se presenta un nuevo objetivo que se puede lograr con el equipo mencionado rediseñando su modelo actual, para que a más de agitar la pintura permita homogenizar uno o más tintes de una forma rápida y eficiente.

No obstante, se deben considerar parámetros planteados por el cliente tales como la implementación de motores eléctricos que faciliten la homogenización. Así como, permitir que la pintura se añada de forma manual, para una capacidad máximo de recipientes de 5 galones, teniendo en cuenta la viscosidad de cada tinte, ya que, de esto dependerá las variables de operación, como los rpm, y método de transmisión mecánica, evitando las altas vibraciones que afecten la integridad del equipo. Lo cual se analiza mediante un análisis dinámico y estructural del equipo.

Para esto se deben considerar un diseño ergonómico que permita cumplir las normas UNE EN ISO 12944.

1.4 Justificación del Problema.

La razón fundamental para el rediseño de un equipo agitador para homogeneizar pintura química mediante motores nace de la necesidad de obtener un fácil, ágil proceso de preparación de la pintura para su aplicación tanto en industrias, como a nivel doméstico.

Un equipo diseñado específicamente para este propósito permitirá una mezcla eficiente y consistente, mejorando la eficacia de los procesos de pintura. Al lograr una mezcla uniforme desde el principio, se minimiza la necesidad de retrabajo o correcciones posteriores. Esto reduce el desperdicio de materiales y, por ende, los costos asociados, teniendo en cuenta que la manipulación manual de la pintura química puede ser peligrosa para los usuarios. Lo que da lugar a un equipo automatizado disminuye el riesgo de exposición a sustancias tóxicas y mejora las condiciones de trabajo. Las regulaciones ambientales y de seguridad exigen una gestión adecuada de los residuos químicos.

El equipo diseñado facilitará la correcta disposición de los componentes de la pintura. La homogeneización eficiente reduce el tiempo de producción y, por lo tanto, el consumo de energía. Esto contribuye a la sostenibilidad y ahorro de recursos.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo general.

Rediseñar un equipo para homogeneizar pintura química mediante el uso de motores que garantice la mezcla uniforme de los componentes de la pintura implementando conceptos de ingeniería mecánica y el uso de simulación computacional.

1.5.2 Objetivos específicos

Seleccionar un motor adecuado para el proceso de homogenización asegurando la máxima eficiencia posible y ahorro de recurso energéticos.

Implementar simulación computacional para generar planos CAD donde se visualicen los resultados del diseño.

Desarrollar un análisis dinámico y estático de dicho equipo por medio de un sistema computacional.

1.6 Marco teórico.

Las pinturas en la actualidad constituyen el método más adecuado para proteger materiales metálicos utilizados en las industrias. Los componentes fundamentales de una pintura son el material formador de película (aglutinante), pigmentos, aditivos y disolventes.

En Ecuador, la aplicación de pinturas es muy extensa en los sectores como la construcción, industrias, señalética de carreteras, obras civiles, automotriz y petróleos.

La preparación de pinturas en nuestro país está fuertemente posicionada por cinco tipos de pintura de acuerdo con sus componentes químicos.

- Vinílicas.
- Alquílicas.
- Esmaltes.
- Epóxicas.
- Catalizadas.

1.6.1 Medidores de viscosidad.

Son instrumentos que permiten determinar la resistencia de diferentes tipos de fluidos, existen diferentes medidores en función de la manera en que realizan la operación.

- **Medidores de viscosidad capilar:** es un medidor electrónico de tiempo para la determinación de la viscosidad absoluta y relativa. Se compone de un trípode para un viscosímetro y la unidad de medición electrónica, mostrado en la figura 1.



Figura 1. Medidor de viscosidad capilar.

- **Medidores de viscosidad de rotación:** El viscosímetro de rotación se usa especialmente para determinar la viscosidad en los sectores de la producción de pinturas, la cosmética, la industria farmacéutica, la fabricación de alimentos y la

industria química. Según el tipo de husillo puede medir la viscosidad hasta 240 000 000 mPa·s, se muestra en la figura 2.



Figura 2. Medidor de viscosidad de rotación.

- **Medidor de viscosidad Stabinger:** es bastante moderno ya que empezó a comercializarse este milenio. En realidad, se trata de un viscosímetro de rotación modificado. Se basa en utilizar un cilindro hueco más ligero que el líquido a analizar, por tanto, éste flota en el viscosímetro Stabinger debido a la fuerza centrífuga, mostrado en la figura 3.



Figura 3. Medidor de viscosidad Stabinger.

Capítulo 2

2.1 Metodología.

En este capítulo se detallan las herramientas que se toman en consideración para el diseño del proyecto. Abordan conceptos importantes en la aplicación y uso de la pintura, así como la funcionabilidad del equipo. Desde una fase inicial es importante detallar la idea fundamentada en la necesidad del cliente y las definiciones existentes que permitan un diseño factible. Una vez considerado los parámetros que se analizan, se avanza a la sección de diseño para garantizar la funcionabilidad del equipo, teniendo en cuenta mantener el diseño original que se plantea.

2.1.1 Métodos.

2.1.1.1 Método bibliográfico.

Este procedimiento tiene como finalidad recopilar datos que permitan el desarrollo del marco teórico planteado previamente. Donde se busca, obtener información pertinente respecto a las aplicaciones y consideraciones de la pintura, características importantes que se toman en consideración para el diseño de un equipo, tomando en cuenta varias fuentes de información e investigaciones realizadas previamente.

2.1.1.2 Método cuantitativo.

Permite el análisis estructural del diseño original para tomar en cuenta parámetros tales como las medidas, características a considerar para la formulación y creación de un equipo industrial que satisfaga las necesidades del cliente. Con la aplicación de un análisis cuantitativo se reduce el riesgo de tener una estructura no sólida que genere un diseño ingenieril poco rentable. Este método facilito el análisis y toma de decisiones claves en el desarrollo de un rentable proyecto en base a la maquinaria industrial planteada.

2.1.1.3 Método experimental.

Esta opción brinda una herramienta sustancial que permite el análisis de la estructura planteada, analizando cada uno de los diseños en consideración, generando distintos ambientes y especificaciones de diseño. Con las cuales se puede analizar el rendimiento del modelo simulando un entorno real, brindando así la confiabilidad requerida para garantizar la eficiencia y rentabilidad del diseño considerado como la opción más factible.

2.2 Proceso de diseño.

Para el desarrollo del producto de una forma eficiente se plantea un flujograma (Ilustración 4), donde se visualiza de manera organiza el proceso que se plantea de forma global el proceso a seguir, considerando puntos importantes en su desarrollo.

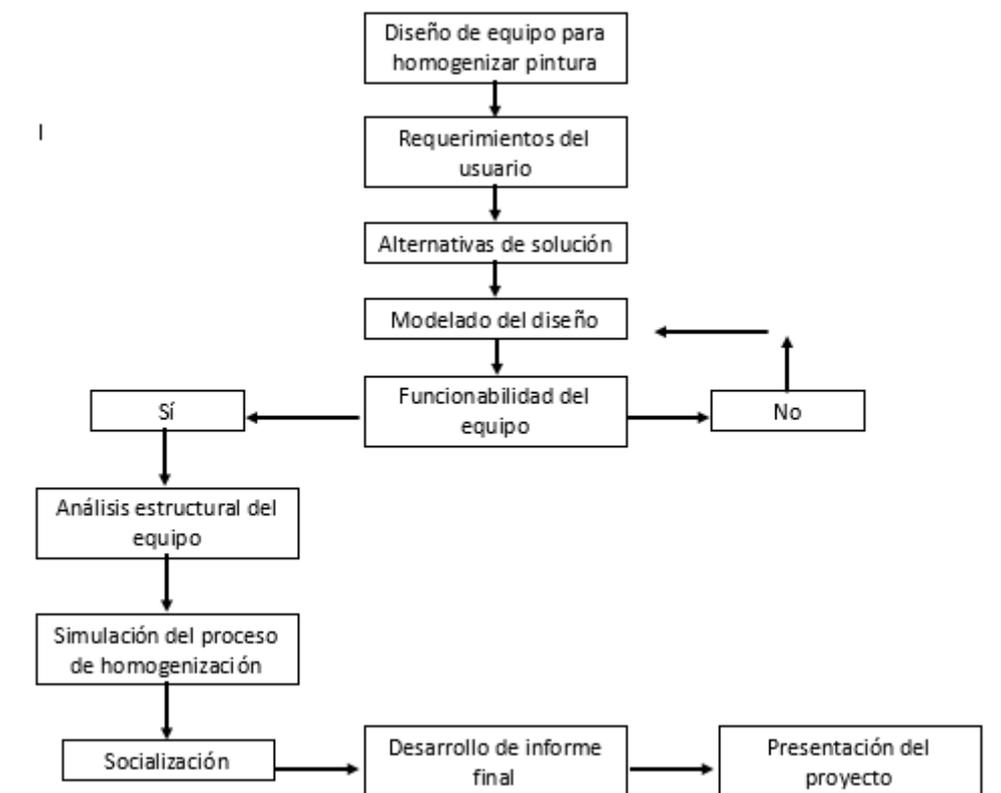


Figura 4. Diagrama de flujo del diseño.

Se establecen los requerimientos solicitados por el cliente, para poder generar alternativas de soluciones que engloben las necesidades del cliente planteando un diseño de producto, en el cual se considera su funcionabilidad. Seleccionando así el modelado más eficiente para realizar tanto el análisis estructural como su simulación en un entorno real para compartir así la idea de proyecto con el cliente. Dando por terminado la realización del proyecto.

2.3 Requerimientos del usuario.

En esta sección se consideran cada uno de los puntos establecidos por el cliente para buscar la solución más idónea a sus necesidades. Por lo cual, se debe plantear de forma específica los detalles que se soliciten y analizar los requerimientos del usuario.

- **Funcionabilidad:** Permitir que se añada de forma manual uno o más tintes que puedan ser mezclados de forma homogénea, dando mejores resultados al momento de su aplicación.
- **Dimensiones del recipiente:** El diseño debe adecuarse a recipientes cilíndricos de una capacidad máxima de 5 gal (307mm de diámetro y 377mm de alto).
- **Sistema de transformación de energía:** Se debe accionar mediante la aplicación de motores eléctricos, transformando la energía eléctrica en mecánica.

- **Sistema de transmisión:** La potencia generada por el motor se transmite mediante bandas y poleas, donde el primer sistema permite el giro longitudinal, por otro lado, el segundo permite un giro transversal.
- **Ergonomía:** El equipo debe considerar el sellado del recipiente de forma adecuada para evitar derrames en la pintura durante el proceso de homogenización.
- **Voltaje:** La máquina debe funcionar a 220V.

2.4 Alternativas de solución.

En esta sección se presentan cuatro propuestas de diseño que se adaptan a las necesidades requeridas por el cliente. De las cuales, las dos primeras propuestas mantienen un concepto diferente entre sí. Mientras que la tercera alternativa toma en consideración las dos primeras ideas para generar un sistema más factible. Sin embargo, se considera una cuarta alternativa que presenta un funcionamiento más industrial y automatizado.

De esta forma se plantea como el objetivo primordial la homogenización de la pintura ya sea uno o más tintes que se agreguen, con una capacidad máxima de recipientes de 5 L, mediante el uso de un sistema que sea accionado por un motor eléctrico con capacidad de operar con 220V.

2.4.1 Eje de hélices.

La alternativa permite mezclar grandes y pequeñas cantidades sin importar el porcentaje de viscosidad de la pintura. Esto es logrado gracias al motorreductor de potencia, y a la velocidad rotativa generada por el mismo, lo cual mantiene una posición vertical con un punto fijo en la parte superior del equipo (Figura 5). Esta opción permite aplicar distintos ejes que se pueden adaptar a los distintos tipos de recipientes que tengan una capacidad máxima de 5 L (Figura 6 y 7).



