



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEZCLADO Y  
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE LLENADO PARA EL MEJORAMIENTO DE  
LA PRODUCCIÓN DEL LICOR TARDÓN MIREÑO.”**

**AUTOR:**

**GARRIDO FRANCO ALEX ALBERTO**

**DIRECTOR:**

**ING. VÍCTOR ALFONSO ERAZO ARTEAGA, MSc.**

**Ibarra – Ecuador**

**2022**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de identidad:</b>	040151991-3
<b>Apellidos y nombres:</b>	Garrido Franco Alex Alberto
<b>Dirección:</b>	Ibarra, Pérez Guerrero 5-70 y Simón Bolívar
<b>Email:</b>	alexgarrido1990@gmail.com
<b>Teléfono móvil:</b>	0994701069
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	“Diseño de un sistema automático de mezclado y optimización del sistema de llenado para el mejoramiento de la producción del licor Tardón Mireño.”
<b>Autor:</b>	Garrido Franco Alex Alberto
<b>Fecha:</b>	26 de junio 2022
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniería Mecatrónica
<b>Asesor / director:</b>	Ing. Víctor Erazo, MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de junio de 2022

**EL AUTOR:**

Alex Alberto Garrido Franco



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEZCLADO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE LLENADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DEL LICOR TARDÓN MIREÑO.”**, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Garrido Franco Alex Alberto, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:  
**VICTOR ALFONSO  
ERAZO ARTEAGA**

---

Ing. Víctor Erazo, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

## AGRADECIMIENTO

A mi Dios por haberme dado la salud y la dedicación a pesar de las adversidades, por haberme otorgado todas sus bendiciones sobre mí; por haberme regalado la dicha de traer a la vida a mis hermosas hijas Doménika y Emma, y compartir todas mis alegrías, preocupaciones gozos y disgustos con mi esposa Mayra.

A todas las personas que inculcaron sus conocimientos en mi formación personal y profesional, a mis padres y en especial a los Ing. Víctor Erazo, Ing. Washington Mosquera y al Ing. Jorge Cuasapaz los cuales dedicaron su tiempo y aportes científicos para pulir este proyecto demostrando el alto nivel académico de nuestra casona universitaria.

Alex Garrido

## **DEDICATORIA**

Dedico todo mi esfuerzo a mi hija Doménika quien a pesar de su corta edad ha tenido que batallar por su salud y ha sido el pilar fundamental de admiración, dedicación y ganas de vivir; además a mi pequeña hija Emma quien lleno de alegría mi vida y me dio la fuerza para poder culminar mis estudios; y sobre todo a mi esposa quien fue la persona que me guio de la mano a retomar y culminar mis estudios profesionales; al final pero no menos importante a mi madre quien se sacrificó por mí para poderme dar lo necesario para poder asumir mis retos personales, estudiantiles y profesionales.

Alex Garrido

## RESUMEN

En base a la alta demanda y excelente incursión de los emprendimientos artesanales de tipo gastronómicos en el mercado actual se observó la necesidad inmediata de mejorar los procesos de fabricación del licor tardón mireño.

La presente investigación analiza todos los subprocesos en la selección, transporte, almacenamiento y procesamiento de las diferentes materias primas; con la finalidad de encontrar las falencias en el proceso de elaboración del producto por parte de los fabricantes.

Se desarrolla un algoritmo de fabricación adecuado el cual genera un mayor provecho en el uso de las materias primas y mediante la aplicación de la mecatrónica generar una selección de alternativas adecuadas, por medio del análisis modular de criterios ponderados encontramos los diseños conceptuales que cumplan los requerimientos de productividad y sanitización.

El diseño mecánico de cada uno de los módulos se realizó a través de cálculos analíticos y simulaciones computarizadas para tener una referencia comparativa cuantitativa que nos arrojó un porcentaje de error inferior al 10% tal como los establecen los manuales de diseño.

Los diseños de los circuitos y protecciones eléctricas se realizaron mediante un análisis de consumos globales de potencia de los componentes que llegarían a ser implementados bajo los parámetros de trabajo recomendados por esta investigación.

Como resultados de los diseños se desarrolló los planos de construcción mecánica, partes y piezas con sus respectivos ensamblajes; diagramas de conexión eléctrica y algoritmos de programación de los procesos de control.

## ABSTRACT

Based on the high demand and excellent incursion of gastronomic handicraft enterprises in the current market, the immediate need to improve the manufacturing processes of the tardón mireño liqueur was observed.

This research analyzes all the subprocesses in the selection, transportation, storage and processing of the different raw materials; in order to find the shortcomings in the manufacturing process of the product by the manufacturers.

A suitable manufacturing algorithm is developed which generates a greater benefit in the use of raw materials and through the application of mechatronics generate a selection of suitable alternatives, through the modular analysis of weighted criteria we find the conceptual designs that meet the requirements of productivity and sanitation.

The mechanical design of each of the modules was carried out through analytical calculations and computer simulations in order to have a quantitative comparative reference that gave us an error percentage of less than 10% as established in the design manuals.

The designs of the circuits and electrical protections were carried out through an analysis of the global power consumption of the components that would be implemented under the work parameters recommended by this research.

As a result of the designs, mechanical construction drawings, parts and pieces with their respective assemblies, electrical connection diagrams and programming algorithms of the control processes were developed.

## Índice General

AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCIÓN .....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
ANTECEDENTES .....	18
JUSTIFICACIÓN .....	19
ALCANCE.....	21
Capitulo I. Marco Teórico.....	23
1.1    El Tardón Mireño .....	23
1.2    Selección de materia prima .....	23
1.3    Análisis del fluido .....	24
1.4    Análisis de alternativas de solución .....	25
1.4.1    Generación de alternativas de solución para el proceso de mezclado .....	26
1.5    Evaluación de alternativas de solución para el mejoramiento del dosificado.....	29
1.5.1    Sensores de nivel.....	29
1.5.2    Sistema de bombeo. ....	30
Capitulo II. Metodología.....	32
2.1    Parámetros de diseño.....	32
2.1.1    Especificaciones técnicas.....	32
2.1.2    Selección de Alternativas.....	33
2.1.3    Desarrollo de diagramas funcionales. ....	33
2.1.4    Alternativas de los módulos.....	39
2.1.5    Módulo 1: Conjunto de sistema de mezclado (Tanque - Agitador).....	39
2.1.6    Módulo 2: Sistema motriz.....	46
2.1.7    Módulo 3: Estructura bastidor. ....	50
2.1.8    Módulo 4: Sistema de bombeo. ....	53
2.1.9    Módulo 5: Sistema de control. ....	58
2.2.1    Cálculos módulo 1: Sistema de almacenamiento de licor y diseño de hélice....	63
2.2.2    Cálculos módulo 2: Sistema de transmisión motor-agitador. ....	71

2.2.3	Cálculos módulo 3: Sistema estructura (Bastidor).....	78
2.2.4	Cálculos módulo 4: Sistema de bombeo.....	81
2.2.5	Cálculos módulo 5: Sistema de automatización. ....	84
2.2.6	Cálculos de protecciones eléctricas. ....	86
Capitulo III. Resultados .....		88
3.1	Simulación agitadora tipo turbina. ....	88
3.1.1	Análisis de parámetros para mezcla y potencia del motor eléctrico.....	93
3.2	Simulación diagramas esfuerzo cortante y momento flector. ....	96
3.3	Simulación estructura bastidor. ....	97
3.3.1	Margen de error de resultados obtenidos. ....	98
3.3.2	Máximo esfuerzo del bastidor.....	99
Capitulo IV. Conclusiones y Recomendaciones.....		100
4.1	Conclusiones. ....	100
4.2	Recomendaciones.....	101
BIBLIOGRAFÍA .....		102
ANEXOS .....		107
Anexo 1: Resultados físico químicos.....		107
Anexo 2: Ponderación de criterios más importantes.....		109
Anexo 3: Ponderación módulo 1.....		111
Anexo 4: Ponderación módulo 2.....		114
Anexo 5: Ponderación módulo 3.....		116
Anexo 6: Ponderación módulo 4.....		118
Anexo 7: Ponderación módulo 5.....		120
Anexo 8: Esfuerzo permisible del acero inoxidable.....		122
Anexo 9: Esfuerzo de fluencia acero inoxidable.....		123
Anexo 10: Propiedades perfil tipo G.....		124
Anexo 11: Propiedades bomba.....		125
Anexo 11: Planos Mecánicos. ....		127
Anexo 12: Diagrama de Control. ....		159
Anexo 13: Diagrama de Potencia.....		161

## Figuras

Figura 1. Proceso de elaboración artesanal. ....	24
Figura 2. Proceso de Mezcla de forma artesanal.....	26
Figura 3. Tanques en acero AISI 304.....	27
Figura 4. Tipo de Agitadores. [15].....	28
Figura 5. Volumen óptimo del tanque dosificador. [4].....	29
Figura 6. Sensores de nivel [9].....	30
Figura 7. Proceso de mezclado (nivel cero). ....	34
Figura 8. Proceso de mezclado (nivel uno). ....	34
Figura 9. Proceso de Mezclado (Nivel dos de análisis funcional). ....	36
Figura 10. Diagrama funcional nivel. ....	38
Figura 11. Alternativas Módulo 1. ....	39
Figura 12. Alternativa 1 - Fondo Torisférica. ....	40
Figura 13. Alternativa 2 - Fondo Cónico. ....	41
Figura 14. Alternativa 3 - Fondo Plano con ceja. ....	42
Figura 15. Alternativa 1 - Agitador Hélice. ....	44
Figura 16 Alternativa 2 - Agitador Turbina ....	45
Figura 17. Alternativa 3 - Agitador aspas Planas.....	45
Figura 18. Alternativas Módulo 3. ....	47
Figura 19. Alternativa 1 – Eje + chumacera. ....	47
Figura 20. Alternativa 2 - Transmisión eje reductor. ....	48
Figura 21. Alternativa 3 – eje + bocín.....	49
Figura 22. Alternativas Modulo 5. ....	50
Figura 23. Soporte tipo puente. ....	51
Figura 24. Alternativa 2. ....	52

Figura 25. Alternativa 3. ....	52
Figura 26. Alternativas Módulo 2. ....	54
Figura 27. Alternativa 1 - Bomba Centrifuga [58].....	55
Figura 28. Alternativa 2 - Bombas Rotatorias. ....	56
Figura 29. Alternativa 3 - Bombas Reciprocantes. ....	57
Figura 30. Sistema de control.....	58
Figura 31. Sistema SCADA [59]. ....	60
Figura 32. Control PID.....	61
Figura 33. Sistema ON/OFF. ....	62
Figura 34. Semejanzas geométricas impulsor tipo turbina. [15].....	68
Figura 35. Aspa de la turbina de disco.....	69
Figura 36. Relación de b/h de una placa normal [10]. ....	70
Figura 37. Gráfica $N_{po}$ en función de $N_{Re}$ para sistemas de agitador-tanque [15] .....	72
Figura 38. Diagrama de cuerpo libre.....	74
Figura 39. Cuña cuadrada para diámetros hasta de 61/2 pulgada. ....	75
Figura 40. Fuerzas a la que está sometida una cuña [17].....	76
Figura 41. Diagrama de cuerpo libre bastidor.....	79
Figura 42. Carga sobre viga tipo G. ....	80
Figura 43. Aplicación de la ecuación de Bernoulli. ....	82
Figura 44. Pérdidas de accesorios y tubería. ....	83
Figura 45. Diagrama de control. ....	86
Figura 46. Interfaz de usuario GUI (Graphic User Interface). Asistente Wizard de la herramienta flow simulation. ....	88
Figura 47. Selección de sistema de unidades y precisión. ....	89
Figura 48. Selección del tipo de análisis. ....	89

Figura 49. Selección del fluido de estudio. ....	90
Figura 50. Selección de frontera y superficie herramienta flow simulation. ....	90
Figura 51. Condición de frontera herramienta flow simulation. ....	91
Figura 52. Selección de parámetros de cálculo herramienta flow simulation.....	91
Figura 53. Selección de cálculo mediante sistema de mallado herramienta Flow simulation. .....	92
Figura 54. Visualización de trayectorias turbulentas (agitador tipo turbina) herramienta Flow simulation. ....	92
Figura 55. Análisis del fluido a 10 rpm.....	93
Figura 56. Análisis del fluido a 20 rpm.....	94
Figura 57. Análisis del fluido a 50 rpm.....	94
Figura 58. Análisis del fluido a 115 rpm.....	95
Figura 59. Esfuerzo cortante y momento flector.....	97
Figura 60. Esfuerzo por flexión sobre el material.....	98
Figura 61. Máximo esfuerzo-Análisis por VON MISES. ....	99

### Tablas

Tabla 1. Análisis de tiempos de producción de licor Tardón Mireño. ....	17
Tabla 2. Análisis del proceso de Dosificación. ....	17
Tabla 3. Composición - Licor artesanal. ....	24
Tabla 4. Resultados físico-químicos ....	25
Tabla 5. Datos Principales.....	32
Tabla 6. Especificaciones técnicas ....	33
Tabla 7. Proceso de dosificación.....	35
Tabla 8. Funciones secundarias.....	37

Tabla 9. Evaluación y ponderación de los criterios más importantes. ....	43
Tabla 10. Conclusiones de las alternativas Módulo 1. ....	43
Tabla 11. Conclusiones de las alternativas Módulo 1. ....	46
Tabla 12. Conclusiones de las alternativas Módulo 2. ....	50
Tabla 13. Conclusiones de las alternativas Módulo 3. ....	53
Tabla 14. Conclusiones de las alternativas Módulo 4. ....	58
Tabla 15. Muestra de datos - Llenado de botellas con agua volumen crítico .....	59
Tabla 16. Conclusiones de las alternativas Módulo 5 anexo 7. ....	63
Tabla 17. Eficiencia de junta de soldadura .....	66
Tabla 18. Espesores.....	67
Tabla 19. Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje.....	76
Tabla 20. Longitudes de la cuña. ....	78
Tabla 21. Peso de elementos sistema de transmisión.....	78
Tabla 22. Elementos de control y fuerza.....	85
Tabla 23. Resultados Análisis anexo 1 .....	93
Tabla 24. Resultados de análisis del fluido .....	95
Tabla 25. Comparativa de Resultados.....	96
Tabla 26. Resultados Analíticos.....	97
Tabla 27. Comparativa de Resultados.....	98

**Abreviaturas**

$V$	Volumen.
$r$	Radio del tanque.
$H$	Altura del tanque.
$D$	Diámetro del tanque.
$t_{tanque}$	Espesor del tanque.
$t_{tapa}$	Espesor de la tapa.
$t_{cono}$	Espesor del cono.
$P_{atm}$	Presión atmosférica.
$g$	Gravedad.
$h$	Altura del líquido.
$P_{aire}$	Presión.
$F$	Fuerza.
$D_{cilindro}$	Diámetro del cilindro.
$F_{avance}$	Fuerza de avance del cilindro.
$F_{retroceso}$	Fuerza de retroceso del cilindro.
$d_{cono}$	Diámetro del cono.
$a$	Área del orificio de salida del líquido.
$h_{cono}$	Altura del cono.
$D_{resorte}$	Diámetro del resorte.
$DE$	Diámetro exterior del resorte.
$DI$	Diámetro interior del resorte.

## INTRODUCCIÓN

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los mayores emprendimientos en el cantón Mira es la producción del licor de tipo artesanal llamado Tardón Mireño, desde hace 20 años aproximadamente [1], este proceso no ha tenido cambios ni mejoras por lo que las condiciones de elaboración se han convertido en una metodología de fabricación que no cumple con parámetros de calidad de índole laboral en el caso de los productores ni de sanidad en el caso de los consumidores.

Tomando en cuenta esta problemática el Ing. Diego Córdor realizó su tema de investigación con el propósito de solucionar los factores críticos en la dosificación de este licor artesanal los cuales fueron:

- Mejorar el tiempo de llenado ya que al ser un proceso artesanal se lo realizaba anteriormente con embudos y sin ningún control de calidad referente a la cantidad embazada.
- Mejorar las normas sanitarias disminuyendo el contacto de los productores con la materia prima.
- Mejorar la producción al implementar una máquina que realiza el proceso de dosificado semiautomático con las normativas y materiales respectivos para la manipulación de productos de consumo humano, una de las principales características de la máquina implementada fue el diseño innovador del sistema de boquillas para dosificación por gravedad el cual redujo considerablemente el costo de fabricación de la misma y realiza el proceso de dosificación con la cantidad correcta en cada una de las botellas embazadas.

Todos estos puntos mencionados han mejorado considerablemente los estándares de dosificación del producto, pero al poner en marcha se encontró falencias en el proceso debido a que solo se aprovecha el 8,93% de la capacidad máxima de dosificador la cual es de 320 litros equivalente a 426 botellas por lote, este es un problema que afecta en los tiempos de producción y por tal motivo se ve la necesidad de mejorar y optimizar los siguientes factores.

- Optimizar el tiempo de producción.

- Con respecto al proceso de mezclado se dispone de un obrero que realiza el proceso de mezclado por alrededor de 30 minutos, dicho proceso se lo realiza repetitivamente mientras se produce mayor cantidad de producto, para evitar la sedimentación del líquido en el recipiente donde se incorporan los ingredientes; pero al pasar el producto al tanque de dosificación y al permanecer el tardón en el tanque de almacenamiento por periodos largos, se observa que las primeras botellas dosificadas presenta una mayor cantidad de sedimentos que las botellas finales de la producción; esto afecta a la coloración y consistencia del producto igualmente genera un sabor diferente en relación de la primera y la última botella dosificada dicho inconveniente genera que el lote fabricado no tenga la misma homogeneidad y se han generado quejas por parte de los consumidores.
- La movilización de los 320 litros de producto hacia la parte superior de la máquina es un inconveniente sumamente crítico debido al tiempo que tarda el operario y la recurrente utilización de recipientes para colocar el tardón en el tanque de dosificación que se encuentra a una altura de 2.80 m, hemos contabilizado que el operario con un recipiente de 10 litros tarda alrededor de una hora en colocar los 320 litros de licor en el tanque de dosificación.
- El tiempo de llenado de la máquina gracias a su diseño de dosificación por gravedad presenta una programación en función del tiempo inversamente proporcional al volumen del líquido, es decir a mayor cantidad de líquido en el tanque de almacenamiento menor es el tiempo de llenado, a este volumen se lo considera como volumen óptimo. Tiempo de llenado de 11(s).
- Igualmente, cuando el volumen de líquido está en la parte inferior se considera como volumen crítico en donde se encuentra el tiempo máximo de llenado. Tiempo de llenado de 16 s.

Todos estos factores generan un estancamiento en la producción, dicho análisis se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Análisis de tiempos de producción de licor Tardón Mireño.

PROCESOS	TIEMPO DE PRODUCCION.
Tiempo de mezclado de ingredientes.	60 minutos.
Tiempo de mezclado para evitar sedimentación.	60 minutos.
Tiempo de movilización con un recipiente de 10 litros.	100 minutos.
Tiempo de dosificación en botellas.	30 minutos.
Tiempo de colocación y extracción de botellas.	90 minutos.
Tiempo total de fabricación lote de 320 litros (426 botellas de 750cc.)	5 horas con 40 minutos.

Adicionalmente, se realizó un análisis de eficiencia en la máquina, como se indica en la Tabla 2, tomando como parámetros un abastecimiento ilimitado de producto a dosificar, despreciando el tamaño del tanque de almacenamiento y en condiciones óptimas de trabajo.

Tabla 2. Análisis del proceso de Dosificación.

PROCESOS	TIEMPO DE PRODUCCION
1 botella cada 2,75 segundos.	1 botella cada 4 segundos.
21 botellas por minuto.	15 botellas por minuto.
1260 botellas por hora.	900 botellas por hora.
10080 botellas por día (8 horas)	7200 botellas por día (8 horas)

Se concluye que la máquina llenadora en condiciones ideales tendría una producción de 10080 botellas por día en una jornada laboral de 8 horas, pero al mantener los procesos de fabricación actuales se está limitando la empresa a una producción máxima de 400 litros en la misma jornada laboral, esto indica que únicamente se aprovecha el 3,97 % de la capacidad máxima del sistema de dosificación de la máquina llenadora.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar un sistema automático de mezclado y optimizar el sistema de llenado para el mejoramiento de la producción del licor Tardón Mireño.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las variables en el proceso de elaboración, mezclado y dosificación del producto.
- Diseñar los equipos en un sistema automatizado que optimice los procesos de mezclado y dosificación.
- Simular la eficiencia del diseño mecánico de las paletas para el proceso de mezclado.
- Simular el sistema de mezclado que optimice el sistema de dosificación.
- Simular el proceso de automatización del sistema de mezclado.

## **ANTECEDENTES**

De acuerdo a cifras del Banco Central del Ecuador (BCE), la industria artesanal en el Ecuador obtuvo un PIB de USD13.484 millones en el año 2015, con una participación de 11,79% para 2014 y esta participación incrementó a 12,01% en el 2016. Dentro de la última década este sector registró un crecimiento del PIB de 47,46% y se prevé un incremento de un 10% anual hasta el final de la misma, adicionalmente, a nivel promedio este sector ha crecido 4,6% anual, reflejando un importante nivel de dinamismo dentro de sus actividades. [2]

En lo que a composición se refiere, la elaboración de alimentos y bebidas es la industria más importante en el país con un peso de 38% dentro del total del producto manufacturero y un producto generado de USD 5.297 millones. [2] De este indicador cabe recalcar que la aportación de las productoras de bebidas artesanales en el Ecuador de carácter alcohólicas y no alcohólicas es de casi el 35%. [3]

Según la asociación de industrias de bebidas del Ecuador (AIBE), entre las industrias que más participación han ganado en el mercado son las productoras de cerveza artesanal, seguidas de las bebidas alcohólicas a base de zumos frutales; este impulso es la consecuencia de su gran

acogida en el mercado, su fácil elaboración y las permanentes capacitaciones que ofrece la asociación para los productores. [3]

“Según la Organización Mundial de la Salud, el Ecuador es uno de los países con mayor consumo de bebidas alcohólicas en América Latina “. La población que consume licor en el país es de 912 mil personas aproximadamente, según las proyecciones del (INEC, 2010) [4].

En la actualidad las bebidas alcohólicas de carácter artesanal han ido ganando mercado y al convertirse en productos de alta demanda, los productores están obligados a mejorar los procesos de producción, reducir el tiempo de fabricación y recortar costos; todas estas mejoras sin perder la esencia que caracteriza a las marcas artesanales las cuales se fundamenta en la elaboración con productos naturales y fabricación ancestral, sin descuidar los parámetros que rigen a los productos para que sean considerados como aptos para el consumo humano.

## **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la mayoría de productoras del Cantón Mira dedicadas a la elaboración del tardón Mireño realizan el proceso de elaboración totalmente manual, únicamente una empresa ha adquirido una máquina dosificadora funcional debido al alto costo que posee dicha maquinaria en el mercado actual. En algunos casos se debe importar la maquinaria específica para realizar determinados procesos, lo cual resulta costosa y encarece el producto.

Según datos obtenidos a través de la entrevista realizada al señor Gustavo Valverde gerente de la Asociación Manos Productivas y el señor Renato Bastidas presidente de la Asociación Tardoncito en el año 2017, se obtuvo que la cantidad promedio de Tardón que producen estas dos asociaciones es de 1700 litros equivalente a 2266 botellas de 750 c.c. al mes ya que su elaboración es artesanal. [5] Es puntual mencionar que actualmente hay cerca de 10 marcas disponibles en el mercado, todas ellas de carácter artesanal citadas a continuación : Tardón La

Voladora, Tardón Novillo de Bombas, Tardón Tardoncito, Tardón Balcón de los Andes, Tardón Naranja y Caña, Tardón Tardonadas Mira, Tardón Señor Tardón, entre otras.

Se ha contabilizado que en la temporada de mayor demanda dichas marcas llegan a producir cerca de 12000 litros equivalentes a 16000 botellas de 750 c.c. al mes; como este proyecto está enfocado a mejorar la producción del licor artesanal del Cantón Mira, la maquinaria desarrollada estará disponible para todas las productoras que necesiten reducir sus costos operacionales realizando toda su producción mensual en un tiempo máximo de 3 días.

Como punto de referencia se ha cotizado maquinaria dosificadora de líquidos que realicen un proceso de embazado de 4 boquillas con una producción similar a la adquirida que puede llegar a costar cerca de los \$12000 (Doce mil dólares americanos), este tipo de maquinarias tiene como particularidad que son fabricadas en acero inoxidable para elaboración de productos de consumo.

En el mercado no se ha encontrado una máquina que realice un proceso completo de mezclado, dosificación e ingreso de las botellas como la que se pretende desarrollar, que sea diseñada para la viscosidad, PH, y cantidad de sedimentos que el Tardón posee ya que es una bebida producida en base al jugo de naranja sin tamizar o procesar.

Este proyecto se enfocará en la construcción de una máquina que realice un proceso completo de mezclado y dosificación automático con la mínima intervención del operario lo cual reducirá costos directos de fabricación y tiempos de producción.

Mejorará la rentabilidad de la empresa además de un valor agregado al implementar estándares de calidad y sanidad del producto que será destinado para el consumo humano.

Un ejemplo claro de la rentabilidad de la máquina fue la producción realizada en el mes de Agosto del 2019 en la cual se desarrolló por motivos de las festividades del cantón Mira una producción de 700 botellas en dos jornadas laborales de 8 horas, dicha producción se comercializó a un precio de \$5 (Cinco Dólares Americanos) por botella, los cuales generaron

un ingreso del \$3500 (Tres Mil Quinientos Dólares Americanos) , devengado gastos de producción se obtuvo una utilidad neta de \$1500 (Mil Quinientos Dólares Americanos) en 15 días que se vendió todo el lote, lo cual demuestra que se podrá recuperar la inversión en un máximo de 6 meses, concurrentemente se podrá ingresar al mercado con un costo menor en comparación con el de otros productores.

Además, se realizó una investigación por el Ingeniero en Contabilidad y Auditoría el Sr. Oscar Muñoz como fue el “Estudio de Factibilidad para la creación de una empresa productora de Tardón Industrializado en el cantón Mira provincia del Carchi”, el cual según la investigación realizada se pudo determinar que la producción de Tardón es limitada ya que toda la elaboración es artesanal por lo que hay un alto nivel de demanda que no se puede satisfacer. [5]

## **ALCANCE**

Este proyecto tiene como finalidad mejorar el proceso de producción en la elaboración del licor Tardón Mireño, aumentar la eficiencia de la dosificadora para que realice un proceso de embazado automático sin alterar el proceso de producción artesanal que identifica al producto elaborado.

Diseñar un sistema de mezcla y bombeo para la fabricación de licor artesanal conocido como Tardón Mireño, para ello los ingredientes de fabricación serán colocados según la receta, que el catador haya preparado para este lote en un tanque de almacenamiento de 900 litros equivalente a 1200 botellas de 750 centímetros cúbicos, el cual va a realizar un proceso de mezclado constante para garantizar la homogeneidad del producto y reducir el tiempo de producción.

Posteriormente la mezcla obtenida será bombeada hacia el tanque de almacenamiento, para empezar a realizar la dosificación por gravedad que ya está implementada, el desfogue que posee la dosificadora será recirculado al tanque de mezclado creando así un circuito cerrado que evitará la sedimentación y reducirá el desperdicio de producto al mínimo.

El sistema de control se encargará de mantener el volumen óptimo en el tanque del dosificador ayudado del sistema de bombeo.

Como resultado del diseño adjuntar planos detallados de la construcción mecánica y ensamble, de la misma forma incluir resultados de los estudios, simulación y listado de materiales.

De igual manera al ser una máquina para una producción artesanal, será de bajo costo, sin embargo, cumplirá con todas las normas establecidas para la producción de bebidas alcohólicas para consumo humano.

Por último, los componentes utilizados para su diseño son de fácil adquisición en el mercado local.

## **Capítulo I. Marco Teórico**

En el capítulo 1, se brinda información acerca del proceso actual de mezcla del tardón Mireño tardón.

### **1.1 El Tardón Mireño**

El tardón Mireño más que una bebida se la considera como una parte indiscutible de la cultura y tradición del cantón Mira, provincia del Carchi, está considerada como una de las bebidas de mayor trascendencia de generación a generación, considerado así como patrimonio cultural tangible de la provincia del Carchi y del Ecuador que se remonta desde la época de la colonia con sus más de 300 años de consumo y presencia entre las familias y anécdotas del cantón, con su exquisito sabor y su método de elaboración totalmente ancestral intacto desde sus primeros procesos de fabricación los cuales consistían en elaborar un elixir a base de jugo de naranja y alcohol etílico en concentraciones del 70% y el 30% de concentración respetivamente, además de agregar endulzantes naturales y uno que otro ingrediente que aminoraba el sabor del alcohol sin perder su grado de concentración. Esta bebida se la realizaba con el fin de glorificar las festividades de la Santísima Virgen de la Caridad protectora de todos los mireños para lo cual los habitantes de los respectivos caseríos se reunían para la elaboración de su enigmática bebida y lo han bebido realizando por más de 12 generaciones.

### **1.2 Selección de materia prima**

Para la selección de la materia prima y respetando la receta original se siempre se ha considerado el uso de frutas y derivados netamente cultivados en el cantón Mira ya que por su ubicación geográfica según el instituto geofísico militar consta de 4 zonas climáticas principales:

- Sub Tropical Semi Húmedo
- Sub Tropical Seco
- Templado

- Templado frío.

Cabe recalcar que las dos primeras zonas citadas en esta investigación son las ideales para el cultivo de la naranja y la caña de azúcar materias primas indiscutibles por su sabor, disponibilidad, características químicas y físicas que las hacen ideales para preservar la receta que tanto agrada a sus comensales. Las naranjas se las adquiere del caserío de Huaquer y Pisquer, así como el preparado de alcohol potabilizado se lo adquiere en el sector de Cabuyal y Santiaguillo, todo este proceso se lo muestra en la Figura 1.



Figura 1. Proceso de elaboración artesanal.

### 1.3 Análisis del fluido

El análisis porcentual de cada uno de los ingredientes se especifica en la Tabla 3, cabe recalcar que entre cada uno de los productores artesanales los porcentajes no varía mucho de fabricante a fabricante ya que la receta básica se mantiene intacta desde las primeras elaboraciones en tiempo de la colonia.

Tabla 3. Composición - Licor artesanal.

Composición	%
<b>Licor</b>	20%
<b>Jugo naranja</b>	70%
<b>Conservantes y saborizantes</b>	2%
<b>Azúcar</b>	8%

**Nota:** Porcentajes de cada ingrediente para obtener el licor artesanal.

Para esta investigación se realiza exámenes de las propiedades físicas y químicas del producto, las cuales, darán la pauta para el desarrollo del proyecto y serán los puntos de referencia para cálculos y diseños de la máquina.

Los resultados de los exámenes solicitados se muestran en la Tabla 4, en el cual se muestra un resumen de los datos tomados del anexo 1.

Tabla 4. Resultados físico-químicos

Propiedades física-químicas	Resultados	Muestra
<b>Densidad a 20 °C</b>	1.0503	Licor Tardoncito DC-MU4594
<b>Ph</b>	3.7	Licor Tardoncito DC-MU4594
<b>Viscosidad a 20 °C</b>	24.6	Licor Tardoncito DC-MU4594

Los parámetros tales como Ph y densidad del producto a temperatura ambiente de 20° C los cuales nos servirán como punto de referencia para nuestros cálculos. Además, se solicitó la viscosidad del licor y su comportamiento a diferentes revoluciones por minuto (rpm) dichos datos serán de mucha importancia para considerar las diferentes alternativas de solución al proceso del mezclado.

#### 1.4 Análisis de alternativas de solución

Con el fin de encontrar un lineamiento adecuado para el desarrollo del proyecto se citará algunos aspectos fundamentales para redescubrir las alternativas de implementación para el mezclador y para ello se establece como parámetro fundamental la homogenización de nuestro producto para lo cual los términos de sustancia definido en el libro de Química General del autor Raymond Chang como “una forma de materia que tiene composición definida (constante) y propiedades distintivas. Las sustancias difieren entre ellas por su composición y se pueden identificar según su aspecto, color, sabor y otras propiedades.”

Tomaremos en cuenta los ingredientes de nuestro licor artesanal como las sustancias que utilizaremos con el fin de buscar una homogenización de nuestro producto.

Además, recalamos el término de mezcla como una combinación de dos o más sustancias en la que estas conservan sus propiedades distintivas.

“Las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas. Cuando se disuelve una cucharada de azúcar en agua, se obtiene una mezcla homogénea, en la que la composición de la mezcla es uniforme. Sin embargo, al mezclar arena con virutas de hierro, tanto una como las otras se mantienen separadas. En tal caso se habla de una mezcla heterogénea porque su composición no es uniforme [6]”. Siendo la búsqueda de nuestro pilar de orientación obtener una mezcla homogénea para lo cual hemos investigados varias alternativas para un mejoramiento íntegro del proceso de mezclado artesanal con el fin de mejorar el ámbito de producción, reducir tiempo de fabricación y mejorar el aspecto sanitario, en la Figura 2 se muestra el proceso de mezcla artesanal.



Figura 2. Proceso de Mezcla de forma artesanal.

#### **1.4.1 Generación de alternativas de solución para el proceso de mezclado**

##### **1.4.1.1 Tanques de acero inoxidable**

Los diferentes tipos de tanques de acero inoxidable se distinguen por la función para la cual se fabrican, por el tipo de acero inoxidable del que están hechos, por sus acabados y por la forma en que se diseñan. Por lo tanto, hay tanques de almacenamiento, de extracción, de fermentación, de separación, por mencionar las funciones más comunes. De acuerdo con su forma hay tanques cilíndricos, cuadrados, verticales, horizontales, cónicos, planos, inclinados, toriosféricos y semielípticos véase en la Figura 3.



Figura 3. Tanques en acero AISI 304.

#### **1.4.1.2 Mezcladores**

Para conseguir los niveles de mezcla homogénea están intrínsecamente relacionados con las características físico-químicas de los productos a procesar, además de su compatibilidad y del volumen a mezclar; por lo cual necesitamos que haya una interpenetración de las partículas que ocupan las diversas zonas de los volúmenes del recipiente. Por lo que es primordial una selección adecuada del agitador que genere mayor contacto entre las partículas de los elementos a mezclar.

#### **1.4.1.3 Parámetros para el diseño de un agitador.**

Para poder seleccionar un diseño de agitador, hay algunos datos que son necesarios que tienen que ver con el depósito mezclador.

- Capacidad
- Forma depósito: Sección (circular o rectangular)
- Altura total depósito (plano apoyo del agitador sobre fondo)
- Altura del líquido
- Material depósito (Inoxidable, A.Cbno, PVC, otro)
- Fondo superior (Abierto: altura libre o cerrado)
- Productos a mezclar
- Temperatura

#### 1.4.1.4 Tipos de agitadores.

Cuando se utilizan dispositivos agitadores, la selección correcta del agitador más eficiente es fundamental para obtener un producto homogéneo y en el menor tiempo de fabricación posible, los agitadores se distinguen según:

- El tipo de flujo que generan en el material mezclado.
- Las aplicaciones que dependen de la velocidad.
- Los diferentes diseños para diferentes viscosidades.

Los tres tipos principales de agitadores son los de paleta, turbina y hélice los cuales son los más usados en la industria como se muestran en la Figura 4.

**Agitadores de paleta:** Producen una acción de mezcla suave, conveniente para el trabajo con materiales cristalinos frágiles.

**Agitadores Turbina:** Es un impulsor el cual cuenta con más de cuatro hojas montadas sobre el mismo elemento, sirven para procesar numerosos materiales.

**Agitadores Hélice:** Poseen elementos impulsores que giran a gran velocidad (de 500 a varios millares de r.p.m.), son muy efectivas con líquidos poco viscosos.

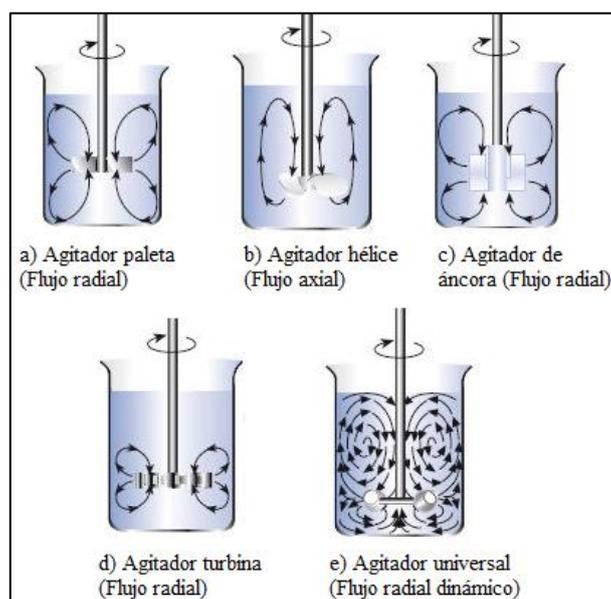


Figura 4. Tipo de Agitadores. [15]

### 1.5 Evaluación de alternativas de solución para el mejoramiento del dosificado

Considerando que el sistema de dosificación ya está implementado en mejorar la eficiencia del mismo ya que debido a su diseño por gravedad tenemos una pérdida de eficacia en el proceso de dosificación en los volúmenes críticos del tanque ver la Figura 5.

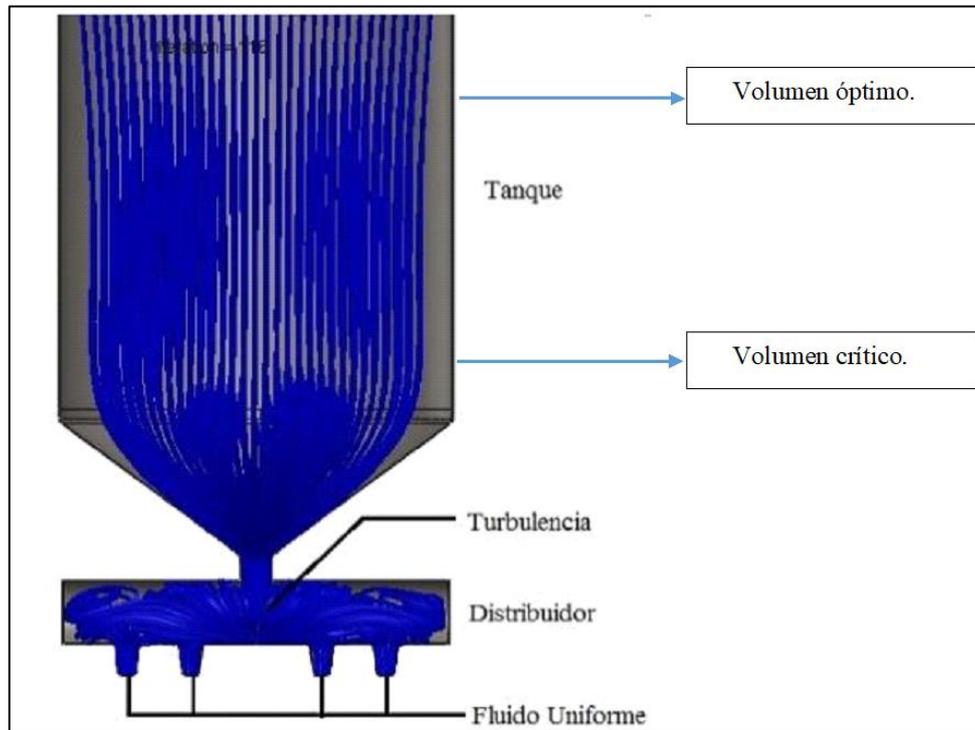


Figura 5. Volumen óptimo del tanque dosificador. [4]

Para poder mejorar la eficiencia del sistema estamos direccionados en implementar los respectivos elementos de control los cuales conformarán un conjunto de elementos los cuales permitirán mantener el tanque de dosificación en el umbral de volumen óptimo para ello nos veremos en la necesidad de utilizar algunos sensores al igual de un sistema de bombeo, todos ellos de régimen alimenticio para evitar la proliferación de bacterias en los diferentes elementos que conforman el sistema de control.

#### 1.5.1 Sensores de nivel

El sensor de nivel es un instrumento que trabaja con un interruptor de contacto con señal ON/OFF, también tenemos sensores con señales análogas generalmente conocidos como

transductores, su función principal es detectar el nivel de un fluido en un recipiente véase en la Figura 6.

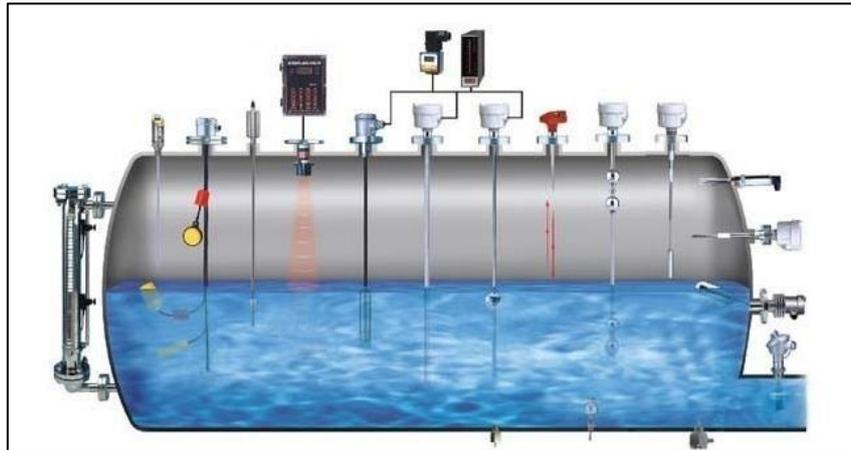


Figura 6. Sensores de nivel [9]

### 1.5.2 Sistema de bombeo.

El sistema de bombeo será el encargado de movilizar nuestro producto mezclado hacia el sistema de dosificación, el que está actualmente implementado y consta de un tanque de almacenamiento de 270 litros que se encuentra a 2,70 metros de altura, por este motivo la selección del sistema de bombeo es muy importante para poder unir el sistema de mezclado con el de dosificación, a continuación, mencionaremos las principales bombas que se encuentran comercialmente en el mercado con sus respectivas características y funcionamiento:

- **Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico**, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas.
- **Bombas de émbolo alternativo**, en las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y

descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.

- **Bombas volumétricas rotativas o rotoestáticas**, en las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.
- **Bombas rotodinámicas**, en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodetes con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido. En este tipo de máquinas el flujo del fluido es continuo.

Estas turbomáquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en:

- ✓ Radiales o centrífugas, cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.
- ✓ Axiales, cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
- ✓ Diagonales o helicocentrífugas cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.

## Capítulo II. Metodología

Este capítulo detalla los métodos planteados para el desarrollo del diseño, cálculos para el sistema de agitación, bombeo, selección del sistema de control.

### 2.1 Parámetros de diseño.

Es necesario considerar los siguientes parámetros y requerimientos del cliente para el diseño del mezclador industrial para la elaboración de licor artesanal.

#### 2.1.1 Especificaciones técnicas.

Se presenta datos relevantes del cliente y diseñador como base fundamental para establecer las características de la máquina, ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos Principales

<b>Empresa - Cliente</b>	MEGANET
<b>Producto</b>	Licor artesanal Tardón.
<b>Diseñador</b>	Alex Alberto Garrido Franco

**Nota:** Información del cliente, producto y diseñador de la máquina.

Se establece especificaciones técnicas de la mezcladora las cuales se muestran en la Tabla 6; los requerimientos más importantes establecidos por el cliente son:

- Costos.
- Tipo de energía.
- Mantenimiento.
- Mejorar la producción.
- Cumpla con las normas sanitarias.
- Funcionalidad.
- Fácil control.

Tabla 6. Especificaciones técnicas

Concepto	Propone C/I	R/D	Descripción
<b>Función</b>	C	R	Obtener una mezcla homogénea. Facilidad de evacuación de la mezcla.
<b>Energía</b>	C/I	R	Energía eléctrica 110/220v.
<b>Homogeneidad</b>	C	R	1200 botellas de 750 ml en 8 horas con un margen de error del 2%.
<b>Automatización</b>	C/I	R	El proceso mezclado y evacuación será automático.
<b>Costos</b>	C	R	La mezcladora debe tener un costo de construcción de \$3000 dólares.
<b>Normas Sanitarias</b>	C/I	R	Debe cumplir con estándares de sanidad.
<b>Fiabilidad</b>	C	D	Vida útil 10 años. Fácil montaje y desmontaje.

