



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MEZCLADORA DE LÍQUIDOS PARA MEJORAR  
EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE DESINFECTANTE Y JABÓN LÍQUIDO,  
MEDIANTE EL USO DE COMPONENTES ELECTROMECAÁNICOS.

AUTOR:

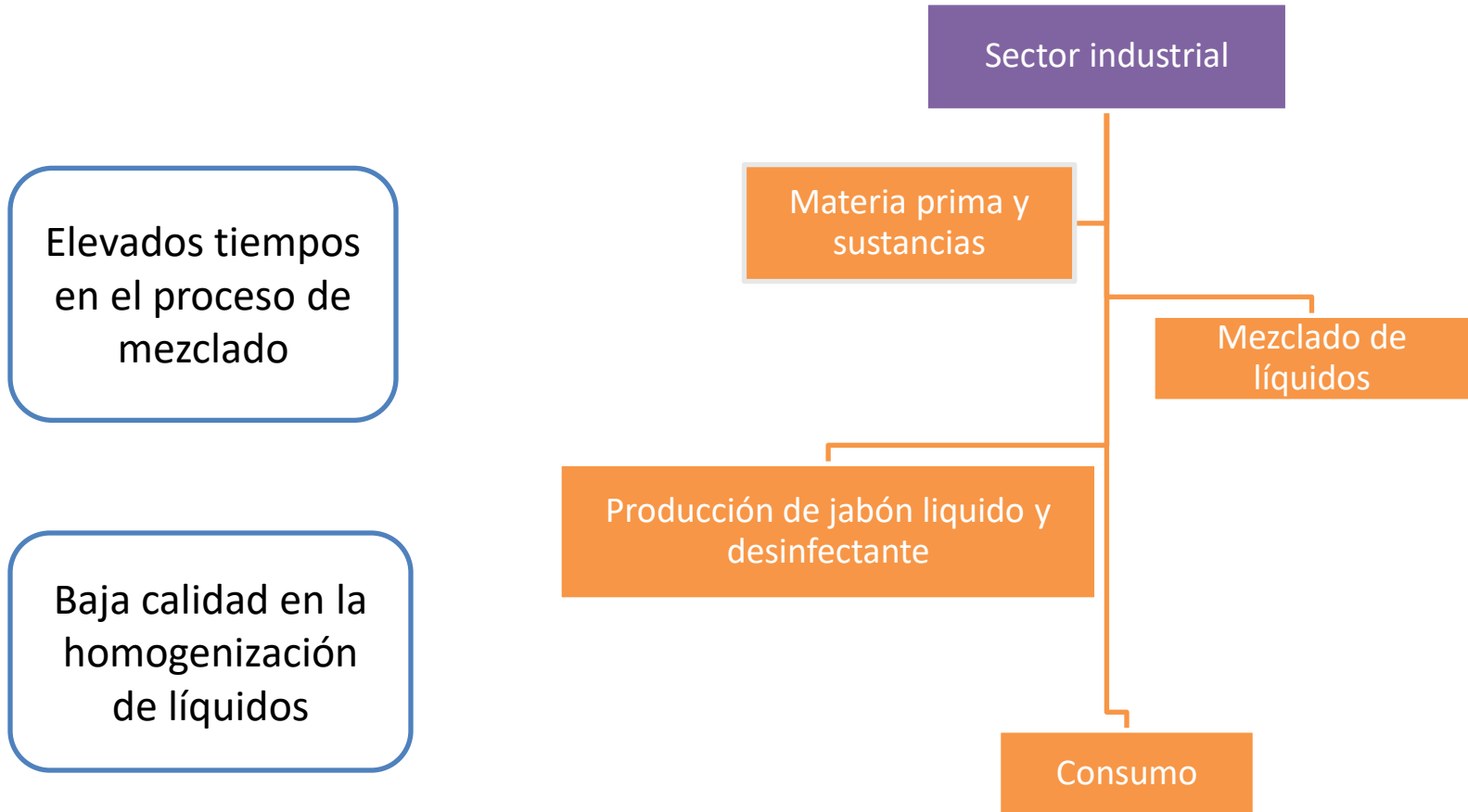
HILAÑO CUNALATA, ANDERSON DAMIAN

TUTOR: ING. BUSTILLOS ESCOLA, DIEGO ISRAEL MSs

LATACUNGA, FEBRERO 2023



# Planteamiento del problema



# Objetivos

## General

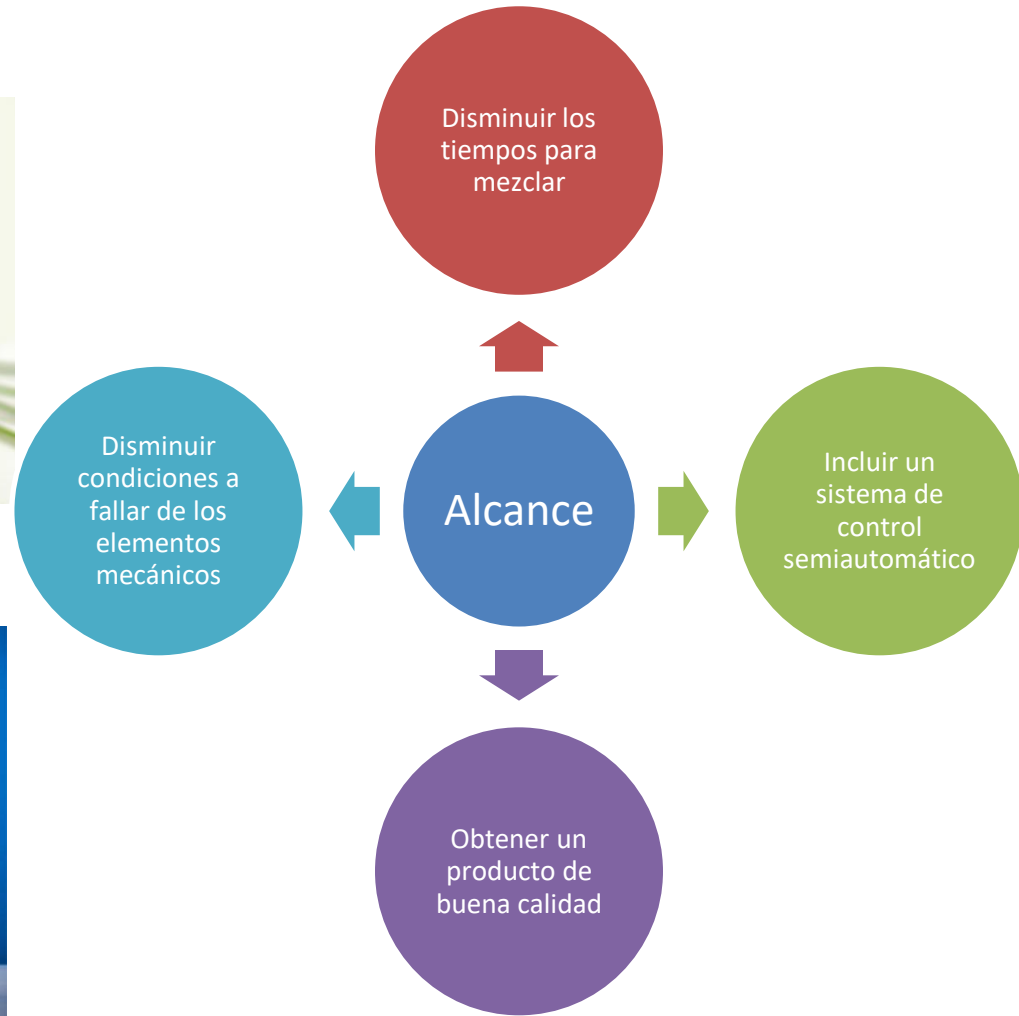
- Implementación de una mezcladora de líquidos para mejorar el proceso de producción de desinfectante y jabón líquido, mediante el uso de componentes electromecánicos.

## Específicos

- Analizar proyectos similares para el entendimiento del estado de arte del proyecto y planear el marco teórico de los componentes electromecánicos necesarios.
- Diseñar el mecanismo y validar mecánicamente los elementos principales.
- Seleccionar los componentes mecánicos y eléctricos de la máquina.
- Implementar y probar el funcionamiento de la máquina.