Figura 5. Sistema de mezclado por eje y hélices.

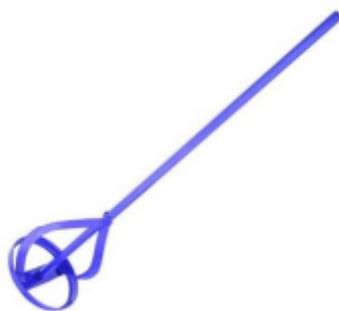


Figura 6. Eje de mezcla central por pasador.



Figura 7. Eje de mezcla central con rosca izquierda.

2.4.2 Mesa giratoria con gripper.

La alternativa que cumple con la necesidad de mezclado de manera parcial, ya que en el centro del recipiente la pintura no se mezcla en su totalidad, teniendo dificultad para mezclar pinturas muy viscosas. (Figura 8).



Figura 8. Mesa giratoria y gripper.

2.4.3 Eje de hélices y mesa giratoria.

Este sistema permite que por medio de la mesa giratoria el recipiente se revuelva la pintura que se encuentra en el recipiente, permitiendo que el eje de hélices situado de forma fija de manera vertical genere una mayor efectividad al mezclar la pintura. Cabe mencionar que el sentido de giro entre el eje y la mesa deben ser opuestos, para garantizar la homogenización de la pintura.

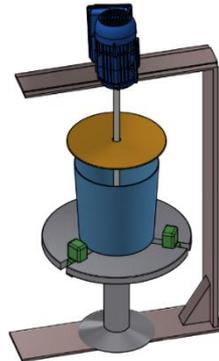


Figura 9. Eje de hélices y mesa giratoria.

2.4.4 Mezclador Giroscópico.

El mezclador giroscópico permite el giro longitudinal, y un giro transversal, obteniendo así una pintura homogénea, mostrado en la figura 10.

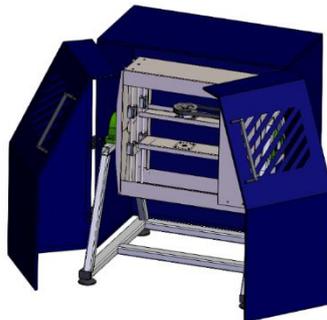


Figura 10. Mezclador giroscópico.

2.5 Matriz de decisión.

2.5.1 Factores de influencia.

A continuación, se plantean los criterios que se consideran al momento de la selección de la alternativa más factible al diseño del equipo. Para posteriormente tomar una mejor decisión teniendo una visión completa de su alcance.

Factor de influencia	Descripción
Funcionabilidad	Homogenizar la pintura.
Dimensiones del recipiente	Recipientes de 5 L.
Sistema de transformación energética	Aplicación de motores eléctricos.
Ergonomía	Evitar el derrame de pintura.
Sistema de transmisión	Funcionar a 220V.
Costo	Valor de adquirir piezas y añadir al modelo

Tabla 1. Factores de influencia

2.5.2 Tabla de calificación.

Se consideran valores en la escala del 1 al 3 para calificar los criterios que se presenten. A continuación, se presenta el detalle de cada valor (Tabla 2).

Rango	Valores
Calificación	1: Menos importante
	2: Importante
	3: Más importante

Tabla 2. Ponderaciones.

2.5.3 Matriz de decisión de factores de influencia.

A continuación, se determina el criterio de mayor importancia al momento de seleccionar la alternativa más rentable. De esta forma, se facilita el proceso de selección del diseño de maquina más eficiente considerando los puntos a tomar en consideración (Tabla 3).

	Funcionabilidad	Dimensiones del recipiente	Sistema de transformación energética	Ergonomía	Sistema de transmisión	Costo	Total	Ponderación
Funcionabilidad	-	3	2	3	2	1	11	0.22
Dimensiones del recipiente	3	-	1	1	2	1	8	0.15
Sistema de transformación energética	2	2	-	1	2	2	9	0.17
Ergonomía	3	2	1	-	1	1	8	0.15
Sistema de transmisión	2	2	2	1	-	2	9	0.17
Costo	1	1	2	1	2	-	7	0.14
Total							52	1

Tabla 3. Matriz de decisión de factores de influencia.

De este modo, se obtienen que el factor más importante a considerar es la funcionabilidad, seguido del sistema de transformación energética y sistema de transmisión.

2.5.4 Matriz de decisión para la mejor alternativa.

A continuación, se analizan las alternativas planteadas mediante los factores de influencia considerados, para garantizar una mejor selección en la propuesta seleccionada.

Funcionabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	2	1	0	3	0.17
Alternativa 2	1	-	1	0	2	0.11
Alternativa 3	2	2	-	1	5	0.28
Alternativa 4	3	3	2	-	8	0.44
Total					18	1
Alternativa 4 > Alternativa 3 > Alternativa 1 > Alternativa 2						

Tabla 4. Matriz de alternativas respecto a funcionabilidad.

Dimensiones del recipiente	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	1	1	1	3	0.15
Alternativa 2	1	-	1	1	3	0.15
Alternativa 3	2	2	-	1	5	0.25
Alternativa 4	3	3	3	-	9	0.45
Total					20	1
Alternativa 4 > Alternativa 3 > Alternativa 1 = Alternativa 2						

Tabla 5. Matriz de alternativas respecto a las dimensiones del recipiente.

Sistema de transformación energética	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	2	1	1	4	0.17
Alternativa 2	1	-	1	1	3	0.13
Alternativa 3	3	3	-	1	7	0.31
Alternativa 4	3	3	3	-	9	0.39
Total					23	1
Alternativa 4 > Alternativa 3 > Alternativa 1 > Alternativa 2						

Tabla 6. Matriz de alternativas respecto al sistema de transformación energética.

Ergonomía	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	3	2	1	6	0.25
Alternativa 2	1	-	1	1	3	0.13
Alternativa 3	3	3	-	1	6	0.25
Alternativa 4	3	3	3	-	9	0.37
Total					24	1
Alternativa 4 > Alternativa 3 = Alternativa 1 > Alternativa 2						

Tabla 7. Matriz de alternativas respecto a la ergonomía.

Sistema de transmisión	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	1	1	1	3	0.12
Alternativa 2	3	-	1	1	5	0.20
Alternativa 3	3	3	-	2	8	0.32
Alternativa 4	3	3	3	-	9	0.36
Total					25	1
Alternativa 4 > Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1						

Tabla 8. Matriz de alternativas respecto al sistema de transmisión.

Costo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Sumatoria	Ponderación
Alternativa 1	-	3	3	3	9	0.36
Alternativa 2	2	-	2	3	7	0.28
Alternativa 3	1	1	-	3	5	0.20
Alternativa 4	1	1	2	-	4	0.16
Total					25	1
Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3 > Alternativa 4						

Tabla 9. Matriz de alternativas respecto al costo.

	Funcionabilidad	Dimensiones del recipiente	Sistema de transformación energética	Ergonomía	Sistema de transmisión	Costo	Total	Prioridad
Alternativa 1	0.17 x 0.22	0.15 x 0.15	0.17 x 0.17	0.25 x 0.15	0.12 x 0.17	0.36 x 0.14	0.197	3
Alternativa 2	0.11 x 0.22	0.15 x 0.15	0.13 x 0.17	0.13 x 0.15	0.20 x 0.17	0.28 x 0.14	0.162	4
Alternativa 3	0.28 x 0.22	0.25 x 0.15	0.31 x 0.17	0.25 x 0.15	0.32 x 0.17	0.20 x 0.14	0.272	2
Alternativa 4	0.44 x 0.22	0.45 x 0.15	0.39 x 0.17	0.37 x 0.15	0.36 x 0.17	0.16 x 0.14	0.370	1

Tabla 10. Tabla de prioridades.

	<i>Eficiencia de Mezclado</i>	<i>Seguridad</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Costo</i>	<i>Total</i>
<i>Alternativa 1</i>	8	7	6	8	29
<i>Alternativa 2</i>	7	6	7	8	28
<i>Alternativa 3</i>	7	7	4	7	25
<i>Alternativa 4</i>	9	7	8	7	31

Tabla 11. Matriz de decisión.

2.6 Diseño de forma.

El diseño de forma de la maquina se presenta en la figura 7, donde se puede visualizar la forma en la cual va a ir adherido al diseño original del producto planteado.



Figura 12. Sistema de giroscopio



Figura 11. Sistemas de mordazas para calibrar altura.

2.7 Ecuaciones del diseño mecánico.

Ecuaciones para la transmisión de potencia eléctrica.

Se escoge un motor de SIEMENS, de acuerdo con sus años en el mercado.

Para esto, lo recomendable es tener un equipo con EI3 garantizando su eficiencia energética (85% a 90%).



Figura 13. Motor SIEMENS.

Motor eléctrico Trifásico Carcasa de aluminio IP55.

Potencia: 2 Hp.

Velocidad:3000rpm.

Polos: 2.

Marca: SIEMENS.

Tipo: IMB3.

Factor de servicio: 1,1/10%.

Potencia: 1,5kW/2CV.

Tamaño del motor: 90.

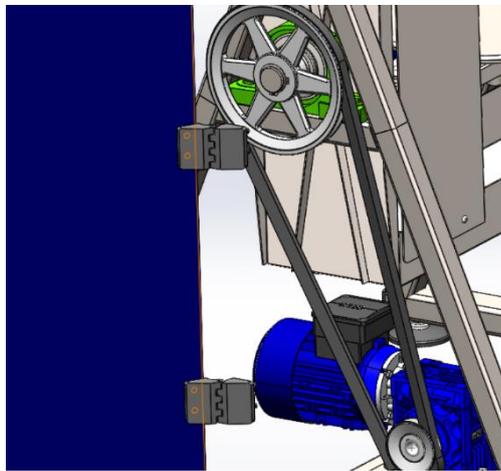


Figura 14. Sistema de transmisión de potencia y movimiento principal.

Ecuaciones para la transmisión del motor a motor reductor.

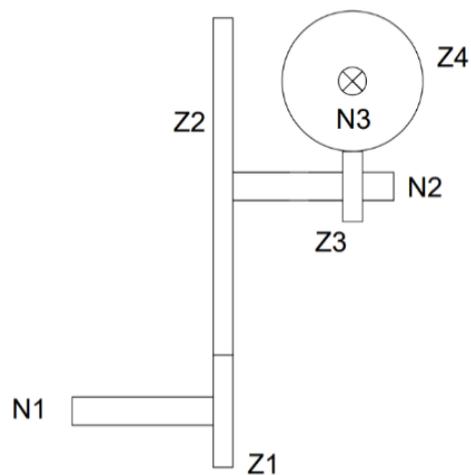


Figura 15. Relación de engranes para reducción de velocidad a 90.

Relación transmisión de engranes.

$$N1 * Z1 = N2 * Z2$$

N= Número de rpm

Z= Número de dientes

$$3000rpm * 40 = N2 * 120$$

$$N2 = 1000 rpm$$

Relación transmisión de engranes del árbol 2 a 90.

$$N2 * Z3 = N3 * Z4$$

N= Número de rpm

Z= Número de dientes

$$1000rpm * 25 = N3 * 50$$

$$N3 = 500 rpm$$

Par de torque en el motor reductor.

$$T = \frac{HP * 716}{rpm} \cong$$

$$T = 548Nm$$

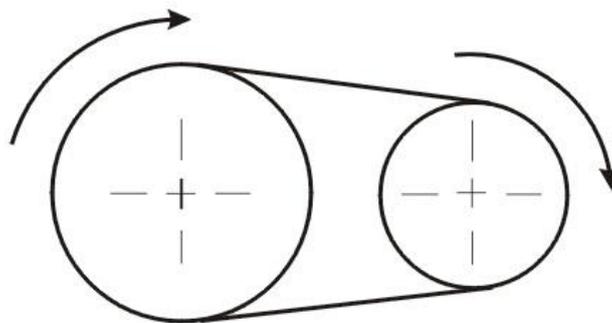
Relación transmisión de poleas con banda.