**Nota:** Dónde: C= cliente, I=Ingeniero, R/D: R= Requerimiento, D= Deseo.

### 2.1.2 Selección de Alternativas.

Se utiliza como método el análisis funcional; es una técnica propuesta por el ingeniero estadounidense Lawrence D. Miles, cuyo propósito es separar la acción que se efectúa del componente o mecanismo, para buscar nuevas soluciones a un mismo problema. El análisis funcional logra obtener mejores productos a un menor costo [7].

### 2.1.3 Desarrollo de diagramas funcionales.

Se establecen niveles para el desarrollo de los diagramas funcionales, en el nivel cero se presenta la función global de la máquina véase en la Figura 7.



Figura 7. Proceso de mezclado (nivel cero).

En el nivel uno se presentan las subactividades involucradas en el proceso de fabricación véase en la Figura 8, dicha figura detalla las actividades y los requerimientos que cada una de ellas necesita para realizar el proceso principal de mezclado.

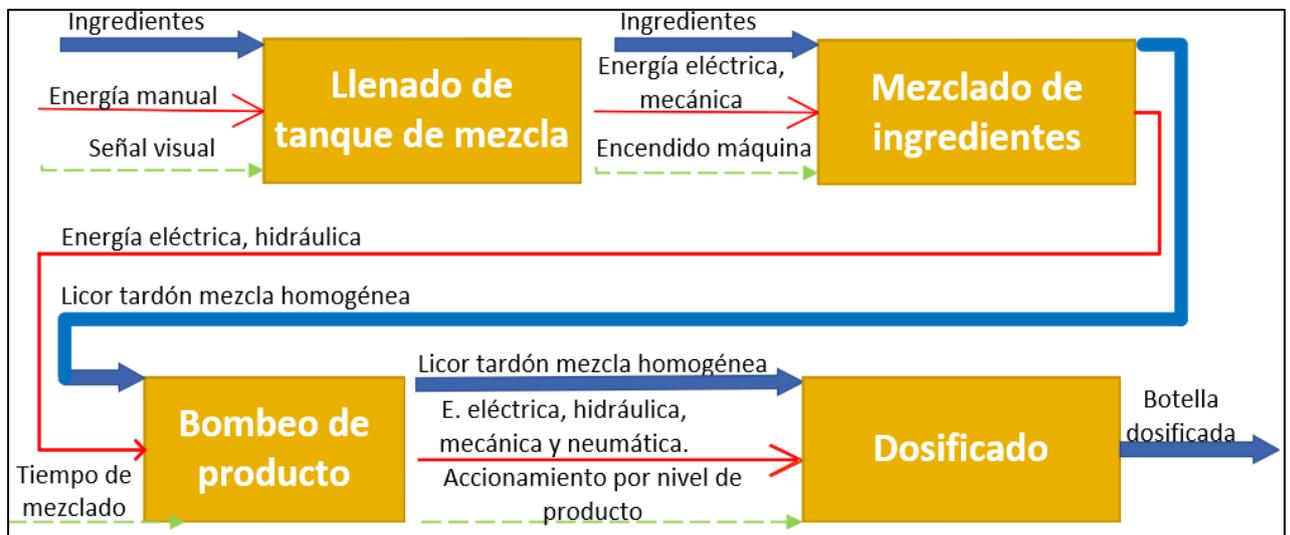


Figura 8. Proceso de mezclado (nivel uno).

En la Figura 8 se visualiza un funcionamiento generalizado de las subactividades necesarias para que la materia prima llegue a convertirse en el producto terminado y para su posterior embasamiento, cada actividad se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Proceso de dosificación.

Función	Descripción
<b>Llenado de tanque de mezcla</b>	Se ingresa la materia prima en el tanque de almacenamiento manualmente por el operador en las porciones necesarias proporcional a la cantidad de botellas que se desea embazar.
<b>Mezclado de ingredientes</b>	Se procede a accionar los elementos mecánicos necesarios para realizar el proceso de mezcla con el fin de buscar la homogenización de los ingredientes y evitar la sedimentación en la base del tanque de mezclado.
<b>Bombeo de producto</b>	El sistema de bombeo será el encargado de enviar la mezcla homogénea de nuestro producto hacia el tanque de la dosificadora.
<b>Dosificado</b>	El sistema de dosificado de gravedad ya está implementado y será el encargado del llenado de las botellas.

En el nivel dos se presentan las funciones secundarias véase en la Figura 9, las cuales están agrupadas en módulos, esto con la finalidad de comprender mejor el proceso de mezclado y definir varias soluciones para una selección optima en el diseño y costo.

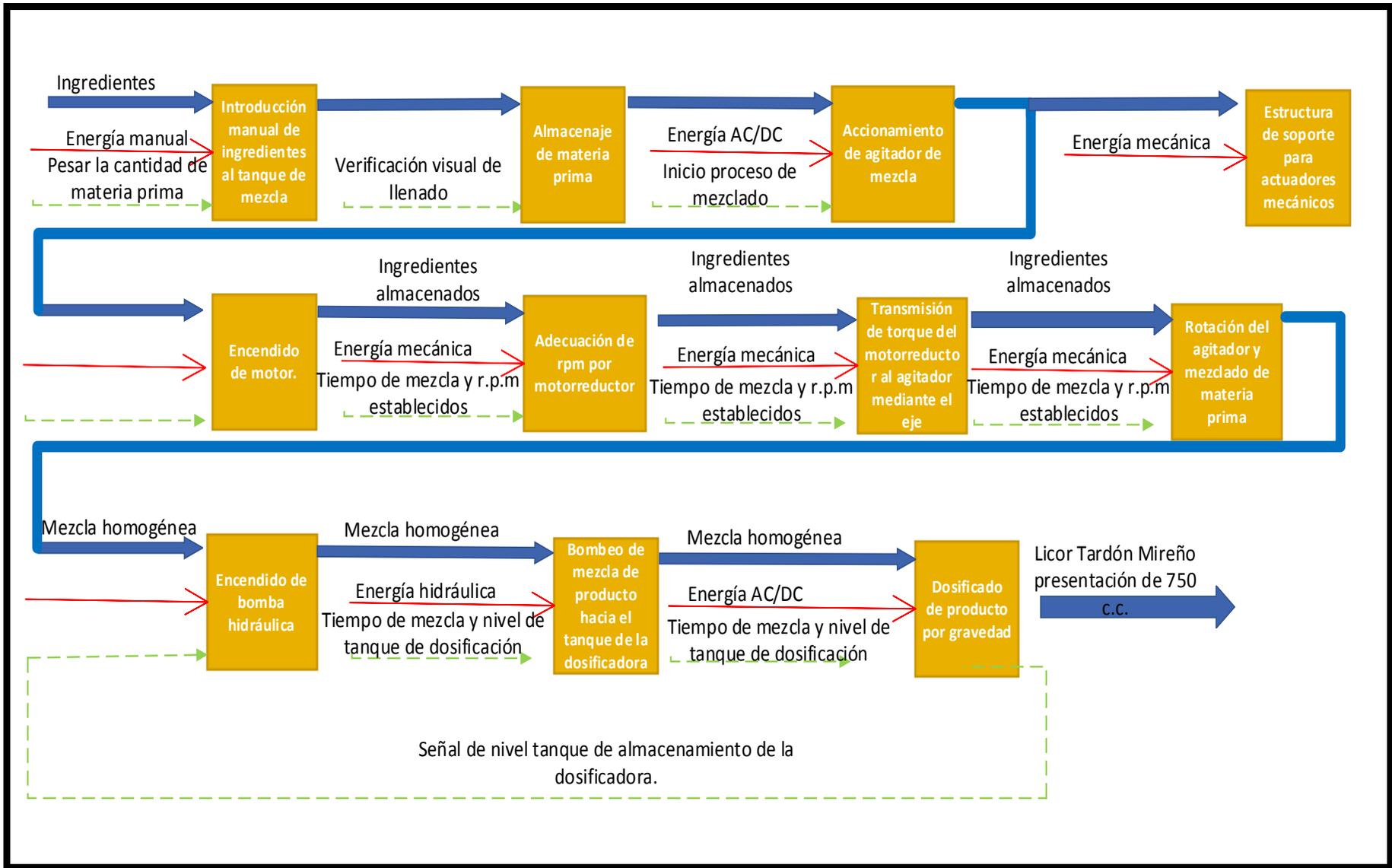


Figura 9. Proceso de Mezclado (Nivel dos de análisis funcional).

*Las funciones secundarias establecidas en la Tabla 8*

Tabla 8 nos impregna de un acercamiento más real al flujo idóneo de nuestro sistema y sus respectivas funciones secundarias.

Tabla 8. Funciones secundarias.

Función N1	Función N2	Descripción
<b>Llenado</b>	Introducción manual de ingredientes al tanque de mezcla	Ingreso de ingredientes azúcar, alcohol potabilizado, jugo de naranja y conservantes (Ácido ascórbico) hacia el tanque de mezcla.
	Almacenaje de materia prima	
<b>Mezclado</b>	Encendido de motor	Mezclado de nuestra materia prima mediante temporizador de control el cual nos asegure la homogeneidad de nuestro producto y evite la sedimentación de partículas en la base de nuestro tanque de mezcla.
	Adecuación de rpm por motorreductor	
	Transmisión de torque del motorreductor al agitador mediante el eje	
	Rotación del agitador y mezclado de materia prima	
<b>Bastidor</b>	Estructura de soporte para actuadores mecánicos.	Se establece un subsistema para el análisis del soporte que fijara los accionamientos motrices a nuestro tanque de mezclado.
<b>Bombeo</b>	Encendido de bomba hidráulica	Bombeo del producto en su mezcla homogénea hacia el tanque de la dosificadora por gravedad.
	Bombeo de mezcla de producto hacia el tanque de la dosificadora	
<b>Dosificado</b>	Dosificado de producto por gravedad	Llenado de botellas en su presentación de 750 c.c. cabe recalcar que dicho modulo ya está implementado.

El diagrama funcional del nivel dos nos revela los diferentes módulos a considerar en nuestro diseño con sus respectivos subsistemas como se puede observar en la Figura 10 que se detallan a continuación:

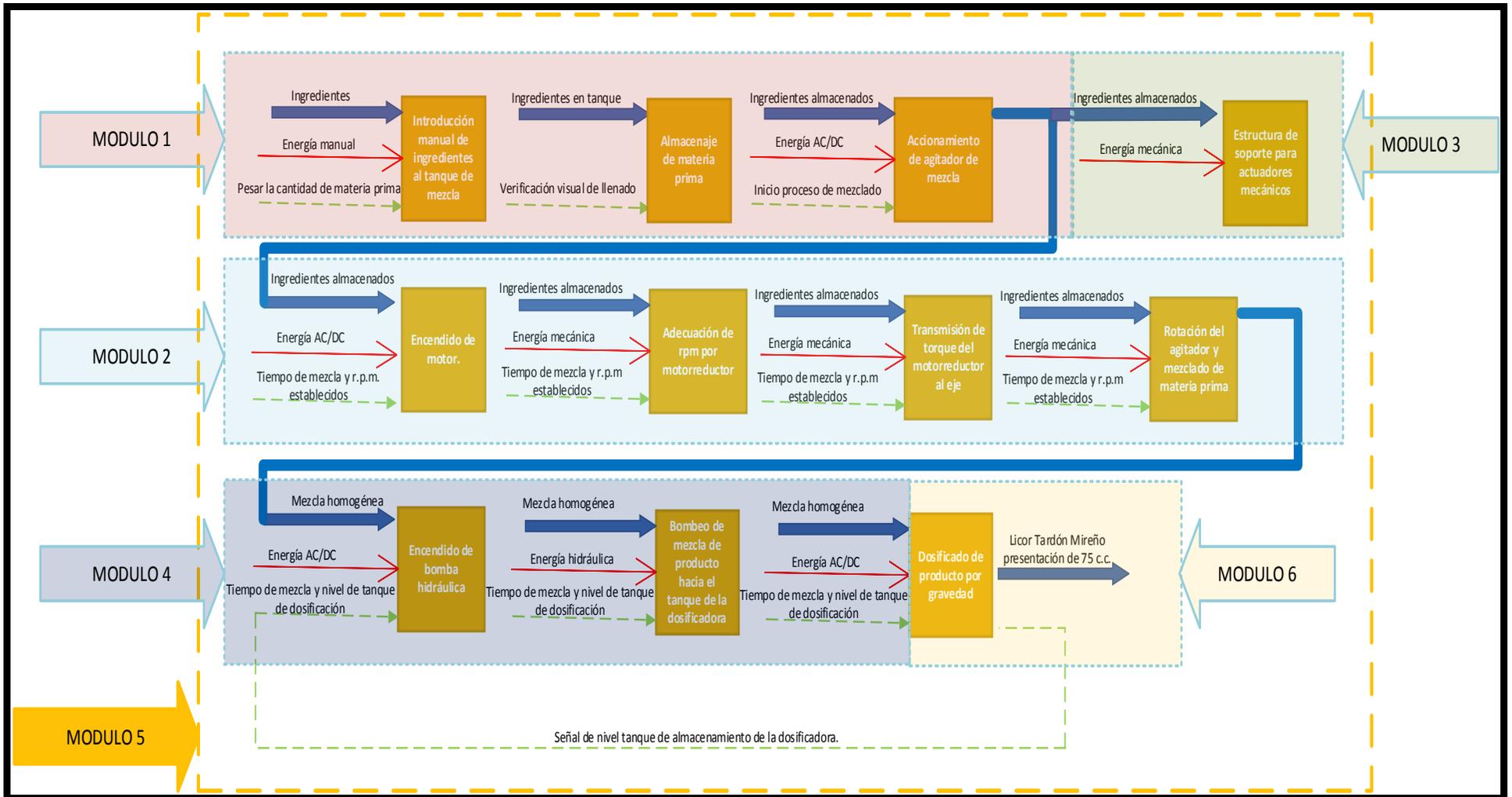


Figura 10. Diagrama funcional nivel.

- Modulo 1: Conjunto Tanque – Agitador.
- Modulo 2: Sistema de transmisión motriz.
- Modulo 3: Estructura soporte (Bastidor).
- Modulo 4: Sistema de Bombeo.
- Modulo 5: Sistema de Control (Automatización).
- Modulo 6: Sistema de dosificación. (Sistema ya implementado)

#### 2.1.4 Alternativas de los módulos.

Se presenta 3 alternativas para cada módulo luego se realiza un análisis ponderado con los criterios relevantes con la finalidad de seleccionar una única solución.

#### 2.1.5 Módulo 1: Conjunto de sistema de mezclado (Tanque - Agitador).

El conjunto 1 tiene la función principal de mezclar, el cual consta de un recipiente para el producto y el agitador para mezcla; el recipiente tendrá como única solución a forma cilíndrica, según lo estipulado en las normas ASME para diseño de tanques, para el fondo se establece 3 alternativas obsérvese en la Figura 11.

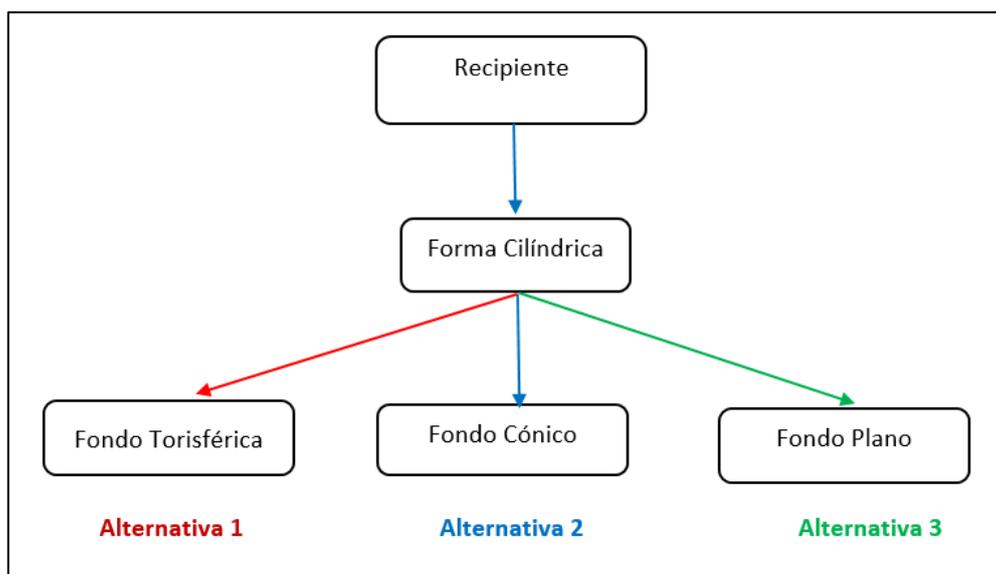


Figura 11. Alternativas Módulo 1.

### 2.1.5.1 Alternativa 1: Tanque fondo Torisférica

Como se indica en la Figura 12 es de forma cilíndrica con fondo bombeado son las más utilizadas en la industria por su bajo costo; este tipo de recipientes soportan altas presiones manométricas y se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros.

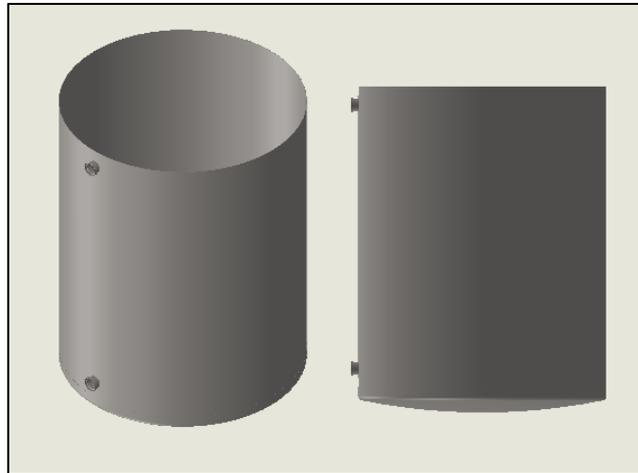


Figura 12. Alternativa 1 - Fondo Torisférica.

#### **Ventajas:**

- Fácil mantenimiento, puede utilizarse agua para su limpieza.
- Cumple con las normas alimentarias FDA.
- Soporta presiones manométricas.

#### **Desventajas:**

- Presenta sedimentación en el fondo del tanque y no produce una mezcla homogénea.
- Su costo de manufactura es costoso por su fondo bombeado.

### 2.1.5.2 Alternativa 2: Tanque fondo cónico.

Como se indica en la Figura 13. es de forma cilíndrica con fondo, este tipo de recipientes son utilizados en torres fraccionadoras o de destilación, en cuanto a su diámetro de fabricación no hay límite excepto su ángulo de vértice no debe ser mayor de 60°.

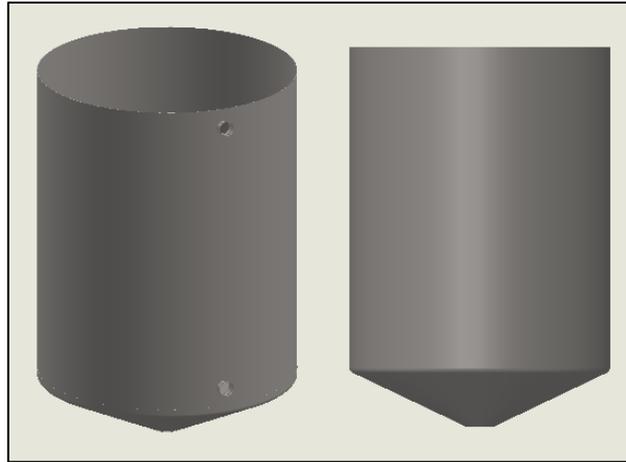


Figura 13. Alternativa 2 - Fondo Cónico.

**Ventajas:**

- Fácil mantenimiento, puede utilizarse agua para su limpieza.
- Cumple con las normas alimentarias FDA.
- Su diámetro para su manufactura no tiene límite.

**Desventajas:**

- Presenta sedimentación en el fondo del tanque y no produce una mezcla homogénea.
- La manufactura para el fondo cónico es costosa.

**2.1.5.3 Alternativa 3: Tanque fondo plano con ceja.**

Es de forma cilíndrica con fondo plano con ceja como se muestra en la Figura 14, este recipiente es utilizado para presiones atmosféricas y su costo es muy bajo su única limitante es el diámetro de fabricación el cual no puede exceder los 6 metros como máximo.

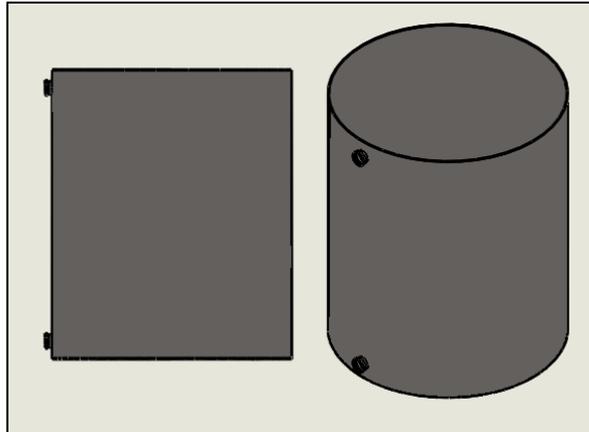


Figura 14. Alternativa 3 - Fondo Plano con ceja.

**Ventajas:**

- Cumple con las normas FDA.
- Su costo de manufactura es bajo.
- Fácil mantenimiento, su fondo plano con ceja evita que se acumulen bacterias en los vértices por tener bombeado su perfil.

**Desventajas:**

- Solo pueden trabajar con presiones atmosféricas con un fondo plano con ceja.

**2.1.5.4 Selección de la alternativa para el módulo 1.**

Se emplea el método ordinal corregido de criterios ponderados. Este método se basa en tablas donde se analizan y confrontan todos los criterios (o soluciones) y se les asigna un valor, obteniendo resultados significativos [8], Los criterios más relevantes para este módulo son los siguientes:

- Función (Fun).
- Energía. (E)
- Homogeneidad (H).
- Automatización (A).
- Costo (C).

- Normas sanitarias (N.S).
- Fiabilidad (F).

En la Tabla 9 se presenta la ponderación de los criterios más importantes para este módulo.

Tabla 9. Evaluación y ponderación de los criterios más importantes.

Criterios	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F	$\Sigma + 1$	Ponderación	
<b>Función</b>		0	1	1	1	1	0,5	5,5	0,16	
<b>Energía</b>	0,5		0	1	1	1	0,5	5	0,15	
<b>Homogeneidad</b>	0,5	1		1	0,5	0,5	0	4,5	0,13	
<b>Automatización</b>	0	0,5	0		0	0	0	1,5	0,04	
<b>Costos</b>	1	1	1	1		1	0,5	6,5	0,19	
<b>Normas Sanitarias</b>	1	1	1	1	1		0,5	6,5	0,19	
<b>Fiabilidad</b>	0,5	1	0,5	1	0,5	0		4,5	0,13	
	Suma								<b>34</b>	<b>1</b>
<b>Costo = Normas Sanitarias &gt; Función &gt; Energía &gt; Homogeneidad = Fiabilidad &gt; Automatización</b>										

Una vez evaluado cada una de las soluciones con respecto a cada criterio anexo 2 se determina la más óptima para el módulo el cual se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Conclusiones de las alternativas Módulo 1.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,06	0,06	0,04	0,33	2
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,05	0,02	0,01	0,03	0,06	0,02	0,26	3
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,05	0,07	0,01	0,10	0,06	0,07	0,41	1

La alternativa 3 (Tanque con fondo plano con ceja) es la mejor situada por lo que se establece para el diseño del módulo 1. A continuación se presenta las 3 alternativas para el sistema de mezcla (agitador).

### 2.1.5.5 Alternativa 1 Agitador Hélice

Este tipo de agitador es de flujo axial, opera con velocidades elevadas y se emplea para líquidos viscosos, este tipo de agitadores son eficaces para tanques de gran tamaño en la Figura 15 se muestra un agitador hélice.

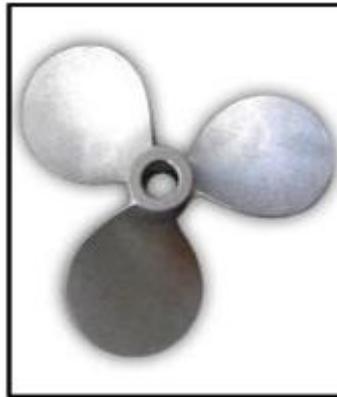


Figura 15. Alternativa 1 - Agitador Hélice.

#### **Ventajas:**

- Cumple con las normas FDA para el sector alimenticio.
- Fácil mantenimiento no contiene componentes extras.

#### **Desventajas:**

- Su costo de manufactura es elevado por la complejidad para fabricar las aspas.
- Al trabajar con velocidades elevadas se necesita colocar deflectores alrededor del tanque para evitar vórtices del líquido.

### 2.1.5.6 Alternativa 2 Agitador Turbina

Este tipo de agitador consta de paletas o aspas las cuales pueden ser rectas o curvas, trabajan con un rango de velocidades angulares entre 100 a 1000 rpm, los de turbina son eficaces para líquidos con baja viscosidad ya que generan fuertes corrientes y se distribuyen por todo el recipiente permitiendo una mezcla homogénea, en la Figura 16 se muestra un agitador turbina.

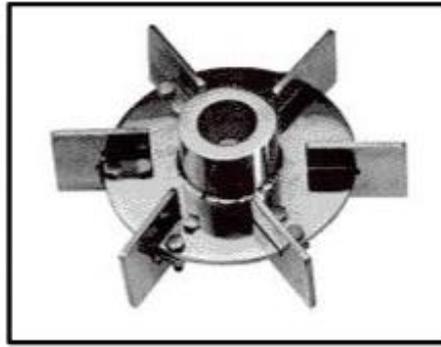


Figura 16 Alternativa 2 - Agitador Turbina

**Ventajas:**

- Cumple con las normas FDA para el sector alimenticio.
- Fácil mantenimiento no contiene componentes extras.
- Trabaja con velocidad bajas y medias, su costo de manufactura es mucho menor que la de hélice.

**Desventajas:**

- Al trabajar con velocidades elevadas se necesita colocar deflectores alrededor del tanque para evitar vórtices del líquido.

**2.1.5.7 Alternativa 3 Agitador aspas Planas**

Este tipo de agitadores son de aspas planas que giran sobre un eje vertical, son ideales para dispersión gas-liquido además para procesar pastas de almidón, pinturas, adhesivos y cosméticos, pueden trabajar a velocidades de 10 a 200 rpm. En la Figura 17 se muestra un agitador con aspas planas.



Figura 17. Alternativa 3 - Agitador aspas Planas.

**Ventajas:**

- Cumple con las normas FDA para el sector alimenticio.
- Fácil mantenimiento no contiene componentes extras.
- Su costo de manufactura es el más bajo y más fácil de fabricar.

**Desventajas:**

- Trabaja con velocidades bajas de 20 a 200 rpm.

Una vez evaluado cada una de las soluciones con respecto a cada criterio anexo 3 se determina la más óptima para el este módulo el cual se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Conclusiones de las alternativas Módulo 1.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,05	0,02	0,01	0,03	0,06	0,02	0,26	3
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,05	0,07	0,01	0,08	0,06	0,07	0,39	1
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,08	0,06	0,02	0,33	2

La alternativa 2 (Agitador Turbina) es la mejor situada por lo que se establece para el diseño del modulo 1.

**2.1.6 Módulo 2: Sistema motriz.**

El módulo 2 tiene la función de generar una fuerza la cual se transmite al eje donde se encuentra el agitador mezclador, como solución única para producir esta fuerza será mediante un motor eléctrico y reductor con el fin de reducir la velocidad y tener una buena mezcla; para la transmisión de esa fuerza motriz se plantea 3 alternativas véase en la Figura 18.

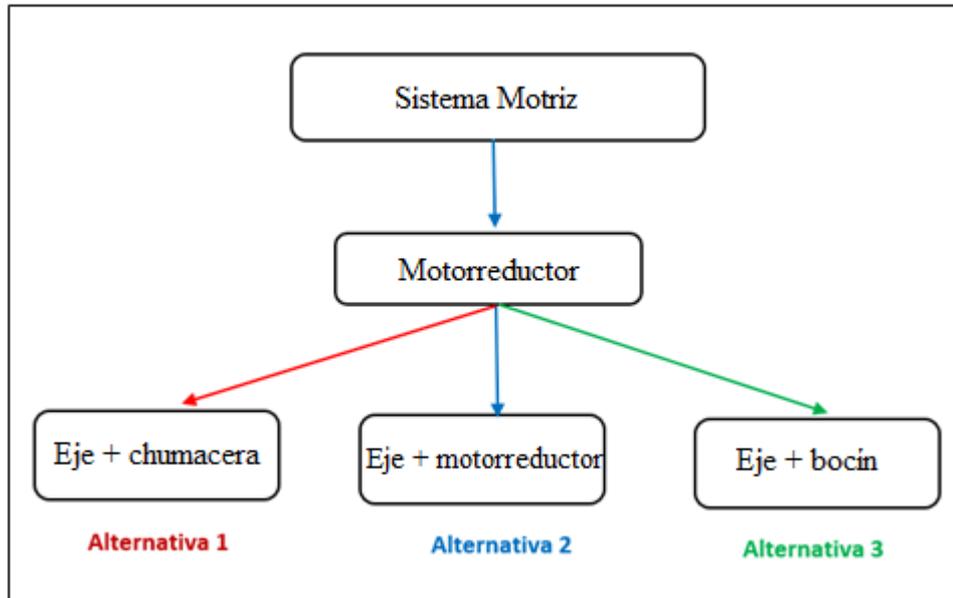


Figura 18. Alternativas Módulo 3.

### 2.1.6.1 Alternativa 1: Eje con chumacera.

Es un rodamiento montado, se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación, se colocan generalmente en una línea paralela en el eje del árbol y puede estar fabricadas de resina termoplástica o de acero inoxidable; son usadas en varios sistemas de transporte y son auto lubricantes lo que no requiere mantenimiento. En la Figura 19 se muestra sistema de transmisión con chumacera.

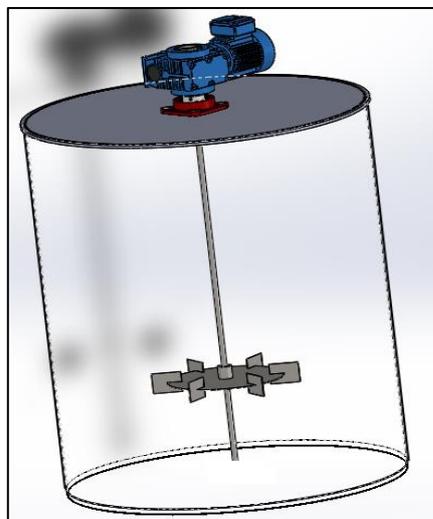


Figura 19. Alternativa 1 – Eje + chumacera.

**Ventajas:**

- Fácil diseño y montaje, diferentes tipos de fijación (prisionero, anillo excéntrico, anillo concéntrico, buje).
- No requiere mantenimiento por su auto lubricación.
- Su rango de temperatura va entre 100° y 200° C.
- Posee una desalineabilidad de 1° - 2° es decir se puede desalinear hasta 2 grados sin perder el orificio de lubricación con respecto a la ranura.

**Desventajas:**

- No es de precisión en el giro debido a que su ajuste en el eje debe ser deslizante.

**2.1.6.2 Alternativa 2: Eje + Motorreductor.**

El eje del agitador se conecta directo al Motorreductor para transmitir el movimiento, su montaje es muy sencillo, el único elemento que permite el acople es un chavetero tal como se muestra en la Figura 20.

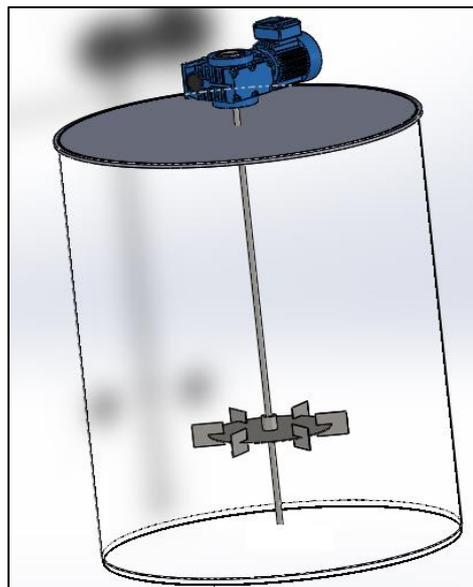


Figura 20. Alternativa 2 - Transmisión eje reductor.

**Ventajas:**

- Fácil diseño no requiere de elementos extras.
- Fácil montaje, solo se acopla directo con el motorreductor a través de una chaveta.

- Bajo costo de implementación.

**Desventajas:**

- No cuenta con un punto de apoyo en la base, con el uso y por su trabajo rotacional el chavetero sufre un desgaste, único elemento que sujeta eje-motorreductor.

**2.1.6.3 Alternativa 3: Eje con bocín.**

Es una pieza mecánica cilíndrica fabricada de bronce, acero fundido o acero inoxidable, su función es muy simple, sirve de guía a un eje en cual está conectado a un equipo que genera un movimiento rotativo, no requiere de mantenimiento, en la Figura 21 se muestra la conexión con este elemento mecánico.

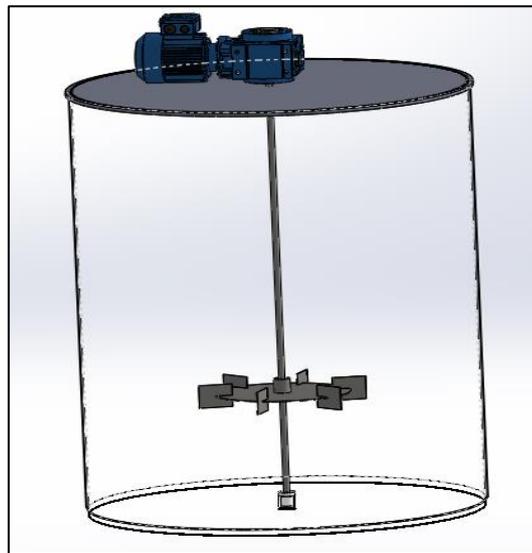


Figura 21. Alternativa 3 – eje + bocín.

**Ventajas:**

- La construcción es muy sencilla y es la más económica.
- No requiere de mantenimiento o algún tipo de lubricación.
- Su montaje es fácil y soldable.
- Su diseño permite separar el motor eléctrico sobre el tanque.

### Desventajas:

- En caso deterioro del bocín es necesario desmontar todos los elementos del tanque para hacer el cambio.

Una vez evaluado cada una de las soluciones con respecto a cada criterio anexo 4, se determina la más óptima para el este módulo el cual se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Conclusiones de las alternativas Módulo 2.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,04	0,04	0,01	0,03	0,06	0,03	0,28	3
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,04	0,04	0,01	0,06	0,06	0,07	0,35	2
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,06	0,04	0,01	0,10	0,06	0,03	0,37	1

La alternativa 3 (bocín) es la mejor situada que el resto por lo que se establece para el diseño del modulo 3.

### 2.1.7 Módulo 3: Estructura bastidor.

La función del bastidor es sorportar el peso del motor reductor y dar un buen punto de apoyo, se plantea 3 soluciones para este módulo como se muestra en la Figura 22.

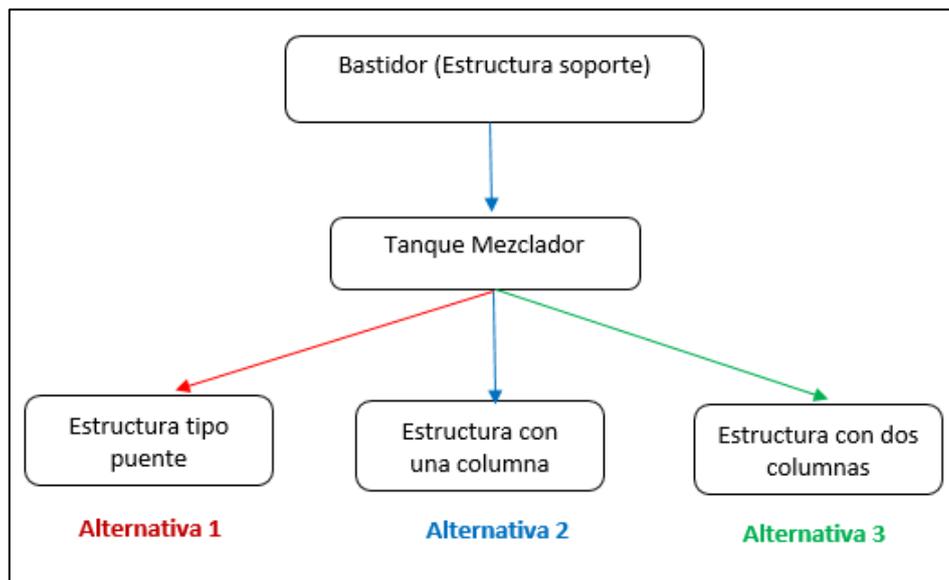


Figura 22. Alternativas Modulo 5.

### 2.1.7.1 Estructura alternativa 1.

En este sistema se instala una estructura la cual se acopla a la geometría del tanque en la cual se apoya el motor eléctrico y el reductor de velocidad tal como se muestra en Figura 23



Figura 23. Soporte tipo puente.

#### **Ventajas:**

- Fácil construcción y montaje.
- Bajo costo de fabricación, cumple con las normas F.D.A.
- El eje del agitador está mejor centrado en el tanque.

#### **Desventajas:**

- El peso del motor, reductor de velocidad, eje del agitador genera un esfuerzo sobre el tanque el cual se debe tomar en cuenta al momento del diseño.

### 2.1.7.2 Estructura Alternativa 2.

Esta estructura consta de dos columnas como soporte, los cuales van alrededor del tanque y una viga en medio de estas para poder figurar el motor eléctrico y reductor de velocidad véase en la Figura 24



Figura 24. Alternativa 2.

**Ventajas:**

- Esta estructura brinda mayor estabilidad.
- Cumple con las normas F.D.A.
- Fácil construcción y montaje.

**Desventajas:**

- Su costo de fabricación es elevado.
- Necesita más espacio para poder colar las columnas alrededor del tanque.

**2.1.7.3 Estructura Alternativa 3.**

Esta estructura consta de una columna como soporte y una viga en la parte superior para poder figar el motor eléctrico y reductor véase en la Figura 25



Figura 25. Alternativa 3.

**Ventajas:**

- Diseño simple y fácil construcción.
- Cumple con las normas F.D.A.
- Son resistentes en caso de un uso extenuante.
- Su costo esta alrededor de \$150 dólares.

**Desventajas:**

- No brinda una mayor estabilidad porque consta de una solo columna.
- Su costo es elevado.
- La viga en la parte superior tiene que ser mayor tamaño debido a que este debe soportar el peso del motor, reductor de velocidad, eje del agitador.

Una vez evaluado cada una de las soluciones con respecto a cada criterio anexo 5 se determina la más óptima para el este módulo el cual se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Conclusiones de las alternativas Módulo 3.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,06	0,06	0,01	0,10	0,06	0,06	0,40	1
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,06	0,06	0,01	0,03	0,06	0,06	0,34	2
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,02	0,02	0,01	0,06	0,06	0,02	0,26	3

La alternativa 1 (Estructura tipo puente) es la mejor situada por lo que se establece para el diseño del modulo 3.

**2.1.8 Módulo 4: Sistema de bombeo.**

La función del módulo 2 es transportar el producto mezclado al tanque de dosificación; como solución única se opta por una bomba, en el mercado encontramos de diferentes tipos y para aplicaciones específicas por lo cual se presenta 3 alternativas véase en la Figura 26 para seleccionar la más óptima para nuestro diseño.

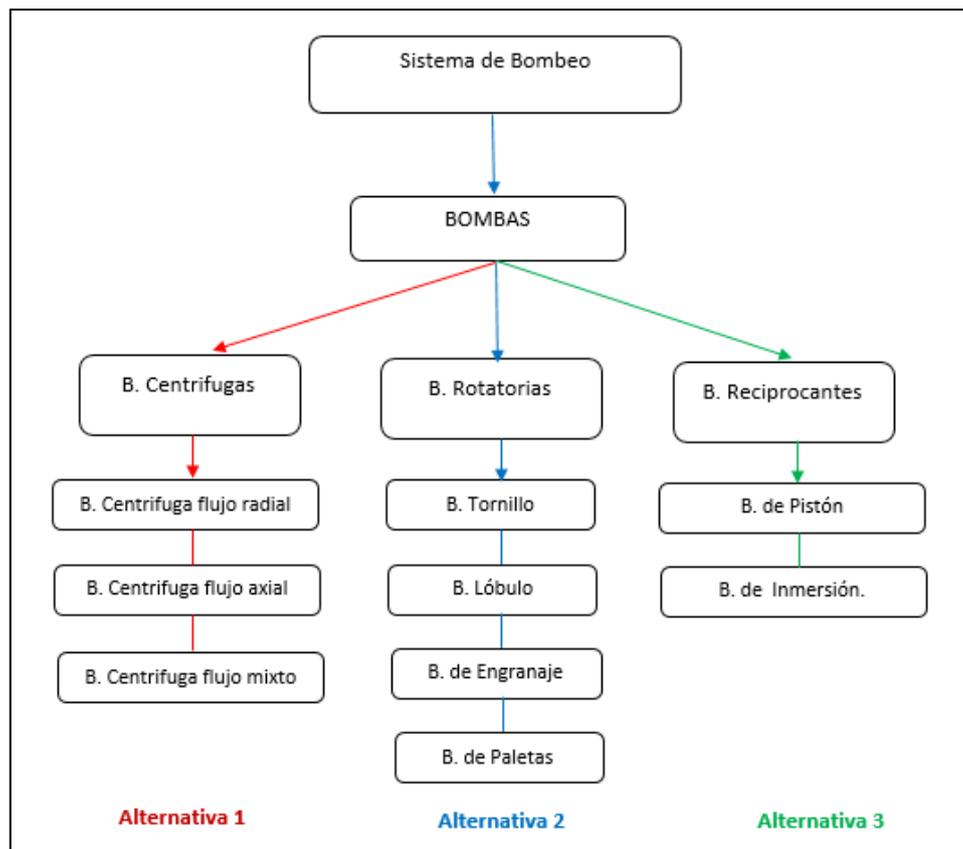


Figura 26. Alternativas Módulo 2.

### 2.1.8.1 Bombas Centrifuga

Transformar la energía mecánica de un impulsor o rodete en energía cinética, generalmente son usadas para mover un volumen de líquidos, su funcionamiento principal es succionar el fluido hacia el centro del impulsor el cual dispone de álabes para direccionar el fluido y por efecto de la fuerza centrífuga el producto es impulsado hacia el exterior véase en la Figura 27. Este tipo de bombas se clasifican:

- B. Centrifuga de flujo axial: Cargas pequeñas y caudales grandes, impulsores de alta velocidad.
- B. Centrifuga de flujo radial: Cargas altas y caudales pequeños, impulsores de baja velocidad.
- B. Centrifuga de flujo mixto: Maneja líquidos con sólidos y su velocidad va aumentando [9].

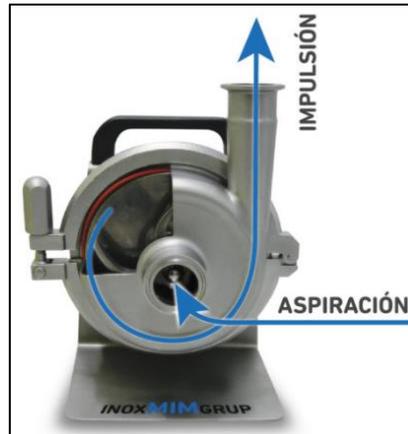


Figura 27. Alternativa 1 - Bomba Centrífuga [58].

#### **Ventajas:**

- Diseño sencillo, pocas piezas móviles.
- Conexión directa a los motores eléctricos que las accionan.
- Capaces de trasladar más de 1000 litros en 10 minutos a 5 metros de altura.
- Servicio confiable y de bajo costo de mantenimiento.
- Cumple con las normas alimentarias FDA.

#### **Desventajas:**

- Peligro de cavitación en agua caliente o presiones de aspiración bajas.
- Presenta restricciones para el caso de bombeo de fluidos de alta viscosidad.