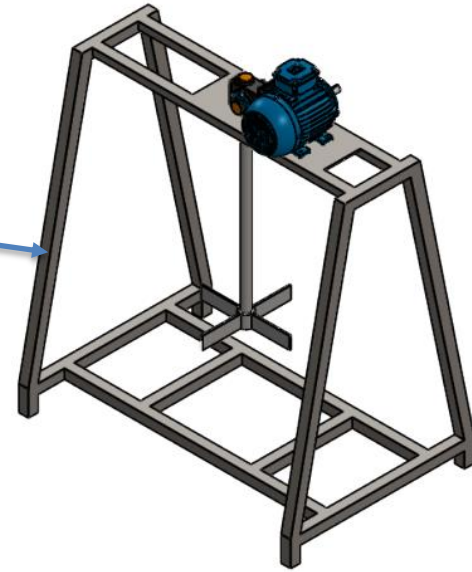


# Alcance



# Desarrollo

Diseño de la mezcladora



Carga solicitada para la mezcladora

Para conocer el momento de fuerza se calculó con la fuerza requerida y la distancia del mango del molino.

Cálculo del momento de fuerza requerido

$$T = Fr$$

$$T = 201.105N * 0.2m$$

$$T = 40.22 Nm$$

Transmisión de potencia

Velocidad de funcionamiento

Se considera una velocidad de entre 20 rpm a 60 rpm con la finalidad de darle relevancia al proyecto a líquidos viscosos.  
Velocidad adecuada= 40 rpm.



## Potencia y velocidad de inicial

Para el motor se empleara una potencia de 0.5 Hp y una velocidad de 1700

## Reducción de velocidad

## Momento de fuerza del motor

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{370 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1700 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}}$$

$$T = 2.078 \text{ Nm}$$

Para poder aproximarse a los datos requeridos, se utiliza un sistema de poleas y mediante reductor.

### Reducción mediante poleas

Velocidad

$$n_2 = \frac{\phi_1 \cdot n_1}{\phi_2}$$

$$n_2 = \frac{2 \cdot 1700 \text{ rpm}}{4}$$

$$n_2 = 850 \text{ rpm}$$

Momento de fuerza

$$T_1 = \frac{370 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{850 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}}$$

$$T_1 = 4.15 \text{ Nm}$$

### Reducción mediante el reductor

Velocidad

$$n_3 = \frac{Z_1 \cdot n_2}{Z_2}$$

$$n_3 = \frac{4 \cdot 850 \text{ rpm}}{92}$$

$$n_3 = 36.9 = 37 \text{ rpm}$$

Momento de fuerza

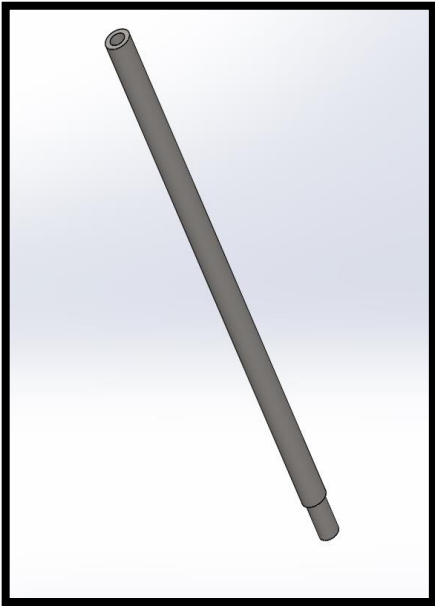
$$T_2 = \frac{370 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{37 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}}$$