Figura 16. Transmisión potencia con poleas y banda.

N= Número de rpm

D=Diámetro de polea

Tipo A (Hierro Fundido)

D1=4,7in=119,38mm

D2=8in=203,2mm

Distancia entre ejes=550mm

$$N3 * D1 = N4 * D2$$

$$500rpm * 4,7in = N4 * 8in$$

$$N4 = 293,75 rpm$$

Número y largo de Banda.

Para el tipo de bandas, se selección según a las características del motor.

FACTORES DE SERVICIOS TÍPICOS						
TIPOS DE MÁQUINAS DE TRANSMISIÓN	TIPOS DE UNIDADES MOTRICES					
Los tipos de máquinas impulsadas aquí listadas son solo una muestra representativa. Seleccione el equipo que se aproxime más a su aplicación. SI SE UTILIZAN RUEDAS LOCAS, AÑADA LO SIGUIENTE AL FACTOR DESERVICIO: Rueda Loca en el lado suelto (adentro) Ninguno Rueda Loca en el lado suelto (afuera) 0.1 Rueda Loca en el lado apretado (adentro) 0.1 Rueda Loca en el lado apretado (afuera) 0.2	MOTORES ELÉCTRICOS: AC Torque Normal Jaula de Ardilla y Síncrono AC Fase Dividida DC Devanado en Derivación Motores de Combustión Interna			MOTORES ELÉCTRICOS: AC Alto Torque AC Hi-Fase Dividida AC Repulsión-Inducción AC Monofásico Devanado en Serie AC Anillo de Deslizamiento DC Devanado Compuesto		
	SERVICIO INTERMITENTE	SERVICIO NORMAL	SERVICIO CONTINUO	SERVICIO INTERMITENTE	SERVICIO NORMAL	SERVICIO CONTINUO
Agitadores para Líquidos Sopladores y Aspiradoras Bombas centrífugas y Compresoras Ventiladores hasta 10 HP Transportadores de Trabajo Ligero	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3

Tabla 12. Factores de servicios para bandas.

Motor eléctrico AC

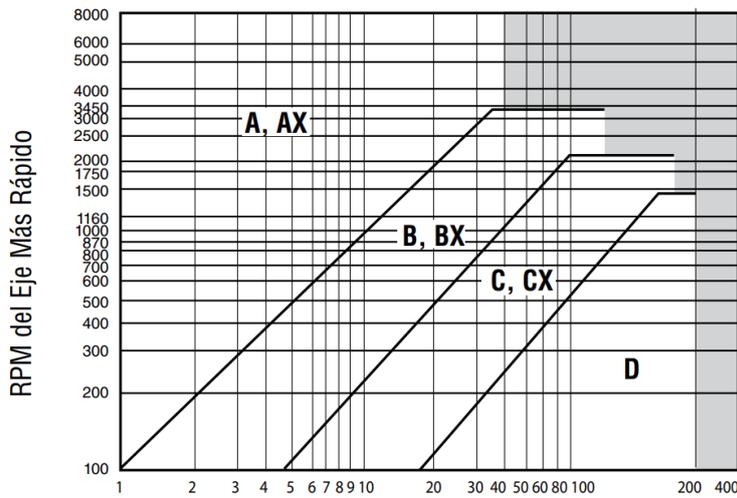
Factor de servicio Continuo: 1.2

Transportador de trabajo ligero

Potencia de diseño.

$$P = HP * factor\ servicio$$

$$P = 2 * 1.2 = 2.4$$



Potencia de Diseño (HP x Factor de Servicio)

Tabla 13. Curva para tipo de bandas.

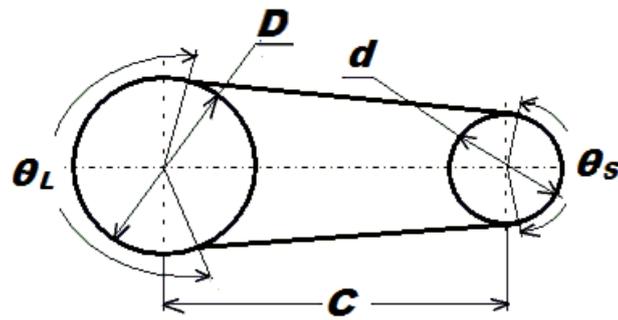


Figura 17. Diagrama para cálculo de longitud de banda.

L=Longitud de banda

C=Distancia entre ejes

D=Diámetro mayor

d=diámetro menor

$$\theta_S = \pi - 2 \sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right)$$

$$\theta_S = \pi - 2 \sin^{-1}\left(\frac{8-4,7}{2 * 21,6535}\right) = \pi - 8,7403666^\circ$$

$$\theta_L = \pi + 2 \sin^{-1}\left(\frac{D-d}{2C}\right)$$

$$\theta_L = \pi + 2 \sin^{-1}\left(\frac{8-4,7}{2 * 21,6535}\right) = \pi + 8,7403666^\circ$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D-d)^2} + 1/2(D\theta_L + d\theta_S)$$

$$L = \sqrt{4(21,6535)^2 - (8-4,7)^2} + 1/2(8(188,74) + 4,7(171,26)) =$$

$$L = 63,38 \text{ in}$$

Se selecciona la banda tipo A, de:

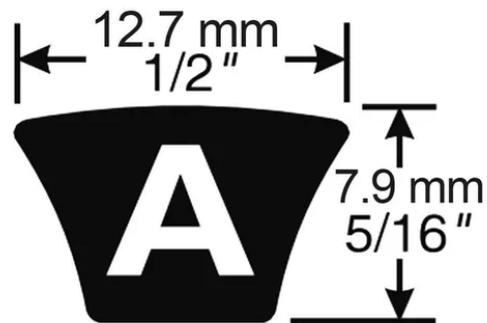


Figura 18. Banda en V tipo A

Ancho de cara: 1/2 in

Altura de banda: 5/16 in

De acuerdo con el proveedor de **GATES Hi Power**, bandas industriales, se tiene:

Tipo: Banda en V

Modelo: A61

Largo: 63 in

Peso: 0,47lb.

Desc.	Código	Long. (pulg)	Peso (Lbs)
A51	91122051	53	0.42
A52	91122052	54	0.43
A53	91122053	55	0.43
A54	91122054	56	0.44
A55	91122055	57	0.44
A56	91122056	58	0.45
A57	91122057	59	0.45
A58	91122058	60	0.45
A59	91122059	61	0.46
A60	91122060	62	0.46
A61	91122061	63	0.47
A62	91122062	64	0.47
A63	91122063	65	0.47
A64	91122064	66	0.48
A65	91122065	67	0.48

Tabla 14. Selección de catálogo GATES Hi Power Bandas en V Tipo A

Cálculos para la estructura.

Se establecen los siguientes parámetros relacionados con el material:

Norma: NTE INEN 2415

Calidad: ASTM A36

Acabado: Acero negro y galvanizado rectangular

Largo Normal: 6.00m

Dimensiones: Desde 12.00mm a 50.00mm

Espesor: Desde 0,80mm a 1,50mm

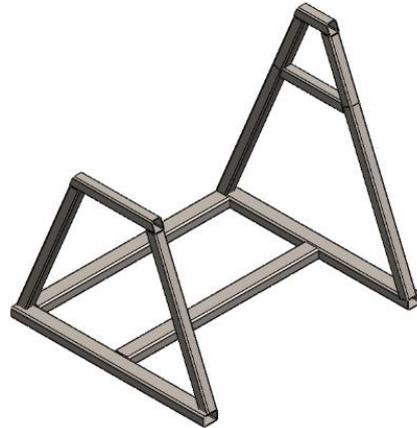


Figura 19. Base estructural principal del equipo.

Por otro lado, se presenta una tabla en donde se muestra las propiedades del material:

Propiedades del material	
Nombre	ASTM A36 Acero
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal
Límite elástico	2,5e+08 N/m ²
Límite de tracción	4e+08 N/m ²
Modulo elástico	2e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson	0,26
Densidad	7.850 kg/m ³
Modulo cortante	7,93e+10 N/m ²

Tabla 15. Propiedades del material ASTM A36.

Se realizó un análisis de juntas, en donde se obtiene 6 en total, mostrado en la figura 14.

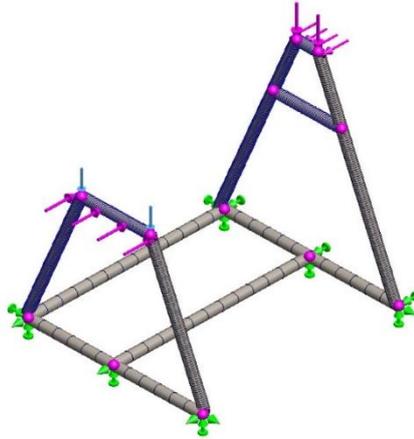


Figura 20. Juntas en la estructura principal.

Ahora, se obtiene el análisis de la tensión axial y flexión.

Se obtiene un máximo de 198, 770 MPa, mostrado en la figura 15.

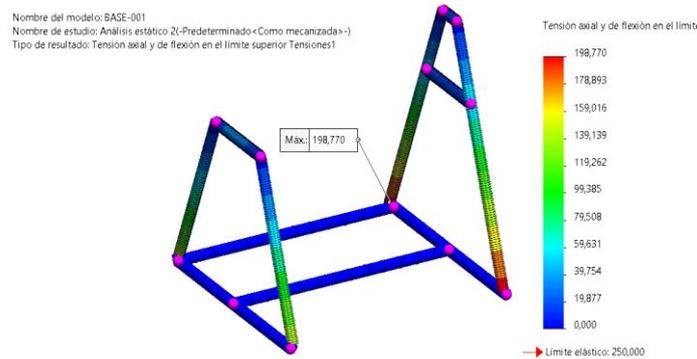


Figura 21. Análisis de la tensión axial y flexión de estructura.

Para saber la distancia de desplazamiento de la estructura, se aplicará una fuerza 1960N para proceder a su análisis respectivo.

En donde se obtiene un desplazamiento de 1,2281mm.

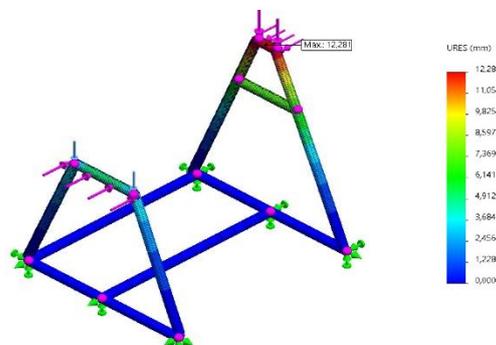


Figura 22. Análisis de desplazamiento de la estructura.

Una vez realizado los análisis de fallas, en estructuras siempre debe existir un factor de seguridad, el cual se lo obtiene la simulación computacional.

Dádonos como resultado un mínimo de 1,258 y un máximo de 1,998

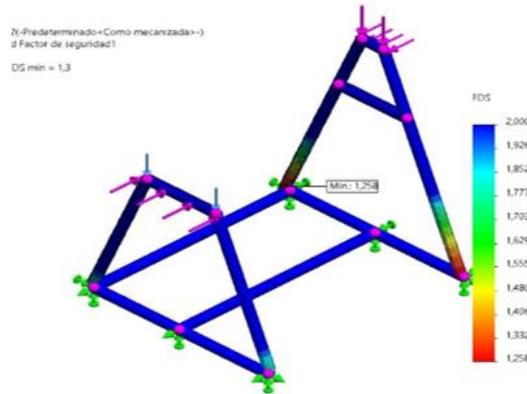


Figura 23. Cálculo del factor de seguridad de estructura.