#### **2.1.8.2 Bombas Rotatorias.**

Son de desplazamiento positivo de movimiento rotatorio las cuales consisten de una caja fija que contiene engranajes, aspas, pistones, levas, tornillos etc. Su funcionamiento a diferencia de las bombas centrífugas es la descarga de un flujo continuo mediante la creación de un desequilibrio de presiones dentro de una cámara cerrada el cual hace que el líquido se mueva de un lugar a otro “movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen en un cámara” véase en la Figura 28. Este tipo de bombas se clasifica:

- B. Tonillo: Tiene de uno a tres tornillos roscados convenientemente que giran en una caja fija, sirve para bombear fluidos viscosos con altos contenidos de sólidos.
- B. Lóbulo: Tiene dos o más rotores cortados con tres o más lóbulos en cada rotor, es ideal para el manejo de fluidos con gases o partículas atrapadas.
- B. de Engranaje: Tiene engranajes para el movimiento del líquido, están diseñadas para bombear (aceites, grasas, lubricantes etc.)
- B. de paletas: Tiene un determinado número de paletas montadas en un rotor que gira dentro de una cavidad, utilizado en el sector petrolero y sistemas de refrigeración [10].

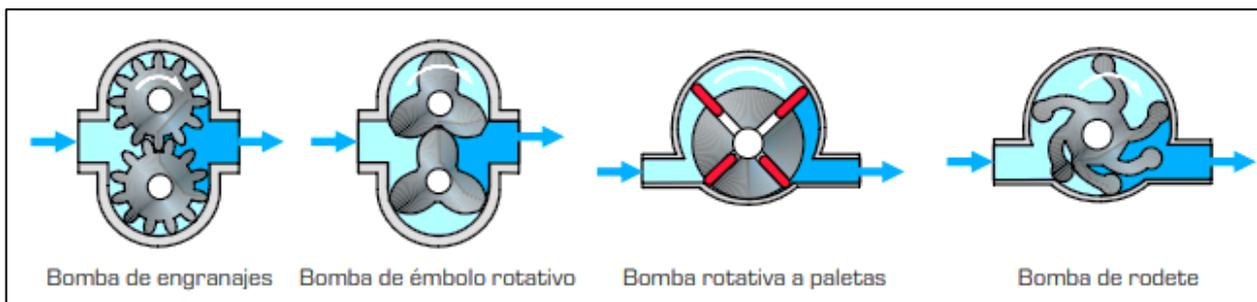


Figura 28. Alternativa 2 - Bombas Rotatorias.

#### **Ventajas:**

- Cumplen con las normas alimentarias FDA.
- Pueden manejar cualquier tipo de líquidos, pero en especial trabajan con aquellos que tienen una alta viscosidad.
- Pueden operar con líquidos que contengan vapor o aire.
- Posee una buena capacidad de aspiración, también con contenido de gas.

#### **Desventajas:**

- No cuentan con un límite de presión por lo que se debe instalar una válvula de seguridad para limitar.
- Su mantenimiento es costoso por las múltiples piezas que sufren desgastes.

### 2.1.8.3 Bombas Reciprocantes.

Es dispositivo mecánico de desplazamiento positivo, cuya función es recibir un volumen fijo de líquido en condiciones casi de succión luego lo comprime a la presión de descarga y lo expulsa véase en la Figura 29. Este tipo de bombas se clasifica:

- Bomba de pistón: Son bombas volumétricas se emplea para el movimiento de fluidos a alta presión o elevadas viscosidades.
- Bomba de diafragma: El elemento de bombeo es un diafragma flexible el cual es accionado por un mecanismo recíprocante.



Figura 29. Alternativa 3 - Bombas Reciprocantes.

#### Ventajas:

- Cumple con las normas alimentarias FDA.
- Tienen alta eficiencia (85% a 95%) con altas presiones y bajo flujo.
- Son adecuadas para el manejo de líquidos viscosos.
- Flujo constante para cargas a presión variable.

#### Desventajas:

- Requieren lubricantes y poseen baja eficiencia térmica.
- Muchas partes móviles lo que hace costos el mantenimiento.
- Requieren de un torque considerable para llevarlas a su velocidad de trabajo.

La solución óptima para el este módulo se muestra en la Tabla 14 anexo 6.

Tabla 14. Conclusiones de las alternativas Módulo 4.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,05	0,04	0,02	0,10	0,06	0,07	0,39	1
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,03	0,06	0,03	0,29	3
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,06	0,06	0,03	0,32	2

La alternativa 1 (Bomba centrífuga) es la mejor situada por lo que se establece para el diseño del modulo 4.

### 2.1.9 Módulo 5: Sistema de control.

La función del módulo 5 es de controlar el sistema de mezclado y dosificado en la Figura 30 se muestra el proceso.

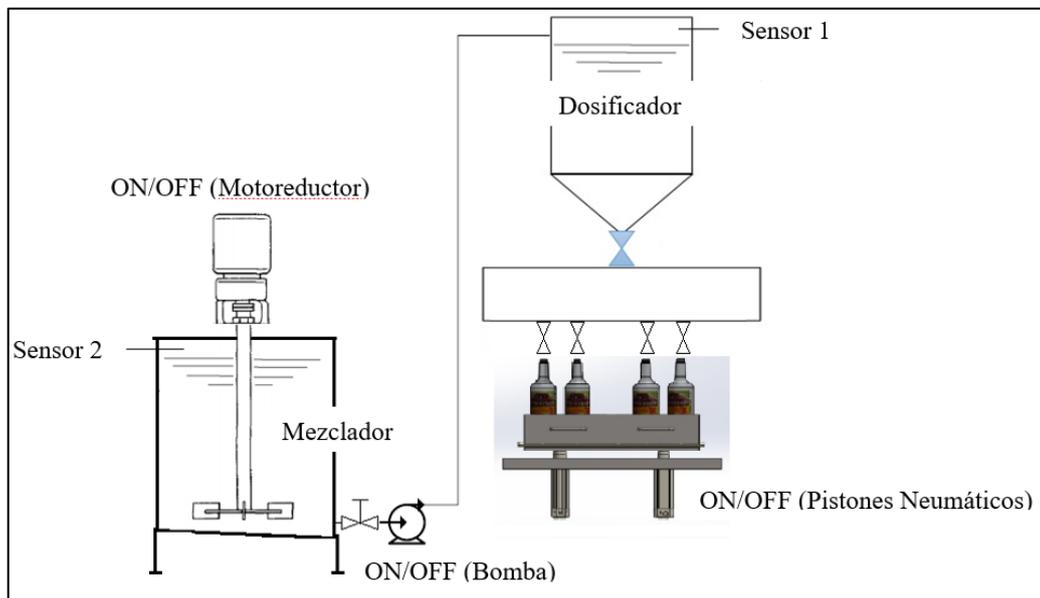


Figura 30. Sistema de control.

Se determina las variables críticas en el proceso las cuales puede afectar la eficiencia de la máquina; para el diseño de la mezcladora se estableció en el sistema de agitación un motorreductor y para el sistema de transporte del fluido hacia el tanque de dosificado una bomba centrífuga, por tanto un factor crítico para estos equipos es el ciclo de trabajo, es decir para nuestro módulo de control es la frecuencia de encendido y apagado, además de elementos

adicionales que permiten su accionamiento. Para determinar esa variable se determina la producción de botellas, en la Tabla 15 se muestra un análisis realizado con el nivel más crítico del dosificador [4].

Tabla 15. Muestra de datos - Llenado de botellas con agua volumen crítico

Cantidad	B1 (gr)	B2 (gr)	B3 (gr)	B4 (gr)	Tiempo
4	2585	2582	2583	2582	15 s
4	2579	2581	2583	2581	15 s
4	2582	2583	2579	2578	15 s
4	2578	2583	2582	2579	15 s
4	2579	2580	2582	2580	15 s
4	2582	2585	2578	2580	15 s
<b>24</b>	<b>2580,83</b>	<b>2582,33</b>	<b>2581,17</b>	<b>2580,00</b>	

**Nota:** B1= boquilla 1, B2= boquilla 2, B3= boquilla 3, B4= boquilla 4.

Con los datos obtenidos se determina un caudal de salida de 720000 ml equivalente a 72 litro/hora, como se estableció el nivel crítico para que se active la bomba el cual es cuando el fluido disminuya hasta la mitad del tanque dosificador (150 litros), con esto dato obtenemos que la activación de la bomba será cada dos horas al igual que el motorreductor para la mezcla, así se establece que le ciclo de trabajo de los equipos críticos no es muy forzado por lo tanto no necesita de una arrancador suave o algún sistema que evite los picos elevados de corriente al momento del arranque si no de un simple sistema ON/OFF.

Los elementos que controlan el encendido de los equipos son sensores que determinan los niveles de los dos tanques es decir nivel bajo y nivel alto cuya señal es un simple ON/OFF; establecido las variables más críticas para el sistema de control se presenta 3 alternativas las cuales controlen todos los elementos.

### 2.1.9.1 Alternativa 1 Sistema SCADA

Este sistema se conoce como un “Control y Supervisión de adquisición de datos”, tiene la finalidad de control y supervisar remotamente una instalación, donde recopila información de

sensores, PLCs los cuales trabajan en tiempo real. Los SCADA son utilizados en el ámbito industrial, en la Figura 31 se observa un ejemplo simple de un sistema SCADA.

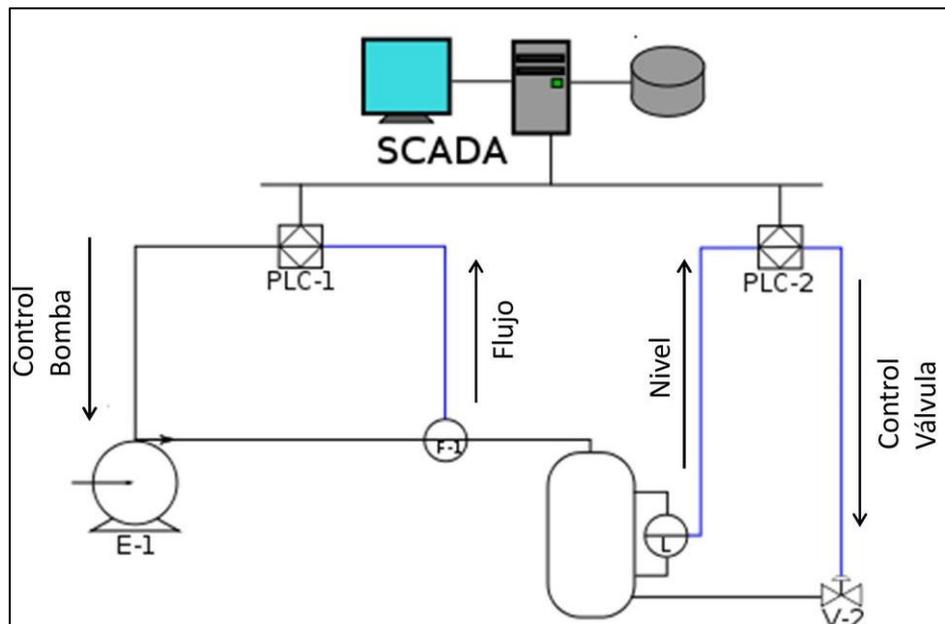


Figura 31. Sistema SCADA [59].

#### **Ventajas:**

- Controla procesos industriales localmente o a distancia.
- Interactuar directamente con dispositivos (sensores, válvulas, bombas etc.) a través de una interfaz hombre-máquina (HMI).
- Monitoriza, recopila y procesa datos en tiempo real.
- Aumenta la productividad de un proceso gracias a la eficiencia del sistema.

#### **Desventajas:**

- El sistema es complejo por tanto es costoso la implementación.
- Es un sistema que se implementa en procesos críticos a nivel industrial donde se requiere un control eficaz.

### 2.1.9.2 Alternativa 2 Sistema PID

Un control PID (Controlador proporcional, integral y derivativo) es un sistema de retroalimentación es decir, control en lazo cerrado el cual conste de tres elementos que proporcionan una acción proporcional, integral y derivativa, dependiendo de la aplicación y necesidad se puede aplicar un control P (Proporcional), PI (Proporcional-Integral) o PDI, su principal función es utilizar su retroalimentación para eliminar perturbaciones, corregir el error anticipar con una acción derivativa; son controladores que permiten mantener una variable a un determinado valor de referencia por ejemplo un control de temperatura, apertura de válvulas etc. en la Figura 32 se muestra un esquema de un control PDI.

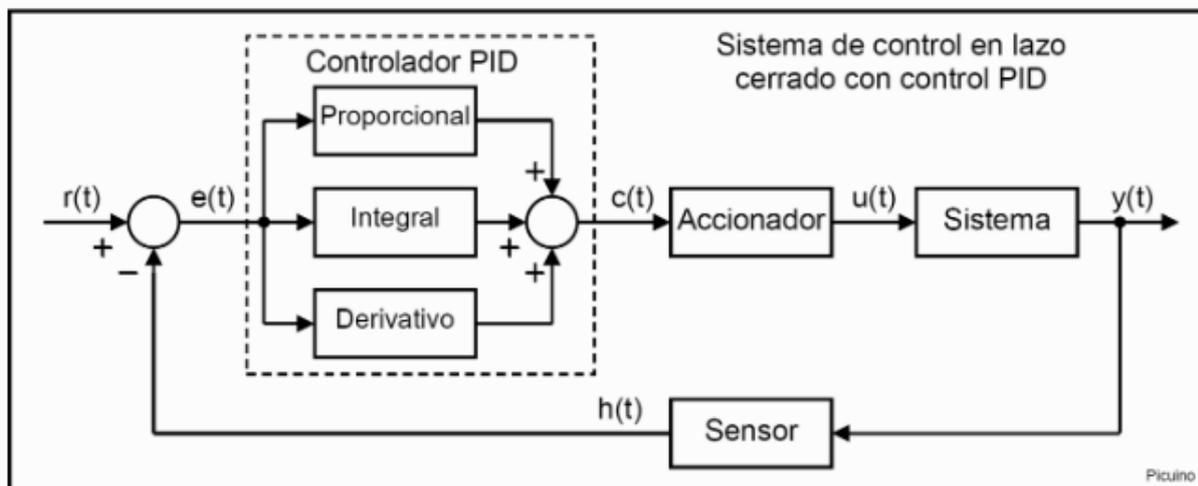


Figura 32. Control PID.

#### Ventajas:

- Permite un mejor control del tiempo de respuesta en procesos críticos a nivel industrial.
- Es un sistema de ajuste y predicción automática.
- Corrigen errores previos y propios de los dispositivos (sensores, válvulas, bombas etc.).
- Su costo de implementación es más accesible que un sistema SCADA.

#### Desventajas:

- Es un sistema dependiente, para poder procesar la información e interpretarla necesita de un sistema o equipo adicional (PLC, módulos).

### 2.1.9.3 Alternativa 3 Sistema ON/OFF

También llamado abierto (encendido) o cerrado (apagado), este sistema es el más simple de controlar por retroalimentación ya que solo cuenta con dos posiciones o estados, su función principal es de arrancar o apagar un equipo es ideal para aplicaciones donde no se requiere un control preciso. Se adapta a cualquier sistema complejo como SCADA o PDI, en la Figura 33 se muestra un esquema ON/OFF.

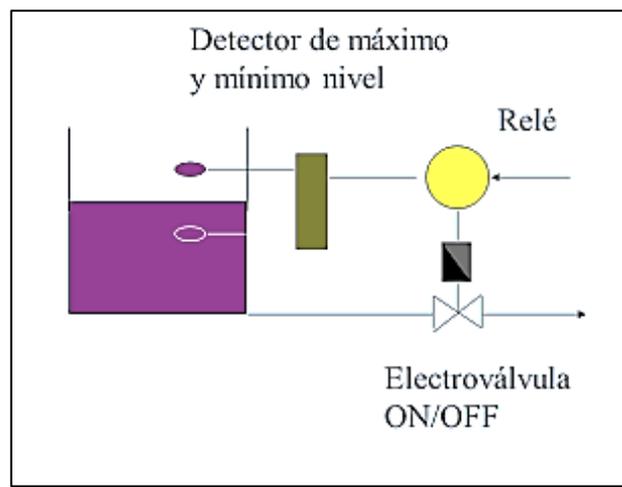


Figura 33. Sistema ON/OFF.

#### Ventajas:

- Es fácil de implementar en cualquier sistema que requiera un simple control de apagado y encendido.
- Se puede adaptar a cualquier sistema complejo como SCADA o PDI.
- Su complejidad es sencilla y las más económica de implementar.
- Solo necesita de dos señales para poder trabajar ON – OFF.

#### Desventajas:

- No es ideal para procesos de alto riesgo donde se requiere precisión de respuesta.

La solución óptima para el este módulo se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Conclusiones de las alternativas Módulo 5 anexo 7.

Conclusiones	Fun.	E.	H.	A.	C.	N.S.	F.	$\Sigma$	Prioridad	
<b>Alternativa 1</b>	0,05	0,02	0,07	0,01	0,03	0,06		0,07	0,31	3
<b>Alternativa 2</b>	0,05	0,05	0,04	0,01	0,06	0,06		0,04	0,33	2
<b>Alternativa 3</b>	0,05	0,07	0,02	0,02	0,10	0,06		0,02	0,35	1

La alternativa 1 (Sistema de control ON/OFF) es la mejor situada por lo que se establece para el diseño del modulo 5.

### 2.2.1 Cálculos módulo 1: Sistema de almacenamiento de licor y diseño de hélice.

El tanque para el mezclado es de acero inoxidable AISI 304, una variable importante para el diseño del tanque es la capacidad, para esto se determinó un volumen superior con referencia al tanque de dosificado es cual de 320 litros; para generar una mayor eficiencia en la producción se estable un volumen de 900 litros ( $0.9 \text{ m}^3$ ). Por manufactura y aprovechar el material al máximo se determina la altura del de tanque de 1,22 [ m], luego se calcula el diámetro aplicando la ecuación 1.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot H \quad (1)$$

Se despeja la ecuación 1 para encontrar el diámetro:

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot H}}$$

$$r = 0,48 \text{ [m]}$$

#### 2.2.1.1 Cálculo de espesor cuerpo cilíndrico.

El espesor del tanque se determina mediante la ecuación 2 [11] según el código ASME sección VIII.

$$t_{tanque} = \frac{PR}{SE - 0,6P} \quad (2)$$

Donde:

t= Espesor en pulgadas.

P= Presión de diseño lb/in<sup>2</sup>.

S= Esfuerzo máximo permisible lb/in<sup>2</sup> = 25 kg/mm<sup>2</sup> véase en el anexo 8

E= Eficiencia de la junta.

R= Radio interior.

C.A= Margen de corrosión en pulgadas.

### 2.2.1.2 Presión de diseño.

“Es un valor que se emplea para el diseño del recipiente y es recomendable trabajar con una presión mayor que la de operación, esto se logra con un 10% más que la presión de trabajo” [12], se considera la presión que ejerce el fluido sobre el recipiente internamente, con el modelo matemático de la ecuación 3 [13] procedemos al cálculo.

$$P = PH + Po + 30lb/in^2 \quad (3)$$

Donde:

P= Presión de diseño.

PH= Presión del fluido.

Po= Presión de operación [12].

$$Po = P_{atm} ; Po < 300lb/in^2 \quad (4)$$

Reemplazando valores en la ecuación 4 se obtiene la presión de operación o trabajo:

$$Po = 760mmHg = 101352,9 [N/m^2]$$

La densidad del líquido se selecciona de un estudio ya realizado por el autor Diego Córdor con el tema “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LLENADORA DE BOTELLAS PARA LICOR ARTESANAL” [12].

$$\rho = 1,0503 \cdot 998 \frac{kg}{m^3} = 1048,19 [kg/m^3]$$

Donde:

$\rho$ = Densidad del licor.

Una vez determinado la densidad del licor se calcula la presión hidrostática mediante la ecuación 5 [13].

$$PH = \rho \cdot g \cdot h \quad (5)$$

Donde:

PH= Presión hidrostática.

$\rho$ = Densidad del licor.

g= Gravedad 9,81m/s<sup>2</sup>.

h= Altura del fluido en el tanque.

Se reemplaza valores en la ecuación 5 para obtener la presión hidrostática:

$$PH = 9254,55 [N/m^2]$$

Se procede a reemplazar valores en la ecuación 3 para obtener la presión de diseño:

$$P = 317449,80 [N/m^2]$$

### 2.2.1.3 Eficiencia de junta.

Es el grado de confiabilidad del tipo de soldadura que se va a utilizar, para nuestro diseño se ha selecciona el valor de 0,45 por que no se va realizar ninguna radiografía a la suelda, en la Tabla 17 podemos observar los valores de la eficiencia de junta [11].

Tabla 17. Eficiencia de junta de soldadura

DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS (CONT.)				
Condición de diseño	Tipo de soldadura	Examen radiográfico	Eficiencia de junta	Tratamiento térmico después de la soldadura
<b>3. El recipiente se diseña para presión externa únicamente el diseño está basado en UW-12 (c) ver tabla.</b>	Cualquier junta soldada UW-11 (c).	No se requiere examen radiográfico.	0.70 Tipo (1) 0.65 Tipo (2) 0.60 Tipo (3) 0.55 Tipo (4) 0.50 Tipo (5) 0.45 Tipo (6) En todos los demás cálculos de diseño se usará el 80% del valor de esfuerzo del material.	Por la norma UCS-56

#### 2.2.1.4 Margen de corrosión.

“Un desgaste por corrosión de 5 milésimas de pulgada por año (1/16de pulga en 12 años) generalmente es satisfactorio para recipientes y tuberías [11]”, por lo tanto, el margen de corrosión queda expresado en la ecuación 6 [11], donde n= años, para la vida útil del tanque se escogerá 5 años.

$$C.A = 0,127 \cdot n = 0,64 [mm] \quad (6)$$

Remplazando todos los valores en la ecuación 2:

$$t_{tanque} = \frac{317449,80 \cdot 0,5}{(245166261,94 \cdot 0,45) - (0,6 \cdot 317449,80)}$$

$$t_{tanque} = 1,43 [mm]$$

$$t_{tanque} = 1,43 + C.A$$

$$t_{tanque} = 1,43 + 0,64$$

$$t_{tanque} = 2,07 [mm]$$

### 2.2.1.5 Cálculos de espesor de la tapa del tanque y fondo.

El código ASME sección VIII establece el modelo matemático para calcular el espesor de una tapa para un cuerpo cilíndrico el cual se muestra en la ecuación 7 [14].

$$t_{tapa} = t_{fondo} = \frac{PD}{2SE - 0,2P} \quad (7)$$

$$t_{tapa} = 1,43 [mm]$$

$$t_{tapa} = 1,43 + 0,64$$

$$t_{tapa} = 2,07 [mm]$$

$$t_{fondo} = 2,07 [mm]$$

En la Tabla 18, se presenta los espesores teóricos calculados y se hace un análisis del espesor más crítico, en nuestro caso todos son iguales, se determina para la manufactura una plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2 mm.

Tabla 18. Espesores.

	Espesores Teóricos	Espesor Real
<b>Cuerpo cilíndrico</b>	2,07 mm	2 mm
<b>Tapa superior</b>	2,07 mm	2 mm
<b>Fondo</b>	2,07 mm	2 mm

### 2.2.1.6 Diseño del impulsor para el agitador.

Se determina un impulsor tipo turbina para nuestro diseño, en la Figura 34 se muestra las semejanzas geométricas del impulsor, con estas relaciones se establece las medidas de las aspas; generalmente estos impulsores vienen de 4 aspas como mínimo, pero para nuestros cálculos se realizará con una turbina de 6 aspas para un mejor rendimiento al momento de la agitación.

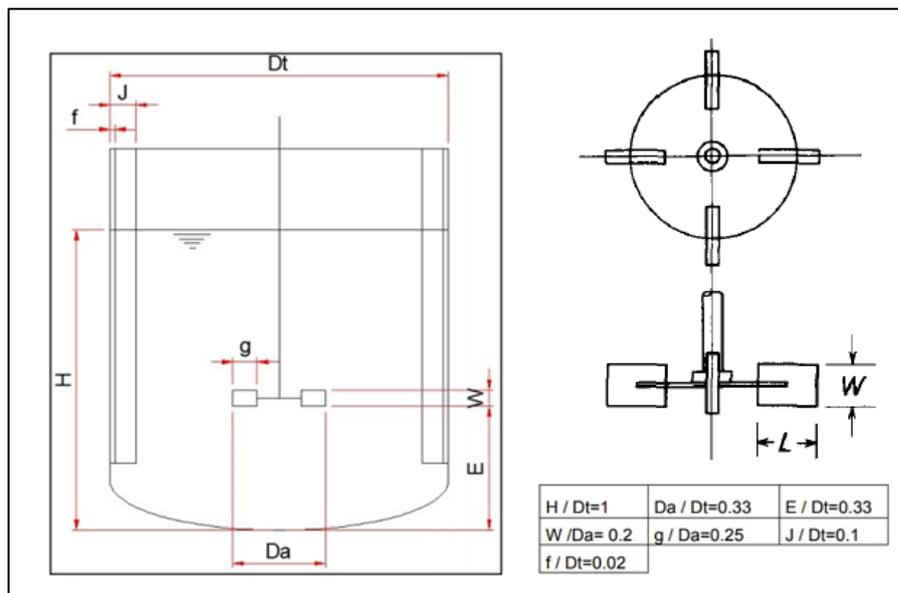


Figura 34. Semejanzas geométricas impulsor tipo turbina. [15].

Donde:

$D_t$  = Diámetro del tanque.

$h$  = Altura del Líquido.

$D_a$  = Diámetro del impulsor.

$g$  = Ancho de la paleta (aspa).

$w$  = Altura de la paleta (aspa).

Se calcula las dimensiones de las aspas:

$$D_a = 0,33 [m]$$

$$g = 0,08 [m]$$

$$h = 0,9 [m]$$

### 2.2.1.7 Cálculo de espesor de las aspas

El fluido en movimiento ejerce una fuerza sobre las aspas; “Siempre que hay movimiento relativo entre un cuerpo sólido y el fluido en el que está sumergido, el cuerpo experimenta una fuerza neta  $\vec{F}$ , que actúa sobre un elemento del área de la superficie, no será ni normal ni paralela al elemento [10].” En la Figura 35 se muestra el área que estará sometida a dicha fuerza.

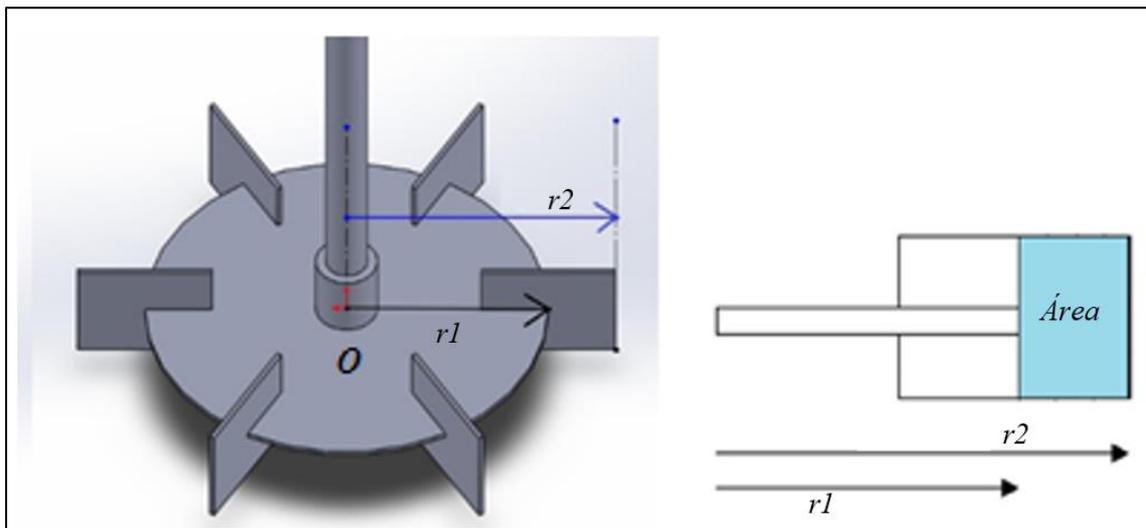


Figura 35. Aspa de la turbina de disco.

La fuerza que actúa sobre el área del aspa se determina mediante la ecuación 8 [10].

$$F_D = \frac{1}{2} C_A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \quad (8)$$

Donde:

CA = Coeficiente de arrastre.

v = Velocidad lineal del aspa.

A = Área.

$\rho$  = Densidad del fluido.

La velocidad lineal de las aspas se determina mediante las RPM que transmite el reductor hacia el rodete; para nuestro diseño la velocidad de trabajo del impulsor es de 20 a 150 RPM

[15]; el número de revoluciones de la mayoría de motores que se comercializan en el Ecuador están en el rango de 1730 a 3500 RPM.

Para determinar la relación de trabajo del reductor se utiliza la relación de velocidad de entrada y velocidad de salida.

$$\frac{N_E}{N_S} = \frac{1730}{150} = 11.53$$

En el mercado normalmente se encuentra reductores de velocidad con relación de transmisión 15:1 por lo tanto es recomendable trabajar con dicha relación; se determina la velocidad angular del impulsor tipo turbina la cual será:

$$\omega = 115 \text{ R.P.M}$$

“El coeficiente de arrastre para el flujo sobre un objeto sumergido suele basarse en el área frontal o área proyectada del objeto [10]”. Para una placa normal al flujo esta depende de la razón entre el ancho y la altura  $b/h$ , en la Figura 36 se muestra la relación y dicho coeficiente es un mínimo de  $CA= 1.18$ .

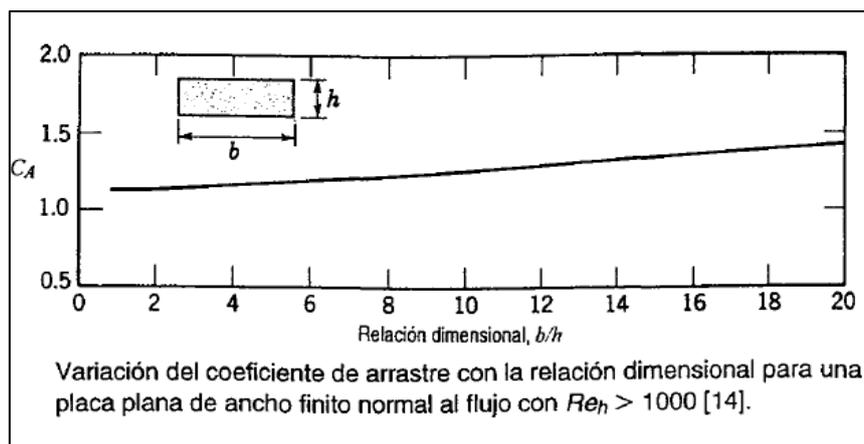


Figura 36. Relación de  $b/h$  de una placa normal [10].

El impulsor gira a una velocidad angular constante por lo tanto la velocidad lineal de un diferencial de área varía con el radio; reemplazando valores en la ecuación 8 obtenemos el siguiente modelo matemático en función del radio.

$$F_D = \frac{1}{2} C_A \cdot \rho \cdot (\omega^2 r^2)(0.082r)$$

Para obtener el momento con respecto al punto O se multiplica ambos lados por  $dr$  y se integra con respecto a los límites  $r_1$  y  $r_2$ , dando como resultado:

$$\int_{r_1}^{r_2} F_D dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{2} C_A \cdot \rho \cdot (\omega^2 r^2)(0.082r) dr$$

$$M_O = 0,76 [N.m]$$

La placa está sometida a flexión por lo cual se aplica la ecuación 9

$$S_y = \frac{n \cdot M \cdot y}{I} \quad (9)$$

Donde:

$n$  = Factor de diseño 4.

$S_y$  = Esfuerzo de fluencia 241 [MPa] anexo 9.

$I$  = Momento de inercia.

$y$  = Centro de gravedad.

Reemplazamos valores en la ecuación 9 para despejar el espesor y se obtiene:

$$S_y = \frac{n \cdot M \cdot \frac{e}{2}}{\frac{e^3 \cdot h}{12}}$$

$$e = \sqrt{\frac{6n \cdot M}{S_y \cdot h}}$$

$$e = 1,07 [mm]$$

Por facilidad de construcción el espesor a escoger será de 2 [mm] tanto para las aspas como el disco del impulsor.

### 2.2.2 Cálculos módulo 2: Sistema de transmisión motor-agitador.

Se estableció para este módulo un sistema motor reductor conectado directo con el eje del agitador tipo turbina con 6 aspas; se determina potencia del motor, tipo de reductor y diseño de eje.

### 2.2.2.1 Cálculo de potencia del impulsor turbina.

Se determina la potencia del impulsor mediante el número de Reynolds la cual se expresa con la ecuación 10.

$$N_{RE} = \frac{D^2 \cdot N \cdot \rho}{u} \quad (10)$$

Donde:

D = Diámetro del agitador [m].

N= Velocidad [rps].

p= Densidad = 1048.19 [kg/m<sup>3</sup>] [12].

u= Viscosidad = 0.0402 [Pa.s] [12] .

$$N_{RE} = \frac{0.33^2 \cdot 1.92 \cdot 1048.19}{0.0402}$$

$$N_{RE} = 5451.84$$

Con el valor de NRe se obtiene Npo mediante la interpolación grafica Np vs NRe sé que se muestra en la Figura 37.

Despejando la ecuación 11 Npo (Numero de potencia) se determina la potencia del impulsor.

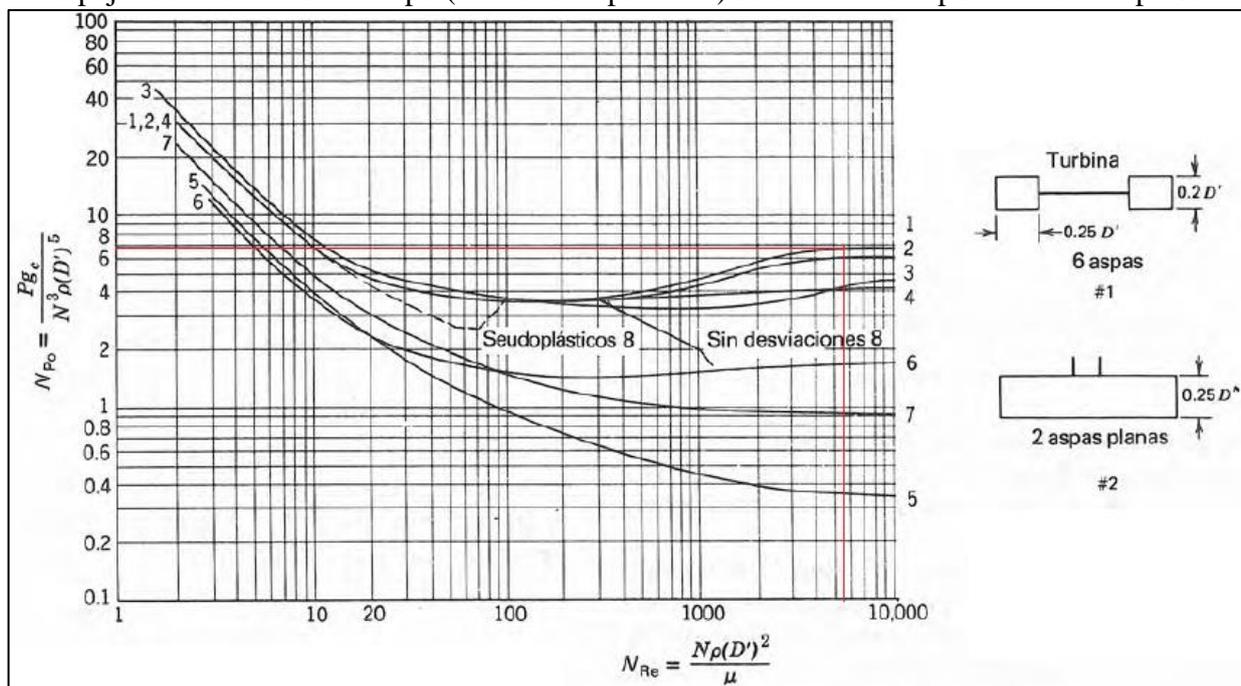


Figura 37. Gráfica Npo en función de NRe para sistemas de agitador-tanque [15]

$$N_{po} = \frac{P \cdot gc}{N^3 \cdot d^5 \cdot \rho} \quad (11)$$

Donde:

P = Potencia de agitación del impulsor [W].

D= Diámetro del agitador [m].

gc= Constante dimensional ([1kg/Ns<sup>2</sup>]) [16].

N<sub>po</sub>= Numero de potencia (6.9).

$$P = \left( \frac{N_{po}}{gc} \right) (N^3 \cdot d^5 \cdot \rho)$$

$$P = \left( \frac{6.9}{1} \right) (1.92^3 \cdot 0.33^5 \cdot 1048.19)$$

$$P = 200.34 \text{ [W]}$$

Para el diseño se determina una potencia de diseño con un FS de 1.5, por lo tanto, nuestra potencia real:

$$P = 200.34 \cdot 1.5 = 300.51 \text{ [W]}$$

$$P = 0.40 \text{ [HP]}$$

### 2.2.2.2 Selección de motor eléctrico y reductor.

Para la selección del motor eléctrico y reductor para nuestro mezclador se debe tomar en cuenta los parámetros calculados anteriormente.

Potencia: 0.5 HP

Velocidad: 1730 RPM

Voltaje: 110 – 220 V

Frecuencia: 60 Hz

Relación de transmisión: 15:1

### 2.2.2.3 Cálculo del diámetro del eje.

Se analiza los esfuerzos que se genera en el eje del agitador el cual solo muestra un esfuerzo torsor por tener dos puntos fijos, mediante la ecuación 12 [17] se establece el diseño del eje.

$$D = \left[ \frac{32Nf}{\pi} \sqrt{\left[ K_t \frac{M_a}{S_f} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[ \frac{T_m}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3} \quad (12)$$

El eje no está sometido a una fuerza de flexión ni tampoco a un factor de concentración de esfuerzos la ecuación queda de la siguiente manera:

$$D = \left[ \frac{32n}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left[ \frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{1/3}$$

Donde:

n= Factor de seguridad

T= Momento torsor del eje [N.m]

Sy= Esfuerzo de fluencia (241 Mpa para acero inoxidable AISI 304)

En la Figura 38 se muestra el diagrama de cuerpo libre del eje, el momento torsor que se analiza en el impulsor tipo turbina.

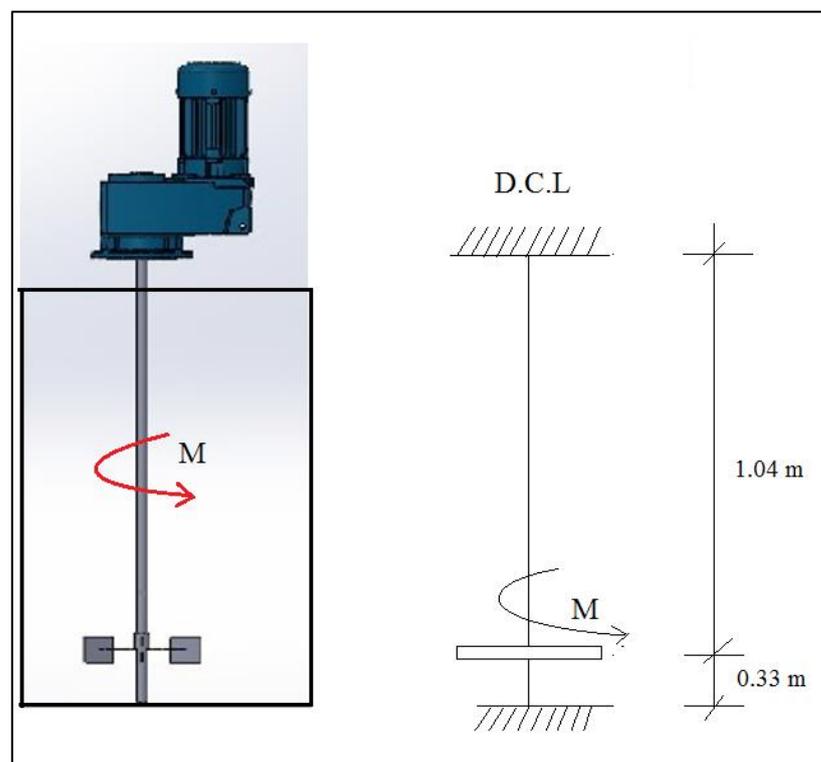


Figura 38. Diagrama de cuerpo libre.

Con la ecuación 13 y 14 se calcula los esfuerzos cortantes y momento torsor.

$$\tau = \frac{16M_t}{\pi \cdot d^3} \quad (13)$$

$$M_t = \frac{P}{\omega} \quad (14)$$

$$M_t = \frac{200.34}{12.04} = 16.63 [N.m]$$

Reemplazando valores en la ecuación del diseño de eje con un factor de diseño de 2 tenemos el siguiente resultado.

$$D = \left[ \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left[ \frac{16.64}{241 \cdot 10^6} \right]^2} \right]^{1/3}$$

$$D = 10.68 \text{ mm}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 16.63}{\pi \cdot 0.01068^3}$$

$$\tau = 69.52 [MPa]$$

El diámetro para nuestro diseño es de 10.68 mm, pero por manufactura y facilidad al momento de hacer el acople con el motorreductor se selecciona un eje promedio de 15 a 25 mm que existe en el mercado con referencia al reductor.

#### 2.2.2.4 Cálculo dimensiones de la cuña del eje.

“El tipo más común de cuñas para ejes de hasta 165.1 mm de diámetro, es la cuña cuadrada [18]”, ver en la Figura 39.

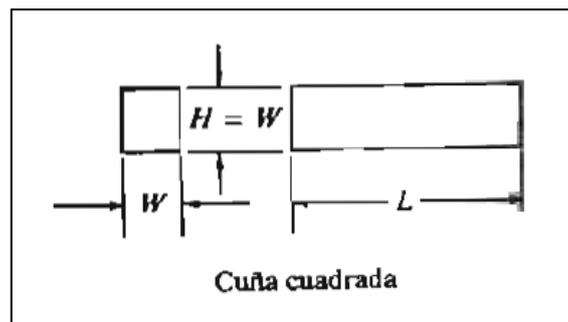


Figura 39. Cuña cuadrada para diámetros hasta de 61/2 pulgada.

En la Tabla 19 se muestra el tamaño de la cuña que va en función del diámetro del eje [18], para nuestro diseño se selecciona una cuña de altura y ancho que está en el rango de 9/16 hasta 7/8 por lo tanto nuestras dimensiones serán las siguientes:

$$W_c = H_c = \frac{3}{16} = 4.57 \text{ [mm]}.$$

Tabla 19. Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje

Tamaño nominal del eje		Tamaño nominal de la cuña		
			Altura, $H$	
Más de	Hasta (incl.)	Ancho, $W$	Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	5/4	1/4	1/4	3/16
5/4	12/8	5/16	5/16	1/4
12/8	7/4	3/8	3/8	1/4

**Nota:** Norma ANSI B17.1-1967. Las dimensiones están en pulgadas [18].

### 2.2.2.5 Análisis de esfuerzos de la cuña.

La cuña está sometida a un esfuerzo de corte (eje/cubo) y un esfuerzo de compresión (empuje entre los lados de la cuña y el material), ver en la Figura 40.

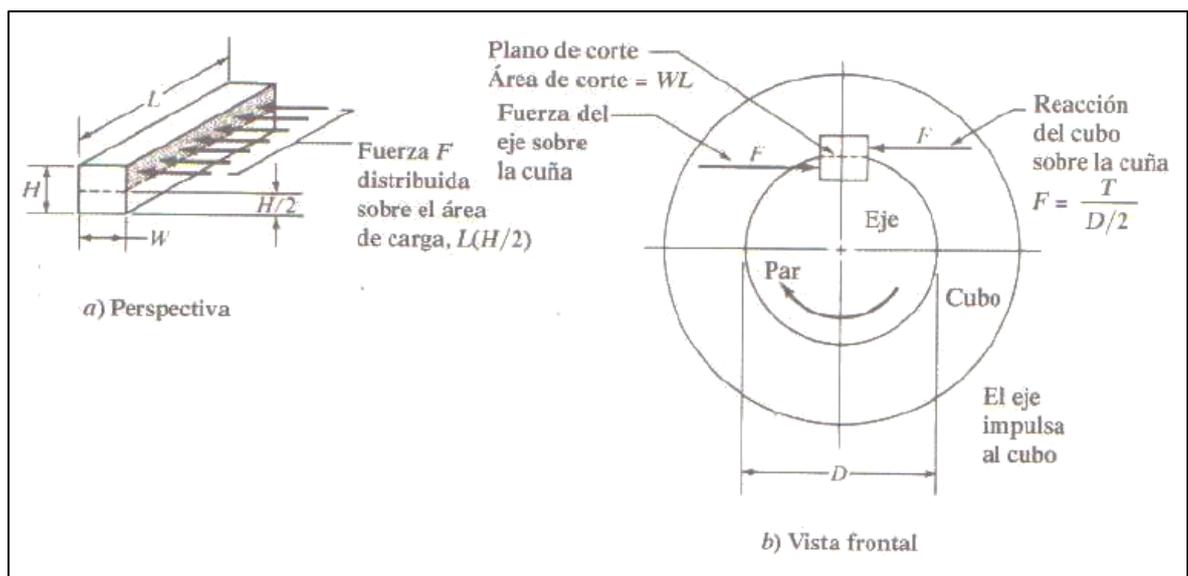


Figura 40. Fuerzas a la que está sometida una cuña [17].