$$T_2 = 95.50 \text{ Nm}$$



## Validación mecánica

## Selección de elemento mecánico

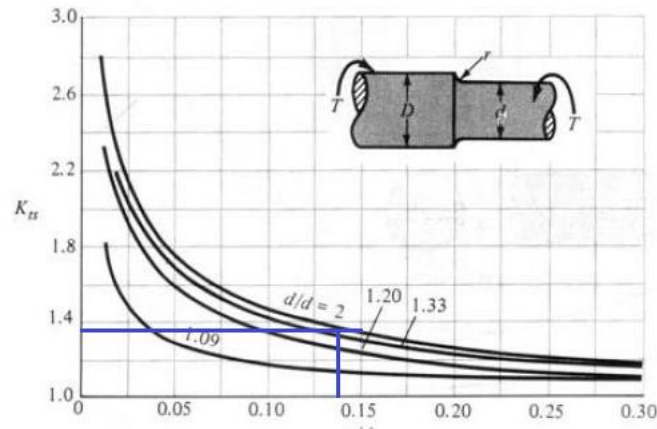


En el elemento seleccionado existe un momento de fuerza, por lo que puede fallar.

## Características del elemento

Características del material del eje:	Acero AISI 1020
Resistencia a la tensión	$S_u = 420 \text{ MPa}$
Resistencia de fluencia	$S_y = 352 \text{ MPa}$

## Análisis de falla por esfuerzo cortante máximo



$$\tau = \frac{16T}{\pi(d)^3} (Kt)$$

$$\tau = \frac{16(95.5Nm)}{\pi(22mm)^3} (1.4)$$

$$\tau = 63.9 \text{ Mpa}$$



## Factor de seguridad del elemento

Para tener el factor de seguridad se obtendrá de la relación de resistencia a la fluencia del elemento, en este caso  $S_y = 352 \text{ MPa}$

Límite cortante

$$S_\tau = \frac{S_y}{\sqrt{3}}$$

$$S_\tau = \frac{352 \text{ Mpa}}{\sqrt{3}}$$

$$S_\tau = 203.22 \text{ Mpa}$$

$$Fs = \frac{S_\tau}{\tau}$$

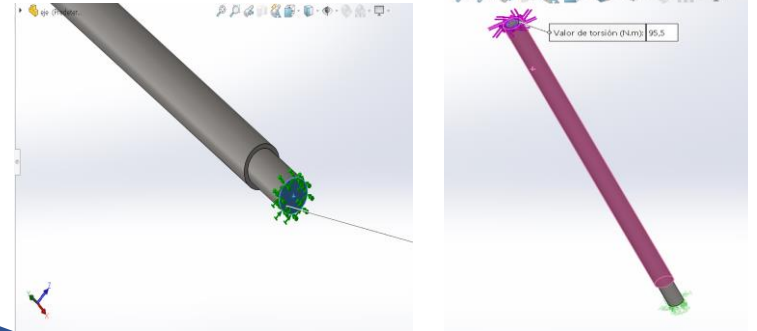
$$Fs = \frac{203.22 \text{ Mpa}}{63.9 \text{ Mpa}}$$

$$Fs = 3.18$$

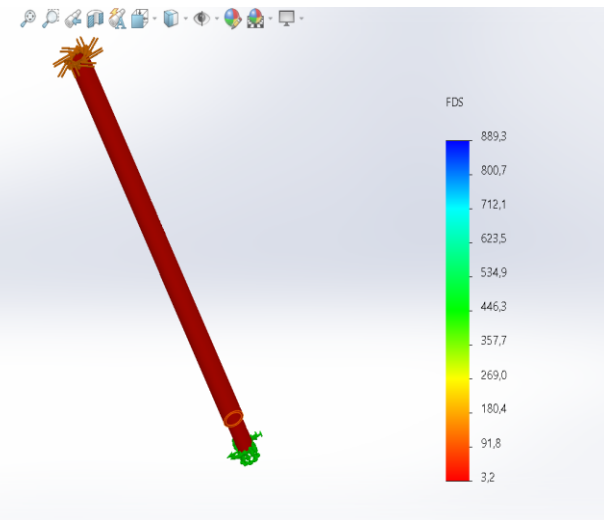
Con el FS obtenido el elemento trabajará en adecuadas condiciones sin deformarse.