Selección de engranes

Aquí se analiza los engranes cónicos, los que se categorizar según el ancho de sus dientes, su cara o el paso central. Algunos tipos de engranajes cónicos tienen la capacidad de transmitir pares de torsión muy altos, por lo que se emplean con frecuencia en la industria.

Aunque están diseñados para trabajar a velocidades más elevadas, su vibración suele ser mínima debido al extenso control del contacto entre los dientes.

Para ello, se hace uso de la tabla engranes cónicos, mostrada en tabla 16.

Paso	Número de Dientes	Número de Parte	Diámetro		Cara (pulg)	Barreno (Pulg.)		Montaje (pulg.)	Maza (Pulg.)		Peso Aprox. (lb)
			Paso	Exterior		Diámetro	Largo		Diámetro	Proy.	
Paso 3	30	B330-2	10.00	10.19	1.87	1-1/4	3-19/32	5-1/2	5	2	32.8
	15	B315-2	5.00	5.80	1.87	1-1/8	4-1/32	7-1/4	3-3/4	1-15/16	13.4
Paso 4	32	B432-2	8.00	8.10	1.40	1-1/8	2-11/16	4-1/4	3-3/4	1-9/16	14.7
	16	B416-2	4.00	4.60	1.40	1-1/8	3-11/32	6	3-1/4	1-13/16	7.5
	42	B442-3	10.50	10.59	1.42	1-1/8	2-11/16	4	3-3/4	1-1/2	20.5
	14	B414-3	3.50	4.17	1.42	1-1/8	3-27/64	7-1/4	3-1/4	1-15/16	6.8
	56	B456-4	14.00	14.07	1.69	1-1/4	2-7/8	4-1/4	4-1/4	1-5/8	37.8
	14	B414-4	3.50	4.20	1.69	1-1/8	3-45/64	9	3-1/4	1-15/16	7.6
Paso 5	30	B530-2	6.00	6.12	1.04	1-1/8	2-1/4	3-1/2	3-1/4	1-3/8	8.6
	15	B515-2	3.00	3.48	1.04	1	2-25/64	4-3/8	2-5/8	1-9/32	3.1
	45	B545-3	9.00	9.07	1.31	1-1/4	2-1/2	3-3/4	3-3/4	1-11/16	14.6
	15	B515-3	3.00	3.54	1.31	1	2-11/16	5-7/8	2-5/8	1-5/16	3.6
	60	B560-4	12.00	12.05	1.70	1-1/4	2-5/8	3-3/4	4	1-9/16	23.2
	15	B515-4	3.00	3.56	1.70	1	3-13/64	7-1/2	3	1-7/16	5.0

Tabla 16. Selección de la transmisión por engrane cónico a 90°

Una vez establecido el paso 3 con 30 dientes Z, se procede a hacer el cálculo de transmisión de potencia mecánica, y Z=15 dientes, desde este hacia los platos, por medio de banda/polea.

Transmisión de potencia eléctrica a mecánica (Engranajes/Polea)



Figura 24. Transmisión de la potencia por engranes cónicos

Relación transmisión de poleas con banda.

Z_s = Número de dientes

D_s =Diámetro de polea

Polea Tipo A (Hierro Fundido)

Z_{s1} =30 dientes

Z_{s2} =15 dientes

Distancia entre ejes=550mm

$$N_{s1} * Z_{s1} = N_{s2} * Z_{s2}$$

$$293,7rpm * 30 = N_{s2} * 15$$

$$N_4 = 587,4 rpm$$

La velocidad que recibe en la polea D_{s1} de ajuste es 587,4rpm

$$N_{s1} * D_{s1} = N_{s2} * D_{s2}$$

$$587,4rpm * 2,4in = N_{s2} * 3,7in$$

$$N_4 = 381,016 rpm$$

La velocidad que recibe en los platos de ajuste es 381,02rpm

Adicional, se aplica un soporte en L, con la finalidad de mejorar el ajuste y conservar la eficiencia en la transmisión.

Cálculo de selección de banda (Transmisión por polea)

Se calcula la longitud de polea:

$$L = \sqrt{4C^2 - (D - d)^2} + 1/2(D\theta_L + d\theta_S)$$

$$L = \sqrt{4(8890)^2 - (3,7 - 2,4)^2} + 1/2(3,7(\theta_L) + 2,4(\theta_S)) =$$

$$L = 37,17 \text{ in}$$

Desc.	Código	Long. (pulg)	Peso (Lbs)
A16	91120016	18	0.138
A17	91120017	19	0.142
A18	91120018	20	0.146
A19	91120019	21	0.15
A20	91120020	22	0.154
A21	91120021	23	0.158
A22	91120022	24	0.162
A23	91120023	25	0.17
A24	91122024	26	0.17
A25	91122025	27	0.18
A26	91122026	28	0.19
A27	91122027	29	0.20
A28	91122028	30	0.21
A29	91122029	31	0.22
A30	91122030	32	0.23
A31	91122031	33	0.24
A32	91122032	34	0.25
A33	91122033	35	0.26
A34	91122034	36	0.27
A35	91122035	37	0.28

Tabla 17. Selección de banda Gates Hi Power

La banda A37, es la seleccionada.

Cálculos para el CLAM.

Se establecen los siguientes parámetros relacionados con el material:

Norma: NTE INEN 2415

Calidad: AISI 316

Acabado: Acero inoxidable

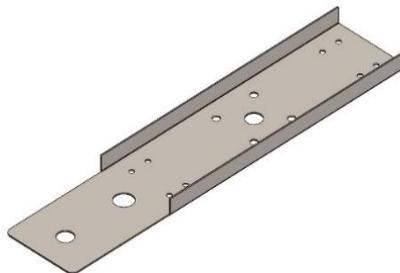


Figura 25. Modelado del CLAM.

Por otro lado, se presenta una tabla en donde se muestra las propiedades del material:

Propiedades del material	
Nombre	AISI 316 Acero Inoxidable SS
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal
Límite elástico	1,723e+08 N/m ²
Límite de tracción	5,8e+08 N/m ²
Modulo elástico	1,93e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson	0,27
Densidad	8.000 kg/m ³
Modulo cortante	1,6e-05 N/m ²

Tabla 18. Propiedades del material AISI 316 para el clam.

Un análisis de cargas, en donde se aplica una fuerza distribuida de 300N, mostrado en la figura 19

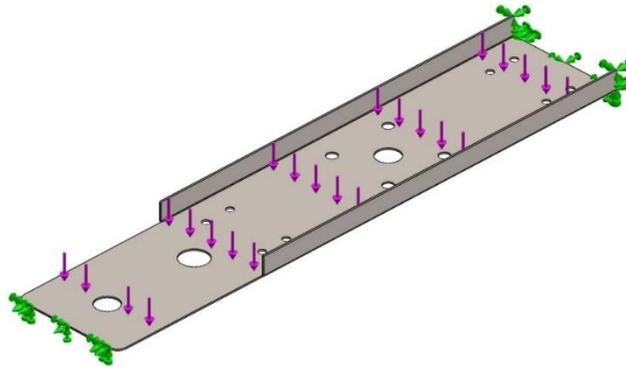


Figura 26. Representación de la carga de $F=300N$.

A continuación, se muestra el respectivo análisis por tensión de Von Mises, figura 20.

Mín. 0,393N/mm² MPa

Máx. 84,563N/mm² MP

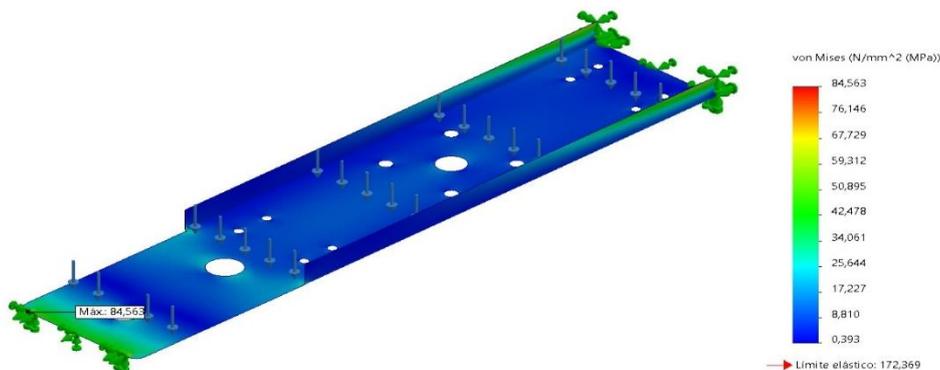


Figura 27. Análisis VON.

Análisis estático por desplazamiento, mostrado en la figura 21.

Mínimo: 0,000mm

Máximo: 0,854mm

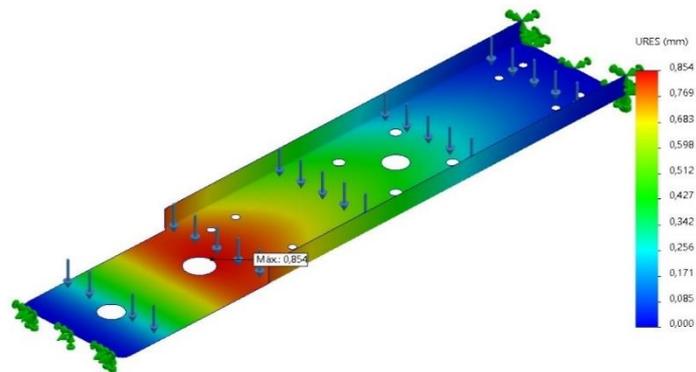


Figura 28. Análisis por desplazamiento

Con la fuerza de 300 N, se presenta el factor de seguridad de 1,989, en la figura 22.

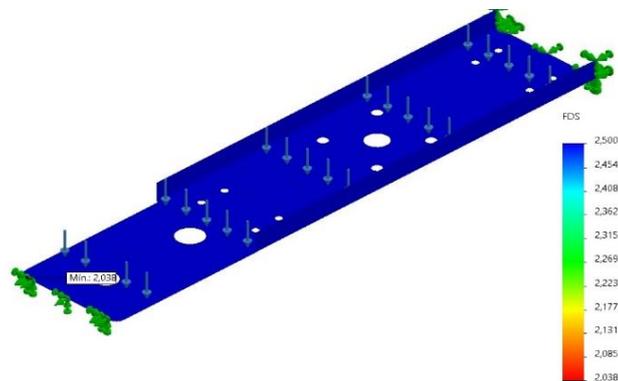


Figura 29. Análisis para el factor de seguridad.

Cálculos para el bucket.

Norma: NTE INEN 2415

Calidad: AISI 316

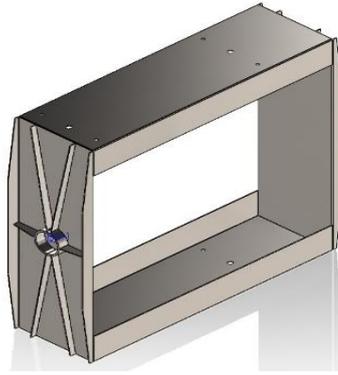


Figura 30. Bucket del equipo.

Nombre:	AISI 316 Chapa de acero inoxidable (SS)
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Límite elástico:	1,72369e+08 N/m²
Límite de tracción:	5,8e+08 N/m²
Módulo elástico:	1,93e+11 N/m²
Coefficiente de Poisson:	0,27
Densidad:	8.000 kg/m³
Coefficiente de dilatación térmica:	1,6e-05 /Kelvin

Tabla 19. Propiedades del material AISI 316 para bucket.