Las cuñas se fabrican con acero al bajo carbón y para nuestro diseño se escoge un acero ASTM A-36 cuya resistencia a la fluencia  $S_y = 250 \text{ MPa}$ , mediante la ecuación 15 se determina el esfuerzo cortante que existe entre el eje y el cubo.

$$L_c = \frac{2T}{\tau_d \cdot D \cdot W_c} \quad (15)$$

Donde:

$L_c$ = Longitud necesaria de la cuña.

$T$ = Momento torsor (16.63 [N. m]).

$D$ = Diámetro del eje (15[mm]).

$W_c$ = Ancho de la cuña (4.57 [mm]).

$$\tau_d = \frac{0.5 S_y}{n}; n = 3 \text{ (Aplicaciones insdustriales típicas [18])}$$

$$\tau_d = \frac{0.5 \cdot 250}{3} = 41.67 \text{ [MPa]}$$

Reemplazando valores en la ecuación 15 se tiene lo siguiente:

$$L_c = \frac{2 \cdot 16.63}{41.6 \cdot 0.015 \cdot 0.0045}$$

$$L_c = 0.0118 = 11.8 \text{ [mm]}$$

Para determinar el esfuerzo de compresión que se produce en el lado de la cuña se calcula con la ecuación 16.

$$L_c = \frac{4T}{\sigma_d \cdot D \cdot H_c} \quad (16)$$

Donde:

$H_c$ = Altura de la cuña ( $H_c = 4.57 \text{ [mm]}$ ).

$$\sigma_d = \frac{S_y}{n}; \text{ (Esfuerzo de diseño para compresión del acero inoxidable del eje).}$$

$$\sigma_d = \frac{241}{3} = 80.33 \text{ [MPa]}$$

Reemplazando valores en la ecuación 16 se tiene lo siguiente:

$$L_c = \frac{4 \cdot 16.63}{80.33 \cdot 0.015 \cdot 0.0045}$$

$$L_c = 12.26 \text{ [mm]}$$

Entonces, se determina que la mayor longitud a construir es la 12.26 mm cuando sufre un mayor esfuerzo de compresión, para facilidad de construcción y fácil montaje se define una longitud de 30 mm ver en la Tabla 20.

Tabla 20. Longitudes de la cuña.

	Longitud teórica	Longitud real
<b>Esfuerzo cortante</b>	11.8 mm	30 mm
<b>Esfuerzo por compresión</b>	12.26 mm	30 mm

### 2.2.3 Cálculos módulo 3: Sistema estructura (Bastidor).

Se determina las cargas a las que va estar sometida la estructura o bastidor las cuales son todos los elementos del conjunto motor-agitador, en la Tabla 21 se especifica la masa de cada elemento.

Tabla 21. Peso de elementos sistema de transmisión.

DATOS			
N.º	Detalle	Masa (kg)	$F = m \cdot g$ [N]
1	Eje agitador	7,00	68,67
1	Agitador tipo turbina	5,00	49,05
1	Motorreductor	10,00	98,10
Total			<b>215,82 [N]</b>

**Nota:** Se determina la fuerza que ejerce todo el conjunto mediante la fórmula  $F=m \cdot g$  [17]

Se realiza el diagrama de cuerpo libre con todas las fuerzas que ejercen sobre el soporte del conjunto de transmisión, como el soporte está ubicado en la parte superior del tanque el cual va estar fijo y anclado se tiene a los extremos dos puntos fijos ver en la Figura 41.

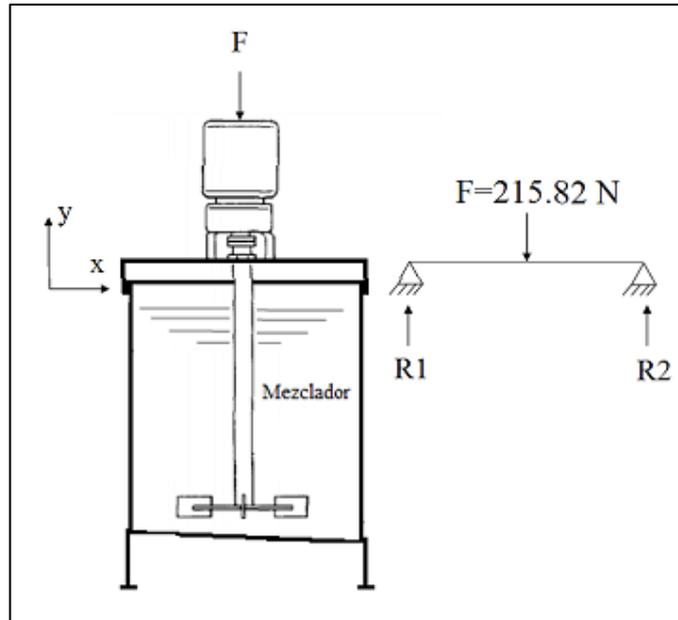


Figura 41. Diagrama de cuerpo libre bastidor.

A continuación, se realiza los cálculos y diagramas de esfuerzo cortante y momento flector, para nuestro diseño tenemos como dato la longitud del soporte el cual es de 1,04 m y la carga está en el centro de la misma para mejor distribución de esfuerzos.

$$\begin{aligned} \uparrow + \sum F_{y=0} \\ R1 + R2 &= 215.82 \text{ [N]} \\ \uparrow + \sum M_{R1=0} \\ -1.04R2 + 215.82(0.52) &= 0 \\ R1 = R2 &= 107.91 \text{ [N]} \end{aligned}$$

Se diseña como soporte una viga y se calcula con respecto al eje y-y por la ubicación de motor reductor, con la ecuación 17 se determina el módulo de la sección en el eje y-y.

$$fb = \frac{M}{S_{yy}} \leq Fb \quad (17)$$

Donde:

fb= Esfuerzo producido por las cargas de flexión ( $N/m^2$ ).

Fb= Esfuerzo admisible de la sección ( $Fb=0.6 Sy$ ) [19]

$S_y$ = Esfuerzo de fluencia del material (241 Mpa).

$M$ = Momento máximo producido por las cargas (N-m)

$S_{yy}$ = Módulo de la sección en el eje y-y ( $mm^3$ ).

$$Fb = 144.6 \text{ MPa} (124.08)$$

De la ecuación 17 despejamos  $S_{yy}$  y obtenemos el módulo de la sección del perfil.

$$S_{yy} \geq \frac{M}{Fb}$$

$$S_{yy} = \frac{112.23 \text{ N} - \text{m}}{144.6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{yy} = 0,77 \text{ cm}^3$$

Se escoge los parámetros de un perfil estructural DIPAC tipo “G” para fabricar en acero inoxidable para evitar contaminación cruzada, por diseño y fácil montaje del motor reductor se selecciona ese perfil con las siguientes medidas 150x50x15x2 y con un  $S_{yy}=4.78 \text{ cm}^3$  ver anexo 10, en la Figura 42 se muestra la carga sobre la viga seleccionada.

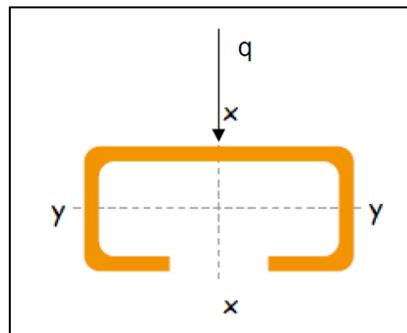


Figura 42. Carga sobre viga tipo G.

Con el nuevo módulo de la sección del perfil verificamos que se cumpla la ecuación 17.

$$fb = \frac{112.23 \text{ N} - \text{m}}{4.78 \text{ cm}^3} \leq 146.6 \text{ MPa}$$

$$fb = 23.4 \text{ MPa} \leq 146.6 \text{ MPa}$$

Se concluye que el perfil seleccionado para el diseño del bastidor es el ideal.

### 2.2.4 Cálculos módulo 4: Sistema de bombeo.

El fluido con que se va trabajar es licor “Tardón” el cual a una temperatura ambiente 20 °C tienes los siguientes parámetros que debemos tomar en cuenta para la selección de la bomba:

*Peso específico:* Es el peso por unidad de volumen, este puede cambiar con la gravedad y se calcula con la ecuación 18:

$$\gamma = \rho \cdot g \text{ [N/m}^3\text{]} \quad (18)$$

Donde:

$\rho$  = densidad del licor ( $\text{Kg/m}^3$ ).

$g$  = Aceleración de la gravedad ( $\text{m/s}^2$ ).

$$\gamma = 10282.74 \text{ [N/m}^3\text{]}$$

*Viscosidad cinemática:* Es la resistencia a fluir por un líquido y es la relación de viscosidad absoluta con la densidad, para nuestro caso tomaremos la viscosidad a una velocidad de 115 rpm la cual es 0.04 ( $\text{Ns/m}^2$ ) y se calcula con la ecuación 19:

$$v = \frac{u}{\rho} \text{ [m}^2\text{/s]} \quad (19)$$

Donde:

$u$  = Viscosidad absoluta ( $\text{Ns/m}^2$ ).

$v$  = Viscosidad cinemática ( $\text{m}^2\text{/s}$ ).

$$v = \frac{0.04}{1048.19} = 3.82 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^2\text{/s]}$$

Se escoge una bomba de 0.5 HP para el diseño y fácil acceso en el mercado bombas con esta potencia estándar, donde el diámetro de succión es 1 1/4” y descarga 1” anexo 11, se determinará si la eficiencia de esta bomba es la ideal para transportar nuestro fluido al tanque de dosificación.

Para encontrar la Energía que entrega la bomba planteamos la ecuación 20 de Bernoulli en la Figura 43 entre el Punto A y B.

$$\frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A - H_G - H_L + H_B = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B \quad (20)$$

Donde:

$P_A$  = Presión en el punto A.

$P_B$  = Presión en el punto B.

$V_A$  = Velocidad en el punto A.

$V_B$  = Velocidad en el punto B.

$z_A$  = Nivel del punto A.

$z_B$  = Nivel del punto B.

$H_G$  = Pérdidas por Fricción.

$H_L$  = Pérdidas por Accesorios.

$H_B$  = Energía que entrega la bomba

$\gamma$  = Peso específico del fluido.

$g$  = Gravedad.

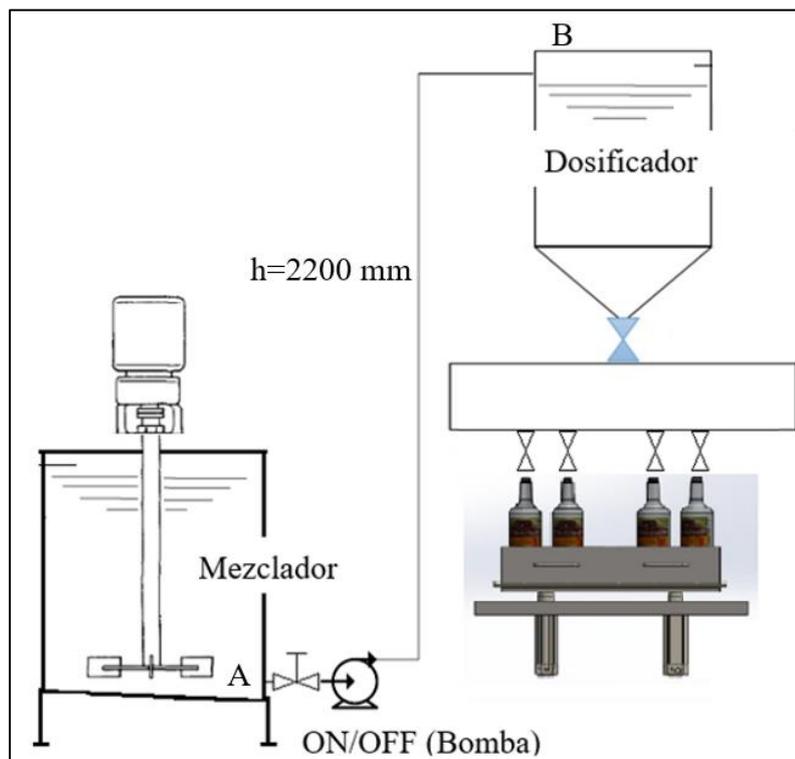


Figura 43. Aplicación de la ecuación de Bernoulli.

Tomando las siguientes consideraciones:

- 1.- Pérdidas de energía de la tubería y accesorios  $HL=0$ .
- 2.- La presión en el punto A es cero por estar expuesta a la atmosfera.
- 3.- La presión en B es cero ya que es una corriente libre de fluido que está en expuesta a la atmósfera.
- 4.- La velocidad en A es cero (fluido se encuentra en reposo).
- 5.- Se toma el nivel de referencia en el punto A = 0.
- 6.- La velocidad en B es cero ya que el diámetro de la tubería el mismo que el diámetro de la tubería en el punto A.

$$H_B = Z_B + H_L$$

Los accesorios que se utiliza para montar la bomba es 1 codo de 90° y una válvula de bola la cual está ubicada en la salida del tanque de mezcla, en la

Figura 44 se muestra algunos accesorios calculados las pérdidas.

CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR ACCESORIOS Y TUBERÍA							
ACCESORIOS	# de Accesorios	Le/D	L/D	F	K	$V^2/2g$	$HL=K*(V^2)/2g$
<b>Accesorios 63mm</b>							
V. de pie	1	75		0,028	2,12	0,0025	0,005
V.de esfera	1	350		0,028	9,62	0,0025	0,024
Te	1	60		0,028	1,70	0,0025	0,004
Codo de 90°	1	30		0,028	0,85	0,0025	0,002
Tubería			29,17	0,028	0,83	0,0025	0,002
<b>Accesorios de 32mm</b>							
V. de esfera	2	350		0,024	8,06	0,0429	0,691
V. de globo	1	340		0,024	0,19	0,0429	0,008
V. check	1	150		0,024	3,6	0,0429	0,154
Codo de 90°	2	30		0,024	0,71	0,0429	0,061
Codo de 45°	2	16		0,024	0,38	0,0429	0,033
Te	1	60		0,024	1,42	0,0429	0,061
Contracción Súbita					0,365	0,0429	0,016
Tubería			22,64	0,024	0,54	0,0429	0,023
						<b>T. Accesorios</b>	<b>0.106</b>
						<b>T. tubería</b>	<b>0.025</b>
						<b>TOTAL</b>	<b>1.085</b>

Figura 44. Pérdidas de accesorios y tubería.

$$H_B = 2.2 \text{ m} + (0.002 + 0.024)$$

$$H_B = 2.23 \text{ m}$$

Para el cálculo de la Potencia Transmitida al Fluido utilizamos la siguiente ecuación.

$$P_A = H_B \cdot \gamma \cdot Q \quad (21)$$

$$P_A = 2.23 \cdot 10282.74 \cdot 0.0002 = 4.59 [W]$$

Este valor de 4.59 W es la potencia que necesita la bomba para elevar el fluido a dicha altura, como 1Hp es igual a 745.7 W, pero la bomba que seleccionamos es de 0.5hp entonces tenemos 372.85W:

$$372.85 - 4.59 = 368.26 [W]$$

Mediante la siguiente ecuación 22 calculamos la eficiencia de la bomba.

$$\eta = \frac{P_A}{P_I} \quad (22)$$

Donde

$\eta$  = Eficiencia de la Bomba

$P_A$  = Potencia Transmitida al Fluido

$P_I$  = Potencia de Entrada a la Bomba.

$$\eta = \frac{368.26}{372.85}$$

$$\eta = 0.98$$

$\eta = 98\%$  entonces la eficiencia de esta bomba es ideal para transportar el fluido.

### 2.2.5 Cálculos módulo 5: Sistema de automatización.

La selección de los elementos de control para el sistema de mezcla va en función al proceso a automatizar, los cuales se describen a continuación:

1. Se llena el tanque de mezcla por el operario, el nivel de llenado dependerá de la cantidad a procesar al día.
2. Con un selector se dará inicio al proceso de mezclado, el cual estará encendido primero el agitador durante un minuto para que homogenice el producto.
3. Pasado el tiempo de mezcla se enciende la bomba para llenar el tanque de dosificación hasta el nivel máximo.

4. Cuando el nivel del tanque de dosificación este por el 55% el sensor enviara una señal para que el agitar se encienda y mezcle nuevamente por un minuto y posterior encienda la bomba para llenar nuevamente el tanque.
5. El ciclo se repite hasta que el sensor de nivel del tanque de mezcla envié una señal para apagar el agitador y bomba, así el producto que se encuentre en el tanque de dosificación sea la última parada a empacar.

En base a la función del proceso descrito se determina los elementos a utilizar los cuales se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Elementos de control y fuerza.

Elemento	Cantidad	Función	Etiqueta
<b>ENTRADAS</b>			
<b>Sensor de nivel mezcla</b>	1	Mide el nivel mínimo	s1
<b>Sensor de nivel dosificador</b>	1	Envía la señal del nivel del tanque	s2
<b>Selector dos posiciones</b>	1	Arranca le sistema	S1
<b>Paro de emergencia</b>	1	Para el sistema en caso de emergencia	PE
<b>SALIDAS</b>			
<b>Contactores de arranque</b>	2	Activa contactores agitadores, bomba.	Q0, Q1
<b>Luz de energizado</b>	1	Luz piloto indicativa.	H1
<b>Luz de fallo/paro</b>	1	Luz piloto indicativa.	H2
<b>PROTECCIONES/ELEMENTO DE CONTROL</b>			
<b>Guarda motor agitador</b>	1	Protege sobre cargas y cortos circuitos	G1
<b>Guarda motor bomba</b>	1	Protege sobre cargas y cortos circuitos	G2
<b>Interruptor termomagnético</b>	1	Protección general del control de fuerza	C1
<b>Plc-Logo 8</b>	1	Programador lógico programable	Plc

Determinado los elementos para el control se realiza un diagrama de flujo para especificar de manera general la función que cumple cada componente, en la Figura 45 se muestra el diagrama.

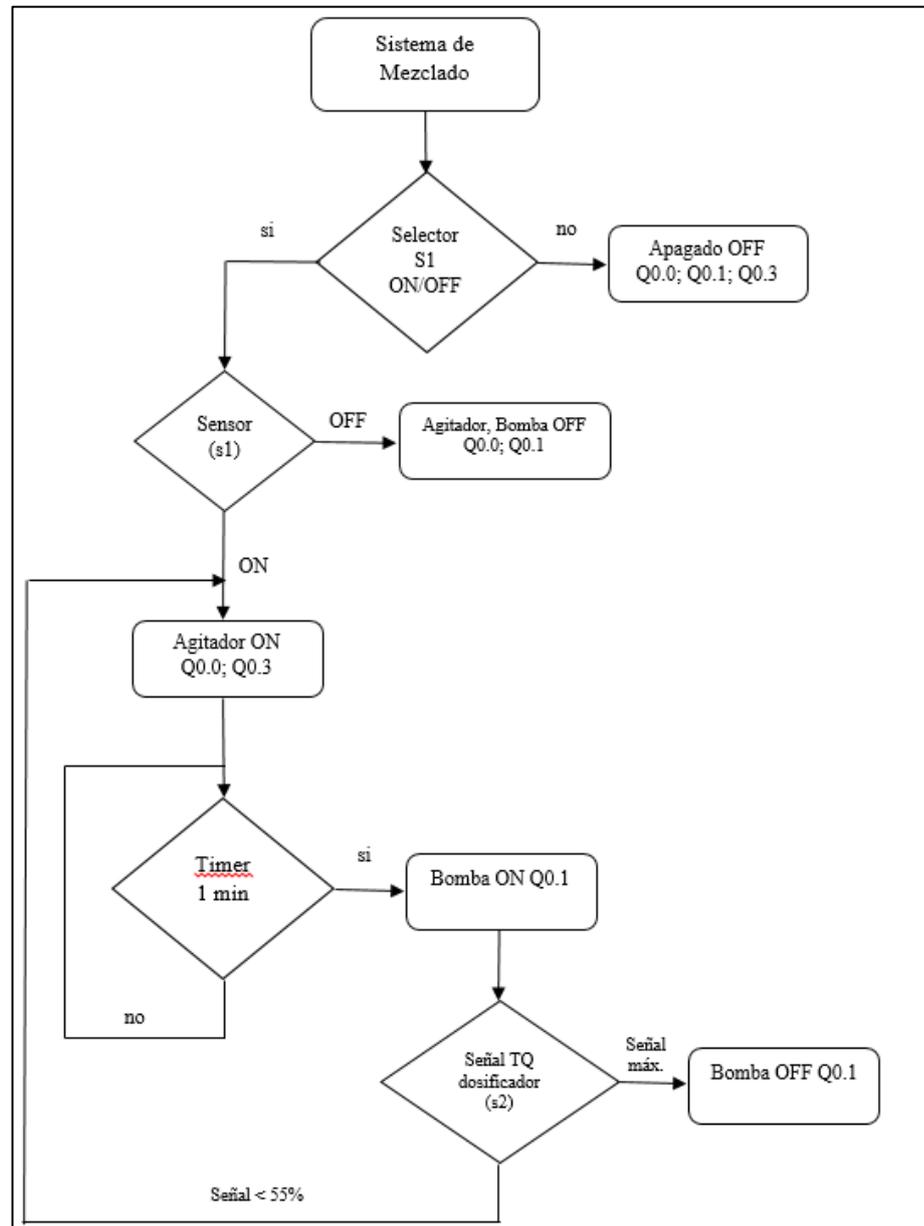


Figura 45. Diagrama de control.

### 2.2.6 Cálculos de protecciones eléctricas.

Es necesario calcular las protecciones para el motorreductor y bomba para evitar daños futuros, para ello se toma en cuenta que los dos equipos tienen una potencia de 0.5HP a

220 V, con este dato se determina la corriente de trabajo para seleccionar los guardas motores y contactores adecuados, para este cálculo se utiliza la ecuación 23:

$$I_n = \frac{P_E}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cos}\theta} \quad (23)$$

Donde

$I_n$  = Corriente nominal.

$P_E$  = Potencia de trabajo.

$V$  = Voltaje de trabajo.

$\text{Cos } \Theta$  = Factor de potencia (0,86)

$$I_n = \frac{0.5 \cdot 746}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.86}$$

$$I_n = 1.13 [A]$$

La corriente nominal es de 1.13 A por lo que se selecciona un guarda motor tanto para el agitador y la bomba de (1.6 A– 2.5 A) el cual si se encuentra en el mercado nacional.

### Capítulo III. Resultados

Este capítulo detalla los resultados obtenidos mediante la simulación del diseño propuesto con el objetivo de contrastar los cálculos teóricos obtenidos en el capítulo 2.

#### 3.1 Simulación agitadora tipo turbina.

Se realiza un análisis con los datos obtenidos de los cálculos del agitador, tanque, para verificar si la mezcla es homogénea para la cual se va realizar una simulación en la cual se tomará en cuenta los siguientes parámetros.

- Densidad del fluido.
- Velocidad de mezcla.
- Presión atmosférica (Presión a la que está sometida el fluido).
- Gravedad.

Con la ayuda de la herramienta de flow simulation se configura los parámetros básicos con ayuda de asistente Wizard tal como se muestra en la Figura 46.

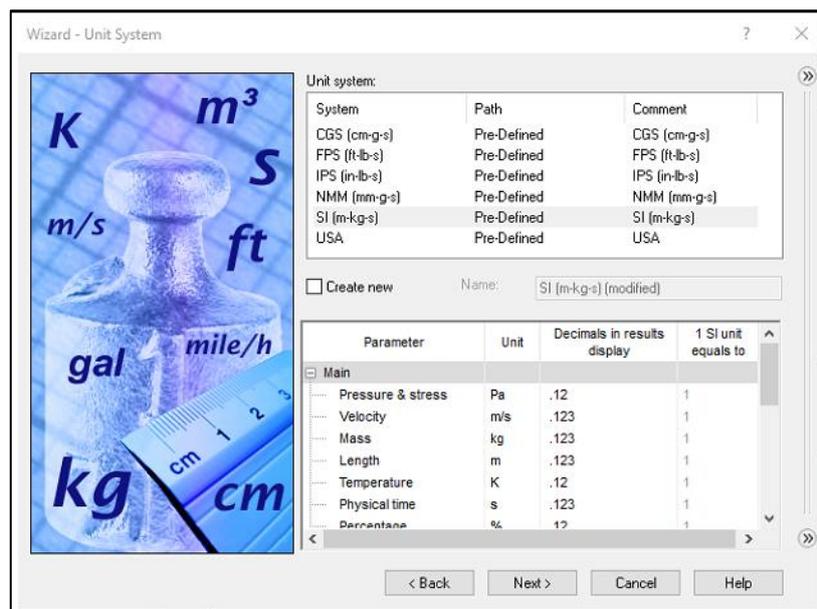


Figura 46. Interfaz de usuario GUI (Graphic User Interface). Asistente Wizard de la herramienta flow simulation.

Se selecciona el estándar de unidades con las que se ingresa los parámetros a simular, para ello se selecciona el sistema internacional k.m.s (kilogramo-metro-segundo), ya que los diseños previos fueron calculados en este sistema y así evitar confusión en magnitudes; igualmente se especifica la cantidad de decimales que mostrarán los resultados como muestra la Figura 46.

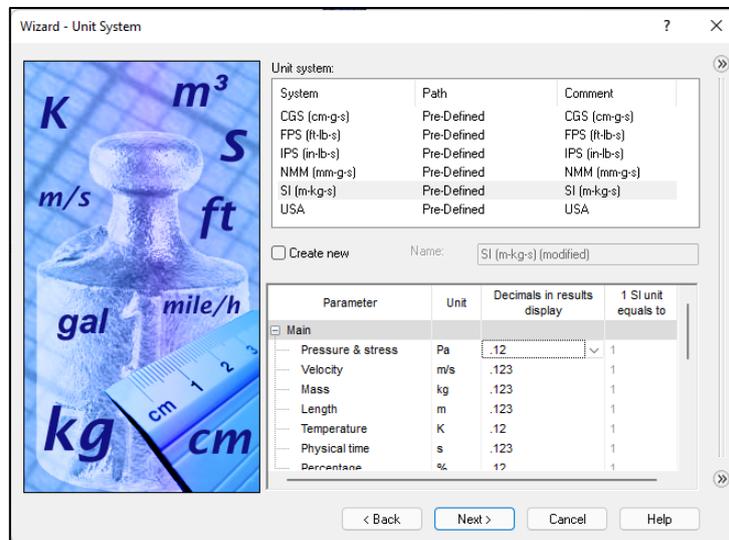


Figura 47. Selección de sistema de unidades y precisión.

A continuación, se selecciona el tipo de estudio a realizarse, ya que el tanque es un recipiente y mantiene el líquido en su interior se selecciona el parámetro de análisis de estudio interno, igualmente si en el caso es necesario especificar la dirección de la carga gravitatorio o dirección de la fuerza de gravedad esta herramienta permite identificar la dirección en base el ensamble de nuestra maquinaria como lo muestra la Figura 46.

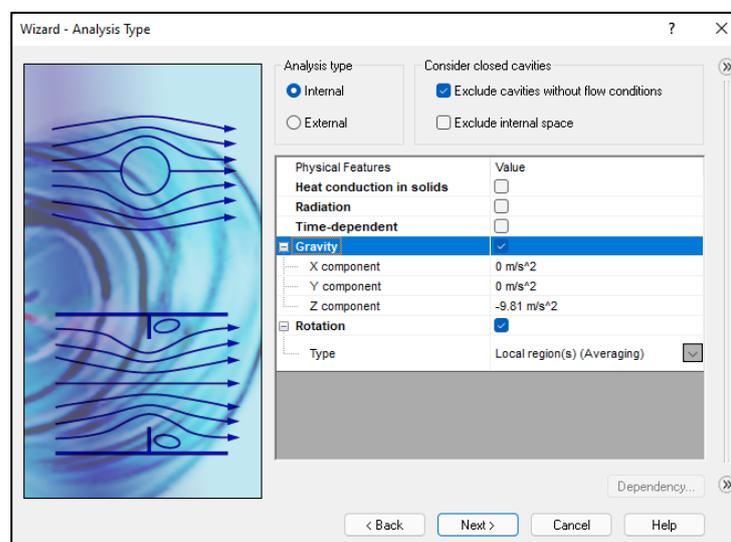


Figura 48. Selección del tipo de análisis.

El siguiente parámetro a configurar es el tipo de líquido que se simulará, ya que el tardón posee una viscosidad similar a la del agua se selecciona en la ventana del fluido a estudiar dicho elemento tal como muestra la Figura 46.

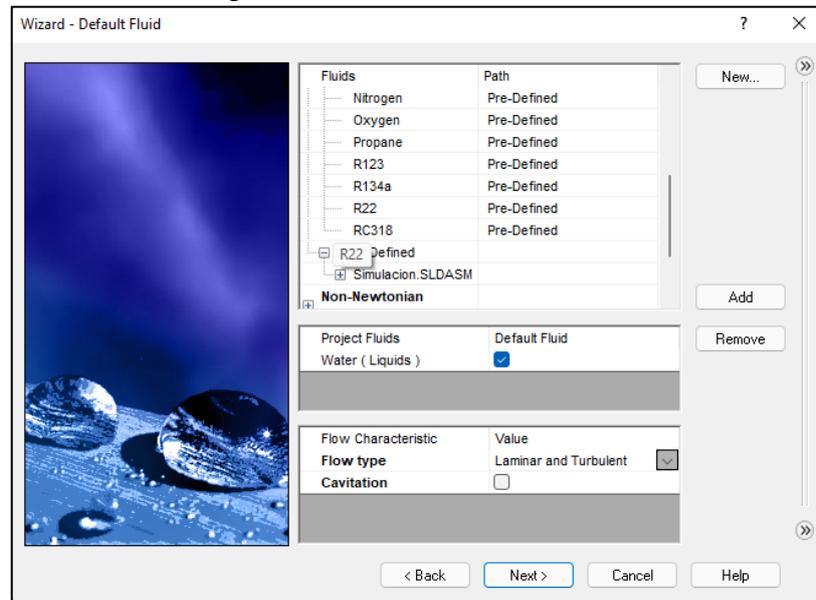


Figura 49. Selección del fluido de estudio.

Se introduce la condición de frontera, con clic derecho en boundary condition y se escoge insertar, se introduce la condición de superficie en movimiento (rotante) como muestra la Figura 50.

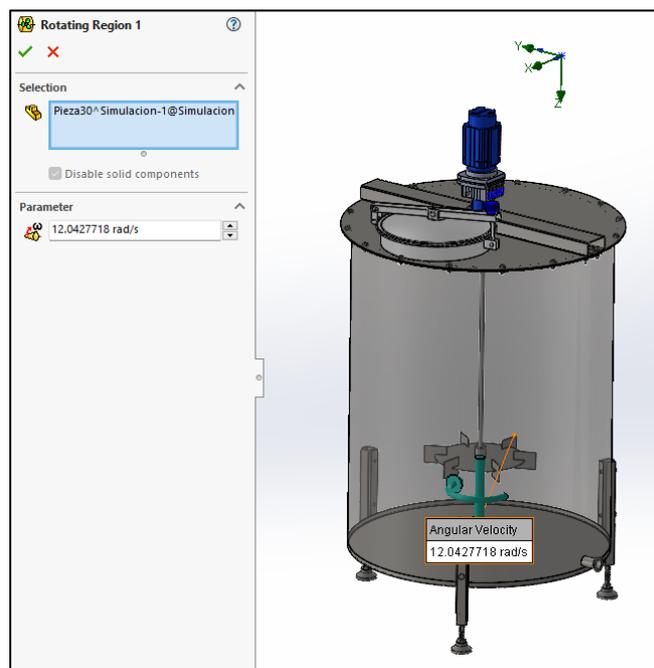


Figura 50. Selección de frontera y superficie herramienta flow simulation.

Se introduce la condición de frontera (boundary condition), de superficie estática como muestra en la Figura 51.

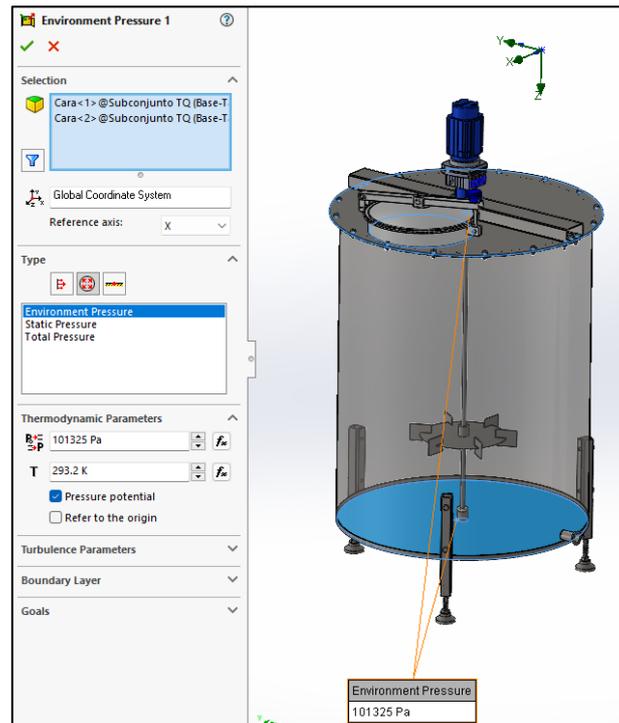


Figura 51. Condición de frontera herramienta flow simulation.

Se introduce Global Goals en la cual podemos seleccionar varios parámetros a calcular como muestra la Figura 52.

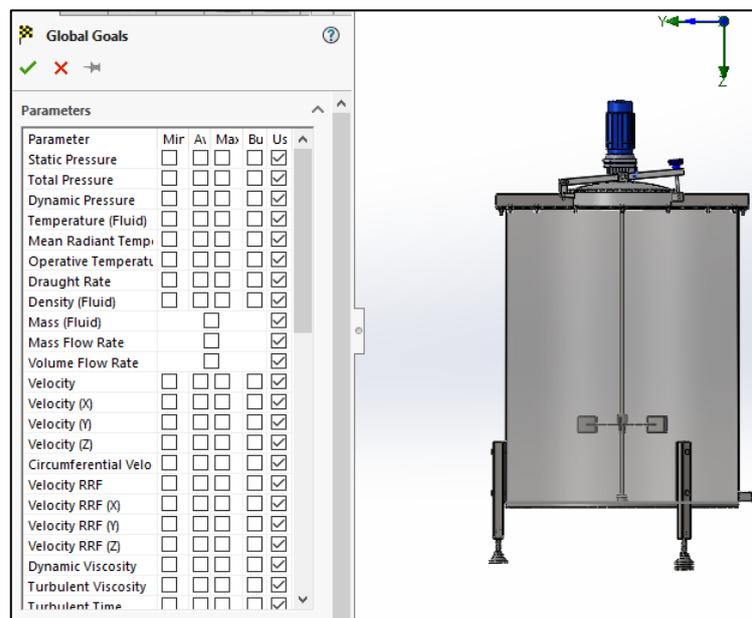


Figura 52. Selección de parámetros de cálculo herramienta flow simulation

Se resuelve el modelo mediante la creación de un mallado en el elemento a simular y posterior se manda calcular como muestra la Figura 53.

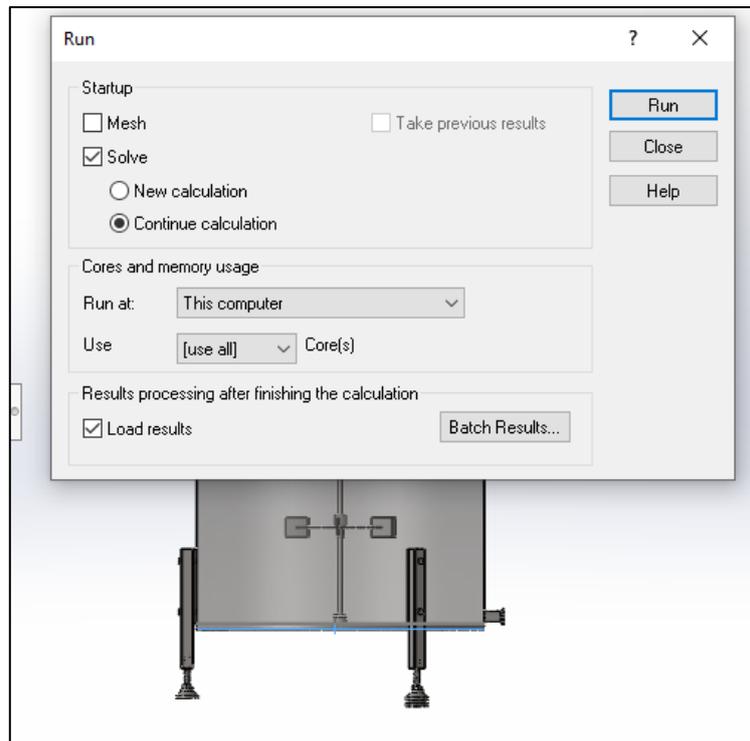


Figura 53. Selección de cálculo mediante sistema de mallado herramienta Flow simulation.

Con la herramienta Flow Trajectories se analiza el comportamiento del fluido con un agitador tipo turbina el cual se muestra en la Figura 54.

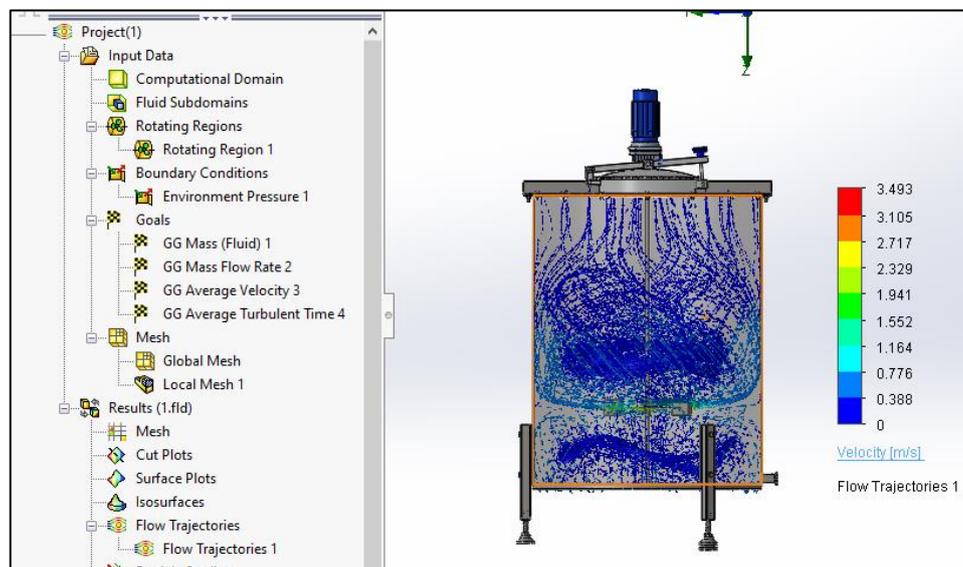


Figura 54. Visualización de trayectorias turbulentas (agitador tipo turbina) herramienta Flow simulation.

### 3.1.1 Análisis de parámetros para mezcla y potencia del motor eléctrico.

Con la herramienta computacional se hace un análisis del tiempo de turbulencia para validar que la mezcla sea óptima y para el cálculo de la potencia del motor se utiliza el parámetro del torque. Se toma datos del anexo 1 los cuales se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Resultados Análisis anexo 1

<i>Muestra</i>	Viscosidad 20°C (Pa.s)			
	10 rpm	20 rpm	50 rpm	115 rpm
<b>Licor Tardoncito DC-MU4594</b>	0.015	0.018	0.0246	0.0402

En la Figura 55 se muestra el resultado del fluido a una velocidad de 10 rpm con una viscosidad de 0,015 Pa.s.

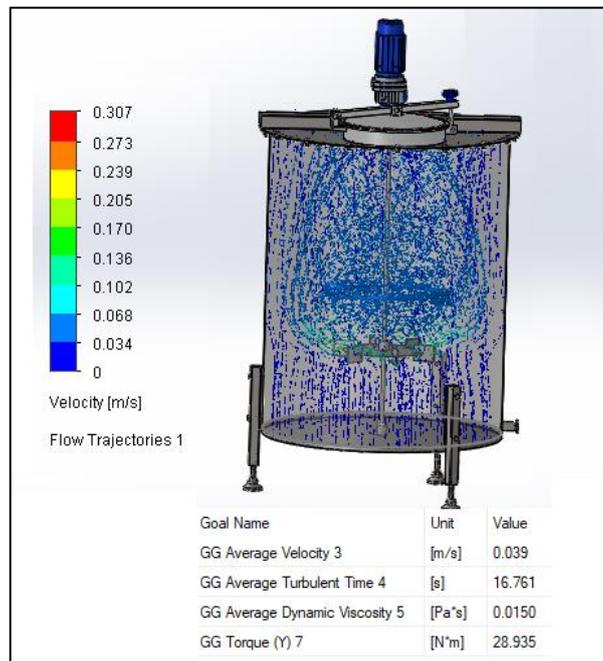


Figura 55. Análisis del fluido a 10 rpm.

En la Figura 56 se muestra el resultado del fluido a una velocidad de 20 rpm con una viscosidad de 0,018 Pa.s.

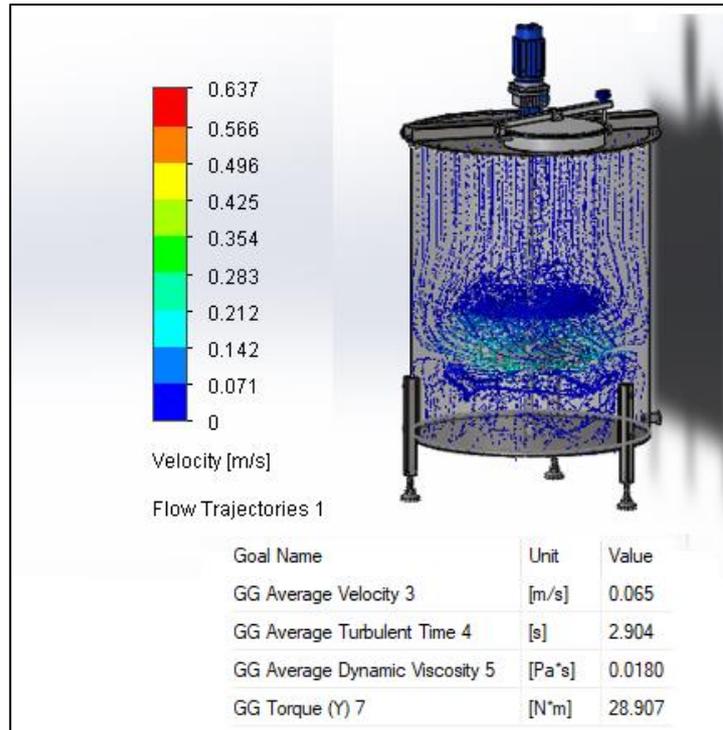


Figura 56. Análisis del fluido a 20 rpm.

En la Figura 57 se muestra el resultado del fluido a una velocidad de 50 rpm con una viscosidad de 0,0246 Pa.s.

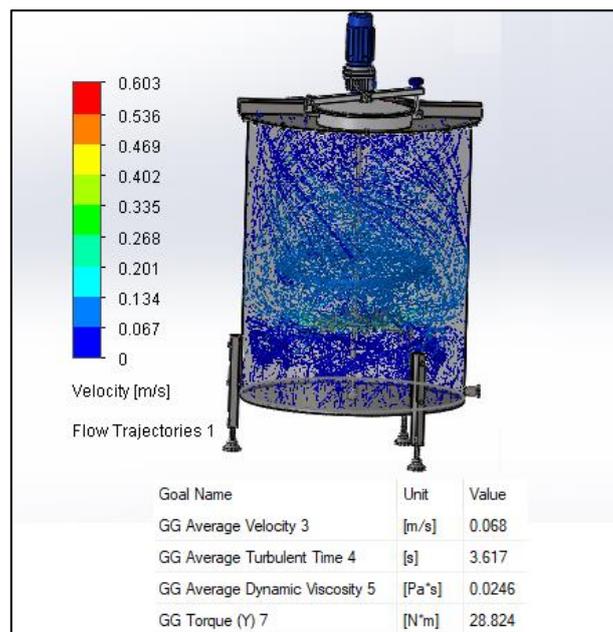


Figura 57. Análisis del fluido a 50 rpm.