## Análisis por software (SolidWorks)

### Cargas y sujeciones



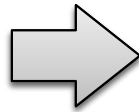
Nombre del modelo: eje  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.2





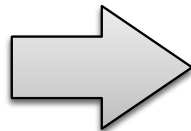
## Selección de los elementos (sistema mecánico)

### Tubo cuadrado



Especificaciones	
Lado 2	1 1/2"
Lado 1	1 1/2"
Peso	7.62k aprox
Material	Acero calidad comercial
Acabado	Negro
Espesor (mm)	1.1 mm
Largo	6m

### Motor



Marca	WEG
Modelo	Abierto
Potencia HP	1/2
Potencia kW	0.37285
Tensión	220V
RPM	1700



## Poleas



Se empleará una polea conductora de 2 pulgadas y una polea conducida de 4 pulgadas, las cuales reducirán la velocidad del motor necesarias para la entrada del reductor.

## Bandas de transmisión



Tipo de trabajo	Factor de rectificación	Estado de trabajo
-----------------	-------------------------	-------------------

Estado de trabajo libre	1	Trabajo intermitente. Funciona <=6 horas diarias sin sobrecargas
-------------------------	---	--

Estado de trabajo normal	1.2	Sobrecarga máxima momentánea o carga en el arranque inicial <= 150% de carga normal
--------------------------	-----	---

Estado de trabajo pesado	1.4	Funciona de 6-16 horas diarias Sobrecarga máxima momentánea o carga en el arranque inicial <= 250% de carga normal
--------------------------	-----	---

Estado de trabajo extra pesado	1.6-2	Funcionamiento continuo de 16-24 horas diarias Sobrecarga máxima momentánea o carga en el arranque inicial <= 250% de carga normal, frecuencias de sobrecargas momentáneas o frecuentes arranques. Funcionamiento continuo de 24 horas diarias, 7 días por semana
--------------------------------	-------	---



## Selección de los elementos (sistema de control)

### Contactor



Características técnicas	Valores
<b>Corriente de trabajo máxima</b>	18 A
<b>Voltaje</b>	220 V AC
<b>Temperatura</b>	-5 a 60° C
<b>Numero de polos</b>	3 Polos
<b>Peso bruto</b>	359.5g

### Pulsadores



### Relé térmico



Características técnicas	Datos
<b>Contactos auxiliares integrados</b>	NO + NC
<b>Rango de ajustes del disparador de cortocircuito</b>	12A – 18A
<b>Temperatura</b>	-5 a 60° C
<b>Peso bruto</b>	184.1g

## Temporizador ON DELAY



Características técnicas	Datos
Tensión de entrada	AC 110V, 220V, 380V, 440V DC 12V, 24V
Frecuencia	50/60Hz
Temperatura	-10 a 55° C

## Interruptor termomagnético



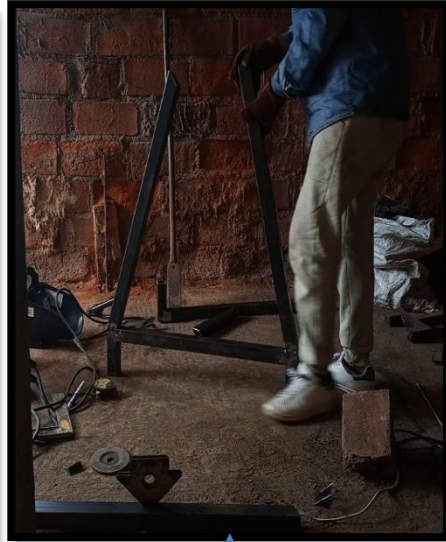
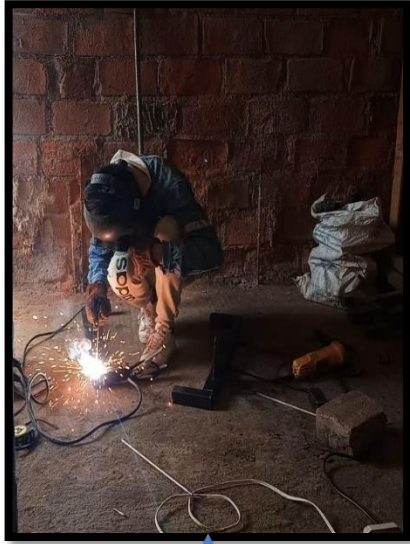
Características técnicas	Datos
Tensión de alimentación	1 Polo: 120/240 VAC, 2 Polos: 120/240 VAC y 3 Polos: 240 VAC
Frecuencia	50/60Hz
Temperatura de trabajo	30° C
Corriente nominal	10 A, 15 A, 20 A, 30 A, 40 A, 50 A y 60 A
Resistencia	Mecánica: 20,000 veces Eléctrica: 10,000 veces