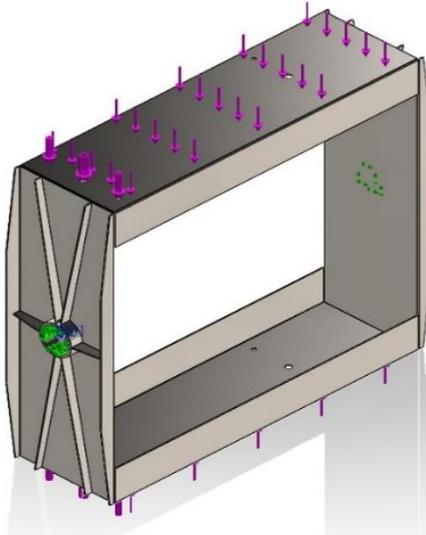


Figura 31. Juntas en el Bucket del equipo.

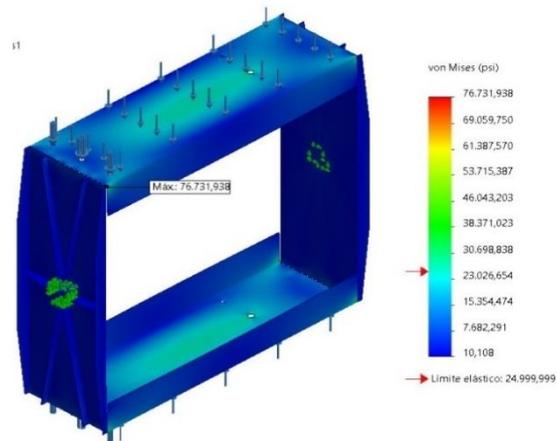


Figura 32. Análisis de la tensión axial y flexión del bucket.

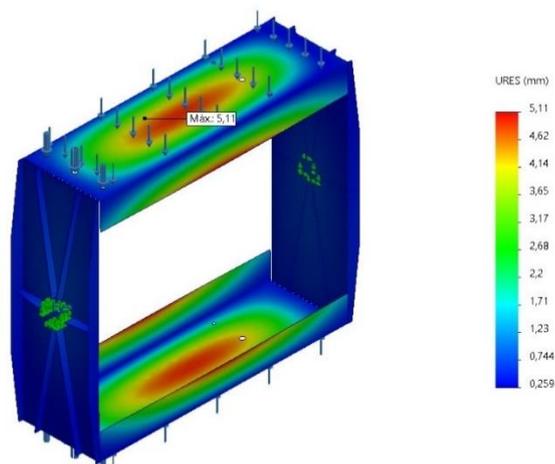


Figura 33. Análisis de desplazamiento del bucket.

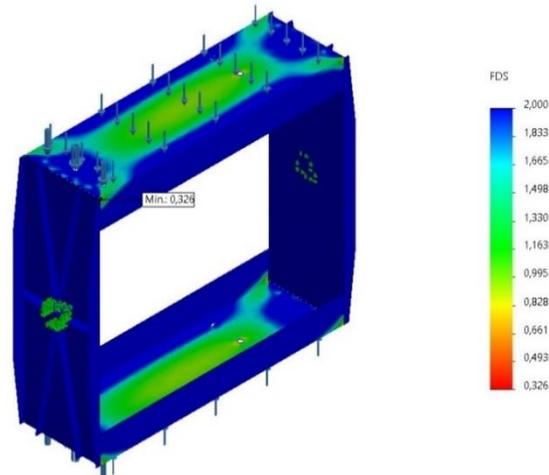


Figura 34. Cálculo del factor de seguridad del bucket.

d=Distancia brazo de palanca=250mm

M=masa=10kg

F=Fuerza aplicada

$$F = m * g$$

$$F = 10kg * 9,81m/s^2$$

$$F = 98,1 N$$

Torque.

$$\tau = F * d$$

$$\tau = 98,1N * 0,250m$$

$$\tau = 24,52Nm$$

Si la barra es elástica, cualquier movimiento angular del disco provocará un momento que se opondrá al movimiento es:

J=Momento polar de inercia de área del disco

$$J = \frac{\pi R^4}{4}$$

$$J = \frac{\pi(0,5m)^4}{4} = 0,049 m^4$$

G=Módulo de rigidez del material

$$G = 206Gpa = 206 * 10^6 N/m^2$$

L=longitud de la flecha

$$L = 0,25m$$

Θ =ángulo desplazado

$$M = \frac{JG\theta}{l} = \frac{(0,049m^4) * \left(206 * \frac{10^6 N}{m^2}\right) * 2\pi rad}{0,25m} = 253,69 * 10^6 Nm$$

El momento es proporcional al ángulo θ , y la constante de proporcionalidad la definimos como

$$k = \frac{M}{\theta} = \frac{JG}{l} = \frac{0,049m^4 * \left(206 * \frac{10^6 N}{m^2}\right)}{0,25m} = 40,37 * 10^6 Nm/rad$$

La constante de proporcionalidad (K), está dado en Nm/radian. Ahora utilizando las leyes de Newton, sumamos los momentos torsionales alrededor del eje para obtener una ecuación diferencial y así obtener la frecuencia natural del sistema.

$$\sum M_o = I_o * \theta''$$

$$\theta'' + \frac{k}{I_o} \theta = 0$$

Esta ecuación es similar a la ecuación diferencial del movimiento armónico, entonces deducimos que la frecuencia natural del sistema es:

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{I_o}}$$

Vibración no amortiguada.

$$\ddot{x} + w_n x^2 = 0$$

Frecuencia natural [rad/s]

$$w_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40,37 * 10^6 Nm/rad}{5 kg}} = 8985,54 rad/s$$

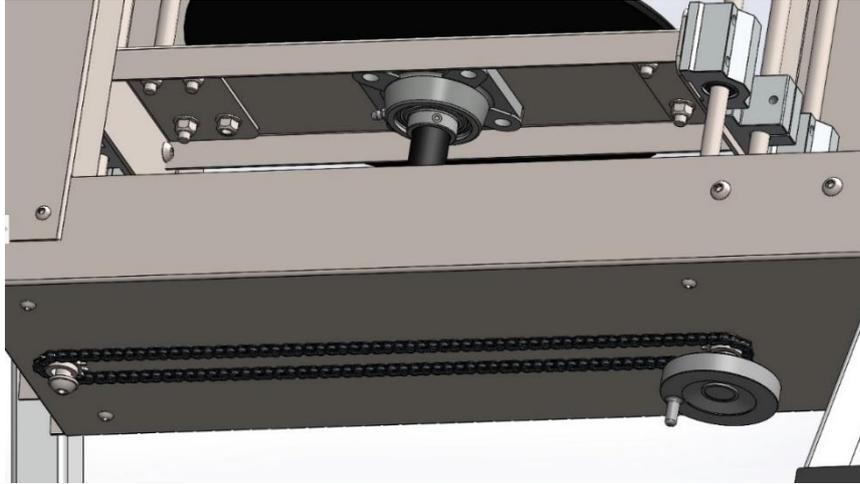


Figura 35. Cálculo del factor de seguridad del bucket.

Para realizar el ajuste de altura, se lo realiza de forma manual, ya que, de acuerdo con las dimensiones del recipiente a trabajar, se aplicará una fuerza de ajuste diferente.

Para poder calibrar la altura, se utiliza espárragos de $\frac{1}{2}$ in en acero inoxidable acompañado de un sistema de soporte-tuerca, el cual se ajusta al clam, logrando así desplazar este plano de manera ascendente y descendente, según el requerimiento del usuario.



Figura 36. Sistema de espárragos roscables de $\frac{1}{2}$ in

Relación transmisión de catalina y cadena de rodillos.

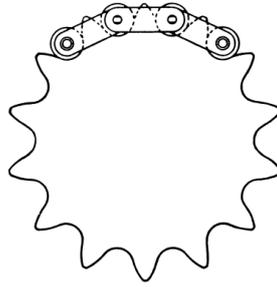


Figura 37. Transmisión potencia de catalina para rodillo de carga.

N= Número de rpm

D=Diámetro de polea

Tipo catalina (Hierro Fundido)

DE1=catalina 4,600 in

DE2=catalina 8,240 in

Distancia entre ejes=550mm

$$N3 * D1 = N4 * D2$$

$$500rpm * 4,6in = N4 * 8,240in$$

$$N4 = 279,13 rpm$$

Número y selección del transportador.

Para el tipo de catalina, se selección según a las características de la tabla 12.

No. de Dientes Reales	Diámetro Exterior	Diámetro de Paso	Número de Parte	Tipo	Barreno		Maza		Peso Total	Tipo	Número de Parte	Barreno Piloto	Peso Aprox. (lb)
					Piloto	Máx.	Diámetro	Largo Total					
8	3.010	2.613	2042B8	B	5/8	1-9/32	1-7/8	7/8	0.72	—	—	—	—
9	3.350	2.924	2042B9	B	5/8	1-15/32	2-7/32	7/8	1.02	—	—	—	—
10	3.680	3.236	2042B10	B	5/8	1-3/4	2-35/64	1	1.50	—	—	—	—
11	4.000	3.549	2042B11	B	5/8	1-7/8	2-5/8	1	1.68	—	—	—	—
12	4.330	3.864	2042B12	B	5/8	2-1/4	3-1/16	1	2.22	—	—	—	—
13	4.660	4.179	2042B13	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	2.56	—	—	—	—
14	4.980	4.494	2042B14	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	2.72	—	—	—	—
15	5.300	4.810	2042B15	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	2.90	—	—	—	—
16	5.630	5.126	2042B16	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	3.10	A	2042A16	19/32	1.38
17	5.950	5.442	2042B17	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	3.40	A	2042A17	19/32	1.66
18	6.270	5.759	2042B18	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	3.56	A	2042A18	19/32	1.88
19	6.590	6.076	2042B19	B	5/8	2-1/4	3-1/4	1	3.72	A	2042A19	19/32	2.06
20	6.910	6.392	2042B20	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	4.72	A	2042A20	23/32	2.40
21	7.240	6.710	2042B21	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	4.84	A	2042A21	23/32	2.62
22	7.560	7.027	2042B22	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	5.18	A	2042A22	23/32	2.88
23	7.880	7.344	2042B23	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	5.04	A	2042A23	23/32	3.14
24	8.200	7.661	2042B24	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	5.58	A	2042A24	23/32	3.22
25	8.520	7.979	2042B25	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	5.96	A	2042A25	23/32	3.50
26	8.840	8.296	2042B26	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	6.22	A	2042A26	23/32	3.74
28	9.480	8.931	2042B28	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	6.78	A	2042A28	23/32	4.76
30	10.110	9.567	2042B30	B	3/4	2-3/8	3-1/2	1-1/8	7.56	A	2042A30	23/32	5.08

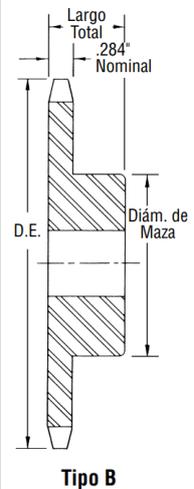


Tabla 20. Serie de transportador-Rodillo de carga 2042/C2042

Catalina motrizNúmero de dientes: $Z=13$ Diámetro externo: $DE=4,6in$ **Catalina conducida**Número de dientes: $Z18,$ Diámetro externo: DE

Motor eléctrico AC

Factor de servicio Continuo: 1.2

Transportador de trabajo ligero

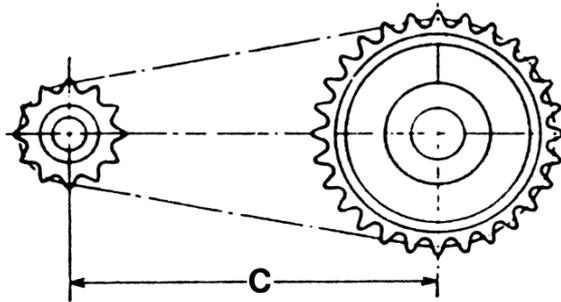


Figura 38. Diagrama para cálculo de longitud de cadena de rodillo.