En la Figura 58 se muestra el resultado del fluido a una velocidad de 115 rpm con una viscosidad de 0,0402 Pa.s.

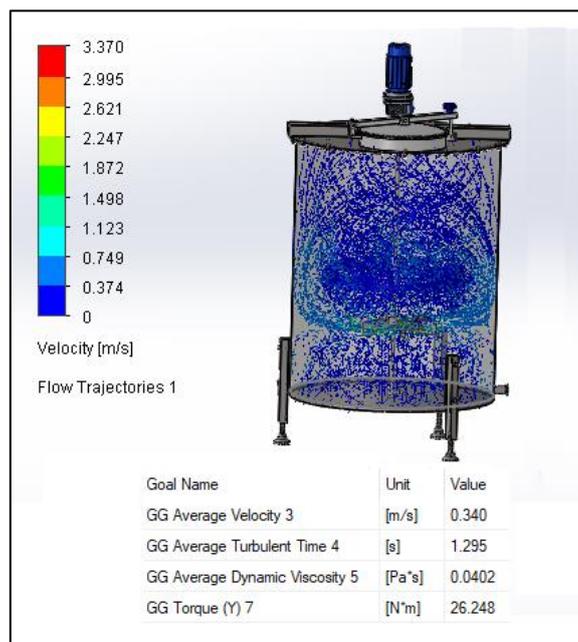


Figura 58. Análisis del fluido a 115 rpm.

En la Tabla 24 se muestran los resultados de los parámetros del fluido a diferentes velocidades y viscosidades, con este análisis podemos validar que la mezcla ideal se da cuando el líquido presenta mayor turbulencia en un menor tiempo el cual es en 1.29 (s), por lo tanto, se corrobora que la velocidad del reductor es más eficiente a 115 RPM.

Tabla 24. Resultados de análisis del fluido

Parámetros	10 rpm	20 rpm	50 rpm	115 rpm
<b>Viscosidad (Pa.s)</b>	0.015	0.018	0.0246	0.0402
<b>Tiempo de turbulencia (s)</b>	16.76	2.90	3.62	1.29
<b>Torque (N.m)</b>	28.94	28.91	28.82	26.25

Con el torque arrojado como resultado de la simulación a una velocidad de 115 rpm podemos validar la potencia del motor de la sección 2.6.1 con la siguiente ecuación:

$$P = T \cdot \omega = \frac{T \cdot n}{\frac{60}{2\pi}} \quad (24)$$

Donde

$P$  = Potencia del motor (W)

$T$  = Torque o par motor (N.m)

$\omega$  = Velocidad angular del eje (rad/s)

$n$  = Revoluciones por minuto (rpm)

$$P = \frac{26.25 \cdot 115}{\frac{60}{2\pi}} = 316.12 [W]$$

$$P = 0,42 [Hp]$$

Se realiza una tabla comparativa para presentar los resultados obtenidos los cuales se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Comparativa de Resultados

	Analíticamente	Software
<b>Potencia del motor</b>	$P = 0,40 Hp$	$P = 0,42 Hp$

El margen de error de la potencia:

$$\text{error} = \frac{0,4 - 0,42}{0,4} \cdot 100 = 5\%$$

El margen de error es del 5 %, el motor seleccionado se dimensiono para una potencia de ½ Hp, por lo tanto, está dentro del rango.

### 3.2 Simulación diagramas esfuerzo cortante y momento flector.

Con la herramienta MD-Solid se verifica los datos teóricos obtenidos de la sección 2.7, en la Figura 59. Esfuerzo cortante y momento flector.

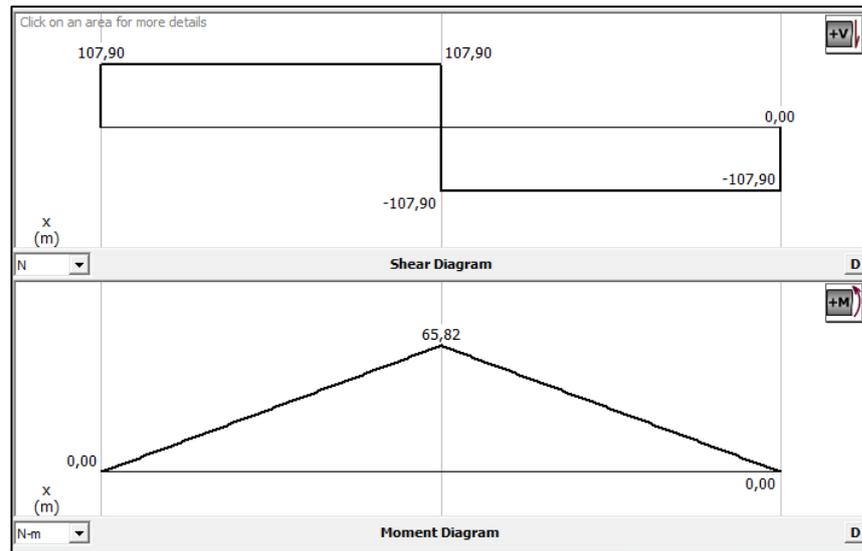


Figura 59. Esfuerzo cortante y momento flector.

### 3.3 Simulación estructura bastidor.

En la Tabla 26 se muestran el resultado analítico del esfuerzo por flexión al cual está sometido el material.

Tabla 26. Resultados Analíticos

	Analíticamente
<b>Esfuerzo flexión</b>	$\sigma = 23,4 [MPa]$

Se procede verificar los resultados obtenidos analíticamente mediante una herramienta computacional; los resultados se muestran en la Figura 60.

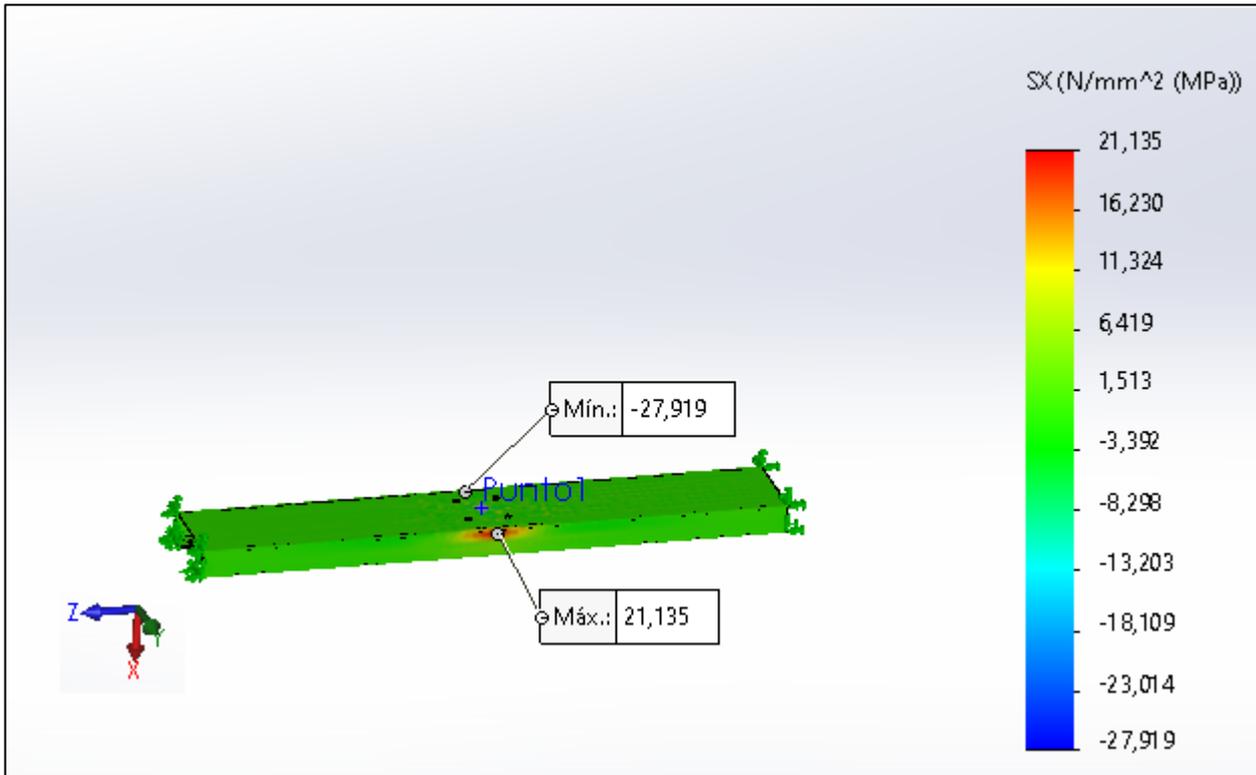


Figura 60. Esfuerzo por flexión sobre el material.

Se realiza una tabla comparativa para presentar los resultados obtenidos los cuales se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Comparativa de Resultados

	Analíticamente	Software
<b>Esfuerzo Axial</b>	$\sigma = 23,4 \text{ MPa}$	$\sigma = 21,14 \text{ MPa}$

**Nota:** Resultados obtenidos de SOLIDWORKS.

### 3.3.1 Margen de error de resultados obtenidos.

Se procede a calcular el margen de error que existen entre los resultados analíticos y del software mediante la siguiente fórmula.

$$\text{error} = \frac{\text{Calculo Analítico} - \text{Calculo Software}}{\text{Calculo Analítico}} \cdot 100$$

Margen de error del esfuerzo por flexión:

$$\text{error} = \frac{23,4 - 21,14}{23,4} \cdot 100 = 9,65\%$$

El margen del 9,65 % está dentro de lo permitido, además esta variación sucede porque la herramienta computacional en el diseño existe bordes o chaflanes.

### 3.3.2 Máximo esfuerzo del bastidor.

Mediante el análisis de VON MISES se determina el máximo esfuerzo al cual está sometido el material el cual muestra un resultado de 56,99 MPa y con esto se concluye que es menor al esfuerzo admisible y está dentro del límite tal como se muestra en la Figura 61.

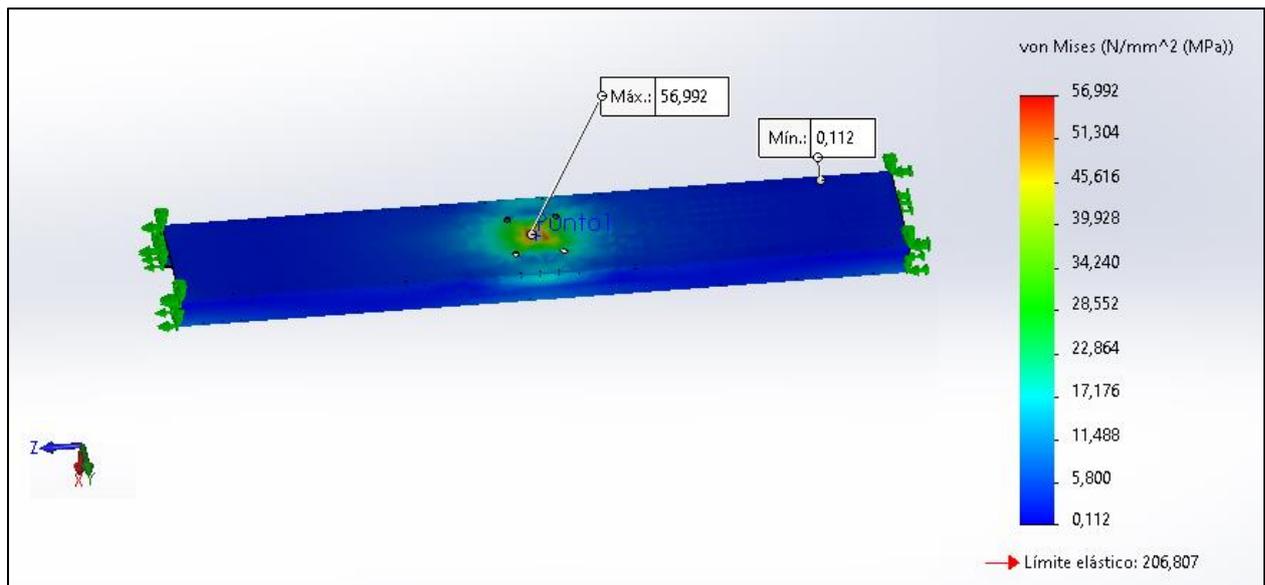


Figura 61. Máximo esfuerzo-Análisis por VON MISES.

## Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones.

### 4.1 Conclusiones.

- La investigación acerca de los elementos químicos y factores que influyen en la fabricación del tardón mireño, permitió conocer los dimensionamientos del tanque de almacenaje, fuerza del sistema de mezclado y capacidad de bombeo de nuestra maquinaria para acoplarla a la etapa de embazado.
- La metodología del diseño determinó que la potencia necesaria para garantizar una mezcla homogénea es de 0.4 HP con un motorreductor con una relación de transmisión de 15:1, dichos elementos fácilmente adquiribles en el mercado nacional; además se determinó la potencia que necesita la bomba para movilizar el líquido hacia la altura del dosificador la cual era de 4.59 W y ya que un motor de 0.5 HP otorga 372.85W, este trabajaría con un 98% de eficiencia en la etapa de bombeo para movilizar nuestro líquido.
- Se validó la selección del agitador tipo turbina y se consolidó los cálculos con las simulaciones arrojándonos una turbulencia completa en nuestro tanque de almacenamiento de 900 litros, garantizando la eficiencia del mezclado de nuestro producto en tan solo 15 segundos.
- Se validaron los elementos mecánicos con un error inferior al 10%, mediante simulaciones y cálculos analíticos que evalúan el esfuerzo máximo y el factor de seguridad.
- La simulación del sistema de mezclado nos demostró que podemos utilizar un control de nivel del líquido en lazo abierto on/off como solución adecuada, para garantizar el volumen óptimo en el tanque de dosificado y así mejorar los tiempos de llenado de las botellas optimizando el funcionamiento del sistema en sí.

## 4.2 Recomendaciones.

- Se recomienda la elaboración de un protocolo de calificación de la materia prima, igualmente la adquisición de ingredientes que posean su respectivo registro sanitario emitido por la agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria (Arcsa).
- Se recomienda la asepsia adecuada de todos los elementos de almacenaje previo de la materia prima, considerando la adquisición de los mismo en materiales de acero inoxidable que impidan la proliferación de bacterias o agentes infecciosos.
- Se recomienda una limpieza de superficie externa que debe emplear agua o productos de limpieza para acero inoxidable AISI 304, realizarlo con agua caliente por el almacenaje de líquido altamente edulcorante y corrosivo, realizarlo con un gamuza o paño de microfibra para devolver el brillo natural del acero inoxidable.
- Se recomienda una limpieza adecuada interna diaria cuanto el lote de fabricación se haya dosificado por completo.
- Se recomienda una limpieza con productos a base de sosa caustica una vez cada 15 días con un desmontaje completo de la maquinaria para evitar la proliferación de bacterias en lugares de difícil acceso con la limpieza externa.
- Se recomienda el intercambio del aceite de lubricación del motor-reductor por un aceite de grado alimenticio, para prevenir en el caso de fugas una contaminación por aceites de tipo mineral en el producto elaborado.
- Se recomienda para el perfil tipo G de la estructura del bastidor una pintura de grado alimenticio para preservar la asepsia del material y evitar la proliferación de bacterias o demás contaminantes.
- Se recomienda la verificación del estado óptimo del retenedor y respectivos empaques con el fin de evitar la contaminación cruzada en el proceso de elaboración del tardón mireño.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. d. Norte. [En línea]. Available: <https://www.elnorte.ec/carchi/tardon-mireno-de-exportacion-KWEN60927>. [Último acceso: 28 09 2019].
- [2] E. Negocios, «<https://www.ekosnegocios.com>,» [En línea]. Available: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/la-industria-en-ecuador>. [Último acceso: 02 10 2019].
- [3] L. A. d. I. d. B. n. A. d. E. -AIBE, «<https://www.aibe.ec/>,» [En línea]. Available: <https://www.aibe.ec/>. [Último acceso: 01 10 2019].
- [4] C. C. D. Armando, *Implementacion de una maquina llenadora de botellas para licor artesanal*, Ibarra, 2019.
- [5] O. D. Ing. Muñoz Franco, *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE TARDÓN INDUSTRIALIZADO; CANTÓN MIRA; PROVINCIA DEL CARACHI*, Ibarra, 2017.
- [6] R. C. & K. A. Goldsby, *Química*, México: McGRAW-HILL, 2017.
- [7] L. D. Miles, *Techniques of Value Analysis and Engineering*, USA: Eleanor Miles Walker, 1989.
- [8] C. R. Romeva, «Métodos de evaluación de soluciones,» de *Diseño Concurrente*, Catalunya, Edicions UPC, 2002, pp. 59-60.
- [9] I. MT, 25 03 2012. [En línea]. Available: <http://inoxidablesmt.blogspot.com/2013/04/>.
- [10] R. W. Fox y A. T. M. Donald, *Introducción a la mecánica de fluidos*, México: McGrawHill, 1997.
- [11] E. F. Megyesy, *Manual de Recipientes a Presión*, México: Editorial LIMUSA, S.A, 1989.
- [12] D. Córdor, «IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA LLENADORA DE BOTELLAS PARA LICOR ARTESANAL,» PROPIA, IBARRA, 2019.
- [13] I. J. M. L. Estrada, *Diseño y Cálculo de recipientes a presión*, México: Inglesa, 2001.
- [14] F. R. Lezama, «GUIA DEL CODIGO ASME SECCIÓN VIII DIVISION 1 TOMO1,» 2018.

- [15] W. L. J. C. Smith y P. Harriott, «Operaciones unitarias en Ingeniería Química,» de *Operaciones unitarias en Ingeniería Química*, ESPAÑA, McGRAW-HILL, 1991, p. 251.
- [16] A. S. FOUST, Principios de operaciones unitarias, México: COMPAÑIA ADITORIAL CONTINENTAL S.A DE C.V, 1987.
- [17] R. L. Norton, Diseño de Maquinas, México: Pearson, 2011.
- [18] P. Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, México: Pearson Educación de México, 2006.
- [19] R. L. Mott, Resistencia de Materiales Aplicada, México: Pearson, 1996.
- [20] E. 21, «Eje 21,» [En línea]. Available: <http://www.eje21.com.co/2017/03/cuatro-asociaciones-de-lecheros-tendran-tanques-de-almacenamiento-y-enfriamiento/>. [Último acceso: 03 04 2018].
- [21] A. Elektro, «Audion Packaging Machines,» Audion Elektro, 1947. [En línea]. Available: <http://www.audion.com/es/productos/moldeado-relleno-y-sellado/sistemas-de-dosificacin/6dosificador-de-volumen-.html>. [Último acceso: 03 04 2018].
- [22] A. S.A, «Astimec S.A,» 1990. [En línea]. Available: <https://astimec.net/producto/llenadora-por-gravedad-neumatica/>. [Último acceso: 03 04 2018].
- [23] Tedmaq, «Tedmaq,» 1988. [En línea]. Available: <http://tedmaq.com/web/productos/empaques-para-alimentos-maquinaria/dosificador-de-piston-liquidos-viscosos-pastosos-tedmaq-detail>. [Último acceso: 03 04 2018].
- [24] V. D. Durable, «Vignerons Developpement Durable,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.v-dd.com/en/actions/toutes-les-actions>. [Último acceso: 15 02 2018].
- [25] TECHMED, «Medical EXPO,» 1998. [En línea]. Available: <http://www.medicaexpo.es/prod/techmed-sp-z-oo/product-99691-735495.html>. [Último acceso: 12 05 2018].
- [26] Emaze, «Emaze,» [En línea]. Available: <https://www.emaze.com/@ALQFWROQ>.

- [Último acceso: 22 05 2018].
- [27] D. Pineda, *Actuador Lineal*, Ibarra, 2016.
- [28] L. Paraguay, «Launch Paraguay,» [En línea]. Available: <http://launchparaguay.com/index.php/about/>.  
[Último acceso: 22 05 2018].
- [29] F. C. Ltda, «Ferrituvalco,» 1998. [En línea]. Available: <https://www.ferrituvalco.com/>.  
[Último acceso: 22 05 2018].
- [30] A. C. Solé, *Neumática e Hidráulica*, España: Marcombo, 2007.
- [31] Tecnun, «Cáculos en instalaciones neumáticas,» Madrid, 2018.
- [32] M. R. Spiegel, *Ecuaciones Diferenciales Aplicadas*, México: Hispanoamericana, 1983.
- [33] D. G. Zill, *Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado*, México: Español, 1997.
- [34] J. Escobar, «Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones en Maple,» Antioquia, 2018.
- [35] R. G. Budynas y N. J. Keith, *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, Mexico D.F: The McGraw, 2008.
- [36] AIRMATIC, *Biotecnología Farmacéutica y Alimenticia*, Bogotá, 2006.
- [37] Com-Océan, 15 02 2018. [En línea]. Available: <http://www.v-dd.com/en/actions/toutes-les-actions>.
- [38] Sraml, 15 02 2018. [En línea]. Available: [http://sraml.com/es/productos/maquinaria\\_de\\_llenado/linea\\_automatizada\\_completa\\_de\\_embotellamiento/81/mesa\\_giratoria/](http://sraml.com/es/productos/maquinaria_de_llenado/linea_automatizada_completa_de_embotellamiento/81/mesa_giratoria/).
- [39] Dreamstime, 15 02 2018. [En línea]. Available:  
[https://www.google.com.ec/search?rlz=1C1PRFE\\_enEC778EC778&biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=NiiGWqigHMr2zgLt74aIDQ&q=brazo+robotico+botellas&oq=brazo+robotico+botellas&gs\\_l=psy-ab.3...3366.5231.0.5480.9.8.0.0.0.384.800.0j1j1j1.3.0...0...1c.1.64.psy-ab..](https://www.google.com.ec/search?rlz=1C1PRFE_enEC778EC778&biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=NiiGWqigHMr2zgLt74aIDQ&q=brazo+robotico+botellas&oq=brazo+robotico+botellas&gs_l=psy-ab.3...3366.5231.0.5480.9.8.0.0.0.384.800.0j1j1j1.3.0...0...1c.1.64.psy-ab..)
- [40] A. B. SRL, 16 02 2018. [En línea]. Available: <http://www.atimexgroup.com.bo/>.
- [41] C. CCL, 16 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.central-conveyors.co.uk/conveyors/slat-chain-conveyors/>.

- [42] I. NORTH AMERICA, 19 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.mknorthamerica.com/Products/cleanmove-plus-stainless-steel-conveyor-system/>.
- [43] B. Engineering, 28 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.bannerengineering.com/mx/es/solutions/clear-or-reflective-object-detection/clear-bottle-detection.html>.
- [44] P. GmbH, 23 03 2018. [En línea]. Available: <http://neumatica-es.timmer-pneumatik.de/artikel/Rundzylinder-ISO-6432/iso-rundzylinder-8.html>.
- [45] S. LINAK Actuadores, 23 03 2018. [En línea]. Available: <http://www.linak.es/about/?id3=4283>.
- [46] Mira, 01 04 2013. [En línea]. Available: <http://mira.ec/leyendas-y-tradiciones/el-famoso-tardon/>.
- [47] Eje21, 03 04 2018. [En línea]. Available: <http://www.eje21.com.co/2017/03/cuatro-asociaciones-de-lecheros-tendran-tanques-de-almacenamiento-y-enfriamiento/>.
- [48] S. Sinerges Tecmon, 03 04 2017. [En línea]. Available: <http://www.sinerges.com/transportadores-de-banda-modular>.
- [49] Audion, 03 04 2018. [En línea]. Available: <http://www.audion.com/es/productos/moldeado-relleno-y-sellado/sistemas-de-dosificacin/6dosificador-de-volumen-.html>.
- [50] A. S.A, 03 04 2018. [En línea]. Available: <https://astimec.net/producto/llenadora-por-gravedad-neumatica/>.
- [51] «Tedmaq,» 03 04 2018. [En línea]. Available: <http://tedmaq.com/web/productos/empaques-para-alimentos-maquinaria/dosificador-de-piston-liquidos-viscosos-pastosos-tedmaq-detail>.
- [52] Launch, 2009. [En línea]. Available: <http://launchparaguay.com/index.php/about/>.
- [53] Emaze, 21 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.emaze.com/@ALQFWROQ>.
- [54] M. B. d. l. Andes, 15 09 2018. [En línea]. Available: <http://mira.ec/asociacion-manos-productivas-produce-tardon-mireno/>.
- [55] Ferrituvalco, «Ferrituvalco Cía. Ltda.,» 20 09 1998. [En línea]. Available: <https://www.ferrituvalco.com/>.
- [56] B. P. E. (BPE), «Biotecnología Farmacéutica y Alimenticia,» 2018.

- [57] O. D. Muñoz Franco, *Estudio de Factibilidad para creación de una empresa productora de Tardón industrializado en el cantón MIRA provincia del Carhi*, Ibarra: UTN, 2017.
- [58] InoxMIN, «INOXMIN,» [En línea]. Available: <https://www.inoxmim.com/blog-c/que-es-una-bomba-centrifuga>. [Último acceso: 18 06 2020].
- [59] DocPlayer, 10 07 2020. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/2252205-S-c-a-d-a-contenido-1-definicion-2-lazo-abierto-y-cerrado.html>.

## ANEXOS

## Anexo 1: Resultados físico químicos.

 <b>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</b> <b>DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA (DECAB)</b> Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte Direc.: Pasaje Andalucía E12-A y Alfredo Mena Caamaño . Telf.: 2976300 Personas de Contacto Ing. Silvia Oleas Telf.: 2976300 ext. 4236 e-mail: silvia.oleas@epn.edu.ec Tlga. Elisabeth Venegas . Telf.: 2976300 ext. 2122 . e-mail: elisabeth.venegas@epn.edu.ec Quito- Ecuador 					
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS O TRABAJO</b>					
<b>ORDEN: DC-OT0051-2018</b>					
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Y SERVICIO (S)</b>					
Nro. M	ID Muestra	Muestra	Servicio/Analito	Laboratorio	
1	DC-MU4594	LICOR TARDONCITO	DENSIDAD RELATIVA	Bromatología	
1	DC-MU4594	LICOR TARDONCITO	pH	Bromatología	
1	DC-MU4594	LICOR TARDONCITO	VISCOSIDAD	Bromatología	
<b>RESULTADOS :</b>					
Muestra	Servicio/Analito	Resultado	Unidades	Método	
LICOR TARDONCITO DC-MU4594	DENSIDAD RELATIVA A 20°C	1.0503	d <sub>20</sub>	-AOAC 2005 985.19 41.1.06 -INEN 35.	
LICOR TARDONCITO DC-MU4594	pH	3.7	pH	-Laboratorio.	
MUESTRA	ANALITO-RESULTADOS			UNIDADES	METODO
	VISCOSIDAD , a 20°C, con Spindle 01				
	10 rpm	20 rpm	50 rpm		
LICOR TARDONCITO DC-MU4594	15	18	24.6	c.p.s*	-Manual de operación del Equipo.**
Notas: *c.p.s centipoise **Viscosímetro de torque, BROOKFIELD DIGITAL VISCOMETER , Model DV II, RV SPINDLE.					

The average residual soil on the quadrants shall not exceed the predetermined control value for the zone in which the material is located.

Zone	Control Value	Examples
food zone	30 $\mu\text{g}$	Stainless Steel - No.3 (100 grit) finish
heated food zone	1750 $\mu\text{g}$	Cast Iron
ice bin materials	650 $\mu\text{g}$	Rotationally Molded Polyethylene
splash and nonfood zone	220 $\mu\text{g}$	Hot Rolled Steel

## 6 Corrosion resistance

### 6.1 General

Materials shall be corrosion resistant in the intended end use environment. Protective coatings may be used to render a material corrosion resistant, except as prohibited in 7.4, 7.5, and 7.6. Protective coatings shall remain intact under use conditions and shall conform to the applicable requirements in 7.4, 7.5, and 7.6.

NOTE – Materials that are worked (e.g., bent, cut, sheared, extruded, drawn) during equipment fabrication may require additional treatment following fabrication in order to render them corrosion resistant.

### 6.2 Storage shelving intended for wet environments

Storage shelving that is fabricated, in whole or in part, of metallic materials and is intended for use in refrigerator or freezer interiors or warewashing areas shall not show evidence of corrosion when exposed to 192 hours of testing in accordance with ASTM B 117–95 *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*. Shelving constructed of stainless steel in the American Iron and Steel Institute (AISI) 200 or 300 series is exempt from this requirement. The other requirements of this Standard, including the coating requirements in 7.4 and 7.5, shall also apply to storage shelving.

#### 6.2.1 Test Method

Using a vertical band saw or similar equipment, five test samples shall be cut from the corners of

are blown away to prevent them from becoming embedded in the sample. Samples shall be approximately 8 in. x 11 in. (200 mm x 275 mm) in the horizontal plane. If the shelving has vertical legs or supports, samples shall include a vertical length of approximately 6 in. (150 mm). The total exposed surface area of each sample shall be determined, excluding all surfaces within 1/8 in. (13 mm) of a cut edge.

Testing shall be conducted in accordance with ASTM B 117–95 *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*. The period of exposure shall be 192 hours. The samples shall be arranged in the salt spray chamber so that salt solution will drip away from the cut edges without contacting the other parts of the sample and without dripping on other samples. At the end of the test, samples shall be gently rinsed with a stream of clean running water at 73°F  $\pm$  10°F (23°C  $\pm$  5°C). Samples shall be allowed to air dry immediately at 73°F  $\pm$  3°F (23°C  $\pm$  2°C). Once dry, samples shall be carefully examined for visible evidence of corrosion, such as blistering, peeling, cracking, or the formation of corrosion products on the sample surface. All surfaces within 1/8 in. (13 mm) of a cut edge are not considered part of the sample and so evidence of corrosion on these surfaces shall be disregarded.

### 6.2.2 Acceptance criteria

There shall be no visible evidence of blistering, peeling, cracking on any sample. There shall be no visible evidence of red corrosion products (red rust) on the surface of any sample. White corrosion products shall be limited to 5% or less of the total exposed surface area of any sample.

## 7 Requirements for specific types of materials

This section establishes limitations on the use of specific types of materials. The intent is to ensure conformance with the requirements in Sections 4 through 6 of this Standard. Additional requirements for some types of materials are also established in this section.

### 7.1 Stainless steel

7.1.1 Stainless steel used in food equipment shall be of a type in the AISI 200 series, AISI 300 series, or AISI 400 series<sup>4)</sup>.

<sup>4)</sup> Under the Unified Numbering System (UNS) these types are designated as S2xxxx, S3xxxx, and S4xxxx, respectively.

## Anexo 2: Ponderación de criterios más importantes.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

### Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

### Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

### Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

### Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
<b>Suma</b>				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
<b>Suma</b>				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

**Anexo 3: Ponderación módulo 1.**

Tanque:

Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	0	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 1 &gt; Alternativa 2</b>					

Agitador:

## Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

## Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		1	3	0,50
<b>Alternativa 3</b>	1	0		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 2 &gt; Alternativa 3 &gt; Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		0,5	2,5	0,42
<b>Alternativa 3</b>	1	0,5		2,5	0,42
Suma				<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 &gt; Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		1	3	0,50
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 2 &gt; Alternativa 1 = Alternativa 3</b>					

#### Anexo 4: Ponderación módulo 2.

Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,29
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,29
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,43
Suma				<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 2 = Alternativa 3 = Alternativa 1</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		0	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 &gt; Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0,5	1,5	0,25
<b>Alternativa 2</b>	1		1	3	0,50
<b>Alternativa 3</b>	0	0,5		1,5	0,25
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 2 &gt; Alternativa 1 = Alternativa 3</b>					

### Anexo 5: Ponderación módulo 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	1	2,5	0,42
<b>Alternativa 2</b>	0,5		1	2,5	0,42
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 &gt; Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	1	2,5	0,42
<b>Alternativa 2</b>	0,5		1	2,5	0,42
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 &gt; Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	0	1		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 3 &gt; Alternativa 2</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	1	2,5	0,42
<b>Alternativa 2</b>	0,5		1	2,5	0,42
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 &gt; Alternativa 3</b>					

#### Anexo 6: Ponderación módulo 4.

Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 = Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		0,5	1,5	0,25
<b>Alternativa 3</b>	0,5	1		1,5	0,25
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 3 = Alternativa 2</b>					

Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		0	1	0,17
<b>Alternativa 3</b>	0	1		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 3 &gt; Alternativa 2</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		0,5	1,5	0,25
<b>Alternativa 3</b>	0	0,5		1,5	0,25
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 2 = Alternativa 3</b>					

### Anexo 7: Ponderación módulo 5.

Evaluación de alternativas con respecto a la Función.

Función	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

Nota: A1= Alternativa 1, A2= Alternativa 2, A3= Alternativa 3.

Evaluación de alternativas con respecto a la Energía.

Energía	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		0	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 2 &gt; Alternativa 1</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Homogeneidad.

Homogeneidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		1	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 2 &gt; Alternativa 3</b>					

Evaluación de alternativas con respecto a la Automatización.

Automatización	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		0	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 2 &gt; Alternativa 1</b>					

Evaluación de alternativas con respecto al Costo.

Costos	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0	0	1	0,17
<b>Alternativa 2</b>	1		0	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	1	1		3	0,50
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 &gt; Alternativa 2 &gt; Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a Normas Sanitarias

N. Sanitarias	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		0,5	0,5	2	0,33
<b>Alternativa 2</b>	0,5		0,5	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0,5	0,5		2	0,33
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 3 = Alternativa 2 = Alternativa 1</b>					

## Evaluación de alternativas con respecto a la Fiabilidad

Fiabilidad	A 1	A2	A3	$\sum + 1$	Ponderación
<b>Alternativa 1</b>		1	1	3	0,50
<b>Alternativa 2</b>	0		1	2	0,33
<b>Alternativa 3</b>	0	0		1	0,17
Suma				<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Alternativa 1 &gt; Alternativa 2 &gt; Alternativa 3</b>					

## Anexo 8: Esfuerzo permisible del acero inoxidable.







PLANCHAS

COMPOSICION QUIMICA %			PROPIEDADES MECANICAS						
			Pruebas Mecánicas				Pruebas de Dureza		PRUEBA DE FLEXIBILIDAD 180° radio (t, mm)
Cr	Mo	Otros Elementos	Resistencia Mecánica min Kg/mm2	psi	Punto de fluencia <sup>1)</sup> min kg/mm2	psi	Elongación % min JIS Nº 13 (Muestra)	Escala Rockwell B max	
16,00 ~ 18,00		N: 0,25 max	65	93,000	25	35,800	40	100	253
17,00 ~ 19,00		N: 0,25 max	60	85,500	25	35,800	40	95	218
16,00 ~ 18,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200
17,00 ~ 19,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200
18,00 ~ 20,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200
18,00 ~ 20,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200
17,00 ~ 19,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200
22,00 ~ 24,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200
24,00 ~ 26,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		49	69,500	18	25,500	40	90	200
17,00 ~ 19,00	1,20 ~ 2,75	Cu: 1,00 ~ 2,5	53	75,800	21	30,000	40	90	200
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		49	69,500	18	25,800	40	90	200
17,00 ~ 19,00		Ti: 5 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200
17,00 ~ 19,00		Ni + Ta: 10 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200

## Anexo 9: Esfuerzo de fluencia acero inoxidable.

COMPOSICION QUIMICA %			PROPIEDADES MECANICAS							
Cr	Mo	Otros Elementos	Pruebas Mecánicas				Elongación % min JIS N° 13 (Muestra)	Pruebas de Dureza		PRUEBA DE FLEXIBILIDAD 180° radio (t, mm)
			Resistencia Mecánica min Kg/mm2	psi	Punto de fluencia <sup>1</sup> min kg/mm2	psi		Escala Rockwell B max	Escala de dureza Vickers max	
16,00 ~ 18,00		N: 0,25 max	65	93,000	25	35,800	40	100	253	
17,00 ~ 19,00		N: 0,25 max	60	85,500	25	35,800	40	95	218	
16,00 ~ 18,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
17,00 ~ 19,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200	
17,00 ~ 19,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200	
22,00 ~ 24,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
24,00 ~ 26,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200	
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200	
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		49	69,500	18	25,500	40	90	200	
17,00 ~ 19,00	1,20 ~ 2,75	Cu: 1,00 ~ 2,5	53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200	
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		49	69,500	18	25,800	40	90	200	
17,00 ~ 19,00		Ti: 5 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200	
17,00 ~ 19,00		Nb + Ta: 10 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200	

## Anexo 10: Propiedades perfil tipo G.

## PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"

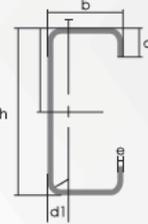


### Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2mm - 12mm
Acabado:	Acero negro y galvanizado

PERFILES

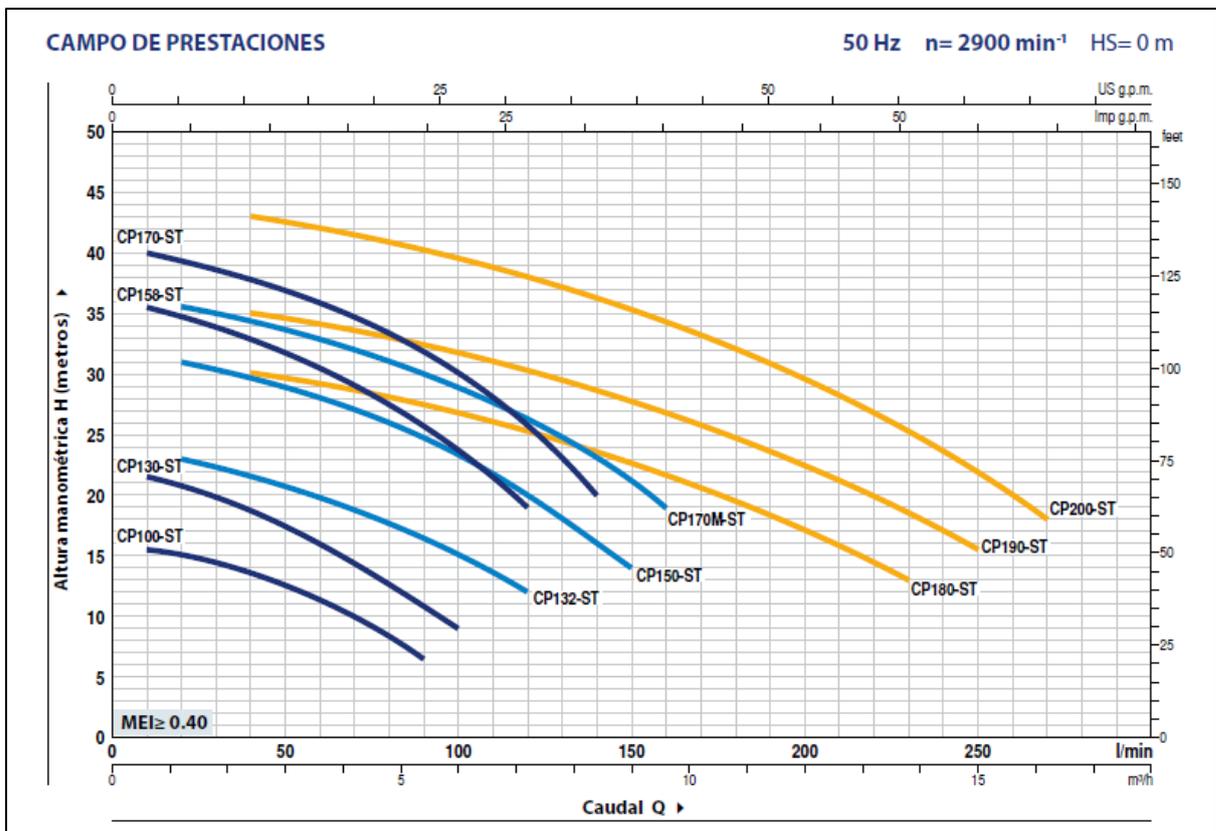


Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	Ix	Iy
	mm	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
<b>G150x50x15x2</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>4,16</b>	<b>5,34</b>	<b>1,42</b>	<b>178,7</b>	<b>17,13</b>	<b>23,83</b>	<b>4,78</b>	<b>5,79</b>	<b>1,79</b>
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77

Anexo 11: Propiedades bomba.

MODELO		POTENCIA (P2)		▲	Q	H metros																
Monofásica	Trifásica	kW	HP			m <sup>3</sup> /h	0	0.6	1.2	2.4	3.6	5.4	6.0	7.2	8.4	9.0	9.6	12	13.8	15	16.2	
					l/min	0	10	20	40	60	90	100	120	140	150	160	200	230	250	270		
CPm 100-ST4	CP 100-ST4	0.25	0.33	IE2	H metros	16	15.5	15	13.5	11.2	6.5											
CPm 100-ST6	CP 100-ST6																					
CPm 130-ST4	CP 130-ST4	0.37	0.50	IE3		22.5	21.5	20.8	18.8	16	10.8	9										
CPm 130-ST6	CP 130-ST6																					
CPm 132-ST4	CP 132-ST4	0.55	0.75	IE3		24	-	23	21.5	19.8	16.5	15	12									
CPm 132-ST6	CP 132-ST6																					
CPm 150-ST4	CP 150-ST4	0.75	1	IE3		32	-	31	29.8	28	24.8	23.2	20	16	14							
CPm 150-ST6	CP 150-ST6																					
CPm 158-ST4	CP 158-ST4	0.75	1	IE3		36.5	35.5	34.5	33	31	26.2	24	19									
CPm 158-ST6	CP 158-ST6																					
CPm 170-ST4	CP 170-ST4	1.1	1.5	IE3		41	40	39.2	37.8	36	32	30	25.8	20								
CPm 170-ST6	CP 170-ST6																					
CPm 170M-ST4	CP 170M-ST4	1.1	1.5	IE3		36.5	-	35.5	34.3	33	30	29	26.4	23	21	19						
CPm 170M-ST6	CP 170M-ST6																					
CPm 180-ST4	CP 180-ST4	1.1	1.5	IE3		31.5	-	-	30	29.2	27.5	26.8	25.2	23.5	22.5	21.5	17	13				
CPm 180-ST6	CP 180-ST6																					
CPm 190-ST4	CP 190-ST4	1.5	2	IE3		37	-	-	35	34	32.2	31.5	30.2	28.7	27.8	27	22.7	18.5	15.5			
CPm 190-ST6	CP 190-ST6																					
CPm 200-ST4	CP 200-ST4	2.2	3	IE3		45	-	-	43	42	40.2	39.5	38	36.5	35.5	34.5	29.8	25.5	22	18		
CPm 200-ST6	CP 200-ST6																					

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grado 3B.  
▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30-1)

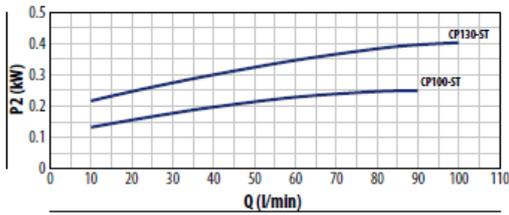
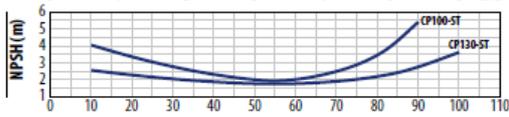
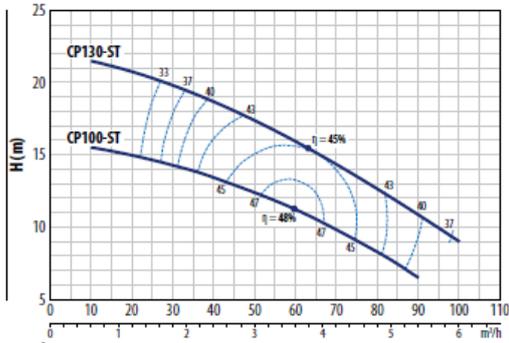


# CP-ST

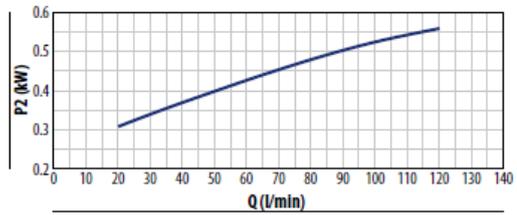
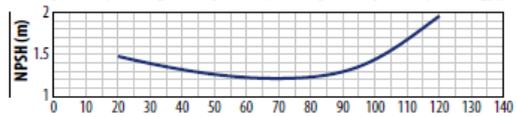
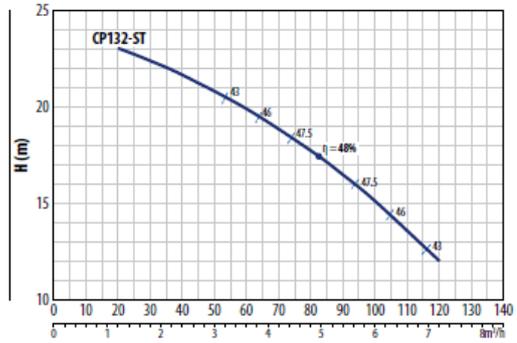
CURVAS DE PRESTACIONES

50 Hz n= 2900 min<sup>-1</sup> HS= 0 m

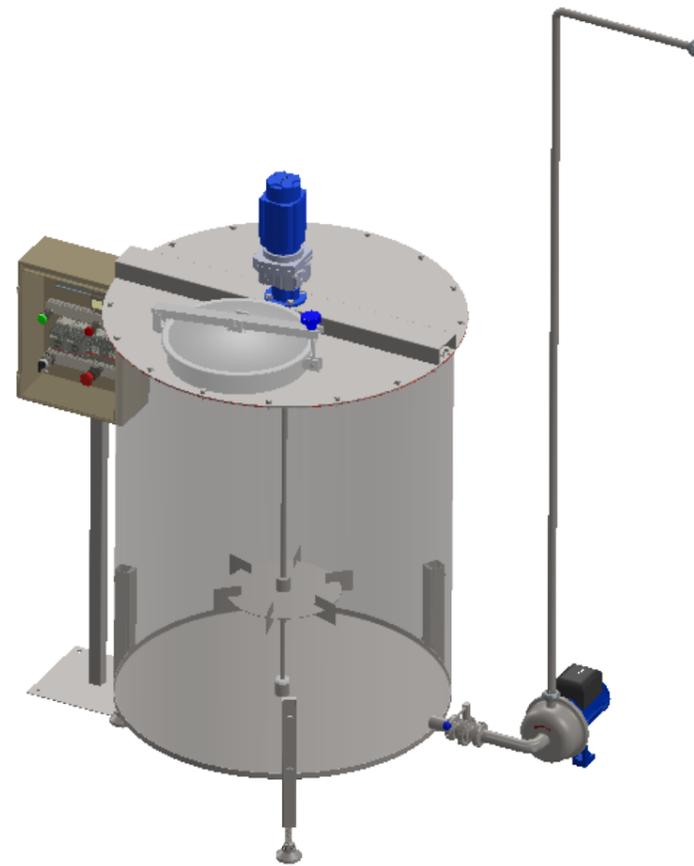
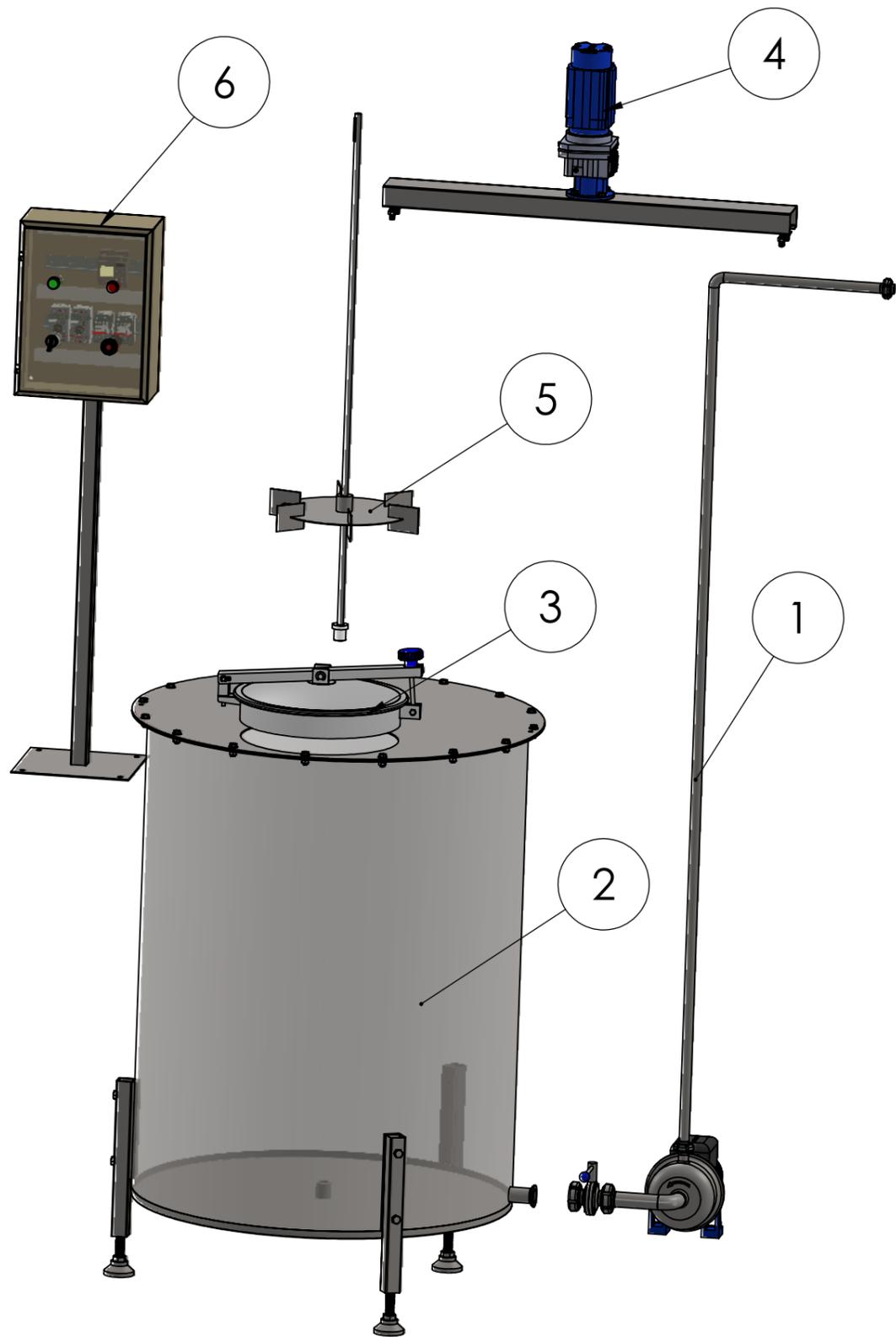
## CP 100-ST CP130-ST



## CP 132-ST

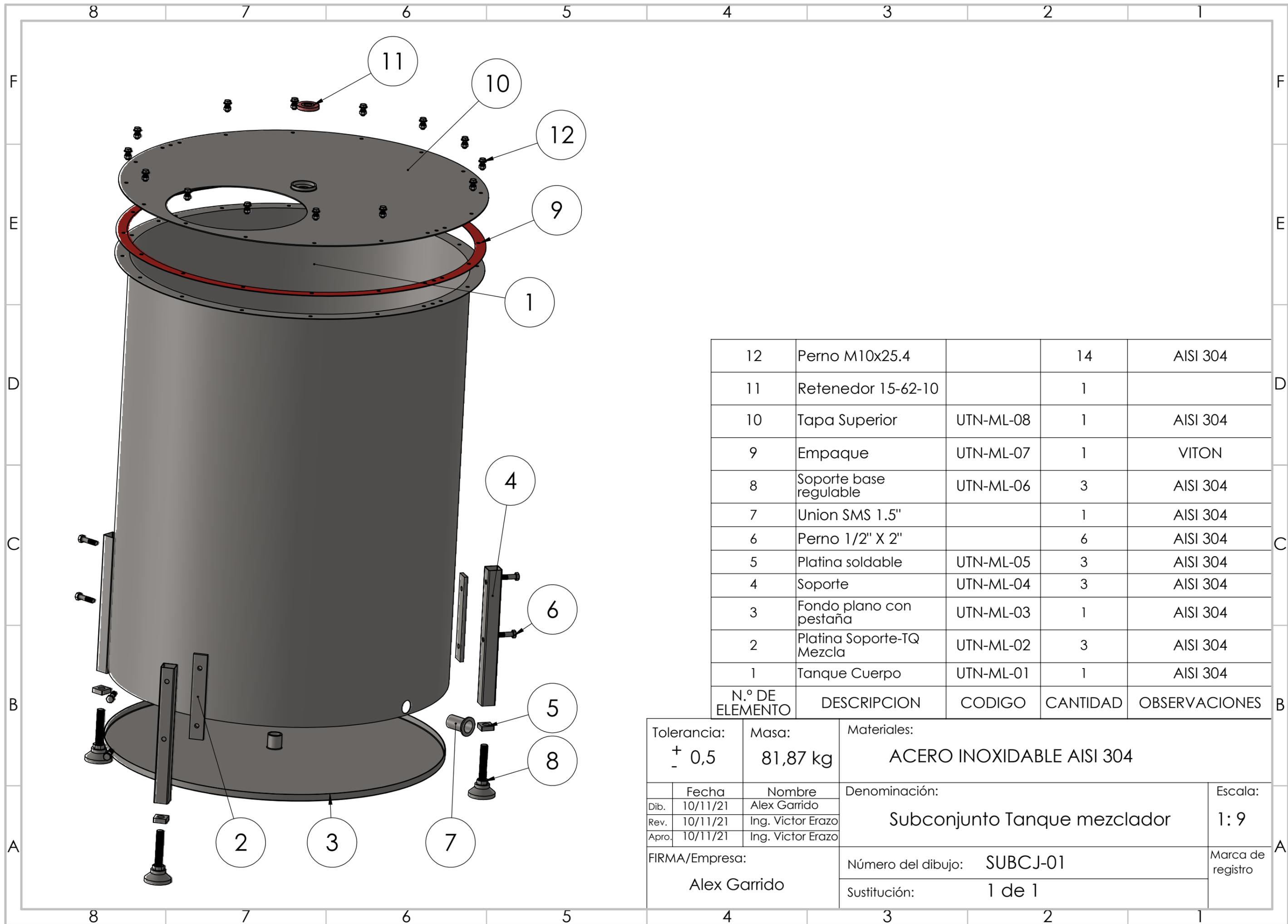


**Anexo 11: Planos Mecánicos.**



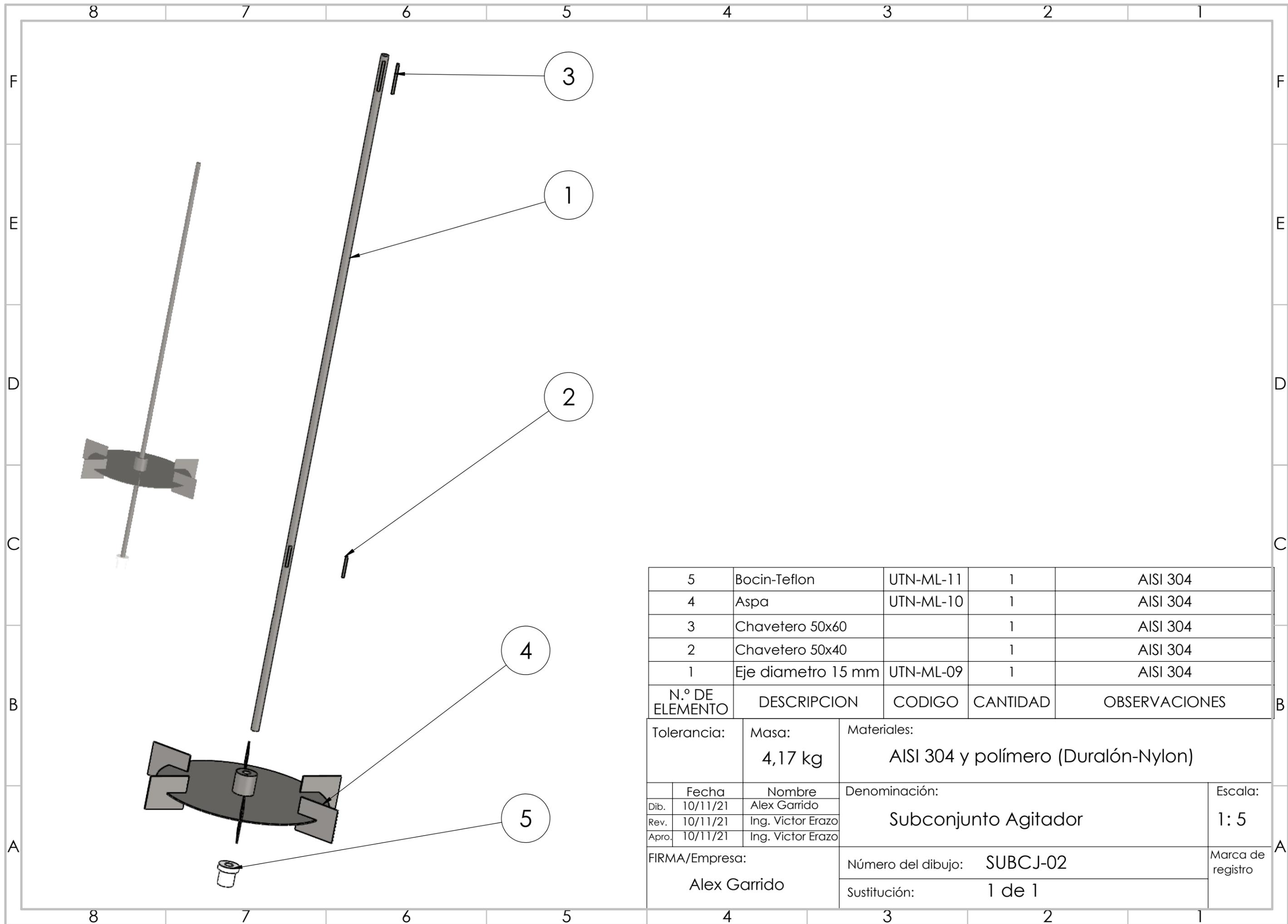
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
6	Tablero de Control	SUBCJ-06	1	
5	Conjunto Agitador	SUBCJ-02	1	AISI 304
4	Conjunto Bastidor-Motorreductor	SUBCJ-03	1	AISI 304
3	Conjunto Manhole	SUBCJ-05	1	AISI 304
2	Conjunto Tanque mezclador	SUBCJ-01	1	AISI 304
1	Conjunto Sistema Bombeo	SUBCJ-04	1	AISI 304

Tolerancia:		Masa:	Materiales:	
		126,92 kg	ACERO INOXIDABLE AISI 304	
Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:	
Rev.	10/11/21	Alex Garrido		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa:			Número del dibujo:	CONJUNTO GENERAL
Alex Garrido			Sustitución:	1 de 1
				Escala:
				1: 15
				Marca de registro



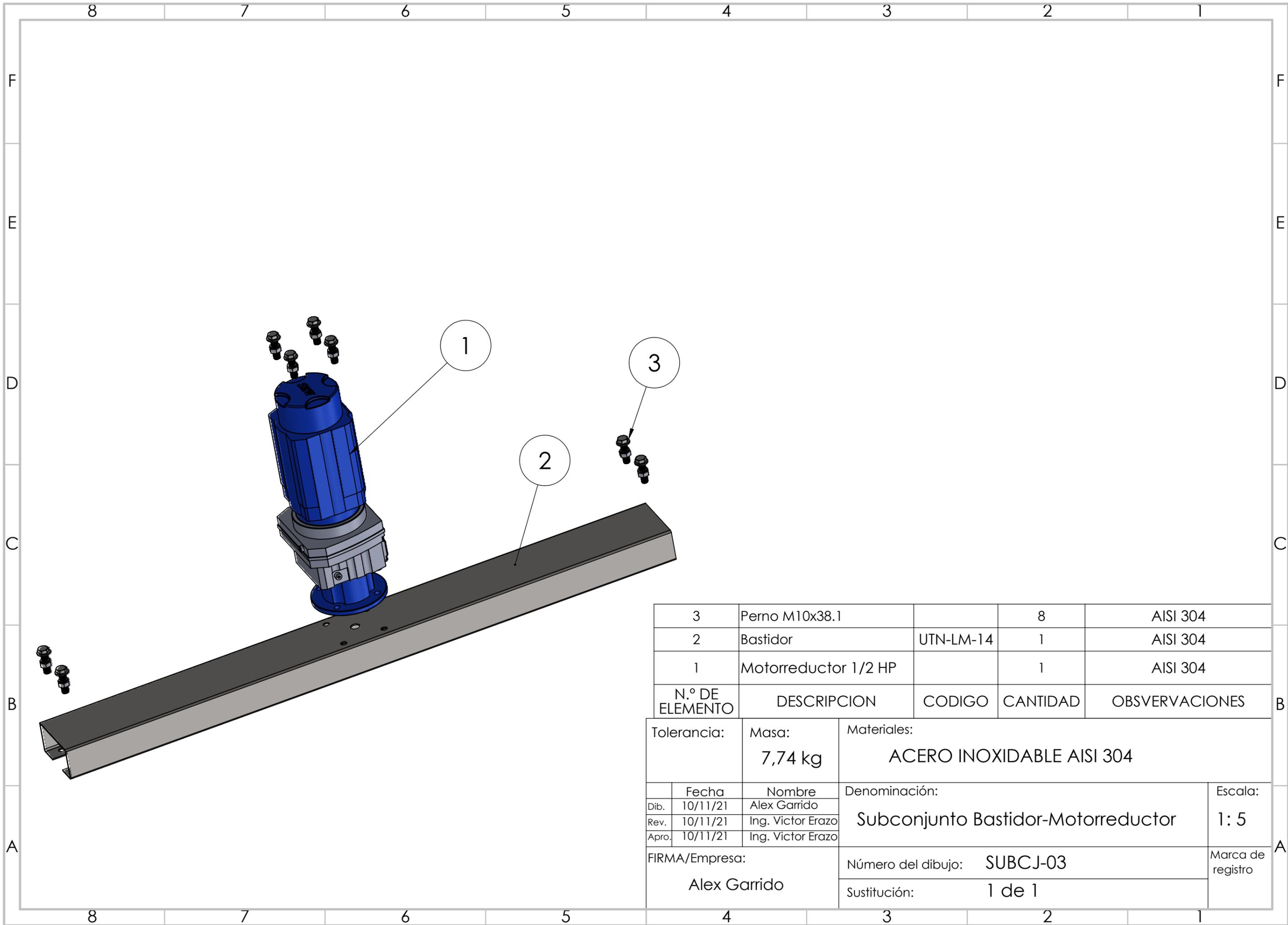
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
12	Perno M10x25.4		14	AISI 304
11	Retenedor 15-62-10		1	
10	Tapa Superior	UTN-ML-08	1	AISI 304
9	Empaque	UTN-ML-07	1	VITON
8	Soporte base regulable	UTN-ML-06	3	AISI 304
7	Union SMS 1.5"		1	AISI 304
6	Perno 1/2" X 2"		6	AISI 304
5	Platina soldable	UTN-ML-05	3	AISI 304
4	Soporte	UTN-ML-04	3	AISI 304
3	Fondo plano con pestaña	UTN-ML-03	1	AISI 304
2	Platina Soporte-TQ Mezcla	UTN-ML-02	3	AISI 304
1	Tanque Cuerpo	UTN-ML-01	1	AISI 304

Tolerancia: $\pm 0,5$	Masa: 81,87 kg	Materiales: <b>ACERO INOXIDABLE AISI 304</b>		
Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Rev.	10/11/21	Alex Garrido	Subconjunto Tanque mezclador	1:9
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Número del dibujo: SUBCJ-01	Marca de registro
			Sustitución: 1 de 1	



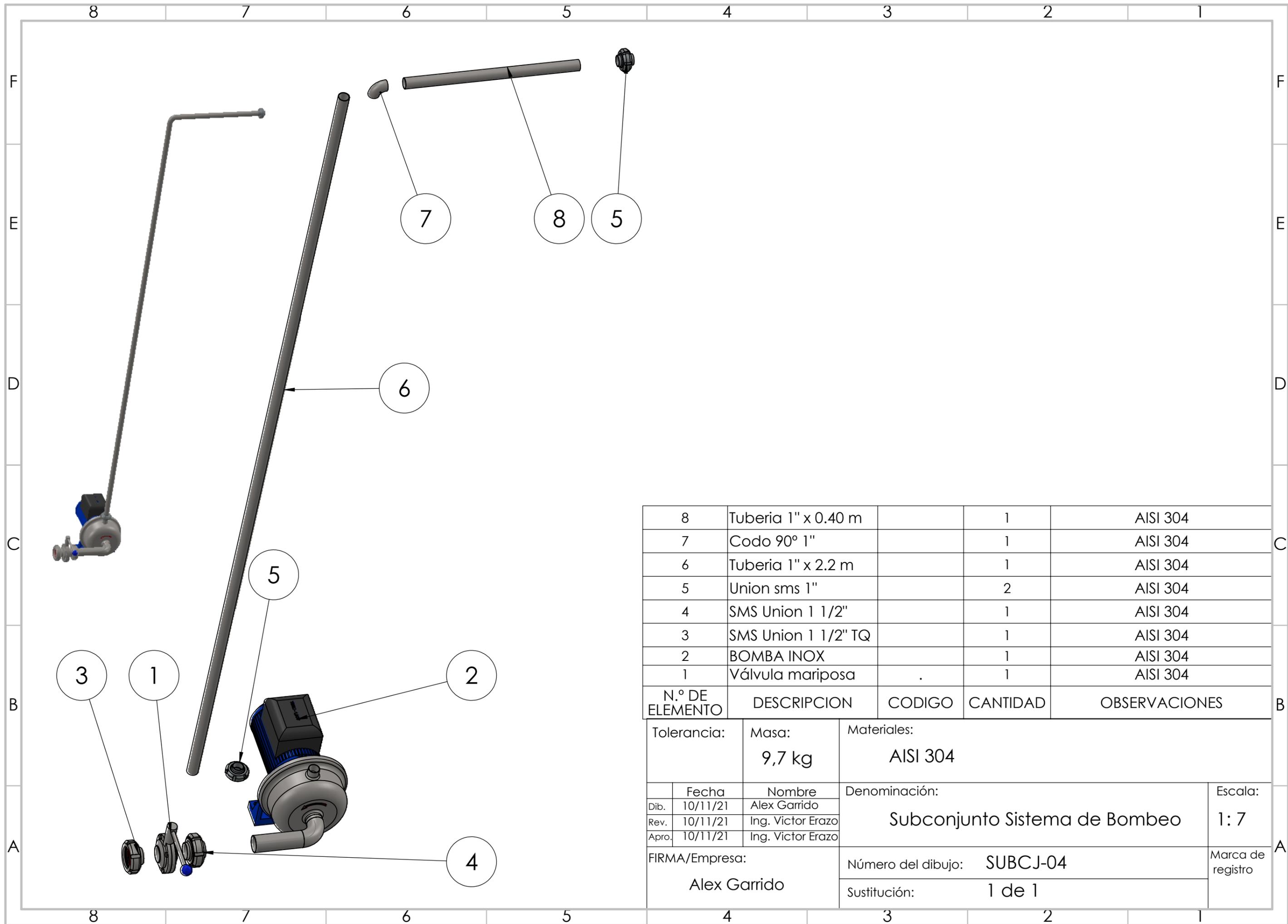
5	Bocin-Teflon	UTN-ML-11	1	AISI 304
4	Aspa	UTN-ML-10	1	AISI 304
3	Chavetero 50x60		1	AISI 304
2	Chavetero 50x40		1	AISI 304
1	Eje diametro 15 mm	UTN-ML-09	1	AISI 304
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES

Tolerancia:		Masa: <b>4,17 kg</b>	Materiales: <b>AISI 304 y polímero (Duralón-Nylon)</b>	
	Fecha	Nombre	Denominación:	
Dib.	10/11/21	Alex Garrido	<b>Subconjunto Agitador</b>	
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Escala: <b>1:5</b>		Número del dibujo: <b>SUBCJ-02</b>		Marca de registro
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>		Sustitución: <b>1 de 1</b>		



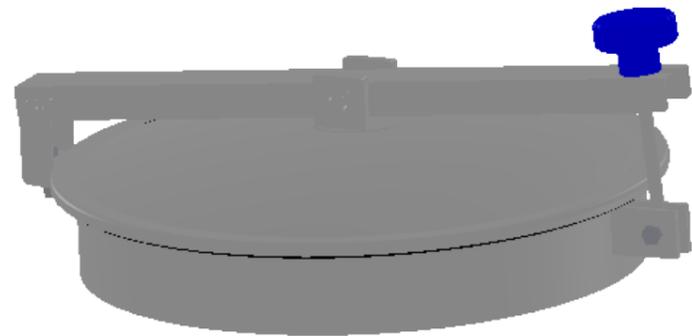
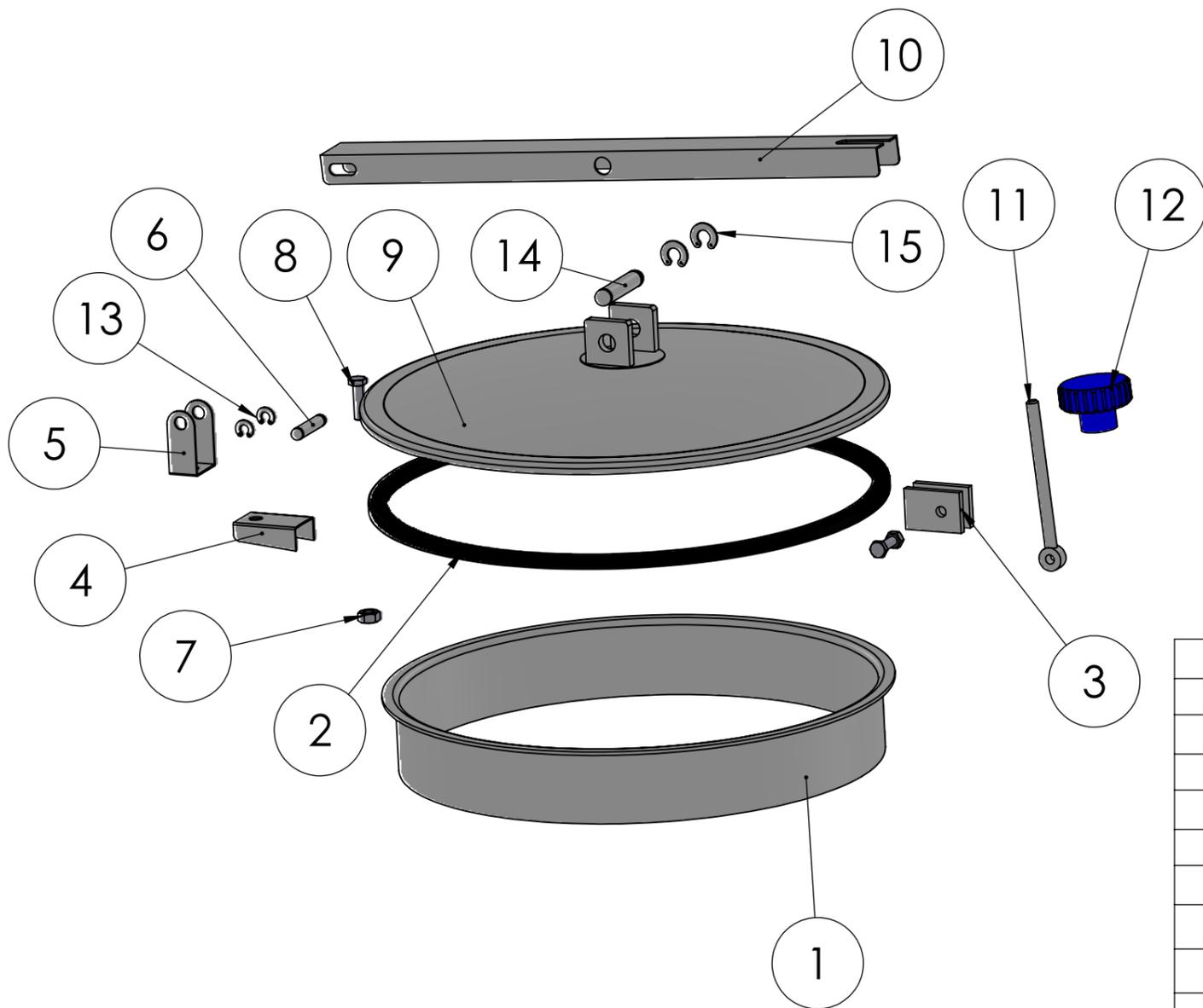
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
3	Perno M10x38.1		8	AISI 304
2	Bastidor	UTN-LM-14	1	AISI 304
1	Motorreductor 1/2 HP		1	AISI 304

Tolerancia:	Masa: <b>7,74 kg</b>	Materiales: <b>ACERO INOXIDABLE AISI 304</b>		
Dib.	Fecha 10/11/21	Nombre Alex Garrido	Denominación: <b>Subconjunto Bastidor-Motorreductor</b>	Escala: <b>1: 5</b>
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>		Número del dibujo: <b>SUBCJ-03</b>		Marca de registro
		Sustitución: <b>1 de 1</b>		



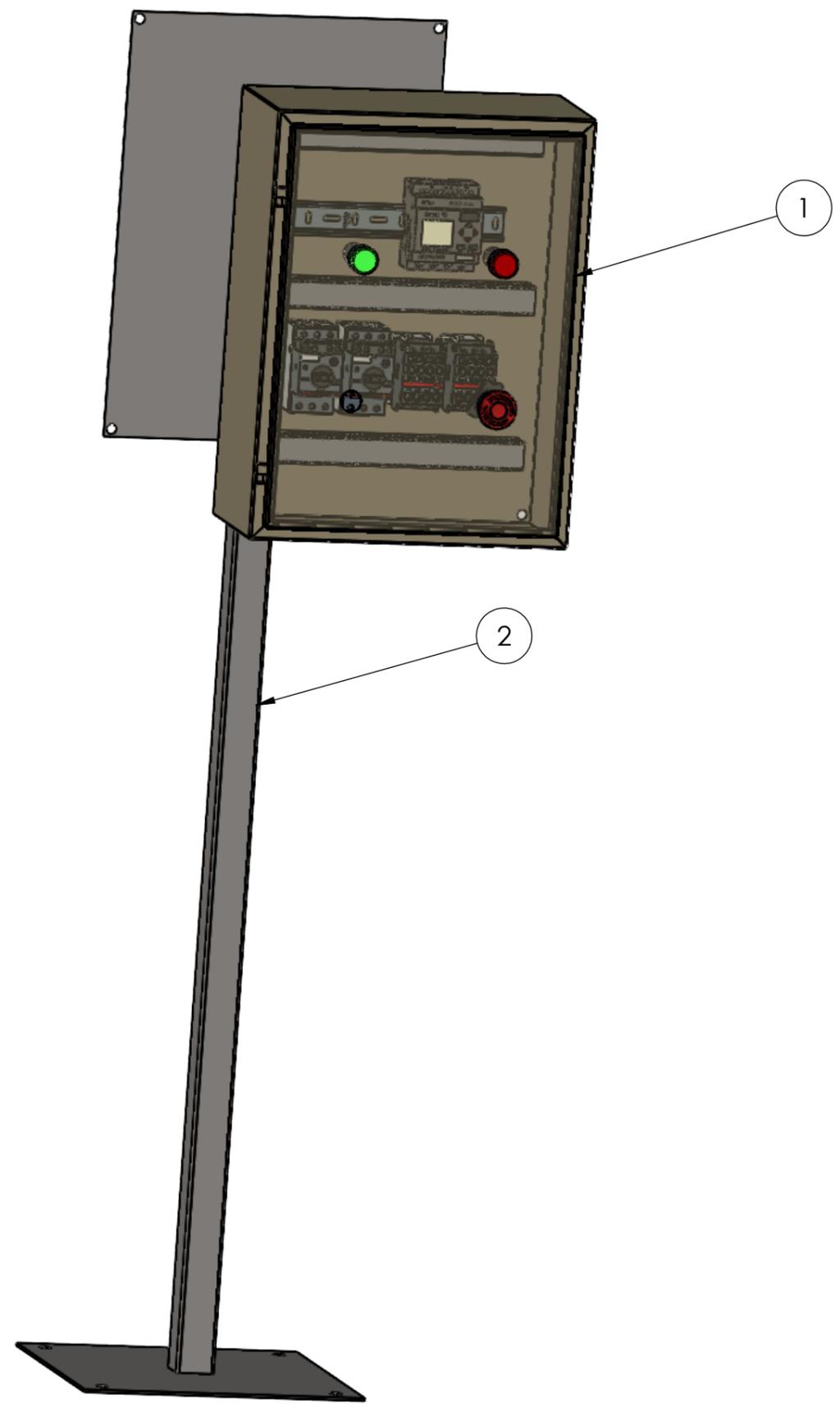
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
8	Tuberia 1" x 0.40 m		1	AISI 304
7	Codo 90° 1"		1	AISI 304
6	Tuberia 1" x 2.2 m		1	AISI 304
5	Union sms 1"		2	AISI 304
4	SMS Union 1 1/2"		1	AISI 304
3	SMS Union 1 1/2" TQ		1	AISI 304
2	BOMBA INOX		1	AISI 304
1	Válvula mariposa	.	1	AISI 304

Tolerancia:		Masa:	Materiales:	
		9,7 kg	AISI 304	
Fecha		Nombre		Denominación:
Dib.	10/11/21	Alex Garrido		Subconjunto Sistema de Bombeo
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa:		Número del dibujo:		Marca de registro
Alex Garrido		SUBCJ-04		1: 7
		Sustitución:		
		1 de 1		

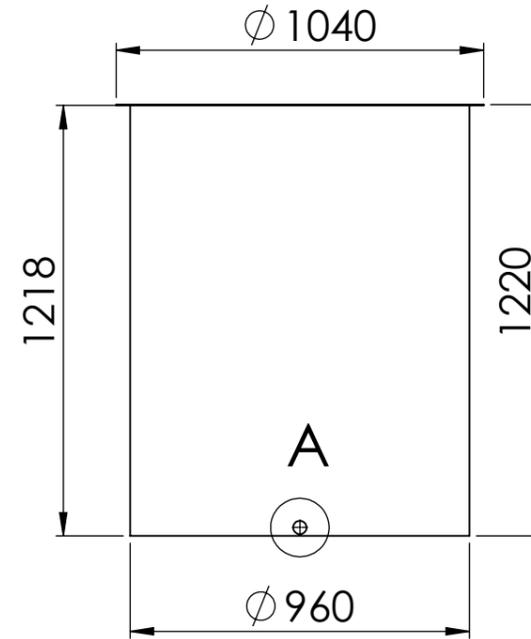
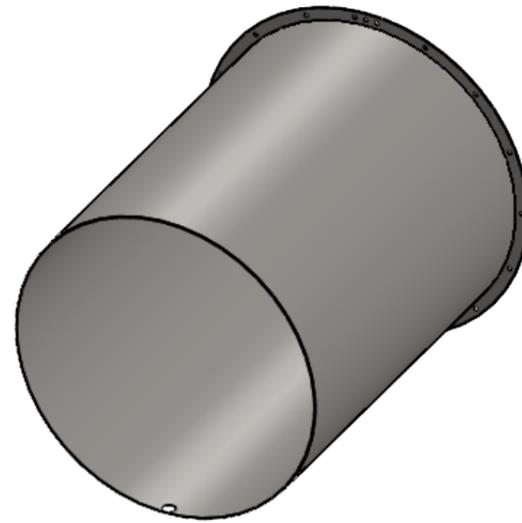
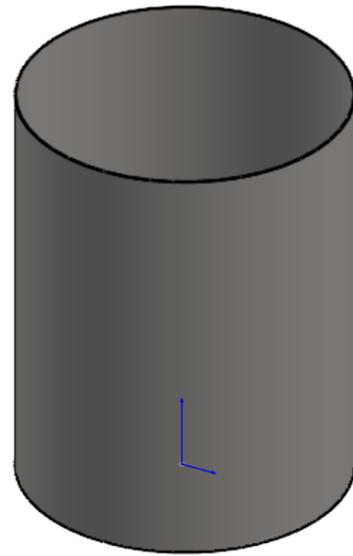


15	Ping Segger 12 mm		2	AISI 304
14	Pasador 2	UTN-ML-22	1	AISI 304
13	Ping segger 8 mm		2	AISI 304
12	Perilla		1	AISI 304
11	Eje para perilla	UTN-ML-21	1	AISI 304
10	Bra zo	UTN-ML-20	1	AISI 304
9	Tapa Manhole	UTN-ML-19	1	AISI 304
8	Pernos M8 x 30		2	AISI 304
7	Tuerca M8		2	AISI 304
6	Pasador 1	UTN-ML-18	1	AISI 304
5	Soporte Ping	UTN-ML-17	1	AISI 304
4	Soporte	UTN-ML-16	1	AISI 304
3	Platinas	UTN-ML-15	1	AISI 304
2	Empaque	UTN-ML-14	1	VITON/SILICONA
1	Cuerpo	UTN-ML-13	1	AISI 304
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES

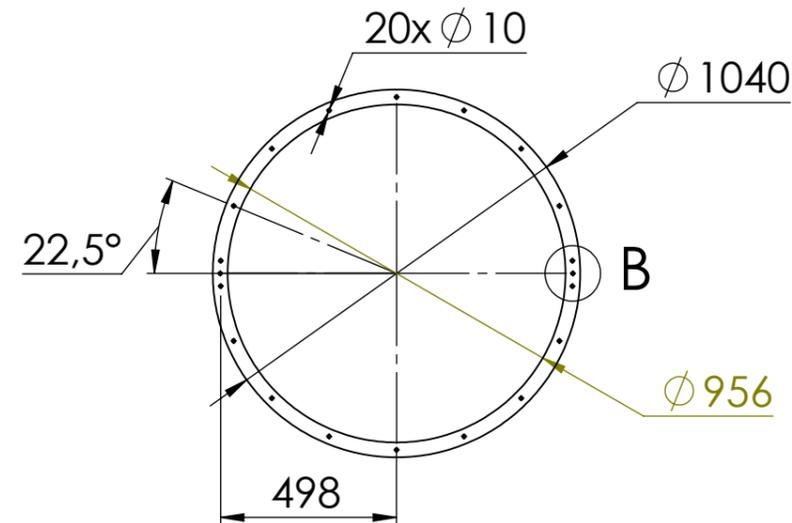
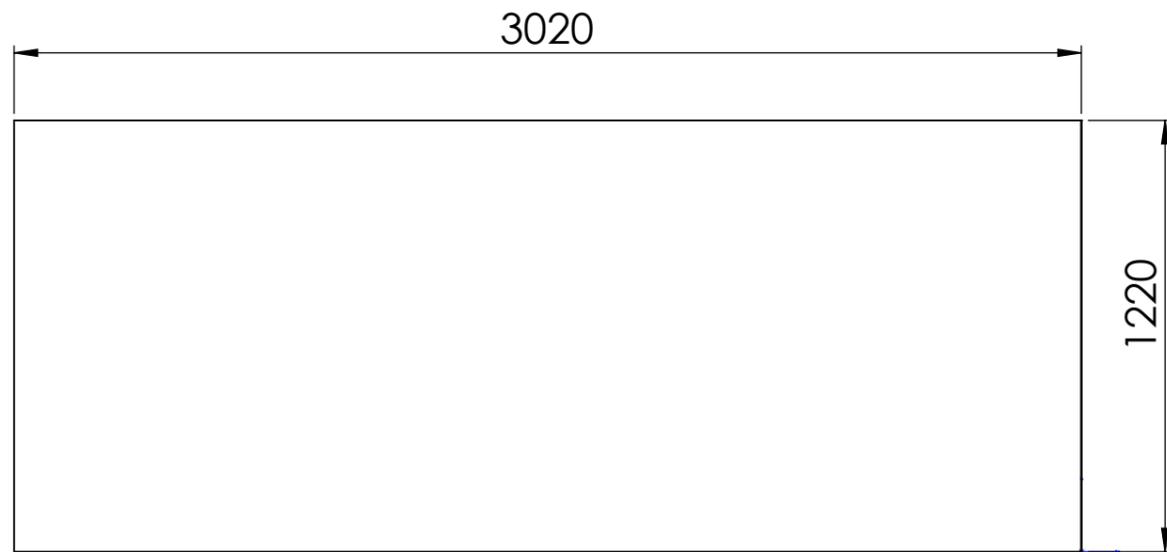
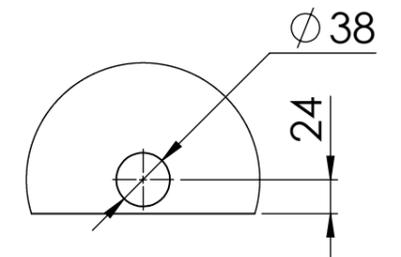
Tolerancia:		Masa: <b>6,29 kg</b>	Materiales: <b>ACERO INOXIDABLE AISI 304</b>	
Dib.	Fecha 10/11/21	Nombre Alex Garrido	Denominación: <b>Subconjunto Manhole</b>	
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Número del dibujo: <b>SUBCJ-05</b>	Escala: <b>1:5</b>
			Sustitución: <b>1 de 1</b>	
			Marca de registro	



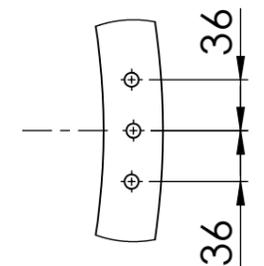
2	Soporte_Tablero	UTN-ML-24	1	
1	Armario electrico	UTN-ML-23	1	
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Tolerancia:	Masa:	Materiales:		
$\pm 0,5$	8,87 kg			
	Fecha	Nombre	Denominación:	
Dib.	10/11/21	Alex Garrido	TABLERO DE CONTROL	
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa:		Número del dibujo: SUBCJ-06		Escala: 1:9
Alex Garrido		Sustitución: 1 de 1		
Marca de registro				



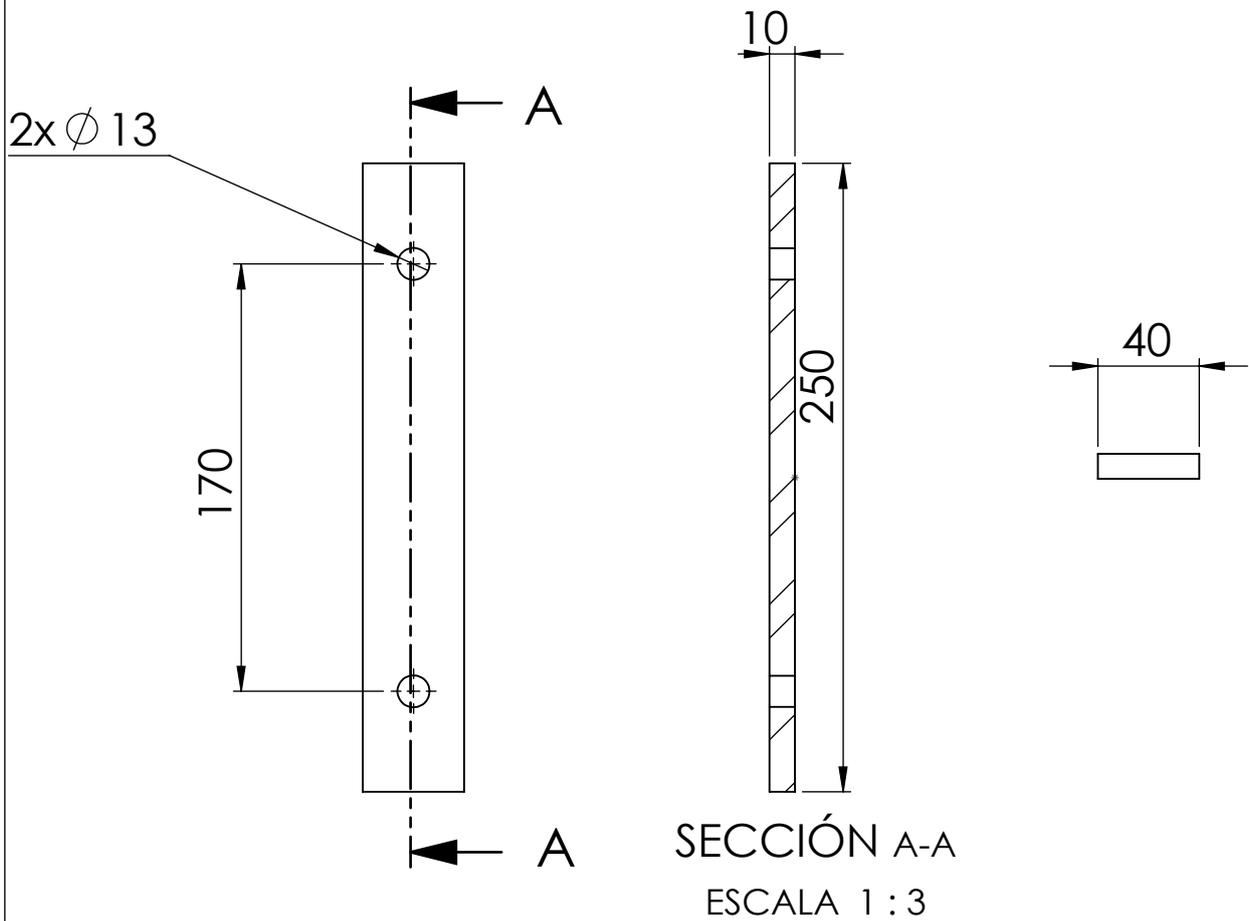
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