# Desarrollo del sistema mecánico

## Desarrollo de la estructura



Distancia y ubicación de la parte inferior y superior del diseño



Corte y unión de la partes mediante soldadura



Estructura terminada y vista precisa con el motor, reductor y tanque



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## Acoplamiento

Acoplamiento del eje con el reductor

Verificación del centrado del tanque con la turbina



Acoplamiento del eje y la turbina

Acoplamiento del reductor y el motor mediante polea





# Desarrollo del sistema de control semiautomático

## Diagrama de control y potencia

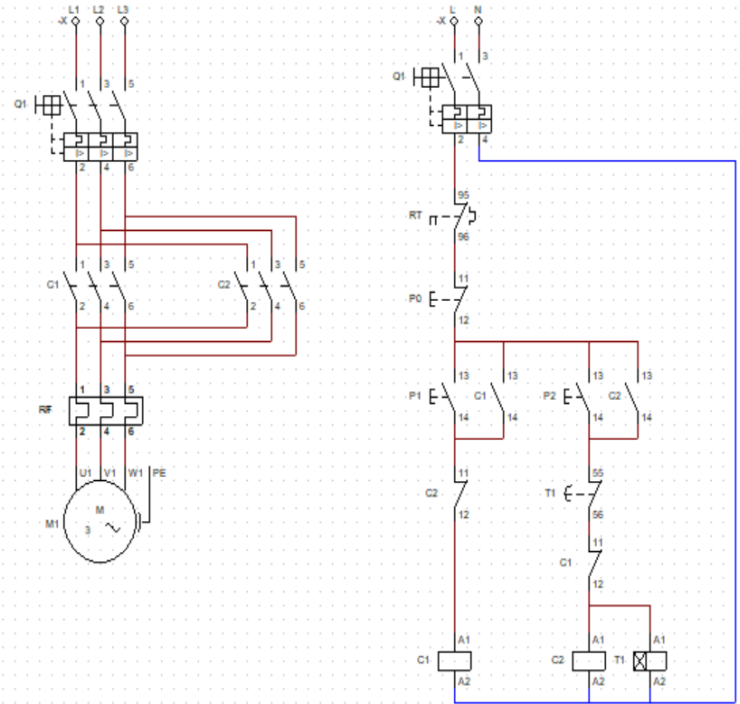
### Condiciones de funcionamiento

Control manual:

- Con el pulsador P1 se pondrá en marcha la máquina, y con el pulsador P0 se apagará.

Control semiautomático:

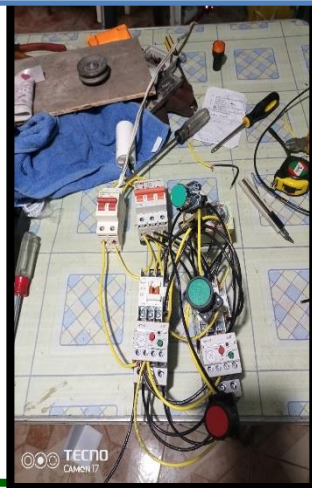
- Con el pulsador P2 se pondrá en marcha la máquina por un tiempo estimado para luego apagarse automáticamente.