L =Longitud de cadena en pasos

C =Distancia entre ejes

N =Número de dientes Sprocket mayor

d =Número de dientes Sprocket menor

$$L = 2C + \frac{N + n}{2} + \frac{0.1013(N - n)^2}{4C}$$

$$L = 63,38 \text{ in}$$

Se selecciona la cadena de rodillos, de:

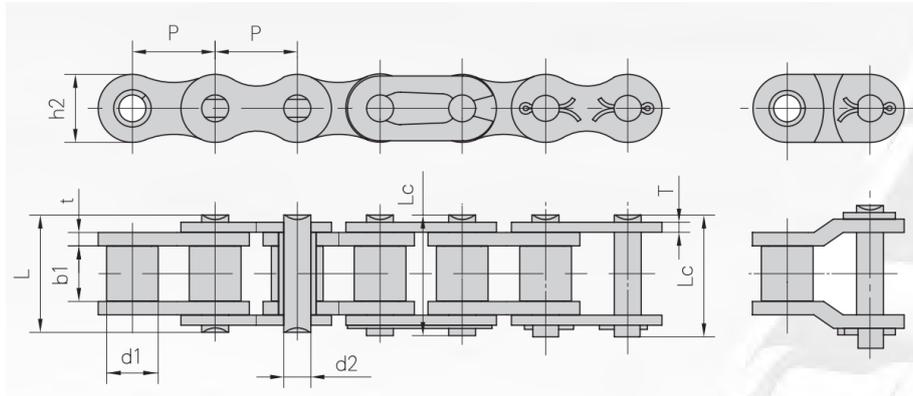


Figura 39. Cadena de rodillos en pasos

De acuerdo con el proveedor de **Martin**, cadenas industriales, se tiene:

Tipo: Cadena de rodillos

Modelo: Rodillos de carga

Largo: 63,38 in

Flexon	Teilung	Rollen Ø	Lichte Weite	Bolzen Ø	Bolzenlänge		Höhe Innenlasche	Laschenstärke	min. Bruchkraft	Durchschn. Bruchlast	Gewicht per meter
ISO Ref.	Pitch	Roller diameter	Width between inner plates	Pin diameter	Pin length		Inner plate depth	Plate thickness	Ultimate tensile strength	Average tensile strength	Weight per meter
	P	d1 max	b1 min	d2 max	L max	Lc max	h2 max	t/T max	Q min	Q0	q
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN/LB	kN	kg/m
04-1	6,000	4,00	2,80	1,85	6,80	7,8	5,00	0,60	3,0/682	3,2	0,11
05B-1	8,000	5,00	3,00	2,31	8,20	8,9	7,10	0,80	5,0/1136	5,9	0,20
*06B-1	9,525	6,35	5,72	3,28	13,15	14,1	8,20	1,30	9,0/2045	10,4	0,41
08B-1	12,700	8,51	7,75	4,45	16,70	18,2	11,80	1,60	18,0/4091	19,4	0,69
10B-1	15,875	10,16	9,65	5,08	19,50	20,9	14,70	1,70	22,4/5091	27,5	0,93
12B-1	19,050	12,07	11,68	5,72	22,50	24,2	16,00	1,85	29,0/6591	32,2	1,15
16B-1	25,400	15,88	17,02	8,28	36,10	37,4	21,00	4,15/3,1	60,0/13636	72,8	2,71
20B-1	31,750	19,05	19,56	10,19	41,30	45,0	26,40	4,5/3,5	95,0/21591	106,7	3,70

Tabla 21. Selección de catálogo de Rodalsa DIN 8187 - ISO 606

El paso de la cadena de rodillos es de $P=6\text{mm}$, con diámetro de rodillo de 4mm , con un diámetro de pin de $1,85\text{mm}$ y largo $6,80\text{mm}$.

Capítulo 3

3. Resultados y Análisis

Para el diseño de una estructura se debió tener en consideración las normas y especificaciones vigentes, lo cual brindara una alternativa factible considerando un producto seguro económico y funcional con los requerimientos solicitados.

Por requerimiento del usuario se debió aplicar un motor eléctrico que permiten el libre movimiento del recipiente solicitado, a una capacidad máxima de 5 galones (altura 77.5cm, diámetro 48.3cm). Con lo cual, se seleccionó un motor de 2Hp que tiene una velocidad de 3000 rpm. Aplicando un método de transmisión mediante poleas y banda para el movimiento transversal, mediante, fortaleciendo así la resistencia de la transmisión del bucket en general.

Mientras que para el movimiento longitudinal posee un sistema de transmisión de movimiento haciendo énfasis en una doble transmisión de potencia, entre engranes cónicos a 90 grados y chumaceras, cediendo esta energía a la transmisión dos entre banda/polea. Considerando el peso de dichos requerimientos (recipiente, motor, transmisores de potencia). Así mismo, se aplicó un soporte en L para mejorar el acople entre los engranes y conservar la eficiencia en la transmisión cuando el equipo se encuentre en funcionamiento.

Para poder calibrar la altura del recipiente se utilizó una transmisión de catalinas y cadena, la cual se la realiza de manera manual obteniendo una ascenso y descenso de las tapas de ajuste de altura, mediante la transmisión de los espárragos de $\frac{1}{2}$ in del sistema de acople que tiene en los extremos el CLAM.

Se efectuó un análisis estructural donde se el elemento principal fue la base del equipo, debido a que estará sometida a carga, tal es el caso de la presencia de una fuerza de 1960N. Considerando esta fuerza, se decidió aplicar tubo rectangular de 60x40x3.2mm, para la base de la estructura. Mientras que, tubo cuadrado de 40x40x2.6mm para las secciones transversales de la estructura de material ASTM A36 Acero.

Teniendo en cuenta esta carga y que el material es maleable, se realizó el análisis de la tensión axial del soporte base principal, en donde se obtuvo un resultado de 198,770Mpa. De igual manera, la estructura estuvo sometida a movimiento, los cuales producen un desplazamiento de 1,2281mm. Una vez realizado el análisis de la estructura en estático se puede evidenciar que el diseño es ideal para este tipo de mecanismos, dando un factor de seguridad de diseño del 1,258.

De igual forma, el Clam se plantea de material AISI 316 acero inoxidable en modelo isotrópico elástico lineal, pues al estar aplicado a una fuerza de 300N no sobre fatiga (figura 26), obtuvimos un desplazamiento de 0,845mm, y al someterla al análisis estático en ANSYS,

SolidWorks se calculó un factor de seguridad de 2,5 siendo aceptable por los esfuerzos al estará sometida esta pieza.

Por otro lado, el bucket se planteó un material AISI 316 de chapa metálica de acero inoxidable en modelo isotrópico elástico lineal, con densidad de 8000kg/m³, soportando un peso mayor al de 400N, por lo que se plantea la tensión por Von Mises de 10,108psi mínimo y 76731,938psi máximo, por medio del análisis estático se dio a conocer el desplazamiento de 0,259mm y un factor de seguridad de 1,85 obtenido en el software computacional de ANSYS, SolidWorks.

Para el análisis de vibraciones dinámica se analizó que es un sistema por giros en tres ejes, evidenciado por dos motores con sistema eléctrico, el cual es bajo en comparación con la cantidad de motores que se tiene en el equipo, donde obtuvo una frecuencia de 8985,54 *rad/s* el cual se encuentra presente en la estructura del bucket y estructura principal de la base. Así mismo, el momento polar de inercia que tendrá el disco al rotar sobre su propio eje de 0,049 *m⁴*.

ANALISIS DE PVP			
Cantidad	Equipo	Especificación	Costo
1	Motor Eléctrico	WEG	\$ 299,86
1	Motorreductor velocidad	WEG	\$ 350,00
1	Polea 8in	Tipo A	\$ 15,89
1	Poleas 4in	Tipo A	\$ 6,24
2	Poleas 2in	Tipo A	\$ 7,10
3	Banda A61	Gates	\$ 40,00
1	Engranés cónicos	M3: Z30,Z15	\$ 98,00
1	Cadena/catalina	Metálica	\$ 56,00
12	Pernos	Hexagonales	\$ 10,00
1	Tubo	A 36	\$ 25,00
1	Plancha Acero	A 316	\$ 123,00
1	Guardas y protectores	Accesorios del PP	\$ 25,00
1	Diseño y planos	Ensamble	\$ 280,00
1	Sistema de control y señal	Electrónicos	\$ 185,00
1	Mano obra	Construcción	\$ 950,00
TOTAL =			\$ 2.471,09

Tabla 22. Análisis de costos.

Finalmente, se obtuvo un costo de 2.471,09\$ el cual está dentro de la competencia del mercado actual de mixer y equipos industriales para homogeneizar pintura.

Por otro lado, se analizó el porcentaje de rentabilidad y ganancia, mostrado en la tabla 23.

COSTO	PVP	Ganancia	Rentabilidad
\$ 2.471,09	\$ 3.212,42	\$ 741,33	30.08%

Tabla 23. Análisis de PVP y rentabilidad

El precio PVP es de 3212,09\$ el cual se consideró rentable debido a que se obtuvo un porcentaje de rentabilidad del 30% aproximadamente.

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se presenta las conclusiones realizadas después de obtener los resultados y análisis de las simulaciones.

4.1 Conclusiones

El diseño planteado permite satisfacer las necesidades del cliente mediante las características solicitadas y los parámetros planteados, mismos que mediante el análisis estructural se pudo considerar alternativas de las dimensiones. Donde, las herramientas computacionales como SolidWorks, ANSYS, aplicadas en este proyecto cuentan con una alta cartera de elementos estándar que facilitaron el tiempo en la ejecución de cambios de diseño y dimensiones de una forma rápida y eficiente.

El análisis teórico permitió corroborar los valores arrojados por las apps de simulación tanto de diseño como de elementos finitos. Pues, dichos análisis muestran una convergencia dentro de los nodos analizados.

Contar con un equipo especializado en la mezcla de pintura es importante si se requiere de productos de calidad. Garantizan una mezcla uniforme, en cuando a color y textura, dando como resultado una apariencia más profesional y alta durabilidad en su aplicación.

La inversión inicial por la compra del equipo y los costos que se conllevan por mantenimiento pueden ser un desafío para las empresas pequeñas o en crecimiento. De igual manera, la operatividad de estos equipos implica formación técnica y especializada para el personal. Lo cual, a largo plazo dejaría una alta rentabilidad dependiendo el mercado en el que sea aplicado.

4.2 Recomendaciones

Realizar un correcto mallado para la disminución de los recursos necesarios. Pues, el uso de los programas de simulación demanda una alta capacidad computacional, este puede ser importante para el requerimiento del tiempo necesario que se aplique en dicho proyecto.

Es importante que se capacite al personal sobre el funcionamiento adecuado del dispositivo, pues a pesar de que se cuente de medidas de seguridad necesarias para evitar que la personal sufra incidentes. Se debe explicar cómo reaccionar ante ciertos procedimientos.

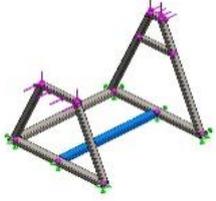
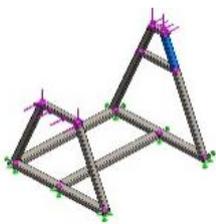
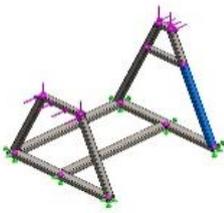
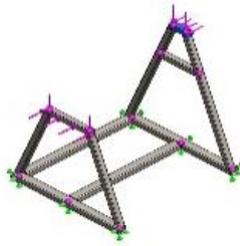
Programar un mantenimiento en la estructura. Dado que, se aplica pinturas que poseen productos químicos que podrían afectar la estructura. Puesto que, es de acero inoxidable.

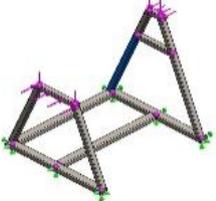
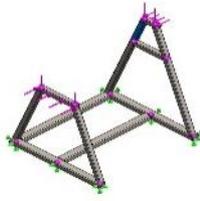
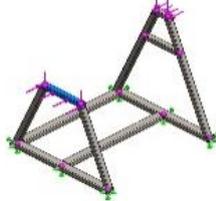
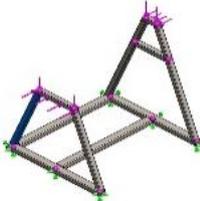
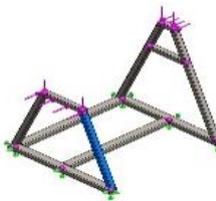
Considerar la viscosidad de cada pintura que se desea mezclar, para poder establecer un tiempo de funcionamiento, garantizando así una buena mezcla, para una aplicación más eficiente de la pintura, evitando el retrabajo donde se usara el producto.

Referencias bibliográficas

- Catálogo de motores Siemens | Cruzzolin. (s. f.). Cruzzolin Motores Eléctricos. <https://motorescruzzolin.com.ar/catalogo/>
- Shigley, J. (2004). Diseño en Ingeniería Mecánica, Editorial MC Graw-Hill, Sexta edición, Medico.
- ANSI AISC 360-05, “Specification for Structural Steel Buildings”. (2005).
- NEC-11: Norma Ecuatoriana de la construcción, cap 1. Ecuador (2011).
- Mayers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). Manufacturing Facilities Design and Material Handling. Pearson Education.
- Mena, J. C. P., & Torres, A. R. S. (2015). Diseño, automatización y simulación de una línea para fabricación de pinturas: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11513/1/CD-6493.pdf>
- Viscosímetro de pintura - Copas viscosidad | NEURTEK. (s. f.). <https://www.neurtek.com/es/pintura-recubrimientos/viscosímetros-rotacionales>
- Viscoclock Schott - medidor electrónico de tiempo para determinación de viscosidad. (s. f.). <https://www.vidrafoc.com/viscoclock-schott-medidor-electronico-de-tiempo-para-determinacion-de-viscosidad.html>
- Viscosímetro cinemático automático: SVM | Anton Paar. (s. f.). Anton Paar. <https://www.anton-paar.com/es-es/productos/detalles/svm-series/>
- SKF. (s. f.). <https://www.skf.com/co/products/power-transmission/pulleys>

ANEXOS

Sólidos de viga:		
Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (rectangular)/60 x 40 x 3.2</p> <p>Área de sección: 0,00057267m²</p> <p>Longitud:790mm</p> <p>Volumen:0,000452409m³</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:3,55141kg</p> <p>Peso:34,80N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6</p> <p>Área de sección: 0,000371551m²</p> <p>Longitud:235,114mm</p> <p>Volumen:8,73547e-05m³</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:0,685735kg</p> <p>Peso:6,72N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6</p> <p>Área de sección: 0,000371551m²</p> <p>Longitud:626,743mm</p> <p>Volumen:0,000232867m³</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:1,82801kg</p> <p>Peso:17,9145N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6</p> <p>Área de sección: 0,000371551m²</p> <p>Longitud:136,638mm</p> <p>Volumen:5,07667e-05m³</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:0,398519kg</p> <p>Peso:3,90549N</p>

	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6 Área de sección: 0,000371551m² Longitud:626,743mm Densidad:7.850kg/m³ Masa:1,82801kg Peso:17,9145N</p>
	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6 Área de sección: 0,000371551m² Longitud:235,114mm Densidad:7.850kg/m³ Masa:0,685751kg Peso:6,72036N</p>
	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6 Área de sección: 0,000371551m² Longitud:341,379mm Densidad:7.850kg/m³ Masa:0,995669kg Peso:9,75756N</p>
	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6 Área de sección: 0,000371551m² Longitud:591,709mm Densidad:7.850kg/m³ Masa:1,72582kg Peso:16,9131N</p>
	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6 Área de sección: 0,000371551m² Longitud:591,709mm Densidad:7.850kg/m³ Masa:1,72578kg Peso:16,9127N</p>

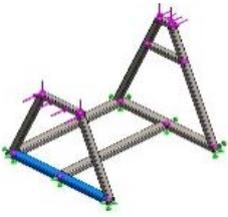
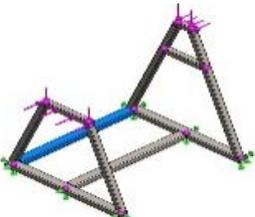
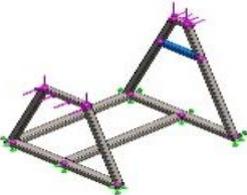
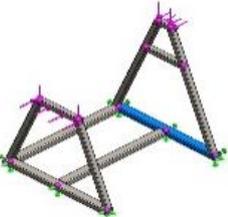
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (rectangular)/60 x 40 x 3.2</p> <p>Área de sección: 0,00057267m²</p> <p>Longitud:800mm</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:3,59637kg</p> <p>Peso:35,2444N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (rectangular)/60 x 40 x 3.2</p> <p>Área de sección: 0,00057267m²</p> <p>Longitud:790mm</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:3,55141kg</p> <p>Peso:34,8038N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (square)/40 x 40 x 2.6</p> <p>Área de sección: 0,000371551m²</p> <p>Longitud:254,932mm</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:0,743536kg</p> <p>Peso:7,28666N</p>
	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Tube (rectangular)/60 x 40 x 3.2</p> <p>Área de sección: 0,00057267m²</p> <p>Longitud:800mm</p> <p>Densidad:7.850kg/m³</p> <p>Masa:3,59637kg</p> <p>Peso:35,2444N</p>

Tabla 24. Selección de viga.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	7.840	0	7.840

Tabla 25. Fuerza de reacción de vigas.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-490	0,000106812	-64,985	494,291

Tabla 26. Momentos de reacción de vigas.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	0	0	0

Tabla 27. Fuerzas de cuerpo libre de vigas.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Tabla 28. Momentos de cuerpo libre de vigas.

Nombre de viga	Junta s	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
(Tube rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[4]	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
(Tube square) 40 X 40 X 2.6(3)[1]	1	2.113,65	-10,5388	-979,991	243,352	-0,955972	52,242
	2	-	10,5464	980,008	21,3924	-1,89158	-52,2424
(Tube square) 40 X 40 X 2.6(3)[2]	1	-	2,78429	980,008	-213,442	-0,487156	-125,286
	2	2.116,83	-2,76494	-979,999	814,495	-1,19653	125,29
(Tube square) 40 X 40 X 2.6(3)[6]	1	791,222	-	-979,997	-56,4526	1,89185	0,000471616
	2	-	0,00340561	-979,997	56,4526	-1,89185	0,000456275
Viga-5(Tube square) 40 X 40 X 2.6(3)[3]	1	2.116,83	2,7505	980,001	213,443	0,494123	-125,286
	2	-	-2,78687	-979,992	-814,496	1,22085	125,287
Viga-6(Tube square) 40 X 40 X 2.6(3)[4]	1	2.113,65	10,5464	980,009	-21,3924	1,89158	-52,2423
	2	-	-10,5388	-979,991	-243,352	0,955977	52,242
Viga-7(Tube square) 40 X 40 X 2.6(1)[3]	1	-	-	979,997	-60,6126	-1,18445	-
	2	797,407	0,0136779	979,996	60,6127	1,18446	0,000520726
		797,407	-				-
			0,0135572				0,000497589

Viga-8(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(1)[1])	1	2.115,99	4,79023	-980	22,9685	1,18321	56,0922
	2	-2.116	-4,82746	979,992	578,085	1,77635	-56,0922
Viga-9(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(1)[2])	1	-	4,82489	-980,008	-22,9688	-1,18375	56,0923
	2	2.115,99	-4,80466	980	-578,085	-1,75845	-56,0945
Viga-10(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[1])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
Viga-11(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[3])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-12(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[5])	1	8,38903	0,000107502	0,000517412	-78,9309	1,44666	0,0006184
	2	-	2,66651e-05	-	78,9307	-1,44664	0,000632364
Viga-13(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[2])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0

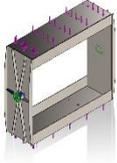
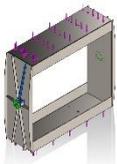
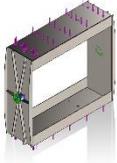
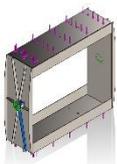
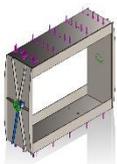
Tabla 29. Fuerza de vigas.

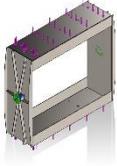
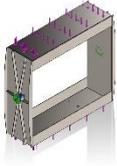
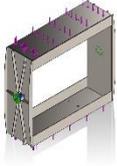
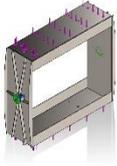
Nombre de viga	Juntas	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional (N/m ²)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m ²)
Viga-1(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[4])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-2(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[1])	1	- 5,68872e+06	-5,75992e+07	-226.269	- 9,70026e+06	6,35142e+07
	2	- 5,6887e+06	5,06337e+06	447.718	- 9,70033e+06	1,11998e+07
Viga-3(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[2])	1	- 5,69726e+06	-5,05197e+07	115.305	- 2,32631e+07	5,63322e+07
	2	- 5,69727e+06	-1,92783e+08	-283.208	- 2,32637e+07	1,98764e+08
Viga-4(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[6])	1	- 2,12951e+06	1,33618e+07	447.783	-87,5693	1,59391e+07
	2	- 2,12951e+06	1,33618e+07	447.783	84,7209	1,59391e+07
Viga-5(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[3])	1	- 5,69727e+06	-5,05198e+07	116.954	2,3263e+07	5,6334e+07
	2	- 5,69728e+06	-1,92783e+08	-288.963	2,32631e+07	1,9877e+08

Viga-6(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[4])	1	- 5,6887e+06	5,06337e+06	447.718	9,70032e+06	1,11998e+07
	2	- 5,68872e+06	-5,75992e+07	-226.271	9,70026e+06	6,35142e+07
Viga-7(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(1)[3])	1	- 2,14616e+06	-1,43464e+07	280.347	-96,688	1,67729e+07
	2	- 2,14616e+06	-1,43464e+07	280.351	92,392	1,6773e+07
Viga-8(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(1)[1])	1	- 5,69502e+06	-5,43643e+06	280.054	1,04152e+07	1,14115e+07
	2	- 5,69503e+06	1,36827e+08	-420.445	1,04152e+07	1,42943e+08
Viga-9(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(1)[2])	1	- 5,69501e+06	-5,43648e+06	280.182	1,04152e+07	1,14117e+07
	2	- 5,69502e+06	1,36827e+08	-416.207	1,04156e+07	1,42938e+08
Viga-10(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[1])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
Viga-11(Tube (rectangular) 60 X 40 X 3.2(1)[3])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	1	-22.578,4	1,86822e+07	342.409	-114,824	1,90472e+07

Viga- 12(Tube (square) 40 X 40 X 2.6(3)[5])	2	-22.578,4	1,86821e+07	342.407	117,417	1,90471e+07
Viga- 13(Tube (rectangu lar) 60 X 40 X 3.2(1)[2])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Tabla 30. Tensiones de viga.

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
Saliente-Extruir3 	Sólido	Masa:0,0228 kg Volumen:2,85e-06 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:0,22344 N
Saliente-Extruir2[2] 	Sólido	Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:0,818647 N
Simetría2 	Sólido	Masa:0,0228 kg Volumen:2,85e-06 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:0,22344 N
Simetría1[2] 	Sólido	Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:0,818647 N
Saliente-Extruir2[1] 	Sólido	Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:0,818647 N

<p>Simetría4[6]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,818647 N</p>
<p>Simetría4[7]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,818647 N</p>
<p>Simetría4[5]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0228 kg Volumen:2,85e-06 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,22344 N</p>
<p>Simetría4[2]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,818647 N</p>
<p>Simetría4[3]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,818647 N</p>

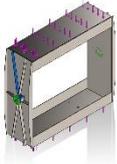
<p>Simetría4[4]</p> 	Sólido	<p>Masa:0,0228 kg Volumen:2,85e-06 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,22344 N</p>
<p>Simetría1[1]</p> 	Sólido	<p>Masa:0,0835354 kg Volumen:1,04419e-05 m³ Densidad:8.000 kg/m³ Peso:0,818647 N</p>

Tabla 31. Selección de estructura.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	0	0	1e-33

Tabla 32. Fuerza de reacción de bucket.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Tabla 33. Momentos de reacción de bucket.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0,000442505	0,0483141	-0,000702381	0,0483212

Tabla 34. Fuerzas de cuerpo libre de bucket.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-0,000134916	-8,97281e-06	8,71705e-05	0,000160877

Tabla 35. Momentos de cuerpo libre de bucket.

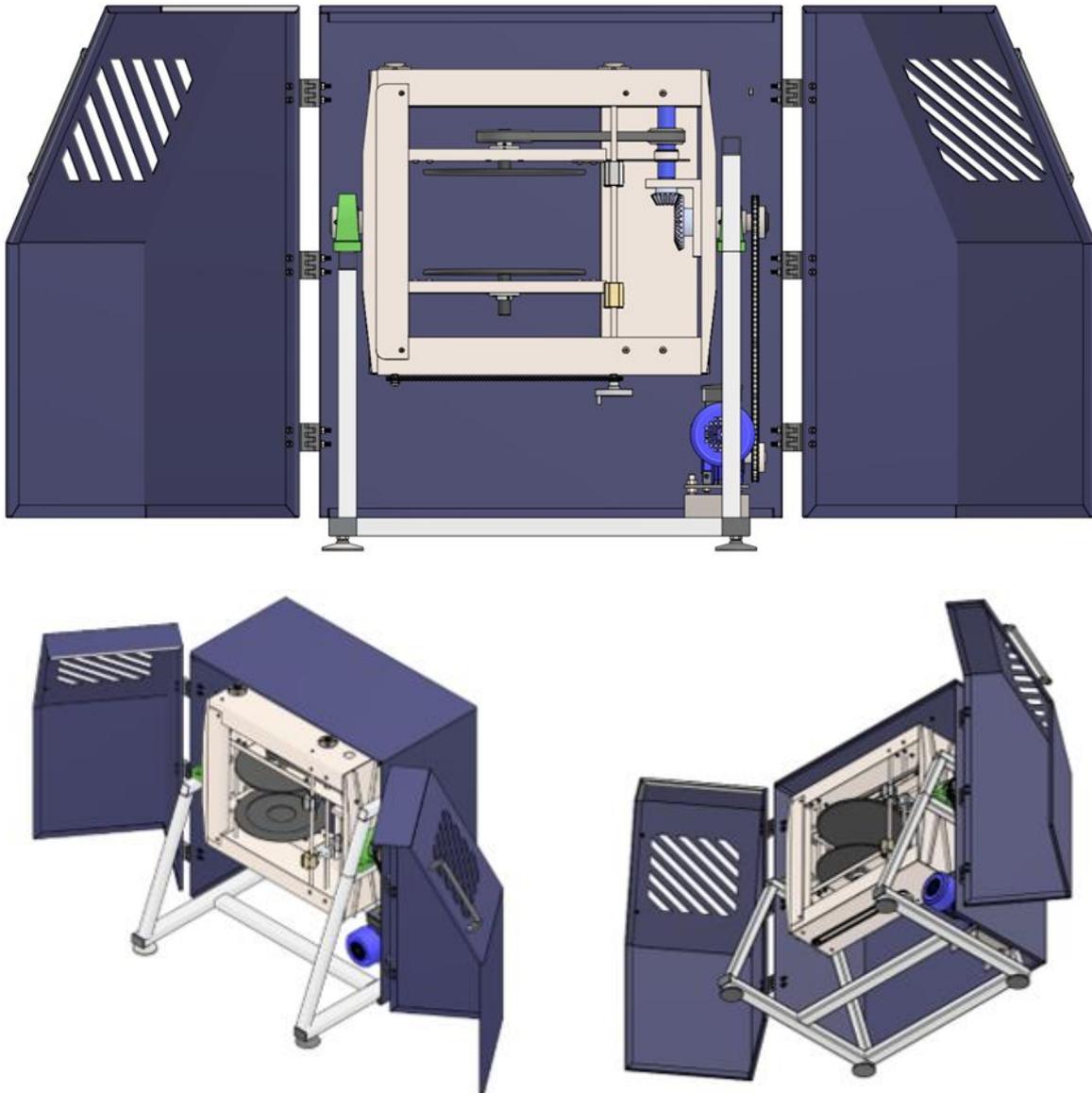
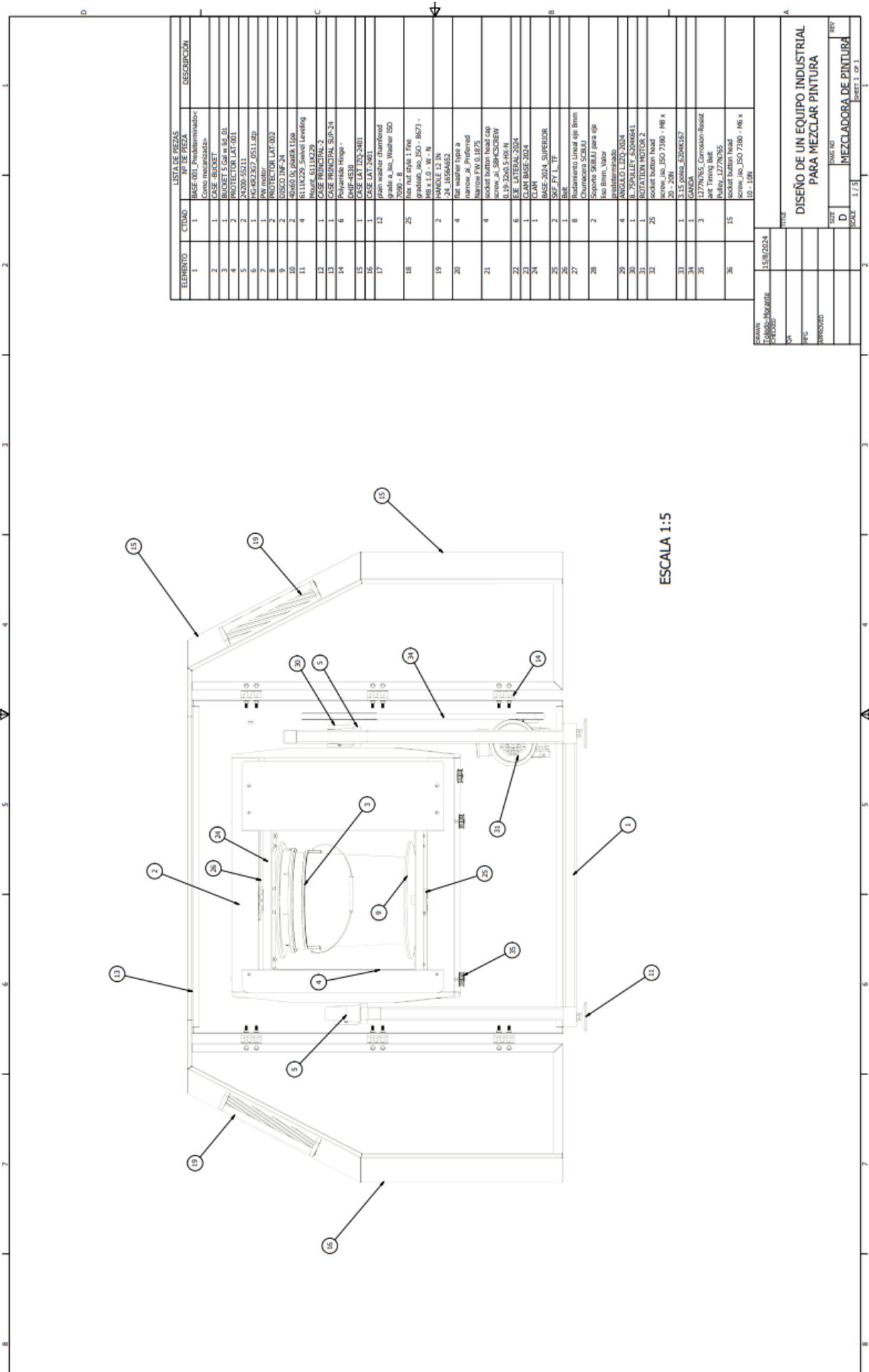


Figura 40. Modelado computacional del equipo para mezclar y homogeneizar pintura.



ESCALA 1:5

ELEMENTO	CANTIDAD	LISTA DE PIEZAS Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BASE-001	Protector para el eje
2	1	CASE SOCKET	CASE SOCKET
3	1	BUCKET 5 Gal	BUCKET 5 Gal
4	2	PROTECTOR LAT 001	PROTECTOR LAT 001
5	2	24200-55211	24200-55211
6	1	H5-002357-0511-0P	H5-002357-0511-0P
7	1	PROTECTOR LAT 002	PROTECTOR LAT 002
8	1	DISCO IMP-24	DISCO IMP-24
9	2	40x60 5x; placa 1130	40x60 5x; placa 1130
10	4	6111K229	Swivel Leveling
11	1	Mozor 6111K229	Mozor 6111K229
12	1	CASE PRINCIPAL 2	CASE PRINCIPAL 2
13	1	CASE PRINCIPAL SUP-24	CASE PRINCIPAL SUP-24
14	6	CHIF-4530	CHIF-4530
15	1	CASE LAT 002-2001	CASE LAT 002-2001
16	1	CASE LAT-2001	CASE LAT-2001
17	12	plain washer charfered grade a. 304	plain washer charfered grade a. 304, Washer 150
18	25	WASHER 150	WASHER 150
19	2	HANDLE 12 IN	HANDLE 12 IN
20	4	flat washer type a narrow 2 1/4 in	flat washer type a narrow 2 1/4 in, flat washer 200
21	4	socket button head cap screw .31	socket button head cap screw .31, SBH-SCREW 0.139-20x0.5-HK-N
22	6	E.E. LATERAL 2024	E.E. LATERAL 2024
23	1	CLAM BASE-2024	CLAM BASE-2024
24	1	BASE-2024 SUPERIOR	BASE-2024 SUPERIOR
25	2	SKF FY 1 TF	SKF FY 1 TF
26	1	BAL	BAL
27	8	Rodamiento Unival 6/8 mm	Rodamiento Unival 6/8 mm
28	2	Supporte 3080U para eje 80 mm	Supporte 3080U para eje 80 mm, Volep
29	4	ANGULO L120-2024	ANGULO L120-2024
30	1	B. 75PALLEY 62006641	B. 75PALLEY 62006641
31	1	ROTATION MOTOR 2	ROTATION MOTOR 2
32	25	socket button head screw .30	socket button head screw .30, JS0 7310 - 1/8 x 1/4
33	1	3.15 PULLEY 620066457	3.15 PULLEY 620066457
34	1	GANCHA	GANCHA
35	3	12776705	Corrosion Resist
36	15	12776705	Corrosion Resist

DRAWN: 15/08/2024
 CHECKED:
 TITLE: DISEÑO DE UN EQUIPO INDUSTRIAL PARA MEZCLAR PINTURA
 SIZE: D
 SCALE: 1/5
 SHEET NO: MEZCLADORA DE PINTURA
 REV: 1 of 1

Plano 1. Listado de partes del equipo.