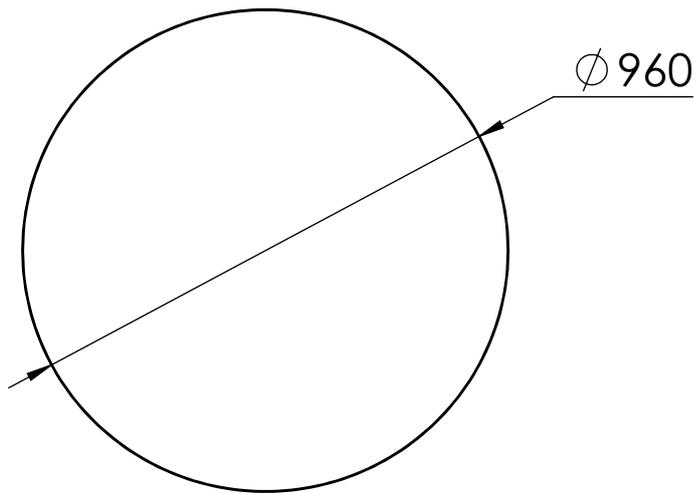
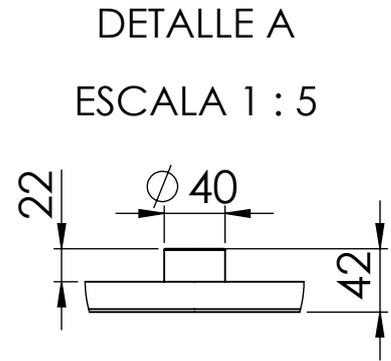
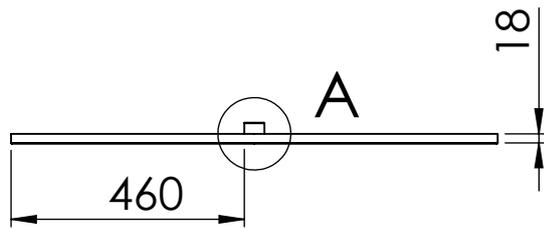
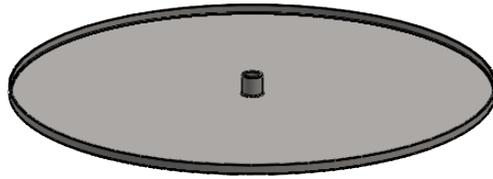
DETALLE B  
ESCALA 1 : 5



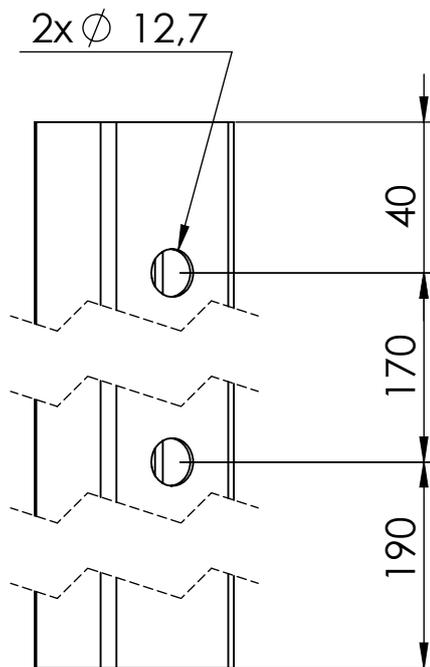
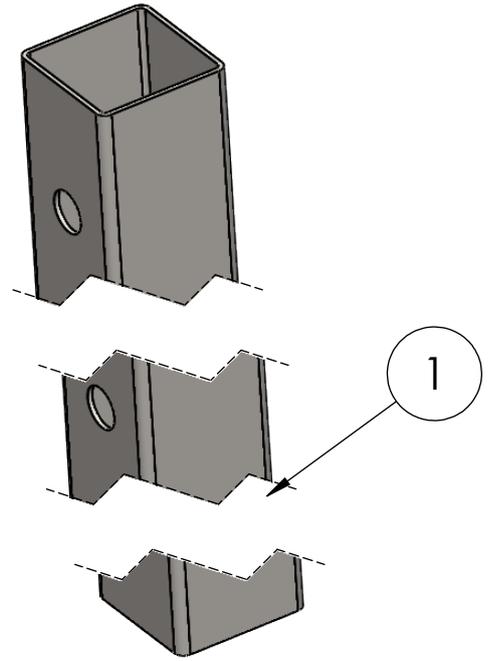
Tolerancia: $\pm 0,5$	Masa: 24 kg	Materiales: Plancha acero AISI 304 2mm		
Dib.	Fecha 16/11/21	Nombre Alex Garrido	Denominación: Manufactura Tanque Mezclador	Escala: 1:20
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido		Subconjunto: SUBCJ-01	UTN-ML-01	Marca de registro
		Archivo: 1 de 8	1 de 1	



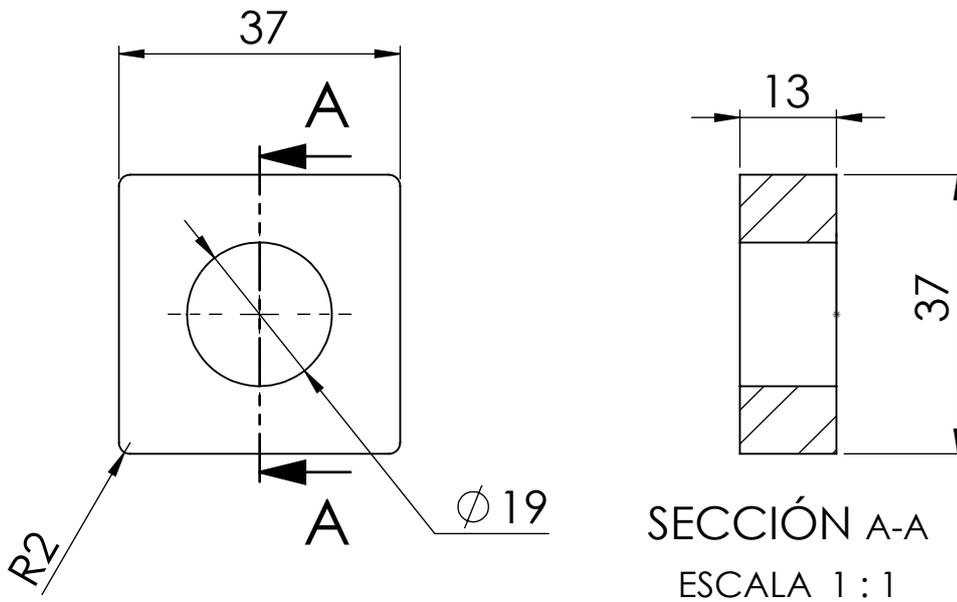
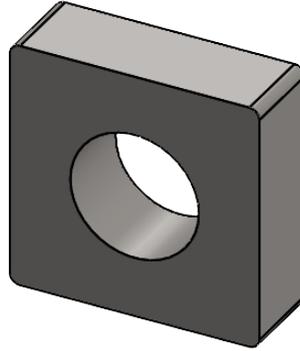
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 0,77 kg	Materiales: AISI 304 10 mm		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Platina Soporte</b>		Escala: <b>1:3</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-02	Marca de registro
			Archivo: 2 de 8	Hoja: 1 de 1	



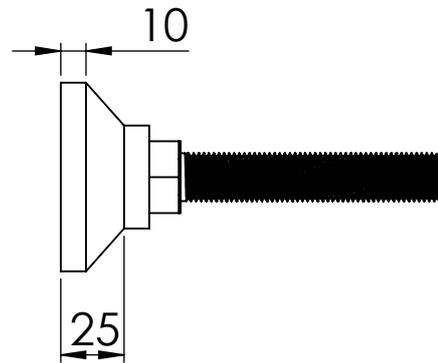
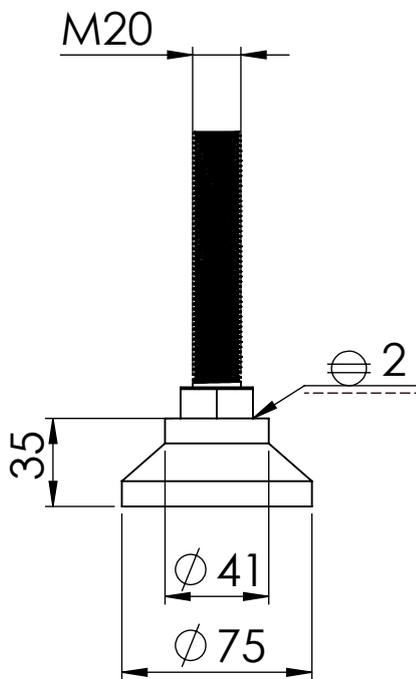
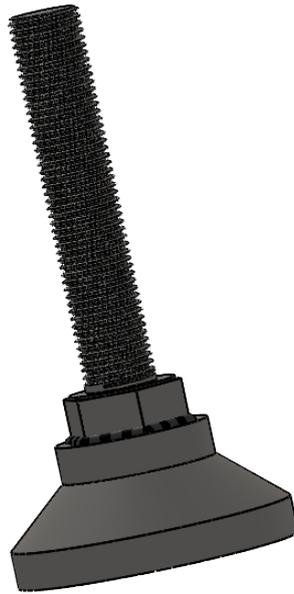
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 12,62 kg	Materiales: Plancha acero AISI 304 2 mm	
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Fondo con plano pestaña</b>	Escala: <b>1:15</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido		
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: <b>UTN-ML-03</b>
			Archivo: <b>3 de 8</b>	Hoja: <b>1 de 1</b>
			Marca de registro	



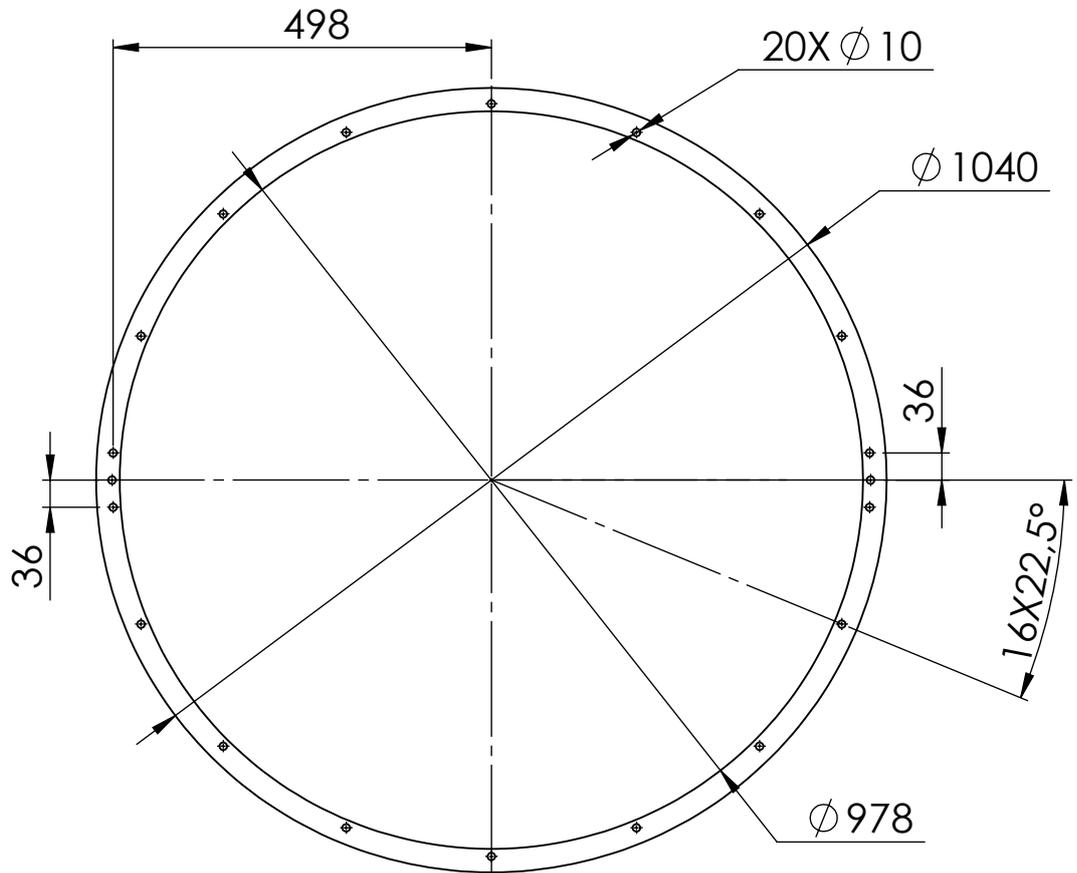
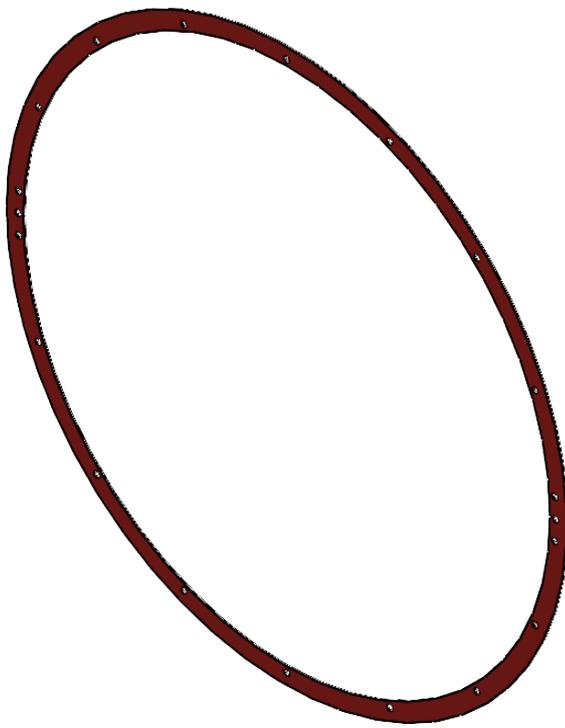
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 0,71 kg	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soporte Base</b>		Escala: <b>1:2</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: <b>UTN-ML-04</b>	Marca de registro
			Archivo: <b>4 de 8</b>	Hoja: <b>1 de 1</b>	



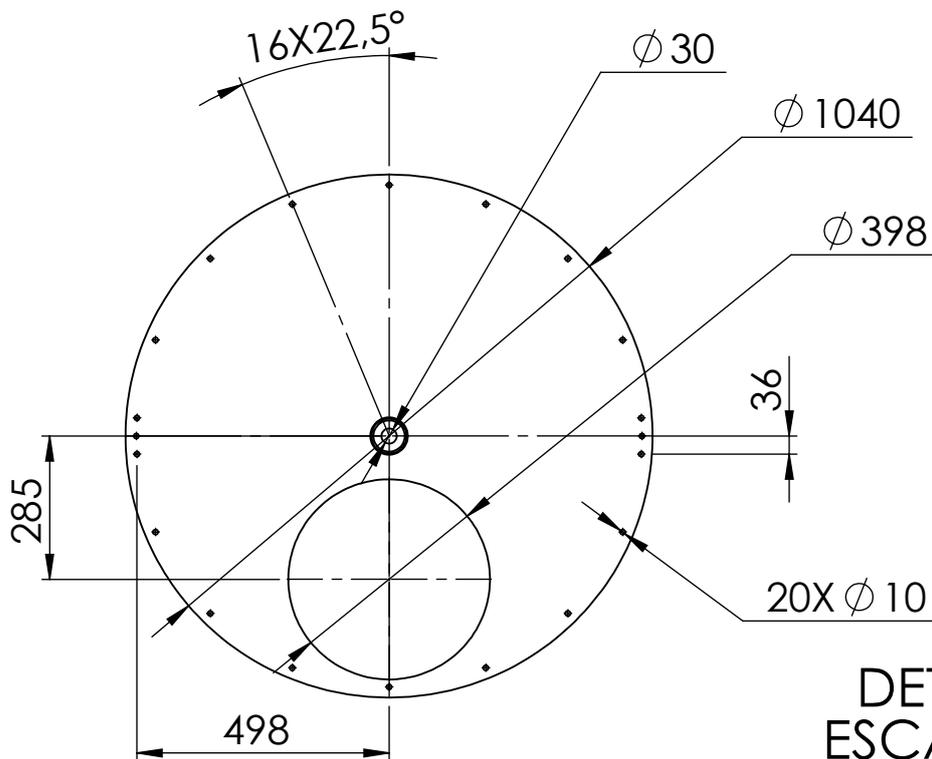
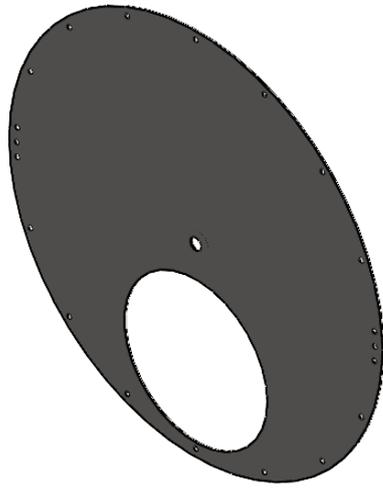
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 0,10 kg	Materiales: AISI 304	
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soporte de tubo cuadrado</b>	Escala: <b>1:1</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido		
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-05
			Archivo: 5 de 8	Hoja: 1 de 1
			Marca de registro	



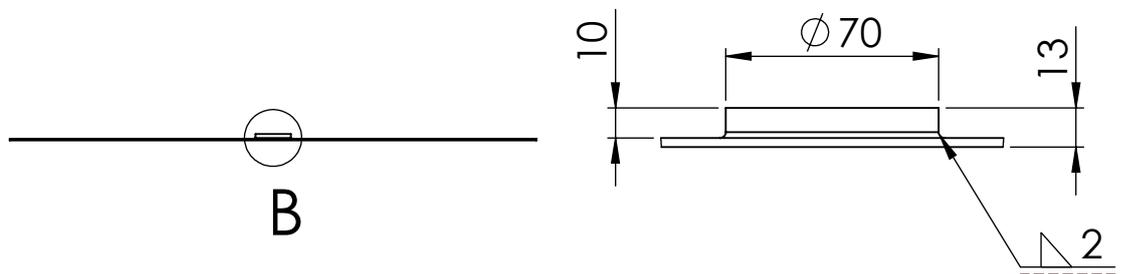
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 1,05 kg	Materiales: AISI 304	
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soporte regulable del Tanque</b>	Escala: <b>1:3</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido		
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-06
			Archivo: 6 de 8	Hoja: 1 de 1
			Marca de registro	



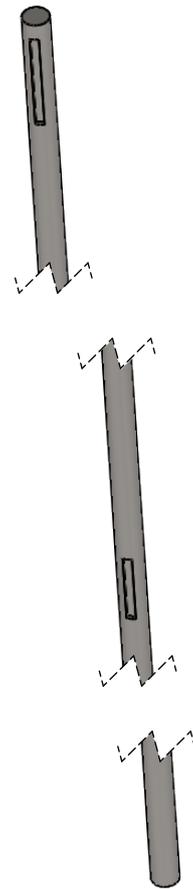
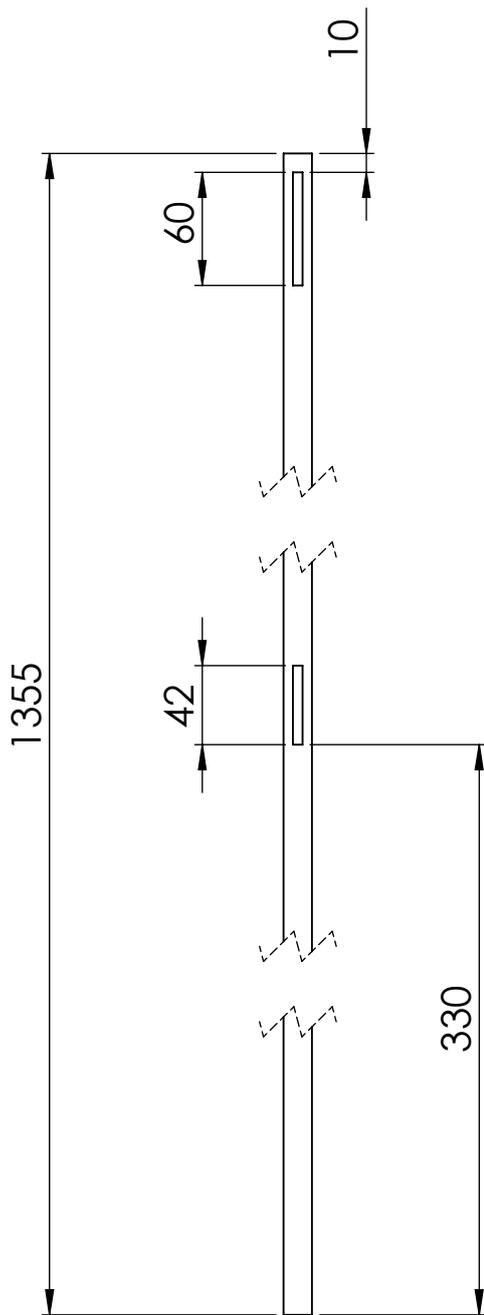
Tolerancia: $\pm$ 0,5		Masa: 0,37 kg	Materiales: Viton espesor 2 mm	
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	16/11/21	Alex Garrido	Empaque tapa superior	1:10
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-07
			Archivo: 7 de 8	Hoja: 1 de 1
			Marca de registro	



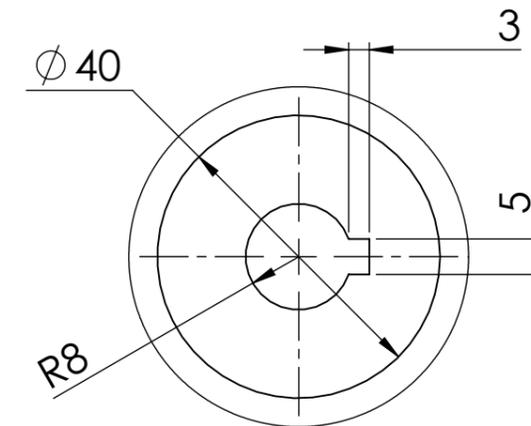
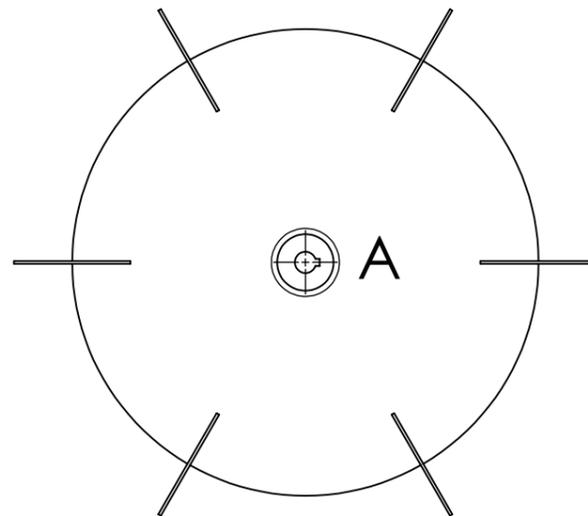
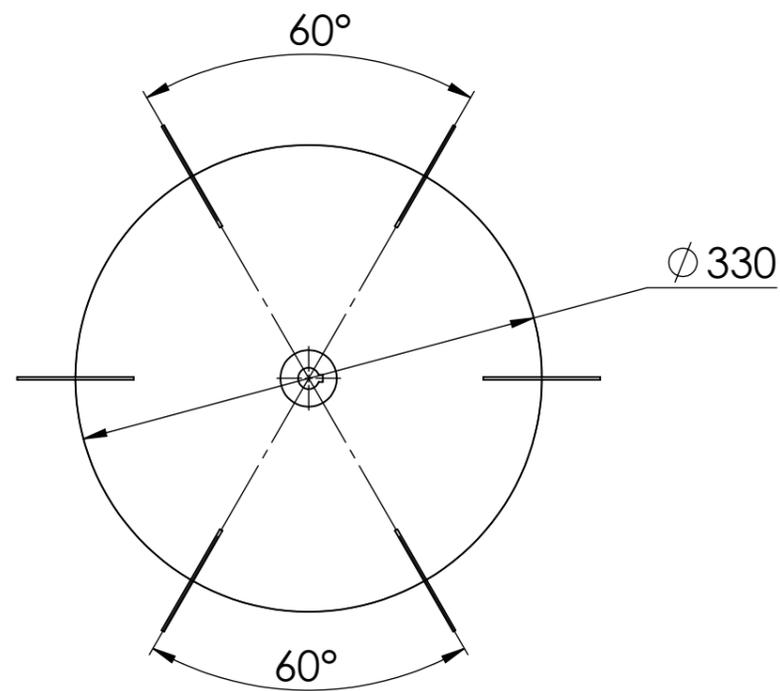
DETALLE B  
ESCALA 2 : 5



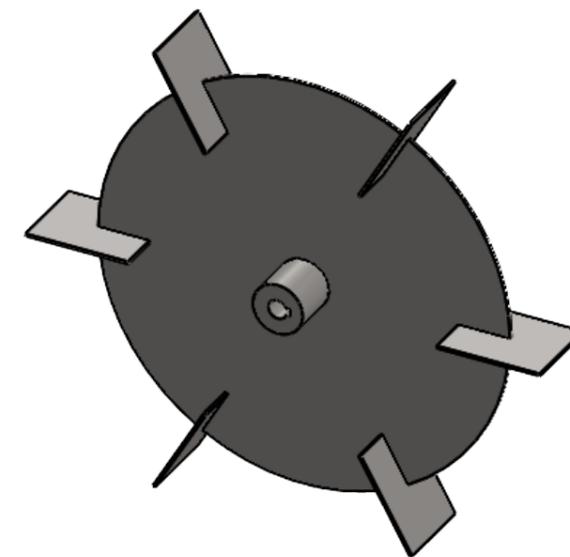
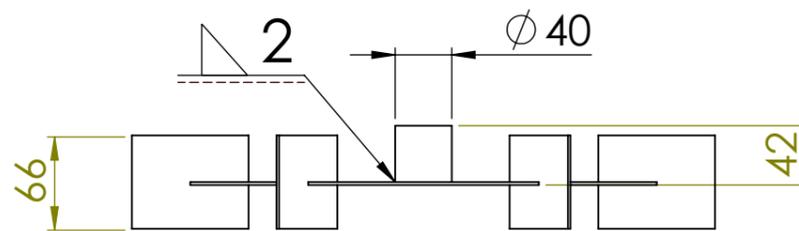
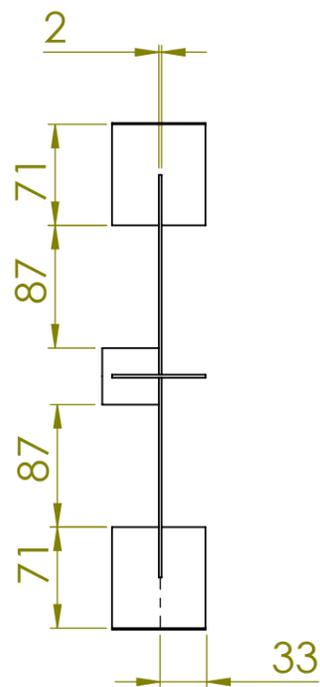
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 17,41 kg	Materiales: AISI 304 Plancha de 3 mm		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Tapa superior del Tanque</b>		Escala: <b>1:15</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-08	Marca de registro
			Archivo: 8 de 8	Hoja: 1 de 1	



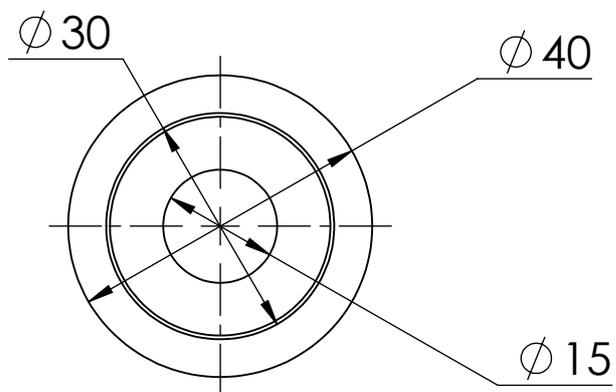
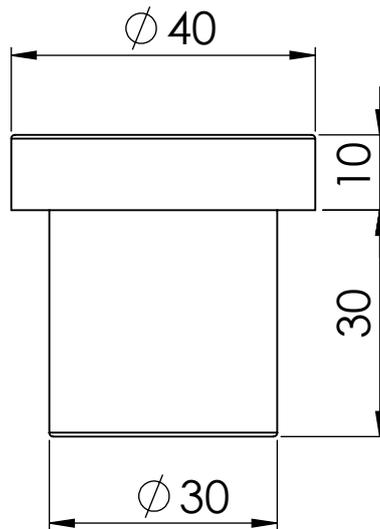
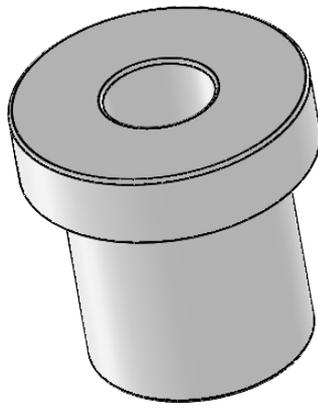
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 1,9 kg	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Eje del Agitador</b>		Escala: <b>1:4</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-02	Código: <b>UTN-ML-09</b>	Marca de registro
			Archivo: <b>1 de 3</b>	Hoja: <b>1 de 1</b>	



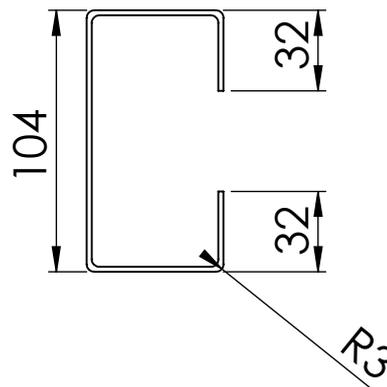
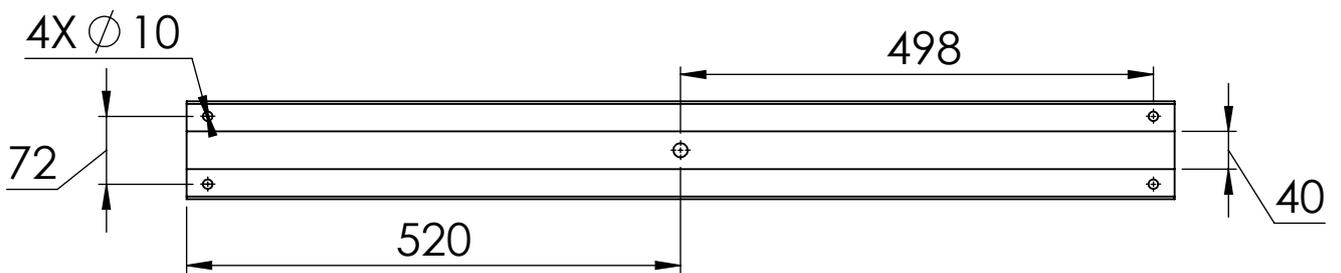
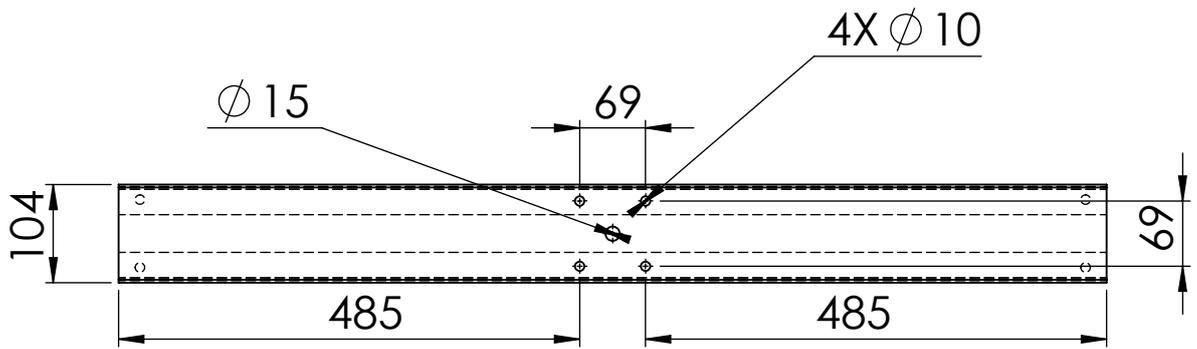
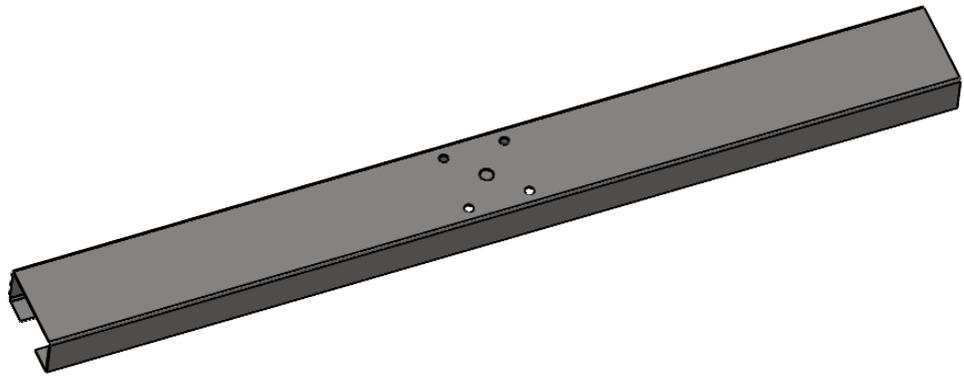
DETALLE A  
ESCALA 1:1



Tolerancia: $\pm 0,5$	Masa: 2,22 kg	Materiales: AISI 304		
Dib.	Fecha 16/11/21	Nombre Alex Garrido	Denominación: Aspas tipo Turbina	Escala: 1:5
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-02	UTN-ML-10
			Archivo: 2 de 3	1 de 1
			Marca de registro	

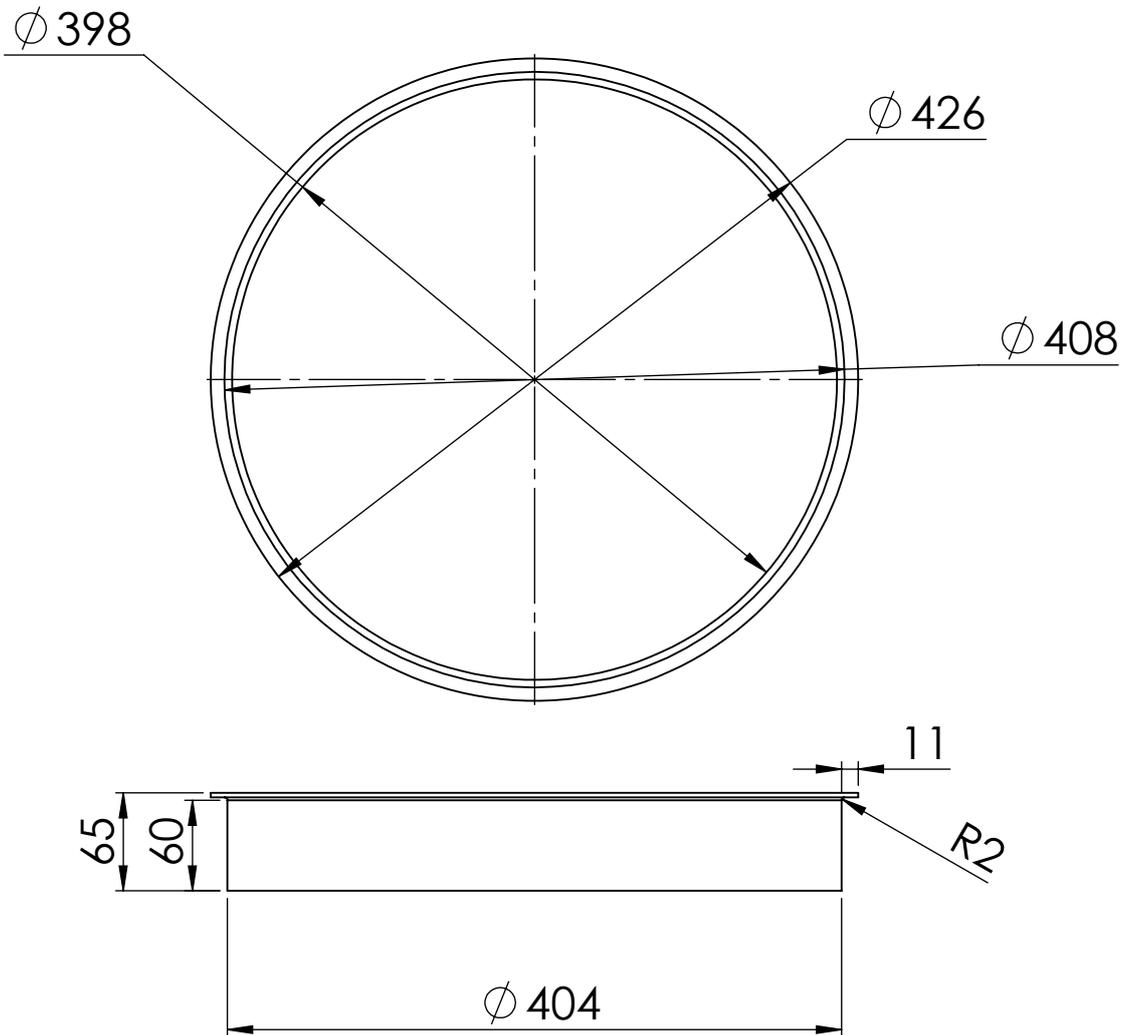
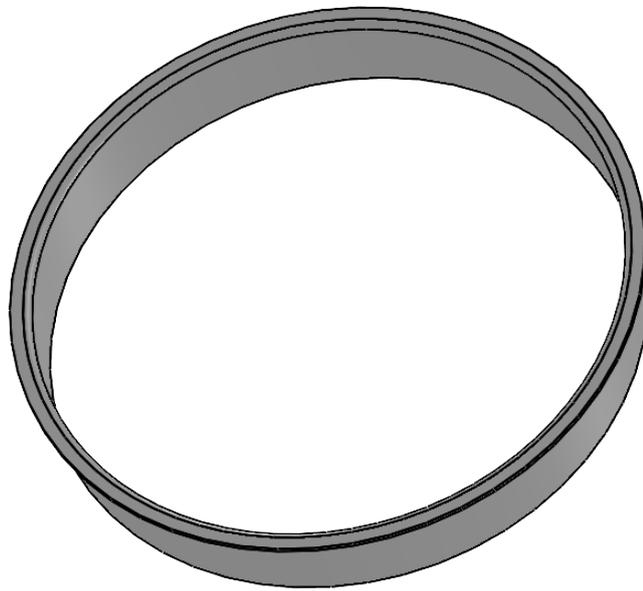


Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 24 g	Materiales: Duralon	
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Bocín para base del eje</b>	Escala: <b>1:1</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido		
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-02	Código: <b>UTN-ML-11</b>
			Archivo: <b>3 de 3</b>	Hoja: <b>1 de 1</b>
			Marca de registro	

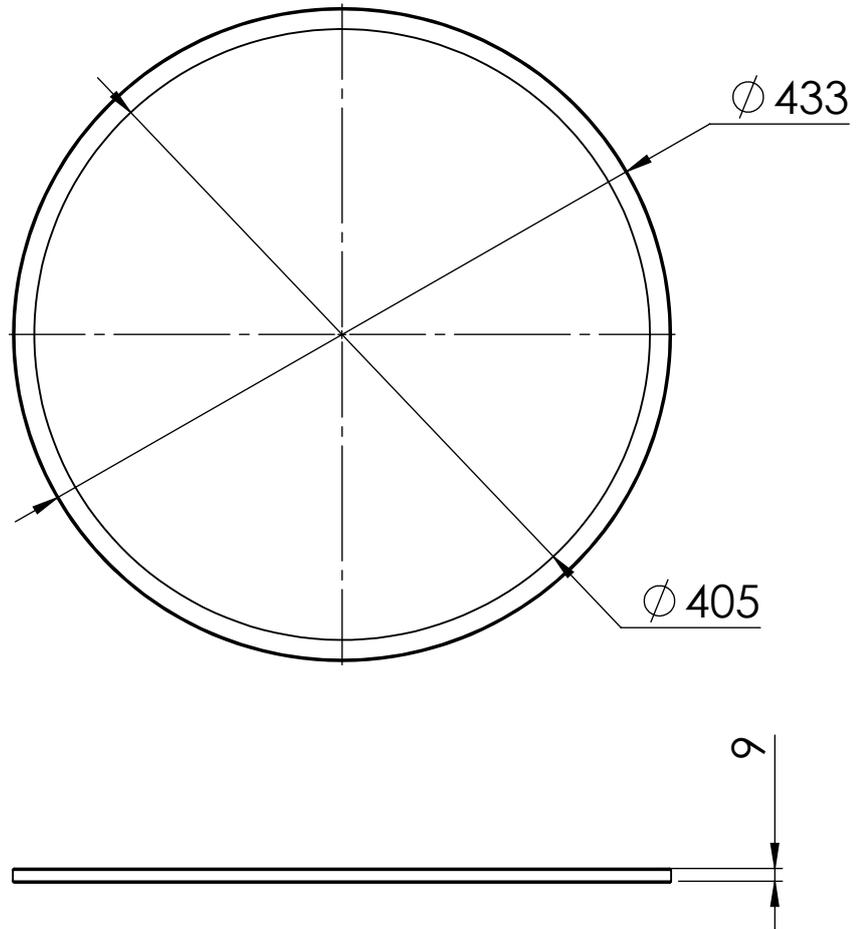
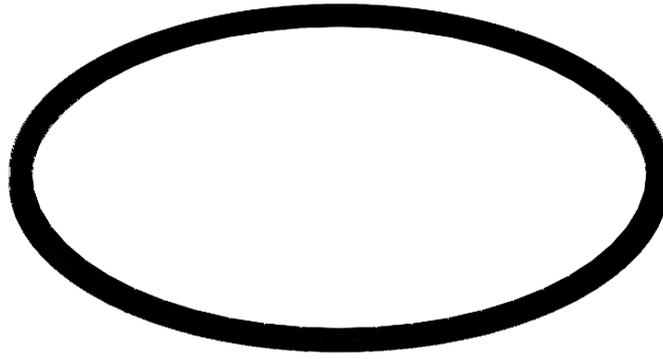


ESCALA 1:3

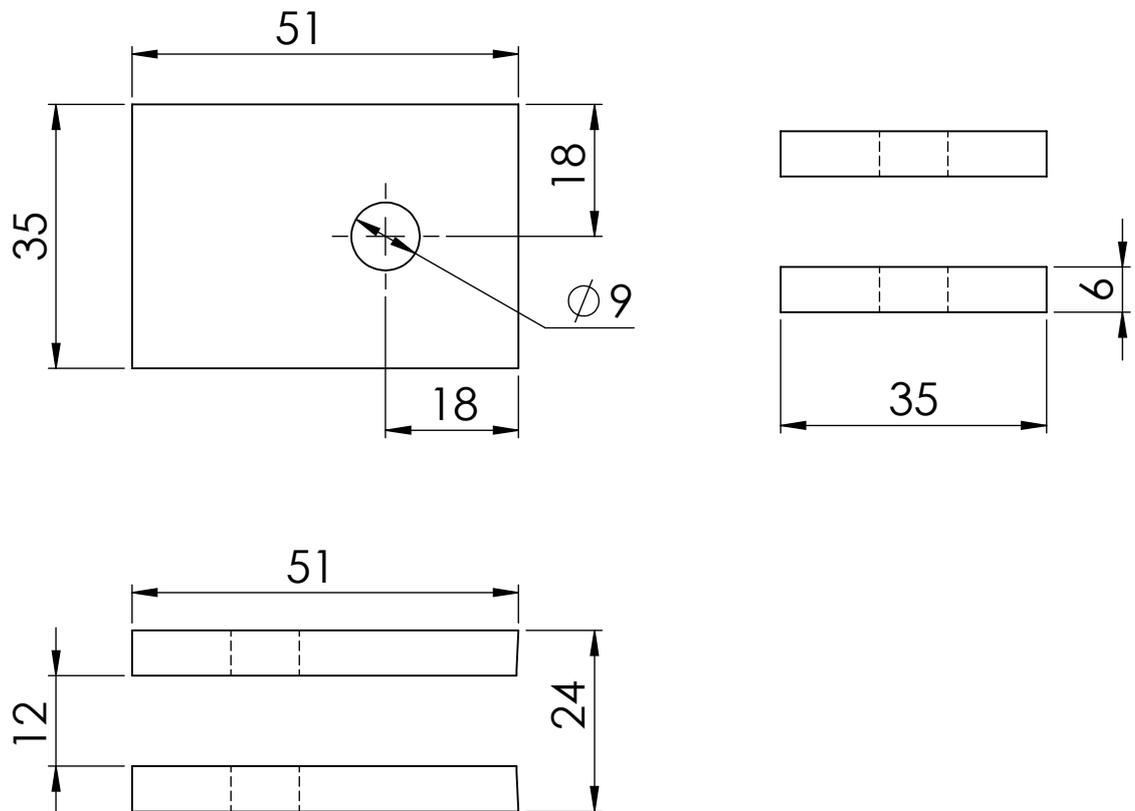
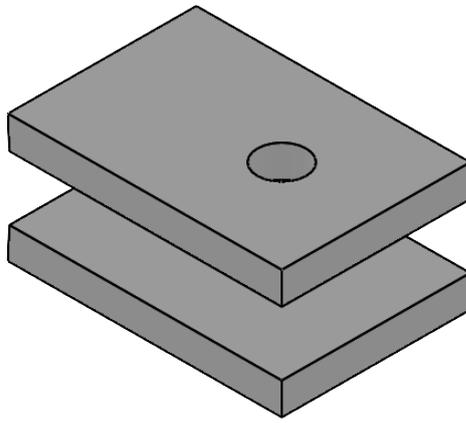
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 4,4 kg	Materiales: Plancha acero AISI 304 2 mm	
	Fecha	Nombre	Denominación:	
Dib.	16/11/21	Alex Garrido	Bastidor para reductor	
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-03	Código: UTN-ML-12
			Archivo: 1 de 1	Hoja: 1 de 1
Escala: 1:8				
Marca de registro				



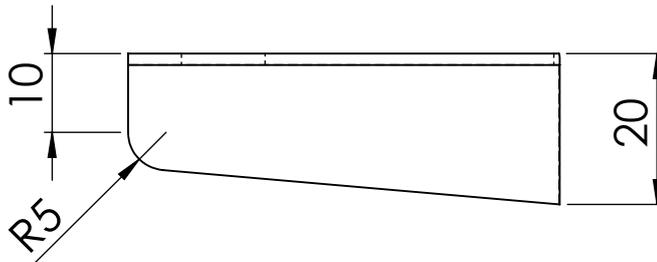
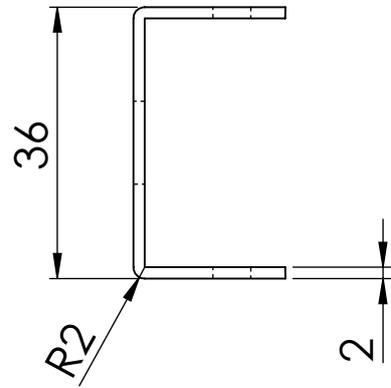
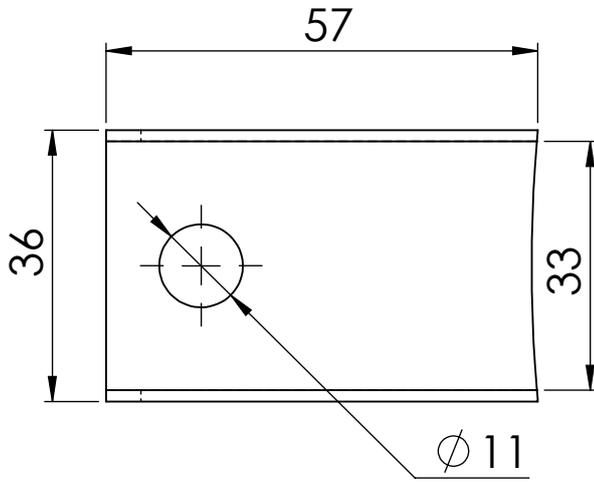
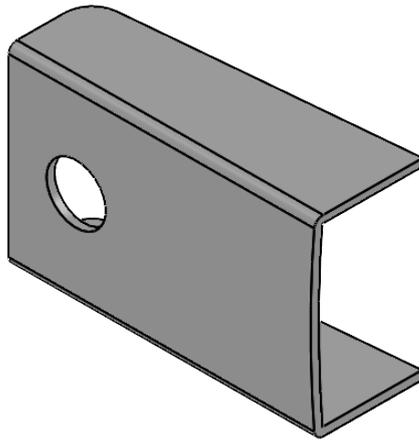
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 2,26 kg	Materiales: AISI 304 2 mm		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Cuerpo Manhole</b>		Escala: <b>1:5</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: UTN-ML-13	Marca de registro
			Archivo: 1 de 10	Hoja: 1 de 1	



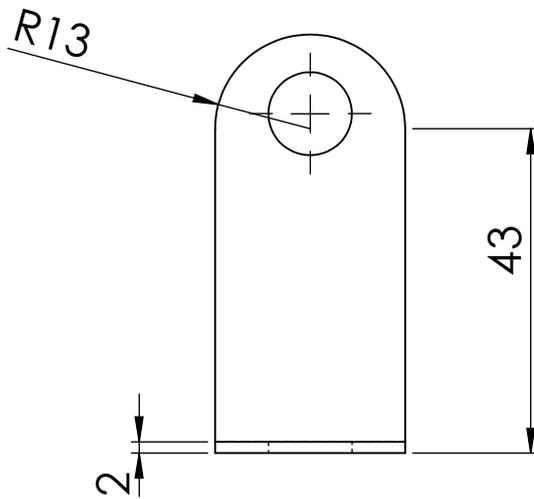
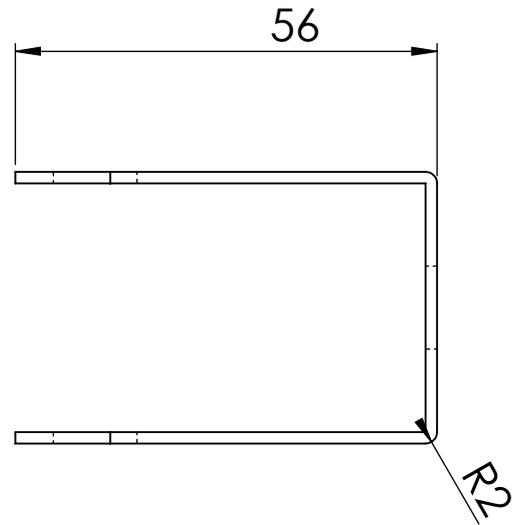
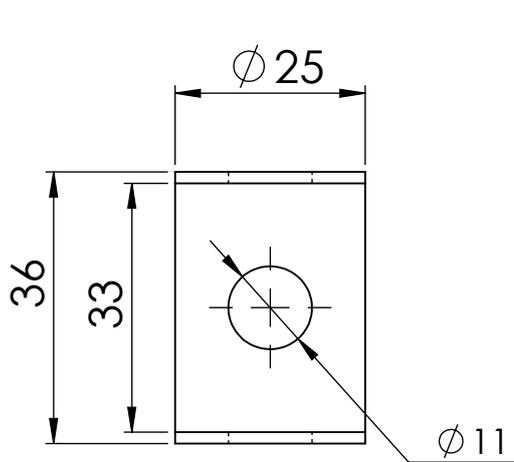
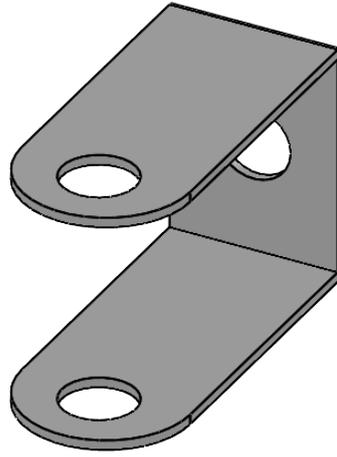
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 0,13 kg	Materiales: Viton	
	Fecha	Nombre	Denominación:	
Dib.	16/11/21	Alex Garrido	Empaque Manhole	
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: UTN-ML-14
			Archivo: 2 de 10	Hoja: 1 de 1
Escala: 1:5				
Marca de registro				



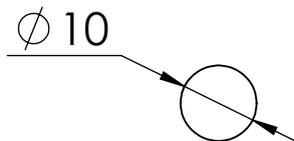
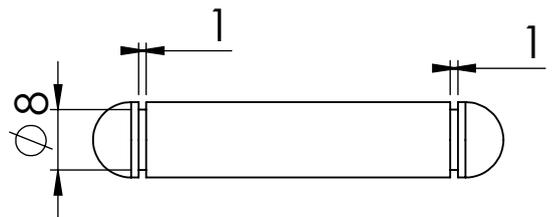
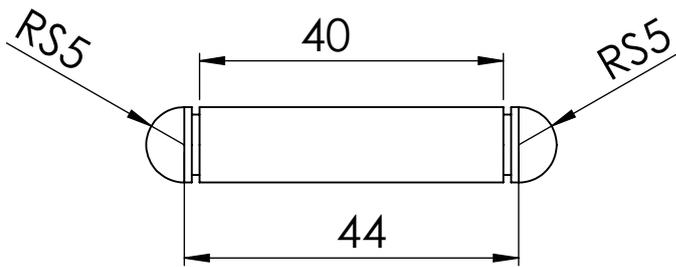
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 0.16 kg	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Platinas soporte</b>		
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			Escala: <b>1:7</b>
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: UTN-ML-15	
			Archivo: 3 de 10	Hoja: 1 de 1	
			Marca de registro		



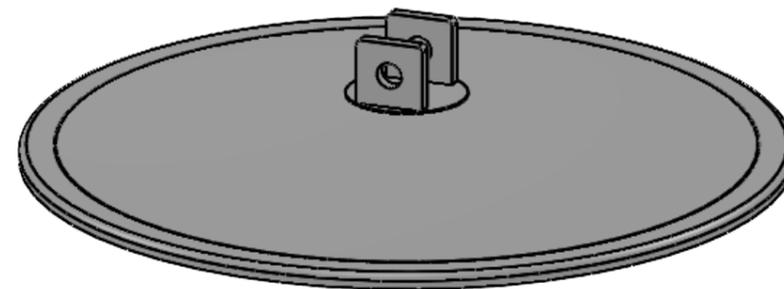
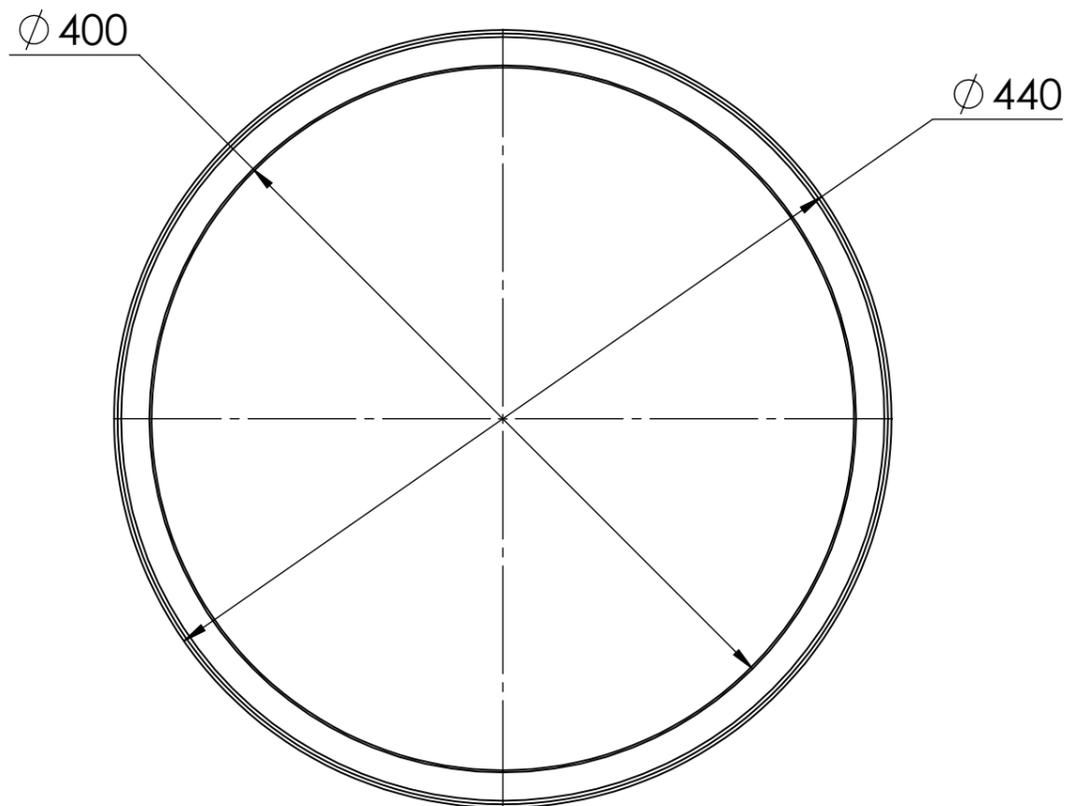
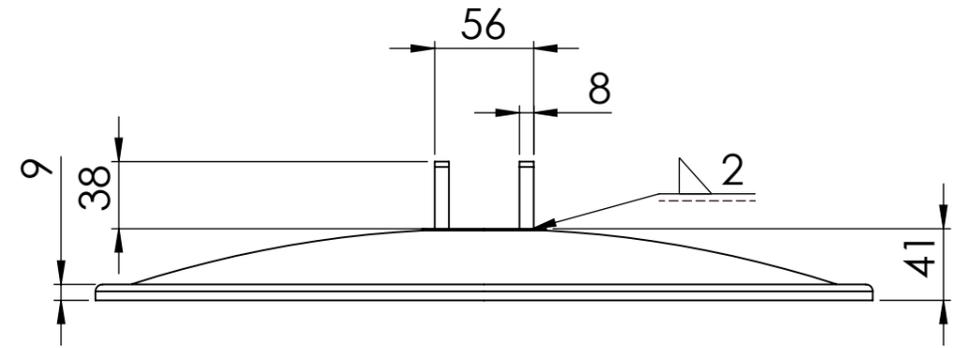
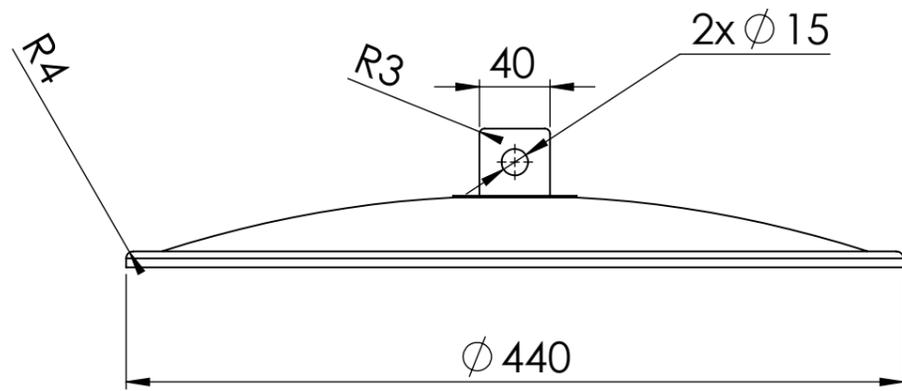
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 8 kg	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soporte</b>		Escala: <b>1:1</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: UTN-ML-16	Marca de registro
			Archivo: 4 de 10	Hoja: 1 de 1	



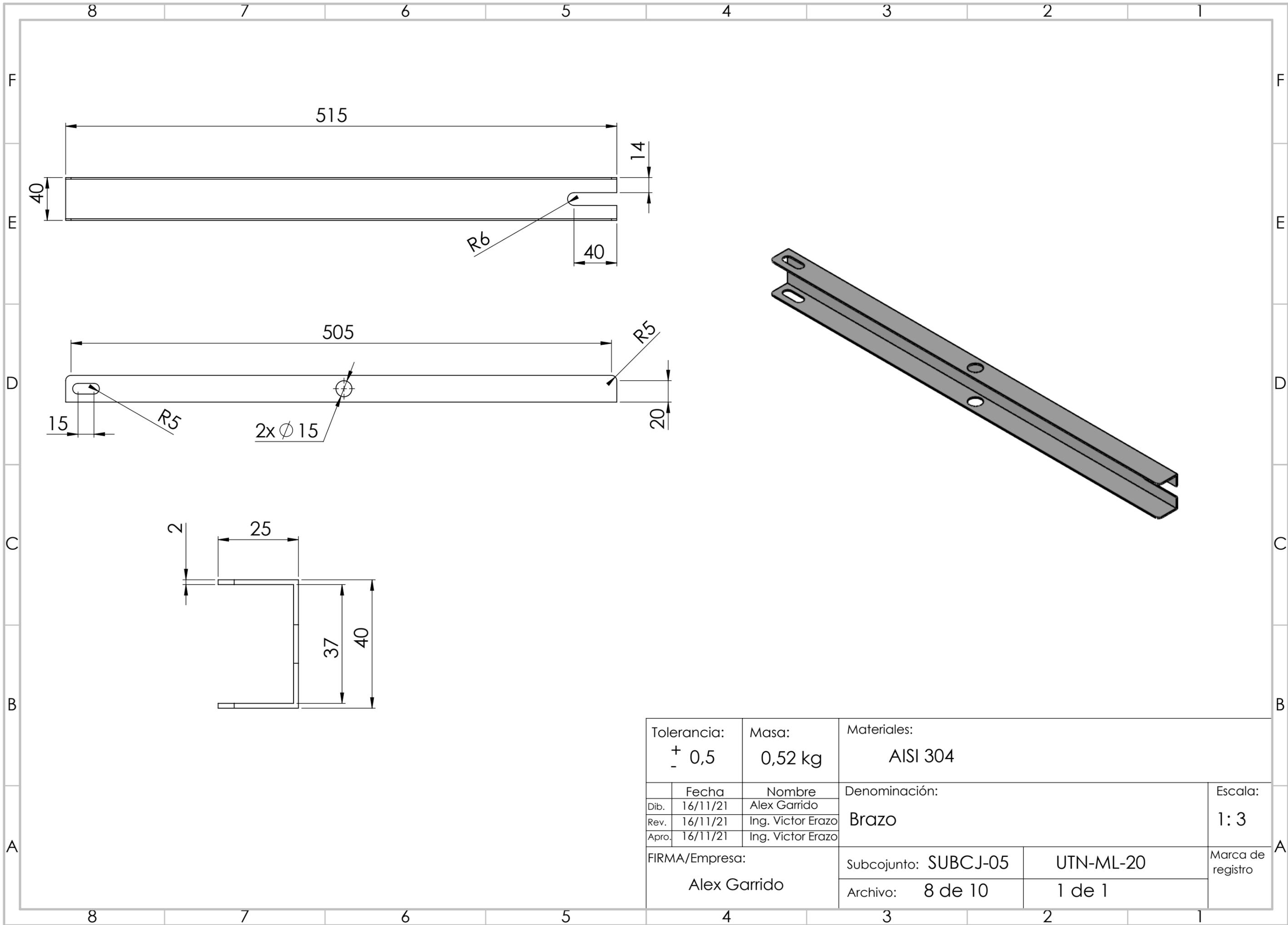
Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 37,9 g	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soporte Ping</b>		Escala: <b>1:1</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-01	Código: UTN-ML-17	Marca de registro
			Archivo: 5 de 10	Hoja: 1 de 1	



Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 8 g	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Pasador 1</b>		
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			Escala: <b>1:1</b>
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: <b>UTN-ML-18</b>	
			Archivo: <b>6 de 10</b>	Hoja: <b>1 de 1</b>	
			Marca de registro		



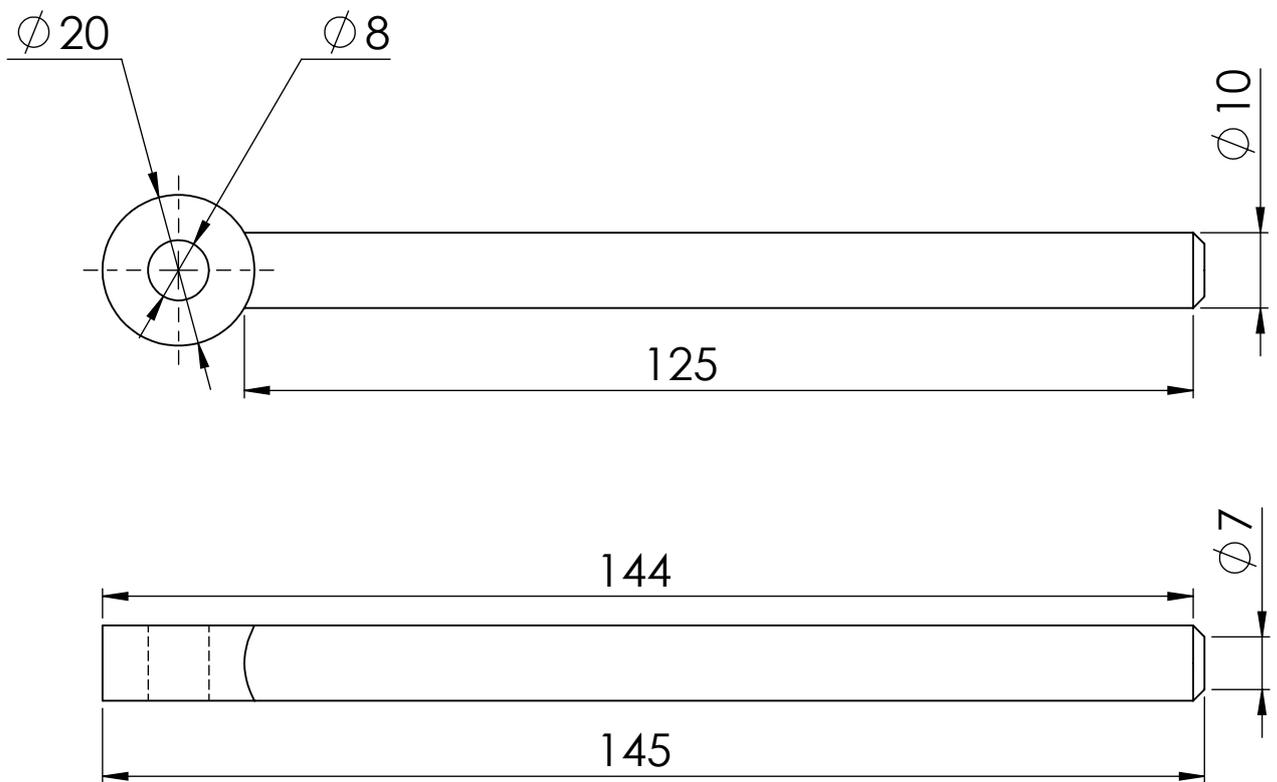
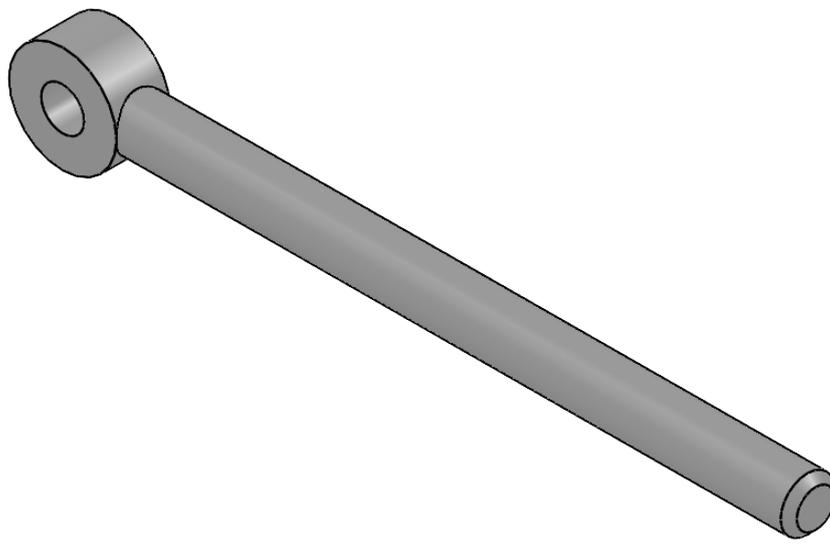
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 2,74 kg	Materiales: AISI 304	
Fecha 16/11/21		Nombre Alex Garrido		Escala: 1: 4
Rev. 16/11/21		Ing. Victor Erazo		
Apro. 16/11/21		Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido		Subconjunto: SUBCJ-05		UTN-ML-19
		Archivo: 7 de 10		1 de 1
				Marca de registro



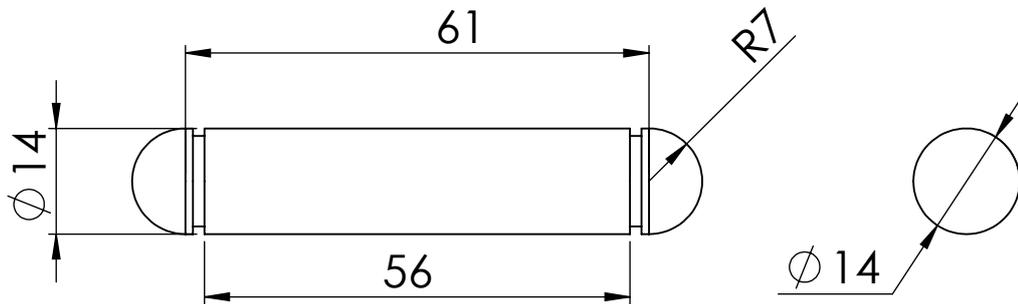
Tolerancia:	Masa:	Materiales:		
$\pm 0,5$	0,52 kg	AISI 304		
Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Rev.	16/11/21	Alex Garrido		
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa:			Subconjunto: SUBCJ-05	UTN-ML-20
Alex Garrido			Archivo: 8 de 10	1 de 1
				Marca de registro

Denominación: Brazo

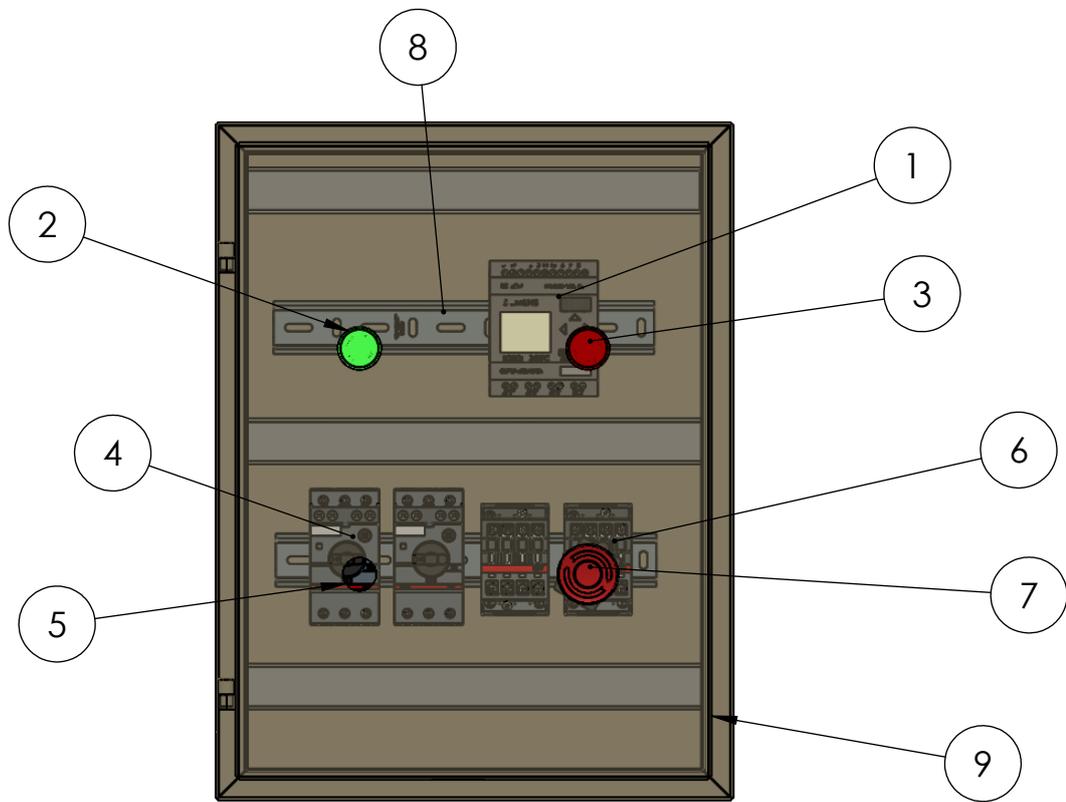
Escala: 1:3



Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 0,10 kg	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
Dib.	16/11/21	Alex Garrido	Eje para perilla		1:1
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: UTN-ML-21	Marca de registro
			Archivo: 9 de 10	Hoja: 1 de 1	

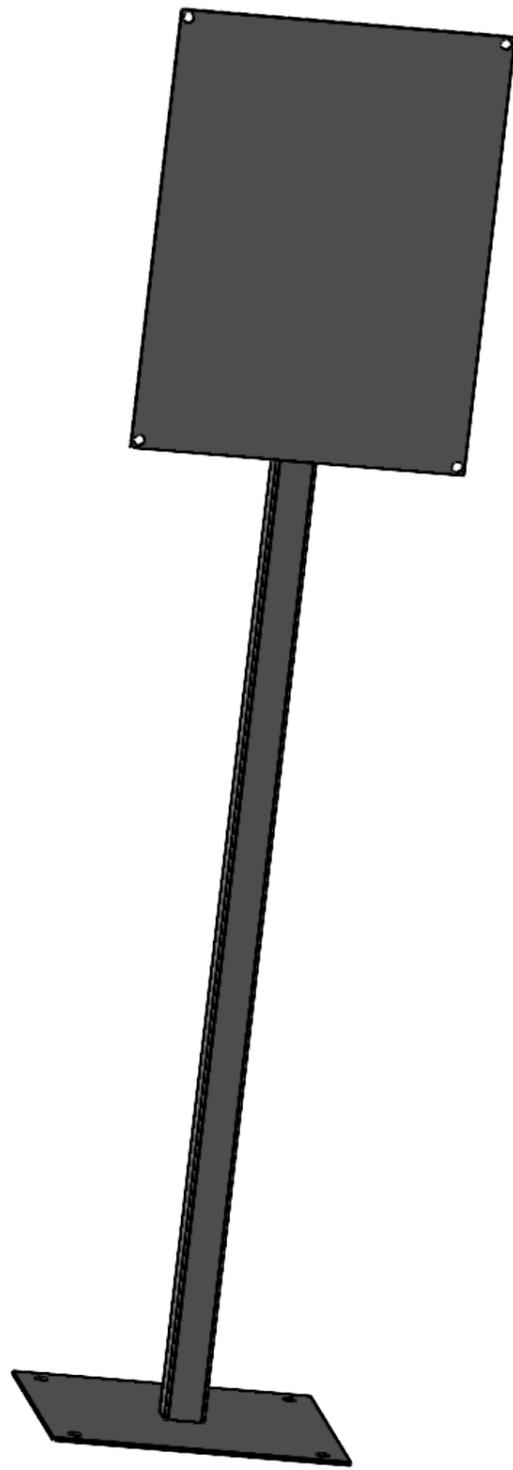


Tolerancia: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0,5$		Masa: 85,6 g	Materiales: AISI 304		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Pasador 2</b>		Escala: <b>1:1</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-05	Código: <b>UTN-ML-22</b>	Marca de registro
			Archivo: 10 de 10	Hoja: 1 de 1	

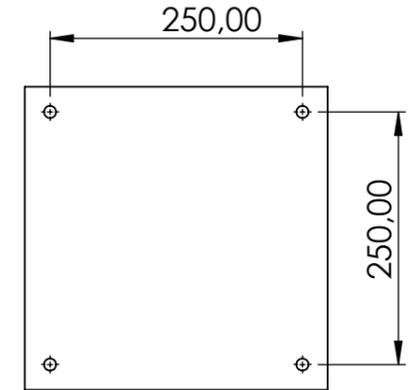
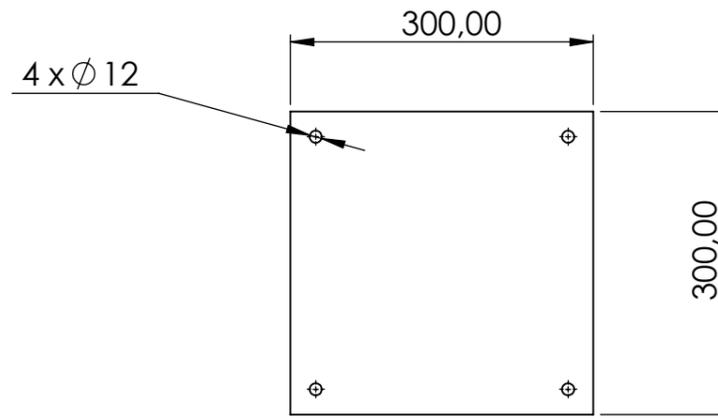


9	Gabinete 300x300x150		1
8	Riel Din x 300 mm		1
7	Paro de emergencia	SCHNEIDER	1
6	Contactador 0.5 HP	SCHNEIDER	2
5	Selector dos posiciones	SCHNEIDER	1
4	Guardamotor 1-5 A	SCHNEIDER	2
3	Luz Piloto rojo 220 v	SCHNEIDER	1
2	Luz Piloto verde 220 v	SCHNEIDER	1
1	Plc Logo 8	SIEMENS	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	OBSERVACIONES	CANTIDAD

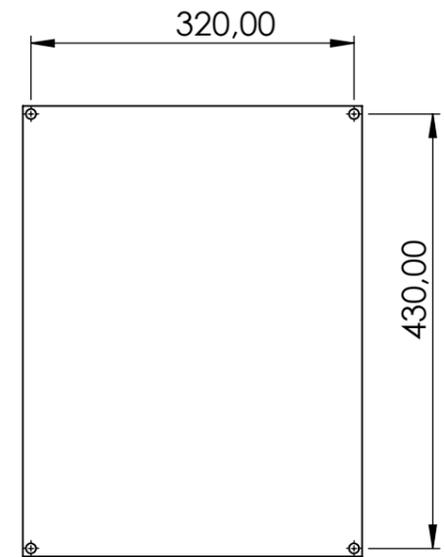
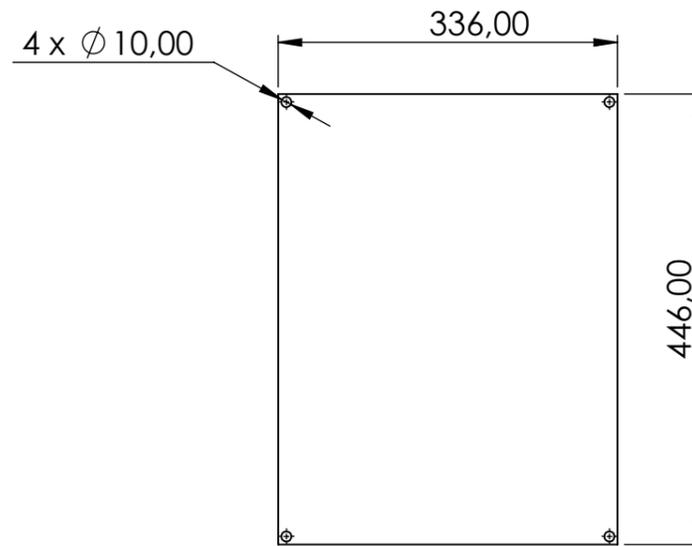
Tolerancia: $\pm 0,5$		Masa: 7,6 kg	Materiales:		
	Fecha	Nombre	Denominación: <b>Tablero de control</b>		Escala: <b>1:5</b>
Dib.	16/11/21	Alex Garrido			
Rev.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
Apro.	16/11/21	Ing. Victor Erazo			
FIRMA/Empresa: <b>Alex Garrido</b>			Subconjunto: SUBCJ-06	Código: UTN-ML-23	Marca de registro
			Archivo: 1 de 2	Hoja: 1 de 1	



Platina base espesor 3 mm AISI 304

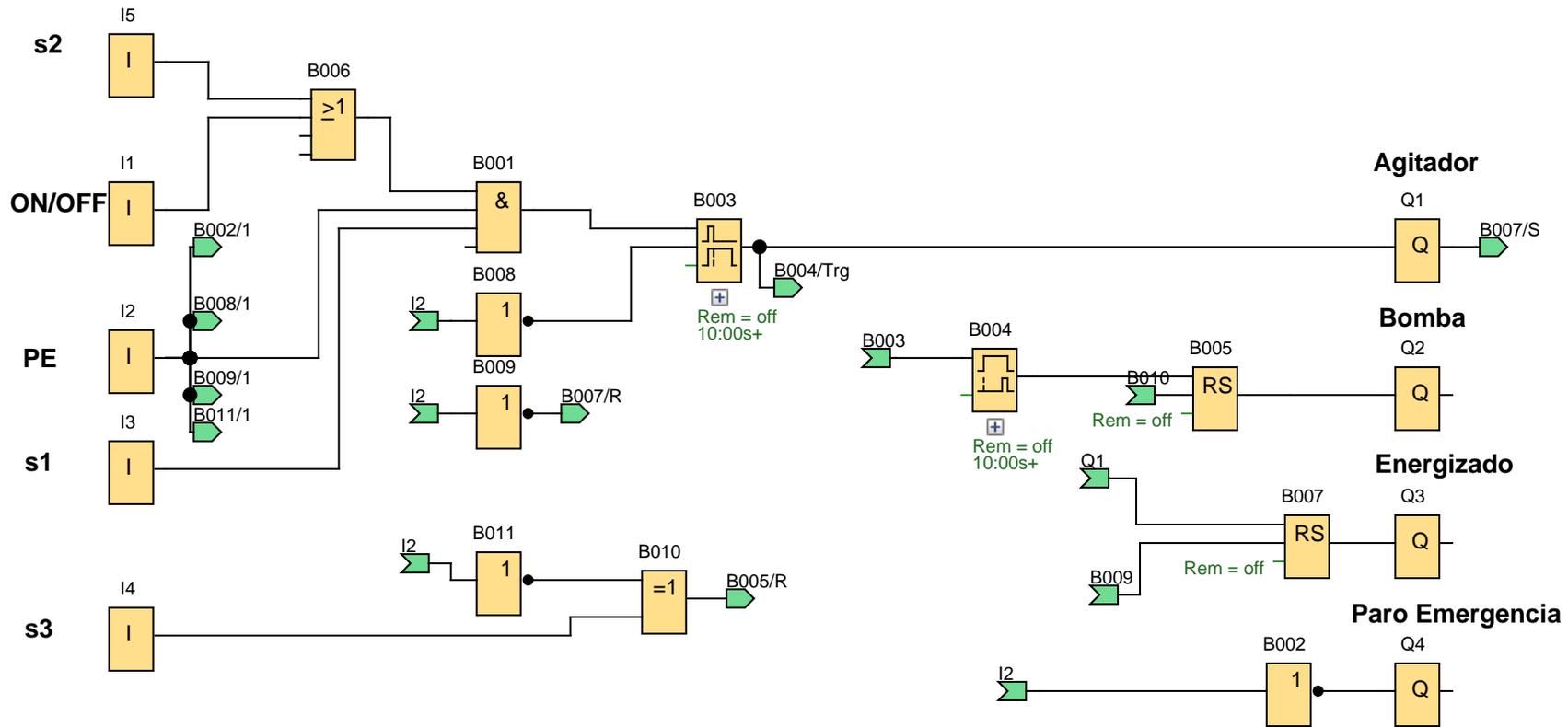


Platina soporte tablero espesor 2 mm AISI 304



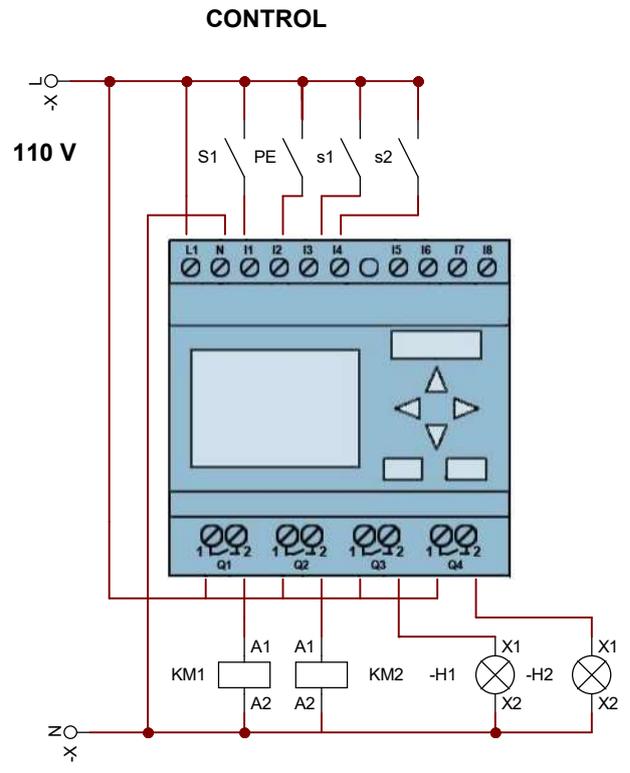
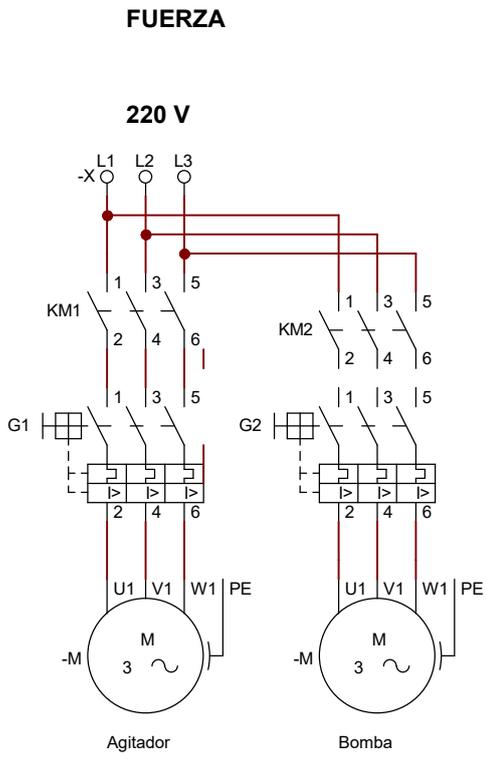
Tolerancia: + 0,5 - 0,5	Masa: 2,87 kg	Materiales: AISI 304		
Dib.	Fecha 10/11/21	Nombre Alex Garrido	Denominación: <b>SOPORTE TAABLERO</b>	Escala: <b>1:7</b>
Rev.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
Apro.	10/11/21	Ing. Victor Erazo		
FIRMA/Empresa: Alex Garrido			Número del dibujo: <b>SUBCJ-06</b>	Marca de registro
			Sustitución: <b>2 de 2</b>	

**Anexo 12: Diagrama de Control.**



Autor:	Alex Garrido	Proyecto:		Ciente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	17/12/21 0:01/17/12/21 11:43	archivo:	Esquema eléctrico.lsc	Página:	1 / 1

**Anexo 13: Diagrama de Potencia.**



- S1= Selectro ON/OFF**
- PE= Paro Emergencia**
- s1= Sensor Nivel TQ Mezcla**
- s1= Sensor Nivel TQ dosificado**
- G1= Guarda motor 1**
- G2= Guarda motor 2**
- KM1= Contactor 1**
- KM2= Contactor 2**
- H1= Luz Piloto (Verde ON)**
- H2= Luz Piloto (ROJO PE)**

	Fecha	Nombre Firmas		Entidad
8	Dibujado	10/12/2021	Alex Garrid	<b>UTN</b>
	Comprobado	10/12/2021	Victor Eraz	
	Fecha:	Título		Núm: 1 de 1
	14-Dec-2021			Archivo: Esquema electric