## Componentes



## Cableado y funcionamiento



Sistema completo



## Pruebas de funcionamiento

Para proceder a realizar el mezclado se debe interactuar ya sea de forma manual o automática y se debe tener ya en disposición los materiales

Lauril éter sulfato de sodio



Amida de coco



Lanobetaina



Homogenización



Producto terminado





## Desinfectante

Etanol o  
alcohol



Agua oxigenada



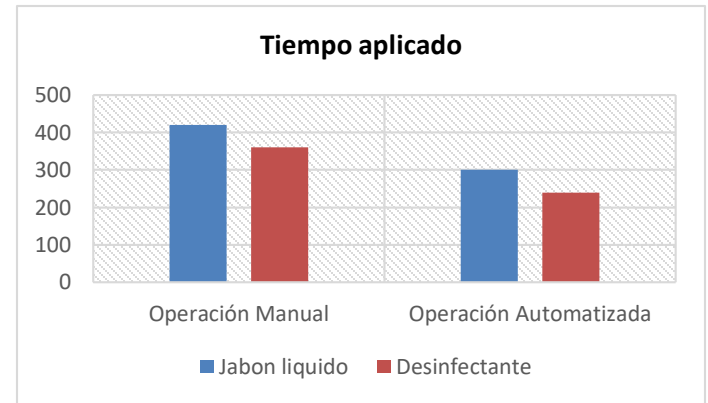
Glicerina



- Solo para uso externo.
- Evite contacto con los ojos.
- Manténgase fuera del alcance de los niños.

## Comparación en los tiempos aplicados

Tiempo aplicado en la mezcladora			
Materia prima	Cantidad de producto	Operación Manual	Operación Automatizada
Jabón líquido	10 litros	420 seg	300 seg
Desinfectante	10 litros	360 seg	240 seg



Jabón líquido natural	Jabón líquido industrial
Esta hecho con pocos ingredientes que no son tóxicos	Utilizan muchos ingredientes para poder realizarlo
Su validación no está comprobada pero al ser ingredientes tóxicos no afecta a la piel en gran medida	Tienen seguridad al momento de ponerlos ya que son examinados de antemano por profesionales
Tienen baja durabilidad	Pueden durar por lo menos 2 años



# Conclusiones

Al analizar la revisión del estado de arte los elementos que pueden ser utilizados para la mezcladora teniendo en la ayuda de la tesis de Guerrero J. e igual forma de diferentes formas de automatización encontradas en la tesis de Pacheco J. y Guano J. se logró en este caso crear la mezcladora con el uso de sistema semiautomático por el uso de contactores, interruptores y temporizador para el proceso de control por el medio de pulsadores.


Para proceder la automatización del mezclado de forma manual y automática se utilizó lo que es un motor de 1700 rpm el cual gracias al uso de sistema de transmisión por bandas y con la ayuda de un reductor se provee el momento de fuerza necesario y adecuado para poder funcionar, dando como resultado que se pueda hacer un análisis mecánico del elemento mediante el uso del software de SolidWorks determinado la resistencia a la torsión y fluencia del eje.

Al realizar el proceso del circuito de control mediante el software de CADe SIMU se vio necesario utilizar un interruptor termomagnético, contactores, temporizador, relé térmico para el motor y pulsadores para que pueda funcionar y no haya problemas teniendo en cuenta la seguridad del operario.


Al desarrollar el proceso de pruebas de funcionamiento se determinó que el tiempo estimado para realizar una cantidad de 5 a 10 litros de mezclado para el jabón líquido y desinfectante conlleva a 300 a 420 segundos y tomando en cuenta el resultado se logra hacer una comparación con un producto industrial, teniendo como ejemplo que el jabón hecho por la maquina tiene una sustancia más grasosa y viscosa que al estar en presencia del agua contiene más consistencia y más durabilidad.



# Recomendaciones



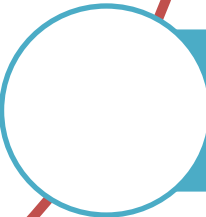
Se recomienda un mantenimiento al motor y reductor por lo menos una vez al año, además de hacer revisión de del sistema de trasmisión y finalmente dar limpieza al panel de control revisando sus componentes en lo que respecta su estado.



En caso de querer cambiar el circuito de control se recomienda realizar simulaciones en software adecuados como en el caso de CADe SIMU que es un programa que ayuda a verificar su funcionamiento y como procede el cableado a sus diferentes componentes.



Verificar que todos los componentes de la maquina estén completamente asegurados y sujetos en su lugar para poder realizar el correcto funcionamiento.



No utilizar productos tóxicos para la mezcla ya que puede poner en riesgo al momento de utilizar y causar daño.



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA